



Oficina del
Regante
de Tenerife



Evaluación de los sistemas de riego en las fincas plataneras de la isla de Tenerife

OBJETIVOS
DE DESARROLLO
SOSTENIBLE



**Área de Industria, Comercio,
Sector Primario y Bienestar Animal**
Servicio Técnico de Agricultura y
Desarrollo Rural

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos de desarrollo sostenible y agricultura.....	1
1.2. Líneas de actuación implementadas en la ORT	2
1.2.1. Fases de implantación	2
1.3. Importancia de la evaluación de las instalaciones de riego y su manejo en las fincas plataneras de Tenerife	4
2. EVALUACIÓN SISTEMAS RIEGO TENERIFE EN FINCAS PLATANERAS	5
2.1. Materiales y métodos	5
2.1.1. Trabajos preparatorios	6
2.1.1.1. Solicitud de documentación requerida para la evaluación de riego ...	6
2.1.1.2. Realización de planos e índice de vegetación NDVI	8
2.1.2. Planificación de los trabajos y metodología aplicada.....	8
2.1.3. Material necesario para la realización de pruebas de evaluación del sistema de riego	15
2.1.4. Evaluación integral del sistema de riego: Informe de resultados.....	17
2.2. Resultados de la Evaluación de la instalación de riego en Tenerife.....	34
2.2.1. Zonas evaluadas.....	34
2.2.1.1. Comarca Noroeste	36
2.2.1.2. Comarca Norte.....	37
2.2.1.3. Comarca Suroeste.....	38
2.2.1.4. Comarca Sur	39
2.2.2. Caracterización tipología de emisores y su disposición en los sistemas de riego⁴⁰	
2.2.3. Evaluación cabedal de riego.....	64
2.2.3.1. Inyección del abono	64
2.2.3.2. Sistema de filtrado.....	75

2.2.3.3.	Método de riego: Análisis de potencias instaladas	82
2.2.4.	<i>Evaluación sistema de riego</i>	90
2.2.4.1.	Coeficiente de uniformidad de distribución.....	90
2.2.4.2.	Coeficiente de variación en emisores de los caudales medios (Qm) respecto a caudales nominales (Qn)	94
2.2.4.3.	Desfase de caudales.....	100
2.2.4.3.1.	Análisis del impacto del desfase de caudales en términos de pérdidas de volúmenes de agua a nivel insular.....	103
3.	EVALUACIÓN MANEJO DEL RIEGO	109
3.1.	Introducción.....	109
3.2.	Estaciones para la monitorización del manejo	110
3.3.	Trabajos preparatorios	113
3.3.1.	<i>Instalación</i>	113
3.4.	Metodología aplicada	115
3.4.1.	<i>Aspectos a tener en cuenta para un manejo eficiente</i>	115
3.5.	Material necesario para la instalación de la estación de monitorización del manejo del riego	120
3.6.	Transferencia de resultados y generación de gráficas.....	123
3.7.	Conclusiones	124
4.	TRABAJOS Y ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS COMO CONSECUENCIA DE LA MONITORIZACIÓN DEL MANEJO.	127
4.1.	El estudio de los efectos del riego deficitario en platanera: Ensayo de dotaciones de riego	128
4.2.	La incorporación de la teledetección como herramienta para determinar las necesidades hídricas específicas de la platanera en el ámbito comarcal y particular.....	130
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Documentación requerida para la realización de la evaluación del sistema de riego	7
Figura 2. Plantilla característica del cabezal	9
Figura 3. Plantilla anotación resultados pH, C.E. y presiones	12
Figura 4. Plantilla anotación lecturas del contador	13
Figura 5. Plantilla anotación recogida volúmenes goteros	14
Figura 6. Plantilla conteo de goteros y número de plantas	15
Figura 7. Croquis de un cabezal de riego.....	18
Figura 8. Medición de pH y conductividad eléctrica en campo	25
Figura 9. Medición de presiones con manómetro.....	26
Figura 10. Distribución de los puntos muestreados en la subunidad.....	28
Figura 11. Método de recogida de volúmenes para el cálculo del coeficiente de uniformidad.....	30
Figura 12. Procedimiento para el cálculo del desfase de caudales	31
Figura 13. Cálculo del índice de vegetación NDVI	33
Figura 14. Fincas evaluadas en la comarca noroeste	37
Figura 15. Fincas evaluadas en la comarca norte.....	38
Figura 16. Fincas evaluadas en la comarca suroeste	39
Figura 17. Fincas evaluadas en la comarca sur	40
Figura 18. Tensiómetro con vacuómetro digital.....	111
Figura 19. Estación de monitorización del manejo del riego.....	111
Figura 20. Caudalímetro	112
Figura 21. Ubicación de estaciones de monitorización instaladas.....	113
Figura 22. Tiempo y frecuencia de riego	116
Figura 23. Factor de agotamiento de cultivo de platanera y aguacate	118
Figura 24. Establecimiento de umbrales óptimos de riego en base a porcentaje de agotamiento y textura de suelo	119
Figura 25. Gráfica de tensiones del suelo a dos profundidades (20 y 60 cm)	123

Figura 26. Gráfica de dotaciones diarias y semanales	124
--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Material necesario para realizar la evaluación del sistema de riego	16
Tabla 2. Calificación de la instalación de riego.....	29
Tabla 3. Fincas evaluadas estudio <i>ICSA-GALLUP (1981)</i>	34
Tabla 4. Fincas evaluadas estudio Servicio Técnico de agricultura (2005)	35
Tabla 5. Fincas de platanera evaluadas por la ORT	36
Tabla 6. Resultados disposición sistema de riego a nivel insular	42
Tabla 7. Resultados disposición sistema de riego a nivel comarcal	42
Tabla 8. Resultados capacidad de auto-compensación a nivel insular.....	44
Tabla 9. Resultados capacidad de auto-compensación a nivel insular.....	44
Tabla 10. Resultados caudales nominales utilizados a nivel insular.....	46
Tabla 11. Resultados caudales nominales utilizados comarca Noroeste	47
Tabla 12. Resultados caudales nominales utilizados comarca Norte	47
Tabla 13. Resultados caudales nominales utilizados comarca Suroeste.....	48
Tabla 14. Resultados caudales nominales utilizados comarca Sur	48
Tabla 15. Resultados separación de goteros utilizados a nivel insular.....	50
Tabla 16. Resultados separación de goteros utilizados en comarca Noroeste.....	51
Tabla 17. Resultados separación de goteros utilizados en comarca Norte	51
Tabla 18. Resultados separación de goteros utilizados en comarca Suroeste.....	52
Tabla 19. Resultados separación de goteros utilizados en comarca Sur.....	52
Tabla 20. Relación separación de emisores y nºgoteros/planta	54
Tabla 21. Resultados de marcas y modelos presentes a nivel insular	55
Tabla 22. Resultados de marcas y modelos presentes en comarca Noroeste	56
Tabla 23. Resultados de marcas y modelos presentes en comarca Norte	57
Tabla 24. Resultados de marcas y modelos presentes en comarca Suroeste	57

Tabla 25. Resultados de marcas y modelos presentes en comarca Sur	58
Tabla 26. Resultados del porcentaje de variación de número de goteros por planta respecto a los esperados (%)	61
Tabla 27. Resultados de homogeneidad de la abonada a nivel insular	66
Tabla 28. Resultados de homogeneidad de la abonada a nivel comarcal	66
Tabla 29. Resultados de la ubicación de la inyección del abono a nivel insular	69
Tabla 30. Resultados de la ubicación de la inyección del abono a nivel comarcal	69
Tabla 31. Resultados de la variabilidad de superficie (%) entre sectores	73
Tabla 32. Resultados de la variabilidad de superficie (m ²) entre sectores	74
Tabla 33. Resultados de presencia de filtros de arena a nivel insular	77
Tabla 34. Resultados de presencia de filtros de arena a nivel comarcal	77
Tabla 35. Resultados de idoneidad de los filtros de malla a nivel insular	80
Tabla 36. Resultados de idoneidad de los filtros de malla a nivel comarcal	80
Tabla 37. Resultados de método de riego a nivel insular	84
Tabla 38. Resultados de método de riego a nivel comarcal	84
Tabla 39. Resultados de potencia de bombeo a nivel insular	86
Tabla 40. Resultados de potencia de bombeo a nivel comarcal	86
Tabla 41. Datos partida para el cálculo de implicaciones energéticas por sobredimensionamiento de los equipos de bombeo	89
Tabla 42. Estimación de implicaciones energéticas y emisiones de CO ₂ de dos posibles escenarios	90
Tabla 43. Resultados de Coeficientes de Uniformidad de Distribución por comarcas ..	92
Tabla 44. Relación de resultados de coeficientes de uniformidad con capacidad de autocompensación de los goteros	94
Tabla 45. Resultados de Coeficiente de variación en emisores de los caudales medios (Qm) respecto a caudales nominales (Qn) por comarcas	98
Tabla 46. Resultados de desfase de caudales por comarcas	102
Tabla 47. Estudio de la demanda anual óptima (año 2023) para platanera cultivada en Tenerife	104

Tabla 48. Adaptado del Estudio sobre consumos hídricos agrícolas (2005)	105
Tabla 49. Adaptado del Plan Hidrológico de Tenerife	105
Tabla 50. Resultados de volúmenes perdidos asociados a fugas a partir de las dotaciones óptimas y de los resultados de pérdidas de caudal promedios ponderados por superficie	106
Tabla 51. Comparativa entre la dotación óptima insular según la ORT y Sistema de recomendación AGROCABILDO para el año 2023.....	107
Tabla 52. Interpretación general de lecturas de tensión en el suelo.....	117
Tabla 53. Material necesario para realizar la evaluación del manejo del riego	120

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos de desarrollo sostenible y agricultura

En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás. La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades.

Con relación a los recursos hídricos y al cambio climático, la Agenda 2030 matiza los siguientes objetivos:

Objetivo 6.4.- Aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua

Objetivo 12.4.- Lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.

Objetivo 13.1.- Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales.

El Cabildo de Tenerife, a través de su Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural, aprobó en 2018 la creación de la Oficina del Regante de Tenerife (en adelante ORT) cuyo principal objetivo es optimizar el impacto de la agricultura en el balance hídrico insular mediante acciones que promuevan la eficiencia del riego agrícola – principalmente platanera– y el uso de aguas regeneradas.

La eficiencia del riego (Howell, 1996) es la piedra angular sobre la que se apoyan todas las estrategias que plantea la ORT para lograr el ahorro de agua agrícola en Tenerife que marca el **ODS 6.4** (uso eficiente de recursos hídricos). Esa mejora en la eficiencia en la Agricultura implica de forma automática la consecución del **ODS 12.4** (gestión racional de productos químicos). En las explotaciones plataneras, la diaria aplicación de fertilizantes químicos se realiza disolviendo los mismos en el agua de riego. Esta práctica conocida como fertirrigación ajusta la concentración fija de fertilizantes en el agua a las necesidades de nutrientes de las plantas. Este inseparable “**binomio agua-fertilizante**” implica que todas aquellas prácticas que mejoran la eficiencia del uso del agua también redundan (en idéntica proporción) en la mejora de la eficiencia de los fertilizantes químicos. En otras palabras: Si mediante el incremento de la eficiencia se logra una reducción del 25% del consumo del agua, también se reducirá en un 25% el consumo de fertilizantes químicos.

Al mismo tiempo, la consecución de los dos ODS anteriores fortalece la capacidad resiliencia y adaptación del sector agrícola insular a los riesgos del cambio climático, objetivo este catalogado como **ODS 13.1** en la Agenda 2030 de Naciones Unidas

1.2. Líneas de actuación implementadas en la ORT

1.2.1. Fases de implantación

Línea actuación 1.- Divulgación y Formación:

- i. Realización Publicación semanal de las recomendaciones de riego basada en la Red agrometeorológica de Agrocabildo
- ii. Cursos dirigidos a agricultores y técnicos en manejo eficiente del riego y utilización de sensores
- iii. Publicación de hojas formativas y artículos de interés en revistas especializadas
- iv. Promoción del uso de aguas regeneradas mediante charlas y hojas informativas
- v. Visitas a instalaciones de riego modelo con control dotacional automatizado

Recursos humanos empleados: Personal fijo adscrito al Servicio Técnico de Agricultura.

Línea actuación 2.- Evaluación pormenorizada del riego en las explotaciones agrícolas de Tenerife

- i. Evaluación de la instalación de riego de la finca desde cabecera del sistema hasta que el agua llega a la planta
- ii. Evaluación del manejo de riego por parte del agricultor mediante estaciones remotas que monitorizan la cantidad de agua aplicada por el agricultor, así como el contenido, localización y evolución del agua en el suelo.
- iii. Presentación y entrega de informes e implantación de plan de manejo eficiente individualizado con seguimiento mediante sensores.

Recursos humanos empleados:

Dirección: Personal fijo adscrito al Servicio Técnico de Agricultura

Fase previa de consolidación: Personal temporal adscrito a la ORT mediante convocatorias de Proyectos PETE (Proyecto de empleo para la transición ecológica) y Proyectos NOE (Nuevas oportunidades de empleo) desde 2020 hasta octubre de 2022.

A partir de Febrero de 2022: Según ACUERDO aprobado en Consejo de Gobierno de, mediante encomiendas a TRAGSATEC “Estudio de eficiencia del agua de riego en Platanera” (sólo ámbito de la Isla Baja) y “Realización de trabajos de consecución de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS- agenda 2023) relacionados con la eficiencia del riego y la fertilización, y la adaptación al cambio climático de la actividad agrícola en Tenerife”

Línea actuación 3.- I + D Investigación y desarrollo

- i. Contraste de la Recomendación de riego de Agrocabildo mediante 10 estaciones de monitorización del manejo del riego emplazadas en fincas piloto

- ii. Ensayo dotaciones de riego en platanera donde se valora la incidencia de diferentes dosis de riego en el rendimiento agronómico del cultivo.
- iii. Estudios para la incorporación de la teledetección como herramienta para determinar las necesidades hídricas específicas de la platanera en el ámbito comarcal y particular

Recursos humanos empleados:

Dirección: Personal fijo adscrito al Servicio Técnico de Agricultura

Fase de implantación: Personal temporal adscrito a la ORT mediante convocatorias de Proyectos PETE (Proyecto de empleo para la transición ecológica) y Proyectos NOE (Nuevas oportunidades de empleo) desde 2020 hasta octubre de 2022.

1.3. Importancia de la evaluación de las instalaciones de riego y su manejo en las fincas plataneras de Tenerife

Las 4002,9 hectáreas de platanera (ISTAC, 2022) son la superficie de cultivo de mayor consumo hídrico en la isla de Tenerife, un 50 % aproximadamente del consumo agrícola total. Por ello, cualquier medida que mejore la eficiencia de riego y una mayor sostenibilidad en la aplicación de fertilizantes en este cultivo, tiene una enorme repercusión a nivel insular.

La instalación de riego y fertilización de una finca es, a los efectos, equivalente al sistema circulatorio de un ser vivo y a su aparato digestivo asociado. La correcta dispersión del agua y sus nutrientes depende de la bondad de diseño del conjunto, la calidad y capacidad de los elementos empleados y de su estado de mantenimiento y conservación. Si falla alguno de estos condicionantes, habrá zonas, sectores, huertas, o grupos de plantas donde el desarrollo y la producción se vea comprometido.

De la misma manera, aun teniendo la instalación de riego correctamente diseñada y adecuadamente mantenida, si el aporte de agua y nutrientes que circula por ella no está rítmicamente adaptado (en términos de cantidad y frecuencia) a la capacidad de retención del suelo ni a la necesidad de asimilación por parte de las plantas; también se verán comprometidos el desarrollo y la producción del cultivo.

Pautar la receta sin el preciso análisis previo es el error más extendido cuando se riega en Tenerife. De hecho, el agricultor apenas conoce las pruebas agronómicas que deben realizarse para saber si una instalación de riego funciona correctamente, dónde residen los problemas y cómo solucionarlos.

Una de las primeras tareas de la ORT desde su creación fue establecer un protocolo para evaluar tanto las instalaciones en sí como el manejo de estas por parte del agricultor. La importancia que representa el cultivo del plátano en el consumo hídrico de Tenerife –aproximadamente la cuarta parte de la demanda Insular total– motiva que, por estrategias de efectividad, se haya dado prioridad a la mejora de la eficiencia del riego en las explotaciones Plataneras, principalmente a aquellas fincas que superan las 2Ha de superficie.

El programa al que se someten las fincas evaluadas comprende tres actuaciones:

- a) *Evaluación de la instalación de riego*
- b) *Presentación de informe de resultados y recomendaciones*
- c) *Evaluación de manejo de riego y establecimiento del plan de recomendación guiado.*

2. EVALUACIÓN SISTEMAS RIEGO TENERIFE EN FINCAS PLATANERAS

La evaluación de las instalaciones de riego de las fincas evaluadas va desde el cabezal de riego, lugar desde el que se comienza a distribuir el agua para fertirrigación, hasta que el agua llega a la planta.

2.1. Materiales y métodos

Como ya se ha descrito brevemente uno de los principales trabajos realizados por la oficina del regante ha consistido en realizar evaluaciones del sistema de riego de aquellas fincas que lo soliciten, analizando el mismo para determinar si la instalación de riego es eficiente o no, además de proponer una serie de actuaciones para solucionar los posibles problemas o deficiencias encontradas en la instalación de riego.

Posteriormente, y una vez solucionados los problemas que se detecten en la evaluación de la instalación de riego, se procede a realizar la instalación de equipos para la monitorización del manejo del riego y del agua en el suelo consistente en un datalogger al que se le asocia un caudalímetro y dos tensiómetros instalados a diferentes profundidades. De esta evaluación del manejo del riego derivan una serie de recomendaciones en cuanto al contraste dotacionales, tiempo óptimo de riego de la finca y la frecuencia correspondiente a cada situación climática y edafológica.

2.1.1. Trabajos preparatorios

2.1.1.1. Solicitud de documentación requerida para la evaluación de riego

El agricultor interesado en la evaluación del sistema de riego debe proporcionarnos información previa completando la encuesta que se muestra en la "Figura 1".

Documentación requerida por la Oficina del Regante para la evaluación del sistema de riego

- 1) Planos de riego (pdf o jpg): donde se represente claramente la superficie que corresponde a cada turno de riego. Tiempo y frecuencia de riego actuales.
- 2) Emisores de riego: Relacionar tipologías existentes en finca. Si es goteo especificar si son laterales o collarines. Especificaciones técnicas: marca, modelo, caudal nominal, capacidad de autocompensación, capacidad antidrenante, separación entre emisores, separación entre laterales (o número de emisores por aro). Es importante especificar huerta a huerta su tipología y la antigüedad aproximada de la instalación de cada tipología.
- 3) Número de matas y marco de plantación de cada huerta. Indicar si alguna se encuentra en preparación o estado de resiembra reciente. ¿Riego anulado o restringido?
- 4) Contador: ¿A la entrada de depósito o a la entrada/salida del cabezal? Tipo: Woltmann (de hélice) o electromagnético. Diámetro. ¿Tiene emisor de pulsos?
- 5) Sistema de filtrado: número de filtros, tipología (malla, arena) y especificaciones técnicas (catálogo).
- 6) Procedencia del agua de riego: ¿pozo o galería? ¿Es propia o arrendada? suministrador ¿BALTEN, otro? ¿Aproximado de uno u otro?
- 7) Depósito: Ubicación, capacidad, ¿está cubierto? ¿Estado de limpieza del mismo?
- 8) Si se dispusiera: Histórico mensual de volúmenes de agua por riego de cada una de las fincas.

NOTA IMPORTANTE: en aras de agilizar las evaluaciones de campo, enviar prioritariamente los datos incluidos en los puntos 1, 2, 3 y 4. El resto de información se puede remitir posteriormente.

Figura 1. Documentación requerida para la realización de la evaluación del sistema de riego

2.1.1.2. Realización de planos e índice de vegetación NDVI

Se prepara un plano de la finca que identifica los distintos sectores de riego y tipologías de goteros, además de llevar a cabo el cálculo del índice de vegetación NDVI a partir de imágenes Satelitales (este proceso se describe detalladamente en el apartado “2.1.4. Evaluación integral del sistema de riego: Informe de resultados”).

Los planos se elaboran previamente para facilitar la ubicación de los operarios en la finca y para identificar las áreas de cada sector, además de las huertas que se encuentran dentro de cada uno de ellos.

El ortomosaico con índices NDVI se calcula con el propósito de detectar zonas donde se constaten diferencia en los Índices de Vigor correlacionales con posibles deficiencias en el sistema de riego, donde procedería una evaluación posterior en campo.

2.1.2. Planificación de los trabajos y metodología aplicada

- A. Se programa una primera visita vía telefónica** donde se le explica al agricultor en qué consisten las pruebas que se van a realizar, la duración de las mismas, el tiempo de riego que se necesita para cada una de ella, etc.
- B. Primera visita a finca:** el objetivo de esta primera visita es tener una primera toma de contacto tanto con la finca como con el encargado de la misma.

En esta primera visita a la finca se analizan las características del cabezal, principalmente los puntos descritos en la “Figura 2”.

CARÁCTERÍSTICAS DEL CABEZAL DE RIEGO				
Fecha				
Nombre finca				
Propietario/encargado				
pH y CE H ₂ O de agua bruta			mS/cm	
Reguladores de presión	SI		NO	
Contador	Tramo recto a la entrada de longitud > 5 Ø		SI	NO
	Tramo recto a la salida de longitud > 3 Ø		SI	NO
	Se garantiza que siempre esté lleno de agua		SI	NO
Programador de riego	SI	NO		
N.º de electroválvulas				
Tipo de abonadora				
Estación de filtrado	Tipo			
	N.º de filtros			
	Limpieza	Autolimpiante	Manual	
	Marca			
	Modelo			
	Caudal de filtración (m³/h)			
	Colocación	Serie	Paralelo	
	N.º mesh			
Bomba	N.º de bombas			
	Colocación	Serie	Paralelo	
	Primera bomba	Uso (bombeo)	Parte alta	Parte baja
		Potencia (kW)		
		Modelo		
Sondas pH y/o CE				
Proporcionalidad abonada	¿La inyección de abono varía en base al caudal o a la CE? (= ¿la abonadora tiene variadores de frecuencia?)	SI	NO	
		Q / CE		
Observaciones	□ (Fotografías bomba/s y estación de filtrado)			

Figura 2. Plantilla característica del cabezal

Se realiza un croquis del cabezal de riego, se toman fotografías generales del sistema de filtrado, abonado, bombeo y otros componentes de interés. Si no se ha aportado toda la información previamente requerida, se le elabora al encargado y/o técnico de la finca algunas preguntas para terminar de completar toda la información necesaria, como puede ser la antigüedad de la instalación de riego y de los goteros, la procedencia del agua de riego, como se realiza la abonada, etc.

Se recorre la instalación localizando los sectores descritos en el plano, comprobando que la información proporcionada es la correcta, como, por ejemplo: marca y modelo de los goteros, marcos de plantación, etc.

Si se ha determinado de manera previa aquellas huertas representativas de la finca (teniendo en cuenta superficie, ubicación, tipología de riego, resultados del índice NDVI, etc.) donde se van a llevar a cabo las pruebas para el cálculo del coeficiente de uniformidad, se preparan las mismas marcando en qué puntos se va a realizar la recogida de volúmenes emitidos por los goteros de riego, con la finalidad de adelantar el trabajo para el día que se vaya a hacer esa prueba. La metodología de cómo se realiza la recogida de volúmenes se detalla en el apartado “2.1.4. Evaluación integral del sistema de riego: Informe de resultados”. Además, se prepara el terreno despejando las mangueras de riego para facilitar el trabajo del operario a la hora de realizar la prueba.

Se hace saber al encargado de la finca de las pruebas que se van a realizar en los siguientes días, de los tiempos estimados que se necesitan para las mismas y en qué consiste cada una de ellas.

Hay que informarse además de la hora de inicio del riego y cuánto es la duración de este por cada sector de riego, para poder planificar los trabajos. En ocasiones, se negocian cambios en el mismo cuando el tiempo de riego no es suficiente para realizar las pruebas pertinentes.

Una vez acordado con el agricultor y/o encargado de la finca los días y los tiempos de riego necesarios para realizar el trabajo, se procede a realizar las pruebas descritas en los siguientes puntos.

C. Medición de pH, conductividad eléctrica y presiones en cada una de las huertas de la finca:

Para realizar la medición de pH y C.E. por cada una de las huertas, se recoge una muestra de agua en los primeros laterales que salen de la terciaria. Para esto hay que tener claro previamente cómo se realiza la inyección del abono en la red principal y si se realiza durante todo el tiempo de riego de manera constante o se inyecta durante fracciones de tiempo variable según superficies a regar, o si por el contrario se cuenta con un sistema de abonado proporcional, donde se ajuste la inyección del abono en función del caudal circulante a cada uno de los sectores de riego.

De no ser así se recoge agua de un gotero durante todo el tiempo de riego en una garrafa y se mide el pH y C.E. resultante de un riego completo.

En cuanto a la presión, se toma en el punto más desfavorable de cada una de las huertas, siendo este el último lateral que sale de la terciaria. Tras 5' desde el inicio del riego, con el fin de asegurar que la presión se encuentra estabilizada se realiza la medida mediante manómetro de mano. En la "Figura 3" se muestra la plantilla utilizada en campo para anotar los resultados obtenidos.

CONDUCTIVIDAD Y pH

Fecha:

Municipio:

Finca:

Agua Bruta	
pH	CE

Sector	Subunidad	pH (muestra)	CE (mS/cm) (muestra)	pH (garrafa)	CE (mS/cm) (garrafa)	Presión (bar)	Observaciones

Figura 3. Plantilla anotación resultados pH, C.E. y presiones

D. Toma de lecturas del contador de riego en cada uno de los sectores de riego:

Con el objetivo de calcular el desfase de caudales (concepto que se detalla en el apartado “2.1.4. Evaluación integral del sistema de riego: Informe de resultados”), se realizan tres lecturas en el contador por sector de riego, con la finalidad de tener varias lecturas en el caso de pueda ocurrir algún error y/o que el caudal no estuviese estabilizado aún en la primera lectura. Se toman lecturas cada 10 min, una lectura inicial y otra pasados 10 min. Una vez se inicia el riego

del sector correspondiente se dejan pasar unos 5' hasta que el caudal esté estabilizado. En la "Figura 4" se observa la plantilla utilizada para esta prueba.

LECTURAS DE CAUDAL POR TURNO DE RIEGO

Fecha	
Finca	
Propietario/encargado	
Tiempo muestreado (min)	10 min

Sector	Lectura inicial 0'	Lectura 2'	Lectura 10'	Lectura 12'

Figura 4. Plantilla anotación lecturas del contador

E. Recogida de caudales para el cálculo del coeficiente de uniformidad:

Se seleccionan al menos tres subunidades representativas de la finca, considerando factores como superficie, tipología de goteros utilizados, la cota a la que se encuentran, el índice de vegetación obtenido en el análisis previo y cualquier otra característica peculiar o de interés para el agricultor.

Se realiza una recogida de volúmenes con canaletas de 2 metros de longitud (dentro de las cuales entran una cantidad de goteros determinados por canaleta dependiendo de la distancia a la que se encuentren) en 16 puntos de la subunidad (2 canaletas por punto) distribuidos de manera uniforme.

Se mide el volumen de riego por cada lateral durante 3 min. Por último, se mide el volumen de agua obtenido en cada una de las canaletas y se anota la medida correspondiente. En la siguiente figura se muestra la plantilla de trabajo en campo.

Fecha:

Finca:

Sector	Huerta	Terciaria inicio		Terciaria 1/3		Terciaria 2/3		Terciaria final		Observaciones
		Planta	ml	Planta	ml	Planta	ml	Planta	ml	
		Inicio		Inicio		Inicio		Inicio		Nº goteros: Separación: Presión: Tiempo:
		1/3		1/3		1/3		1/3		
		2/3		2/3		2/3		2/3		
		Final		Final		Final		Final		
Sector	Huerta	Terciaria inicio		Terciaria 1/3		Terciaria 2/3		Terciaria final		Observaciones
		Planta	ml	Planta	ml	Planta	ml	Planta	ml	
		Inicio		Inicio		Inicio		Inicio		Nº goteros: Separación: Presión: Tiempo:
		1/3		1/3		1/3		1/3		
		2/3		2/3		2/3		2/3		
		Final		Final		Final		Final		
Sector	Huerta	Terciaria inicio		Terciaria 1/3		Terciaria 2/3		Terciaria final		Observaciones
		Planta	ml	Planta	ml	Planta	ml	Planta	ml	
		Inicio		Inicio		Inicio		Inicio		Nº goteros: Separación: Presión: Tiempo:
		1/3		1/3		1/3		1/3		
		2/3		2/3		2/3		2/3		
		Final		Final		Final		Final		

Figura 5. Plantilla anotación recogida volúmenes goteros

F. Determinación del número de goteros por planta:

Se realiza con la finalidad de comprobar la densidad real de goteros por planta, dado que muchas veces no se corresponde con el nº de emisores por planta teórico que la propiedad expresa (teniendo en cuenta el marco de plantación y la separación de los goteros). A partir de este conteo se calcula un porcentaje de variación de número de emisores por planta.

Este porcentaje de ajuste será de utilidad para el posterior cálculo de desfase de caudales por sector de riego.

PORCENTAJE DE VARIACIÓN NÚMERO EMISORES

Fecha:

Finca:

Sector	Huerta	N.º plantas	N.º emisores	Nº emisores en los finales del lateral (rabo de cochino)	N.º emisores/planta

Figura 6. Plantilla contaje de goteros y número de plantas

G. Se procede también a la disección de algunos goteros para un análisis interno a través de un corte transversal. Esto se realiza no solo con el propósito de identificar el tipo de obstrucción presente, sino también para determinar si han perdido su capacidad de autocompensación en el caso de los goteros autocompensantes, examinando el estado de la membrana.

2.1.3. *Material necesario para la realización de pruebas de evaluación del sistema de riego*

La tabla siguiente proporciona un desglose del material requerido para realizar las pruebas destinadas a evaluar el estado del sistema de riego:

Tabla 1. Material necesario para realizar la evaluación del sistema de riego

MATERIAL EVALUACIÓN SISTEMA DE RIEGO		
Materiales	Pruebas en las que se usa	Fotografía
Cubo de plástico 5L	Medición pH y C.E.	
	Recogida de volúmenes para cálculo coeficiente de uniformidad	
Jarra medidora 1L	Medición de volúmenes para cálculo coeficiente de uniformidad	
Cronómetro	Control de tiempo de descarga de emisores y para lecturas del contador	
Canaletas 2 m	Recogida de caudales de los goteros	
Cinta de balizar	Marcas de aquellos puntos donde se van a recoger caudales	
Manómetro 6 bares	Toma de presiones	

Vasos de 250 ml	Recogida de muestras de agua para medición de pH y C.E.	
Garrafas 8 L	Recogida de muestras de agua para medición de pH y C.E.	
Conductímetro y pHmetro	Medición de pH y Conductividad Eléctrica del agua	
Soluciones de limpieza y calibrado del Conductímetro y pHmetro	Calibración del pHmetro y Conductímetro	
Agua Destilada	Limpieza de las sonda entre mediciones y en el calibrado	

2.1.4. Evaluación integral del sistema de riego: Informe de resultados

De la evaluación integral del sistema de riego deriva un informe de resultados que comprende las siguientes secciones:

(i) Caracterización de la instalación:

Comprende la caracterización del cabezal y del sistema de riego que parte desde él. Se elaboran planos con el ámbito superficial de las válvulas incluyendo tipología y densidad de emisores, y un esquema de los componentes del cabezal de riego.

Se aporta análisis de idoneidad del cabezal prestándose especial atención al dimensionado de equipos de bombeo, filtrado (capacidad y número de mesh) y la homogeneidad del abonado.

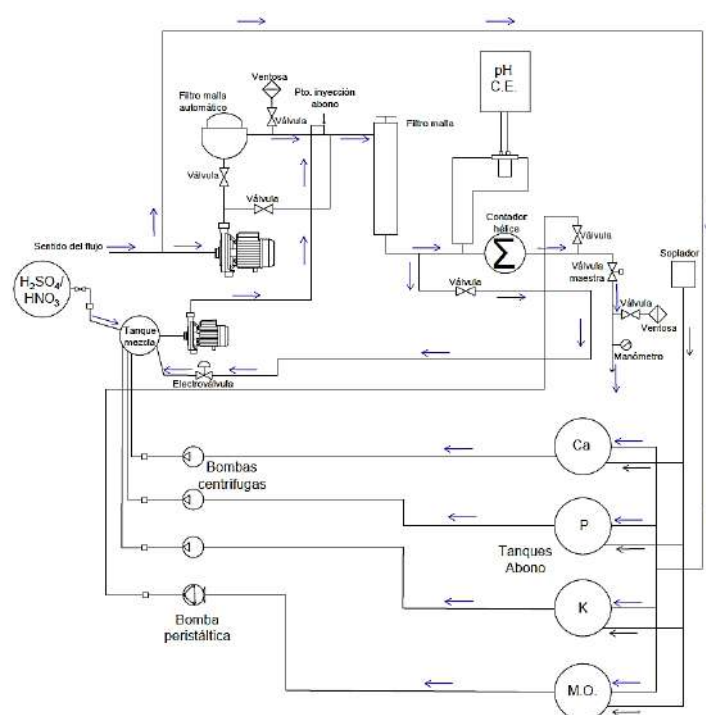


Figura 7. Croquis de un cabezal de riego

Se describe de manera detallada la ubicación de la finca y los datos del Sistema de Información Geográfica para la Política Agraria Común (SIGPAC). Además, se detallan y describen las **características generales** de estas, brindando información crucial para la gestión eficiente del sistema de riego.

- Tipo de riego: se identifica si la finca utiliza un sistema de riego laterales portaemisores (en línea) o collarines; también si los goteros son autocompensantes o no autocompensantes
- Modelo de los goteros: se especifica el modelo de los goteros utilizados en el sistema de riego de cada finca, evaluando sus especificaciones técnicas y comparándolas con los resultados obtenidos.

- Número de goteros por planta: se estudia también en número de goteros por planta, lo cual es relevante para calcular el caudal de agua suministrado a cada cultivo.
- Presencia de reguladores de presión: se inspecciona si las fincas cuentan con reguladores de presión, lo que influye en el control y la eficiencia del riego, especialmente en terrenos con variaciones topográficas y goteros no autocompensantes.
- Número de sectores de riego: se especifica el número de sectores en los que se divide el sistema de riego de cada finca, estudiando la superficie de cada uno de ellos, lo que puede influir en la distribución equitativa del abono.
- Número de riegos por día: se recopila información sobre la frecuencia de riego en cada finca, lo que permite comprender la gestión del recurso hídrico y su impacto en el crecimiento de los cultivos.
- Manejo del riego: se investiga el enfoque de manejo del riego utilizado, ya sea basado en el tiempo en función de recomendación de riego de Agrocabildo, riego por volumen u otro método. Esto es fundamental para determinar si se siguen prácticas de riego sostenibles y eficientes.

(ii) Comparación entre potencia requerida y potencia instalada:

Se realiza una comparación entre la potencia mínima requerida en la finca y la potencia de bomba instalada.

El cálculo de la potencia mínima requerida se realiza considerando los diámetros y materiales de las tuberías existentes y caudales circulantes para asegurar que, en el punto más desfavorable de la finca se asegure una presión mínima de al menos 1 bar.

Inicialmente se calcula la presión mínima necesaria (h). Para ello se obtienen las pérdidas de carga (Δh) de los diferentes tramos existentes desde el cabezal de riego hasta el punto más desfavorable de la finca, considerándose la longitud de cada uno de los tramos, el diámetro de la tubería, espesor, material y el caudal circulante.

Se considera la elevación a la que se encuentra el depósito de riego, la bomba y la cota del final de cada tramo.

Para el cálculo de las pérdidas de carga que se producen en cada uno de los tramos de tubería que llevan hasta el punto más desfavorable de la finca se emplea la formulación de Darcy Prandtl-Colebrook, considerándose una de las más completas.

$$\Delta h = 8 * f * L * \frac{Q^2}{\pi^2 * g * D^5}$$

Se puede expresar también de esta forma:

$$\Delta h = J * L$$

$$J = f * \frac{v^2}{2 * g * D}$$

Siendo:

Ah = Pérdida de carga (m)

f = factor de fricción

L = Longitud del tramo considerado (m)

Q = caudal en (m³/h)

g = Aceleración de la gravedad = 9,81 m/s²

D = Diámetro de la tubería (m)

J = Pérdida de carga por rozamiento en m de columna de agua por metro lineal de conducto.

v = Velocidad de circulación del agua (m/s)

A partir de esta fórmula, Colebrook y White (1938) establecieron la siguiente fórmula empírica para el coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach:

$$\frac{1}{f} = -2 \log \left[\frac{K}{3.71 * D} + \frac{2.51}{\frac{v * D}{\nu} * f} \right]$$

En el caso el flujo de agua se encuentre en régimen laminar (nº de Reynolds inferior a 2320), la expresión para el coeficiente de pérdida de carga se simplifica a:

$$f = \frac{64}{Re}; Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Siendo:

ν = Velocidad de circulación del agua en m/s

f = factor de fricción

D = Diámetro de la tubería en m.

K = Coeficiente de rugosidad equivalente de Nikuradzé. Se consideran distintos valores experimentales en función del material de la conducción y de la limpieza de las aguas que circulan.

ν = Viscosidad cinemática del efluente. A presión normal, toma valores que oscilan desde los $1,79 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ a 0°C a los $0,30 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ a 100°C . Se empleará en los cálculos la viscosidad correspondiente a 10°C : $1.31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Re = nº de Reynolds

Obtenidas las pérdidas de cargas de cada uno de los tramos de la instalación de riego, sumadas a las pérdidas de cargas generadas en el propio cabezal de riego (donde generalmente se estiman 15 mca), las pérdidas registradas en la propia subunidad, y considerando una presión remanente mínima necesaria de 15 mca para asegurar la presión de autocompensación; se obtiene la presión mínima necesaria (h).

Una vez obtenida esta, se calcula la potencia mínima necesaria de la bomba a partir de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \cdot \gamma \cdot h}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta}$$

P (kW): Potencia necesaria.

Q (m³/h): Caudal del sector más desfavorable en cuanto a cotas.

γ (N/m³): peso específico del agua.

h (mca): Presión necesaria.

η (%): Rendimiento de la instalación (motor y bomba).

Calculado el valor de potencia mínima requerida, se compara con la potencia de la bomba instalada, con el fin de determinar si es la adecuada para los caudales y alturas con las que se trabaja en la finca.

(iii) Comprobación de la idoneidad del filtrado

Se realizan varias comprobaciones con el objetivo de determinar si el sistema de filtrado es idóneo. Se comprueba el caudal de trabajo de los filtros y se compara con los caudales de flujo de cada uno de los sectores de riego, con el objetivo de determinar si el sistema de filtrado se encuentra bien dimensionado. Se verifica también el número de MESH de la malla instalada, comparándolo con la filtración mínima requerida el fabricante de los goteros. Este número se refiere a la cantidad de aberturas o agujeros presentes en una pantalla o malla por pulgada lineal. Es una medida que se utiliza para describir la finura de una malla o tamiz. Cuanto mayor es el número de MESH, menor es la sección de paso.

En los cabezales modernos no suele ser necesario realizar ningún cálculo, dado que en los filtros más nuevos aparece una etiqueta con las características del sistema de filtrado. No obstante, en aquellos cabezales de mayor antigüedad donde no se cuenta con información sobre el sistema de filtrado se realizan los siguientes cálculos:

Para la determinación de los caudales máximos de trabajo de los filtros de malla, se calcula en primer lugar la superficie de malla cilíndrica aproximada, mediante la siguiente fórmula:

$$A = 2\pi \times r \times h$$

r (m): Radio

h (m): Altura

A partir de esta, se calcula el área de superficie efectiva:

$$A_{efectiva} = A \times 0,34$$

Por último, el caudal se determina a partir de la siguiente fórmula, teniendo en cuenta una velocidad de 0,6 m/s y un área neta calculada a partir del número de orificios.

$$Q = V (0,6 \text{ m/s}) \times A_{\text{efectiva}}$$

La segunda comprobación para determinar si el sistema de filtrado es adecuado se obtiene el número de MESH.

Para obtener este número, se retiran las mallas y se cuentan los huecos presentes en 2 mm. Tras ello, se multiplica el número de huecos por 25,4 mm, que equivale a una pulgada y se dividen entre 2 mm.

Se contraste posteriormente si el número de MESH resultante es igual o superior al recomendado por el fabricante del emisor.

(iv) Evaluación de la homogeneidad de la abonada:

Esta verificación se lleva a cabo debido a la relevancia agronómica asociada con la uniformidad en la aplicación de fertilizantes. El objetivo es asegurar que todas las plantas en una finca reciban cantidades equivalentes de abono.

Existen diversos métodos para la inyección de fertilizantes en finca:

- *Ajuste de tiempo de abonado en función de nº de plantas/superficie:*
Se realiza mediante equipos sin capacidad de variar automáticamente el caudal de inyección de fertilizantes, abonadoras no proporcionales (Venturis e inyectoras convencionales). Este método implica el ajuste del tiempo de aplicación del abono en relación al número de plantas o a la superficie de cada sector de riego. Este método puede implicar pérdida de la asimilación del abono por parte de la planta por efecto de los volúmenes de agua sin abono aplicados antes o después de la recepción de la fracción de agua con fertilizante.
- *Inyección de abonado proporcional. (Inyectores tipo Dosatronic, o bombas inyectoras asociadas a variador de frecuencia (VDF):* Este método adapta el caudal de inyección en función del caudal de cada sector o de una consigna de conductividad preestablecida. La

implementación de sondas de medición de conductividad es esencial para la segunda opción.

La verificación de la bonanza del sistema de distribución de abono se realiza mediante una prueba in situ para cada sector, midiendo la conductividad eléctrica y el pH a pie de planta. Se calcula posteriormente el incremento de la conductividad eléctrica (Δ CE), que se define como la diferencia entre la CE del agua mientras estaba abonando y la CE del agua bruta (sin abono).

Se muestrea el agua de una fracción de riego (25cc) o de un riego completo (1 - 4l), en el caso de que el control de la dosis de abonado se realice por ajuste tiempo.

Con la finalidad de evaluar la homogeneidad de la abonada se trabaja con el Δ CE descrito anteriormente junto con un valor de incremento objetivo. A partir de esto se calcula una desviación relativa a partir del uso del **Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE)**. La fórmula utilizada es:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{|Valor\ real_i - Valor\ objetivo|}{Valor\ objetivo} \right) \times 100$$

Donde:

- *Valor real*: diferencia entre la Conductividad Eléctrica (CE) del agua de riego y la CE del agua bruta sin abono (CE en μ S/cm)
- *Valor objetivo*: valor del incremento de CE que se busca alcanzar.
- *n*= número de observaciones del conjunto de datos.

Se considera que la homogeneidad de la abonada es adecuada si la desviación es inferior al 20%.



Figura 8. Medición de pH y conductividad eléctrica en campo

(v) Determinación de la variabilidad de superficie entre sectores de riego

Se calcula un porcentaje que refleja la relación entre la superficie media de los sectores en conjunto, frente a la superficie de cada sector de manera individual, denominada variabilidad de superficie.

Este cálculo tiene como objetivo evaluar la equidad en las dimensiones de los sectores de riego. Como se detalló previamente en la sección anterior, la importancia de esta equidad se vincula al sistema de inyección de abono, ya que influye directamente en la distribución uniforme del mismo.

Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Variabilidad} = \frac{\text{Sup. sector} - \text{Sup. media}}{\text{Sup. media}} \times 100$$

(vi) Comprobación de las presiones mínimas requerida:

Con la finalidad de verificar que en todas las subunidades de riego de la explotación se cumple con la presión mínima necesaria para que los goteros trabajen en régimen de auto-compensación se lleva a cabo una medición en los extremos de los laterales, seleccionando el punto más desfavorable de cada subunidad.



Figura 9. Medición de presiones con manómetro

(vii) Determinación del coeficiente de uniformidad de riego:

Inicialmente se consideraron dos metodologías adecuadas y compatibles con la dimensión del presente análisis.

Se contempló el método de Burt (2004), donde se calcula la uniformidad de un sector de riego completa teniéndose en cuenta la falta de uniformidad debida principalmente a la diferencia de presiones. En la misma, además se consideran otros factores como espaciamientos entre plantas y/o emisores, drenajes al finalizar el riego y aquellos factores deducibles a partir de los volúmenes descargados, como son obturaciones, envejecimiento de emisores y coeficiente de variación de fabricación entre otros. Esta metodología precisaba de una gran implicación de personal cualificado e intervenciones severas en los sistemas de riego que permitieran la toma de presiones en los diferentes puntos dentro de la subunidad de riego. El alto grado de implantación de emisores autocompensantes, prácticamente insensibles a la presión, ponía en cuestión la necesidad de invertir los recursos necesarios en previsión de unos resultados que de antemano se esperaban poco significativos en relación a esta variable.

La metodología de Merriam y Keller (1978) a diferencia de la de Burt, evalúa subunidades de riego en vez de sectores o turnos. Contempla volúmenes de descarga y al igual que Burt, considera la influencia de la presión; no obstante, la misma queda depreciada por los exponentes de descarga tendentes a cero que presentan los emisores autocompensantes que predominan.

Se optó reforzar la metodología Merriam-Keller evaluándose hasta cuatro subunidades por finca eligiéndose atendiendo a las singularidades observadas en los análisis previos: diferentes tipologías de emisores, desnivel respecto al cabezal, superficies representativas, y NDVI (índice de vegetación diferencia normalizado) obtenido a partir análisis espectrométrico de imágenes satelitales. Se buscó el mayor grado de extrapolación que resultara por el cruce de la información anterior.

La metodología empleada también aumentó el número de emisores que estadísticamente intervendrían en el índice a obtener. Se optó por considerar la planta como unidad de análisis de distribución de caudales de forma que, en vez de evaluarse 16 emisores por subunidad, se evaluaron los volúmenes descargados en 16 plantas dentro de la subunidad. Esta consideración implicó, en comparación a la metodología tradicional, aumentar entre 8 y 15 veces el número de emisores realmente evaluados.

A partir de la recogida de volúmenes por planta, se obtienen los caudales medios por emisor que se comparan con los nominales esperados. De esta forma se evidencian de forma clara y representativa por planta las obturaciones, el desgaste o envejecimiento de los emisores.

El procedimiento que se sigue en campo para obtener los datos necesarios para calcular el coeficiente de Uniformidad de Distribución de Caudales (UD) de una subunidad, consiste en seleccionar los laterales más cercanos y los más alejados del comienzo de la terciaria, así como los situados a un tercio y dos tercios. De cada lateral escogido se realiza una medición del volumen de agua que reciben la planta más cercana a la terciaria, la ubicada a $1/3$ de la longitud total del lateral, a $2/3$ y la última planta que alimenta el lateral. En cada prueba se muestrean 16 puntos a lo largo de la subunidad (Figura 10).

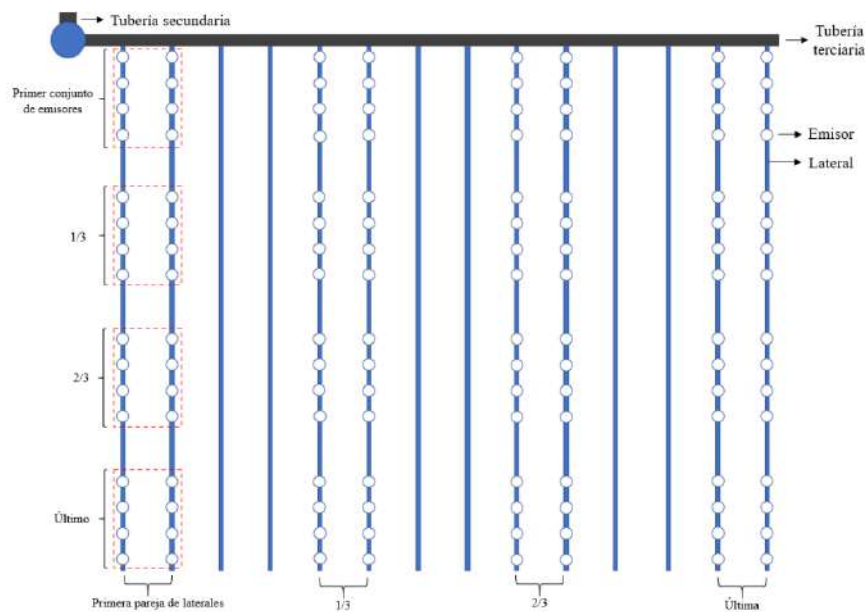


Figura 10. Distribución de los puntos muestrados en la subunidad

Para garantizar que los emisores se encuentran en régimen de autocompensación se realiza una comprobación de la presión al final de un lateral de cada terciaria mediante un manómetro, debiendo ser esta igual o superior a la indicada por el fabricante.

Tras conocer el caudal de agua que recibe cada una de las plantas seleccionadas se procede a calcular la UD, de la siguiente forma:

- Cálculo de la media de la cuarta parte de los caudales más bajos ($q_{25\%}$).
- Cálculo de la media de los caudales medidos en todas las plantas (q_m).

Una vez conocidos los valores de $q_{25\%}$ y q_m se calcula la UD mediante la siguiente fórmula:

$$UD = 100 \cdot \frac{q_{25\%}}{q_m}$$

Se realiza la determinación del mismo en al menos tres subunidades de riego de la finca.

En los casos en los se evalúan fincas con emisores no autocompensantes, se considera un factor de corrección (fc) dependiente de las presiones observadas:

- Promedio de las presiones medidas en los emisores que representan la cuarta parte de más baja presión. ($P_{25\%}$).
- Promedio de las presiones medidas en todos los emisores. (P_m).

Una vez conocidos los valores de $P_{25\%}$ y P_m se calcula el factor de corrección (fc) mediante la siguiente fórmula:

$$fc = 100 \cdot \left(\frac{P_{25\%}}{P_m} \right)^x$$

Donde x es el exponente de descarga del emisor.

Una vez conocida la UD de la subunidad de riego localizado se podrá calcular la UD de la unidad sabiendo que:

$$UD (Unidad) = fc \cdot UD (subunidad)$$

Dependiendo del valor de UD obtenido la subunidad evaluada se calificará según la "Tabla 2" .

Tabla 2. Calificación de la instalación de riego.

Valor de la uniformidad de distribución	Calificación
Mayor de 95%	Excelente
De 85 a 95%	Buena
De 80 a 85%	Aceptable
De 70 a 80%	Pobre
Menor de 70%	Inaceptable

En la siguiente figura se observa el método de recogida de volúmenes.



Figura 11. Método de recogida de volúmenes para el cálculo del coeficiente de uniformidad

(viii) Determinación del coeficiente de variación en emisores de los caudales medios (Q_m) respecto a caudales nominales (Q_n):

De los volúmenes de agua recogidos en la prueba para la determinación de la UD y considerando el número de emisores muestreados por planta, se calcula el caudal real por emisor (l/h). El valor obtenido se coteja con el caudal teórico del emisor señalado por el fabricante.

Valores que excedan el coeficiente de variación CV señalados por el fabricante ($\pm 5 - 7\%$) serán considerados como inadecuados. Los diferentes porcentajes de desviación que se observan indican el grado en que se presentan desgastes u obturaciones en los emisores.

(ix) Determinación del desfase de caudales:

Se define como porcentaje de desfase caudales a la relación entre el caudal teórico de riego que debería de circular por la instalación –calculado en función del número de goteros por planta, su caudal nominal y el número total de plantas que riega cada sector–, frente al caudal real observado a partir de la lectura del contador emplazado en cabecera de la red de riego interior de la finca evaluada.

$$\text{Desfase caudales (\%)} = \frac{q_{\text{contador}} - (q_{n/\text{emisor}} \times n_{\text{emisores/planta}} \times n_{\text{plantas}})}{(q_{n/\text{emisor}} \times n_{\text{emisores/planta}} \times n_{\text{plantas}})} \times 100$$

Un desfase positivo indica un caudal superior al teóricamente esperado, pudiendo deberse a la presencia de fugas en la instalación. Se admite como válido un rango de 0 a 15% dada la naturaleza del cálculo. Por el contrario, un desfase negativo es consecuencia de un caudal inferior al teóricamente esperado, cuya principal causa podría ser la presencia de obturaciones en los emisores. En este caso el rango asumible se encontraría entre 0 y -15%.

Este se calcula para cada uno de los turnos de riego de la finca evaluada atendiendo a los caudales esperados dada la densidad de emisores constatada en finca y los caudales nominales de los mismos.

En la siguiente figura se muestra el procedimiento a llevar a cabo para la realización de este cálculo.



Figura 12. Procedimiento para el cálculo del desfase de caudales

(x) **Determinación y contraste de los valores de NDVI Sentinel por cada subunidad de riego:**

El NDVI (“Normalized Difference Vegetation Index”) (Rouse, 1974) es un índice de vegetación usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación (lo que hace referencia al vigor de las plantas) y se calcula a partir de las mediciones de la reflectancia en el rango de luz roja e infrarrojo cercano (NIR) del espectro, por medio de sensores remotos instalados comúnmente en una plataforma espacial. En este caso, se ha calculado este índice mediante imágenes del satélite Sentinel – 2.

Se calcula de la siguiente forma:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Siendo:

NIR: Infrarrojo cercano

Red: Rojo visible

El rango de valores de este índice está situado entre -1 y 1. Los valores desde -1 a 0 indican que no hay vegetación, y los valores de 0 a 1, indican un vigor creciente, alcanzando el máximo vigor en el 1.

Como se indicó anteriormente, la elaboración del Ortomosaico NDVI se utiliza para la detección preliminar de sectores o áreas de la finca en la que pudiera haber problemas y que puedan ser interesantes para realizar posteriores pruebas de campo en ellas.

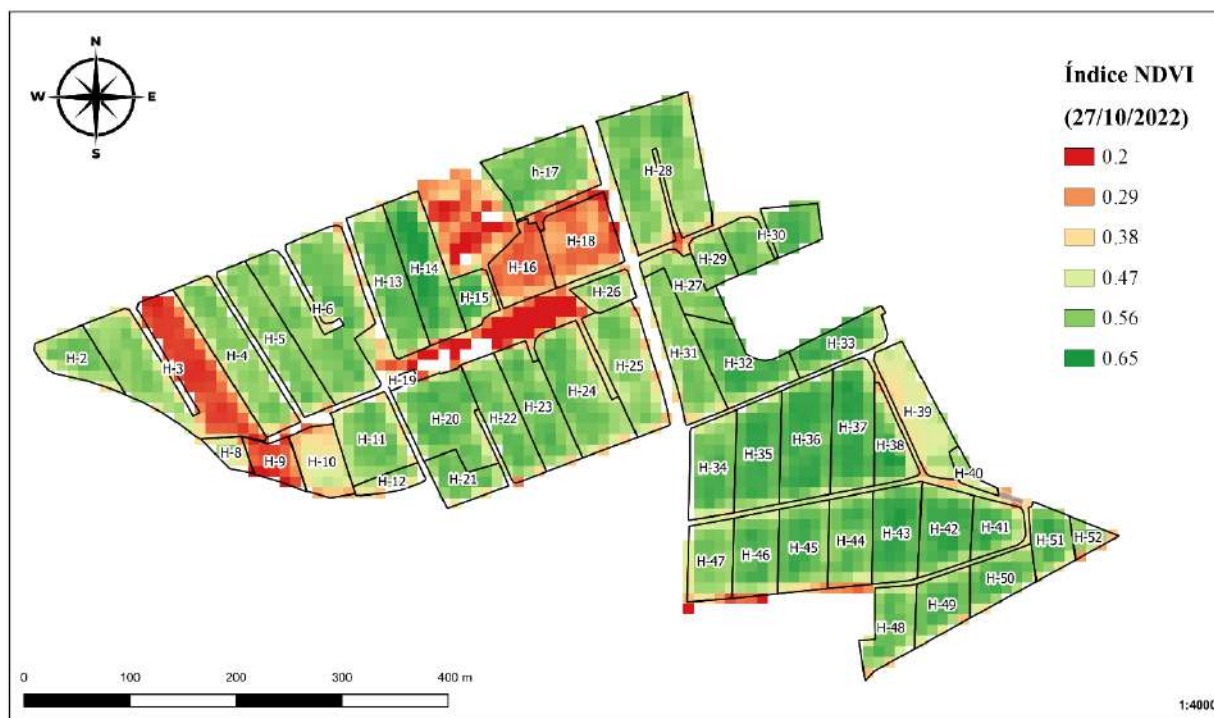


Figura 13. Cálculo del índice de vegetación NDVI

(xi) Recomendaciones

Por último, y tras analizar los resultados obtenidos en los apartados anteriores, se presentan una serie de recomendaciones y actuaciones en aras de alcanzar un grado de eficiencia elevado en el uso del agua del riego. Todas las actuaciones que se presentan tienen como objetivo garantizar y/o mejorar el funcionamiento del sistema de riego, además de ampliar la vida útil del mismo.

Los resultados de estas evaluaciones se registran en una base de datos vinculada a sistema GIS donde se añaden de forma georreferenciada los resultados obtenidos en los estudios de eficiencia descritos que se han recabado a nivel finca.

2.2. Resultados de la Evaluación de la instalación de riego en Tenerife

En este apartado se presentarán los resultados derivados de la evaluación de los sistemas de riego en 63 fincas destinadas a la producción de plátanos en la isla de Tenerife. Se detallarán los resultados no solo a nivel insular, sino también por comarcas, estableciendo conexiones relevantes y elaborando conclusiones basadas en estos datos.

2.2.1. Zonas evaluadas

Para contextualizar este estudio, es importante hacer referencia a investigaciones previas que han abordado el consumo de agua en la agricultura de la isla. Destaca el estudio realizado por ICSA-GALLUP en 1981, el cual proporcionó valiosa información sobre los consumos hídricos en el cultivo de plataneras, destacando la influencia de factores geográficos y el método de riego empleado. Asimismo, el Servicio Técnico de Agricultura del Cabildo de Tenerife realizó un estudio en 2005, donde se evaluaron diferentes métodos de riego y se analizó la eficiencia de los sistemas de regadío en la isla.

Alcance de los estudios anteriores:

Estudio ICSA-GALLUP (1981)

En el estudio realizado por ICSA-GALLUP en 1981, se evaluaron un total de 273 encuestas válidas, abarcando distintas zonas y métodos de riego. Los resultados revelaron notables diferencias entre las vertientes norte y sur en términos de métodos de riego empleados. El riego a manta en el norte tenía la misma prevalencia que el gotero en el sur, alrededor del 50% de prevalencia en ambos casos. Lo que evidenciaba mayor grado tecnificación en la comarca sur.

Tabla 3. Fincas evaluadas estudio ICSA-GALLUP (1981)

Método de Riego	Nº finca evaluadas	% Presencia
Localizado	110	40,3%
Aspersión	48	17,6%
Manta	115	42,1%
Total	273	100,0%

Estudio del Servicio Técnico de Agricultura (2005): Estudio sobre consumos hídricos agrícolas, evaluación de sistemas de riego y estimación de la eficiencia de los regadíos de la isla de Tenerife

Tabla 4. Fincas evaluadas estudio Servicio Técnico de agricultura (2005)

Método de Riego	Nº finca evaluadas	% Presencia
Localizado	237	78,5
Aspersión	50	16,1
Manta	15	5,1
Total	302	100,0

A nivel insular se constató que el 5% de las explotaciones permanecían con método de riego a manta, siendo explotaciones pequeñas, de menos de 1,5 ha. El 16% tenían sistemas de riego por aspersión, con una superficie media de 3,26 ha eran instalaciones relativamente antiguas, de 1988 como media. Las instalaciones de riego localizado supusieron el 78% de la superficie, y fueron las más recientes en general, del año 1996 como media.

Trabajos realizados por la Oficina del Regante hasta finales de 2023:

Los trabajos llevados a cabo por la Oficina del Regante no se plantearon con el objetivo de actualizar los estudios que se realizaron anteriormente en relación a los consumos unitarios por sistema de riego. El objetivo principal era establecer las bases individuales en cada finca para realizar de forma coherente y ordenada un asesoramiento de la gestión del riego. Aun así, resultaron evaluadas hasta la fecha un total de 63 fincas distribuidas en las diferentes comarcas plataneras de la isla de Tenerife, que abarcaron una superficie de 402 ha.

Dado que la superficie evaluada supone aproximadamente una 10% de la superficie cultivada insular, pareció suficientemente representativo como para elaborarse este documento de resultados. Si bien no abarca aspectos de consumos unitarios y carece del rigor estadístico de los estudios anteriores, sí ahonda en otros aspectos que se estudian por vez primera a nivel insular, como son, entre otros, tipologías y disposición de emisores más utilizadas, impacto energético asociado al

rendimiento de los equipos de bombeo y valoración de fugas y/o obturaciones de los sectores de riego evaluados.

El siguiente cuadro recoge el volumen de fincas evaluadas por la ORT desde la fase de puesta en marcha y consolidación de la metodología hasta la actualidad:

Tabla 5. Fincas de platanera evaluadas por la ORT

	Superficie (Ha)	Nº fincas	Sectores riego	Subunidades riego
Noroeste	193	30	215	102
Norte	39	11	80	35
Suroeste	128	14	110	51
Sur	42	8	74	22
TOTAL ISLA	402	63	479	210

La representatividad de este estudio se sustenta por la selección aleatoria de las 63 fincas y en el hecho de que en ninguna de ellas se presentara otro sistema de riego que no fuera el riego localizado. Esto resalta la tendencia hacia métodos más eficientes y sostenibles que ya se reflejó en los primeros estudios que se realizaron.

Al contrastar estos resultados con los estudios anteriores, es interesante la consideración de la representatividad y amplitud del presente trabajo por la analogía en la diversidad de fincas evaluadas y la cobertura geográfica las comarcas seleccionadas.

2.2.1.1. Comarca Noroeste

La Comarca Noroeste abarca los municipios de Buenavista del Norte, Los Silos, el Tanque, Garachico, Icod de los Vinos y La Guancha.

En esta comarca se ha realizado una evaluación del sistema de riego en un total de 30 fincas dedicadas a la producción de plátanos, que en total comprenden una superficie de 193 ha.

La ubicación de fincas evaluadas se muestra en la figura siguiente.

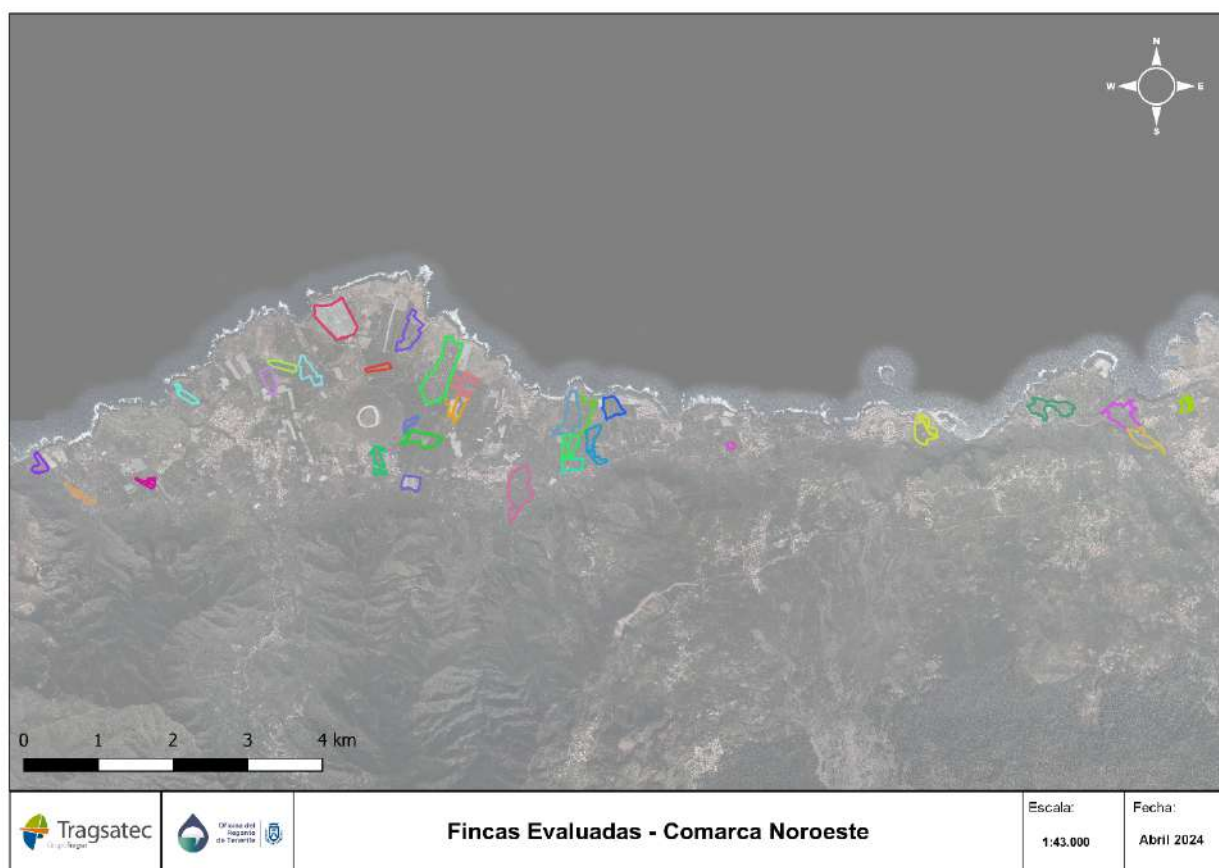


Figura 14. Fincas evaluadas en la comarca noroeste

2.2.1.2. Comarca Norte

La Comarca Norte abarca los municipios de Los Realejos, Puerto de la Cruz y La Orotava.

En esta comarca se ha realizado una evaluación del sistema de riego en un total de 11 fincas, comprendiendo una superficie de 39 ha.

La ubicación de fincas evaluadas se muestra en la figura siguiente.

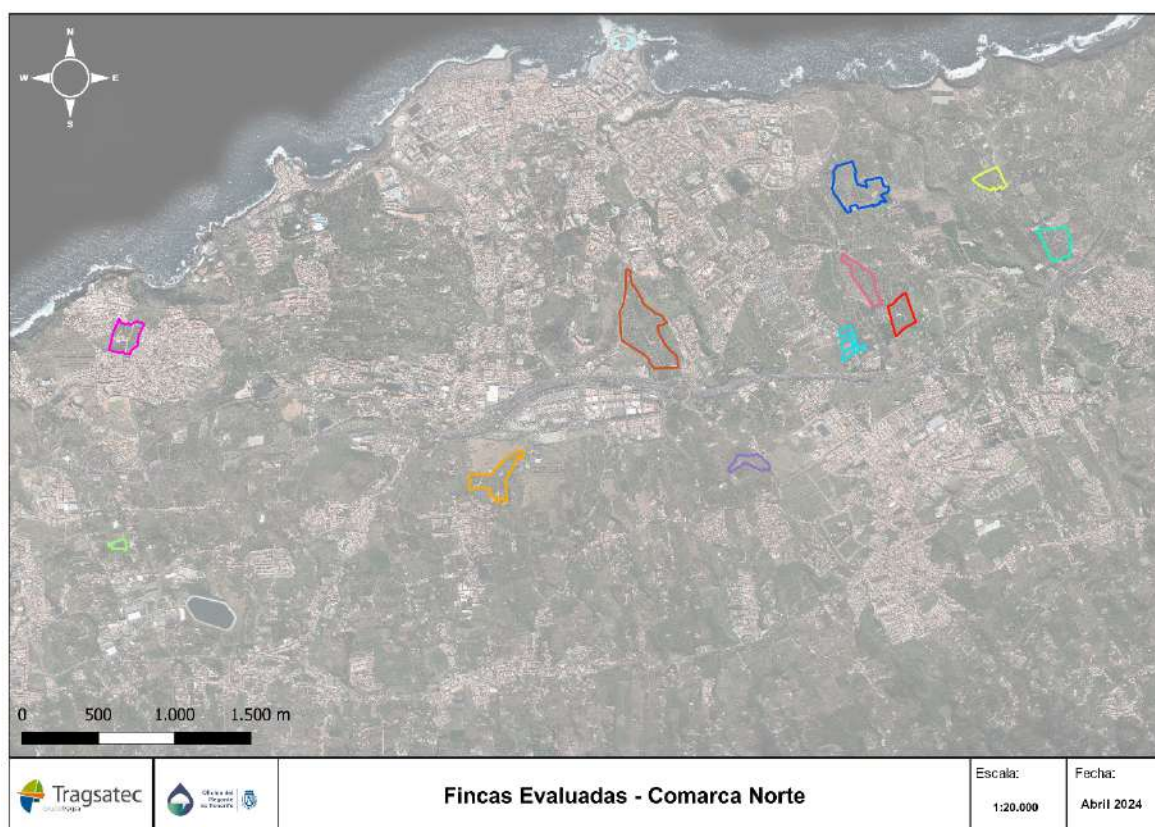


Figura 15. Fincas evaluadas en la comarca norte

2.2.1.3. Comarca Suroeste

La Comarca Suroeste abarca los municipios de Guía de Isora y Adeje.

En esta comarca se ha realizado una evaluación del sistema de riego en un total de 14 fincas, comprendiendo una superficie de 128 ha.

La ubicación se muestra en la figura siguiente.

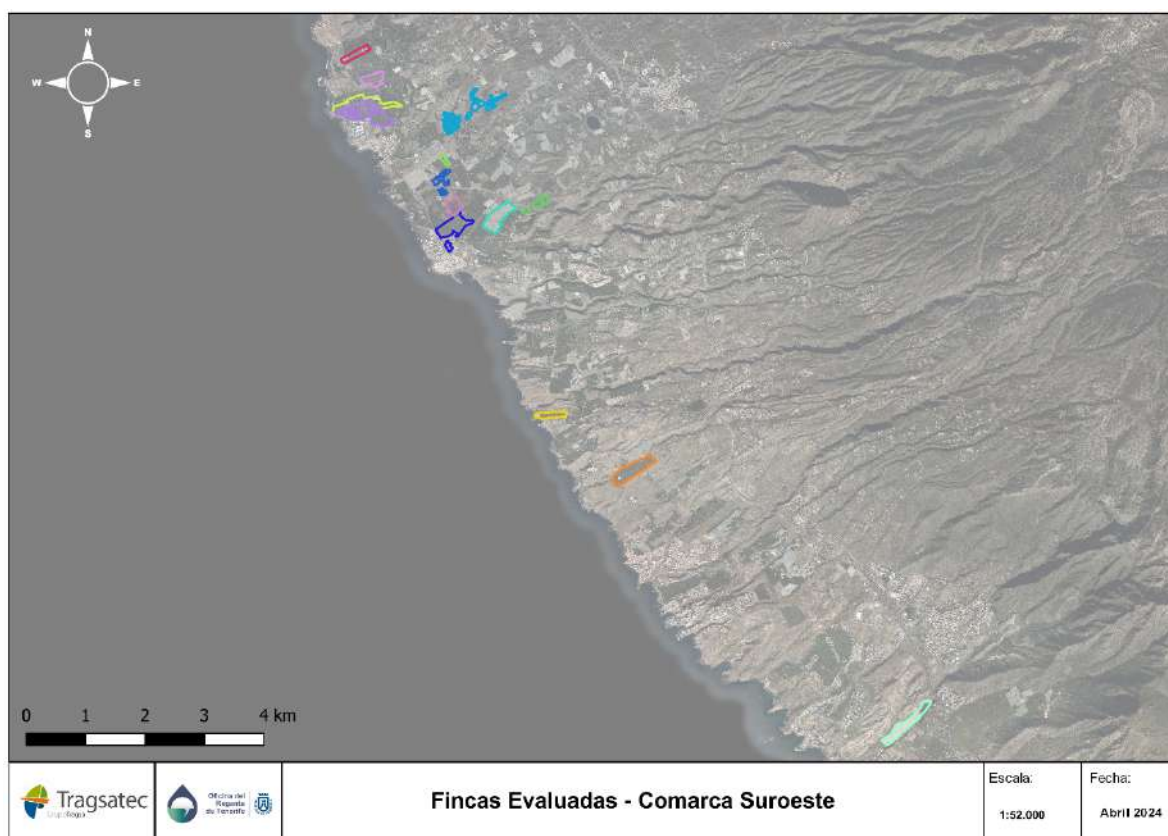


Figura 16. Fincas evaluadas en la comarca suroeste

2.2.1.4. Comarca Sur

Por último, se encuentra la Comarca Suroeste, que abarca los municipios de Guía de Arona y San Miguel de Abona.

En esta comarca se ha realizado una evaluación del sistema de riego en un total de 8 fincas, comprendiendo una superficie de 42 ha.

La ubicación de fincas evaluadas se muestra en la figura siguiente.

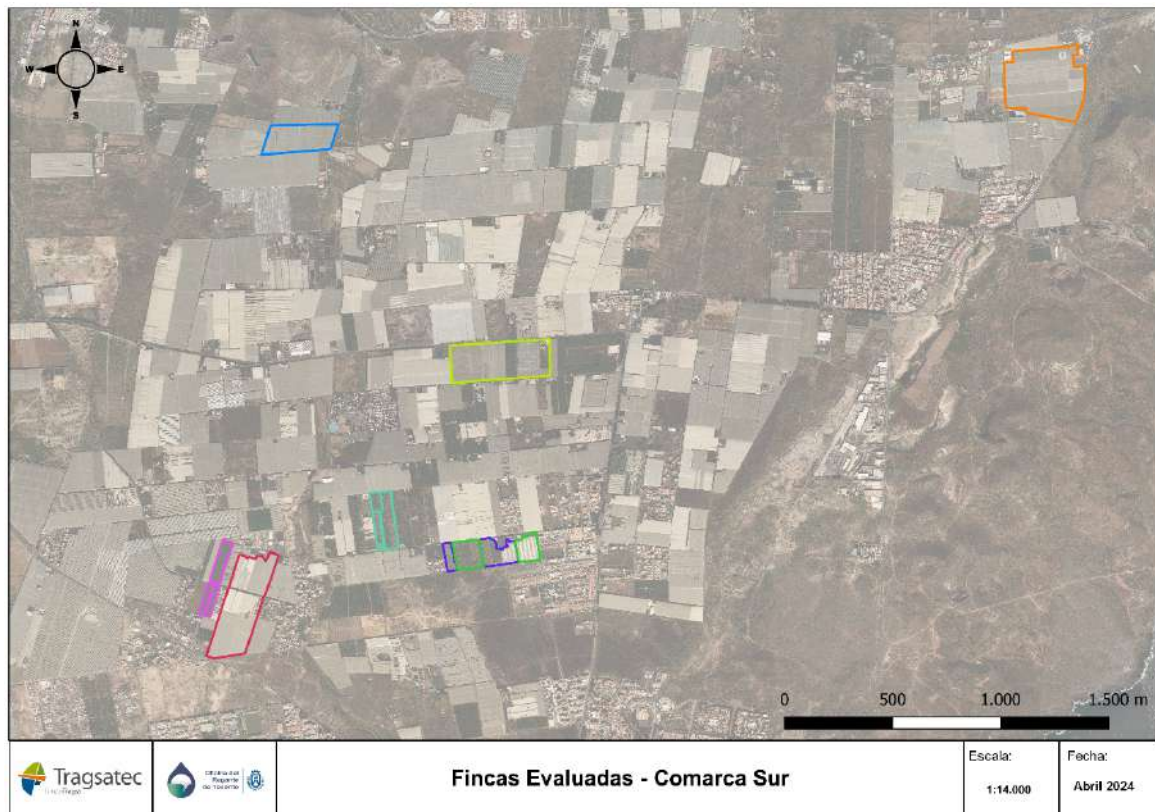


Figura 17. Fincas evaluadas en la comarca sur

2.2.2. Caracterización tipología de emisores y su disposición en los sistemas de riego

a) Introducción:

Se exponen los resultados obtenidos al analizar la variedad de tipologías de sistemas de riego identificadas durante la evaluación de las fincas de platanera en la isla de Tenerife.

Las variables objeto de estudio en esta sección, enfocadas en la caracterización de las tipologías de sistemas de riego, han sido las siguientes:

- Disposición: se analiza si el sistema de riego tiene una disposición de laterales en línea o un collarín en relación a la planta.
- Autocompensación: se verifica si el sistema de riego tiene la capacidad de autocompensación, es decir, si es capaz de

mantener un caudal constante independientemente de la presión existente, siempre y cuando cumpla con el mínimo de presión establecido por el fabricante. Esta es una característica clave en la distribución uniforme del agua.

- Marca/Modelo: se analizan las marcas y modelos de goteros más utilizadas en la isla de Tenerife.
- Q_n (l/h): se estudian los caudales nominales más utilizados.
- Separación goteros (m): se examina la separación entre goteros más común.
- Porcentaje de variación número de goteros por planta (%): Informa sobre la diferencia entre el número goteros esperados a partir de valores teóricos (marcos y distancia entre emisores) respecto a los realmente contabilizados en campo.

b) Puntualizaciones:

Los análisis realizados para la caracterización de la tipología de emisores y su disposición en los sistemas de riego se han efectuado considerando el sector de riego como unidad poblacional (todos los sectores de riego de las 63 fincas evaluadas), tanto a nivel insular como a nivel comarcal. En aquellos sectores donde coexistían más de una tipología de riego se consideró la que mayor superficie ocupaba dentro del sector.

Es importante destacar que los porcentajes obtenidos se han calculado considerando el área de cada una de las diversas tipologías en relación a la superficie total bajo estudio.

Por otro lado, para la representación del porcentaje de variación de número de goteros por planta se ha realizado el cálculo de función de estimación de densidad probabilística (Parzen, 1962). Es una técnica estadística utilizada para estimar la distribución de probabilidad de un conjunto de datos; de ella se obtiene una representación suavizada de la distribución de los datos, permitiendo visualizar patrones y tendencias de manera más fluida. Este enfoque proporciona una visión más completa y detallada de la distribución de porcentajes, facilitando la identificación de patrones y comportamientos significativos en el conjunto de datos analizado.

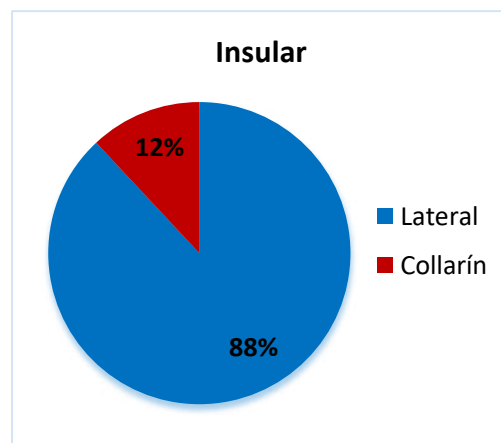
c) Resultados:

- **Disposición del sistema de riego: lateral/collarín**

- **Nivel insular:** se exponen los resultados derivados de la disposición del sistema de riego (lateral o collarín) a nivel de toda la isla.

Tabla 6. Resultados disposición sistema de riego a nivel insular

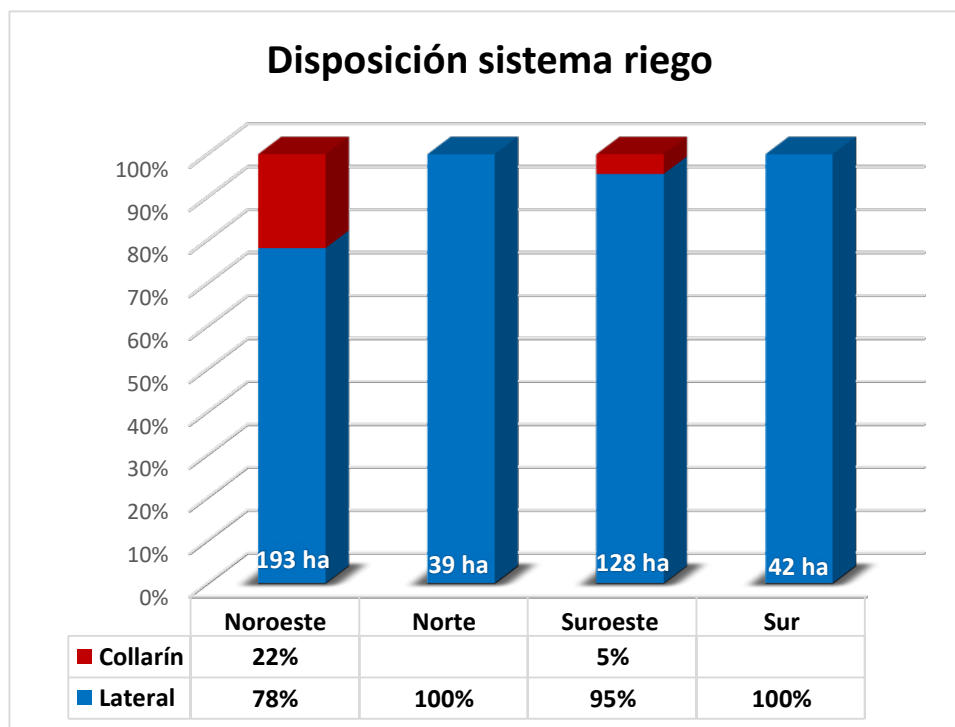
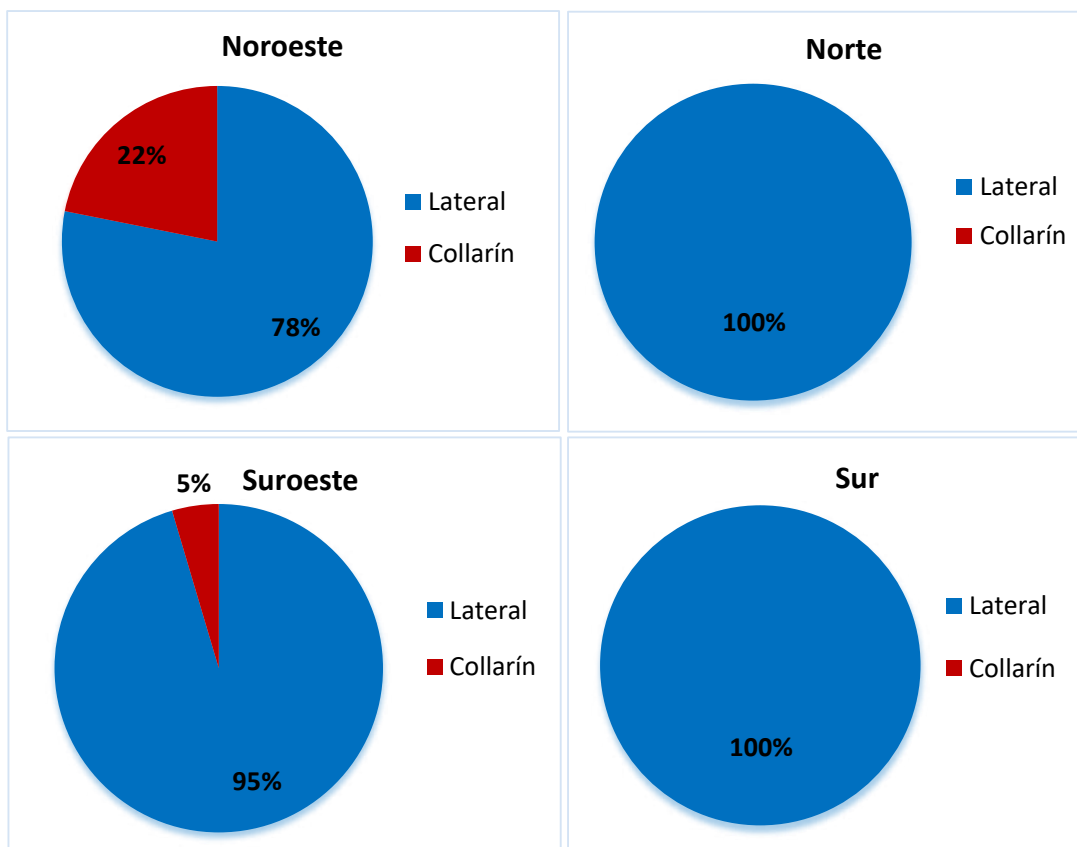
Disposición	Porcentaje	Superficie (ha)	Sectores
Lateral	88%	354	423
Collarín	12%	48	56
Total	100%	402	479



- **Nivel Comarcal:** se exponen los resultados derivados de la disposición del sistema de riego (lateral o collarín) a nivel comarcal

Tabla 7. Resultados disposición sistema de riego a nivel comarcal

Comarcas	Disposición	Porcentaje	Superficie (ha)	Sectores
Noroeste	Lateral	78%	151	164
	Collarín	22%	42	51
Norte	Lateral	100%	39	80
	Collarín	0%	0	0
Suroeste	Lateral	95%	122	105
	Collarín	5%	6	5
Sur	Lateral	100%	42	74
	Collarín	0%	0	0



Tras analizar los resultados, se concluye que la disposición del sistema de riego mediante laterales portagoteros es la más extendida en la isla de Tenerife, abarcando

específicamente 354 hectáreas, de las 402 ha estudiadas. La utilización de collarines, si bien en la década de los 70-80 era prevalente, hoy es anecdótica.

Desde un punto de vista de mantenimiento y potencial de obturación, la disposición en laterales presenta sustanciales ventajas frente al collarín por disponer de menos puntos terminales de caudales bajos donde la probabilidad de obturaciones es mayor.

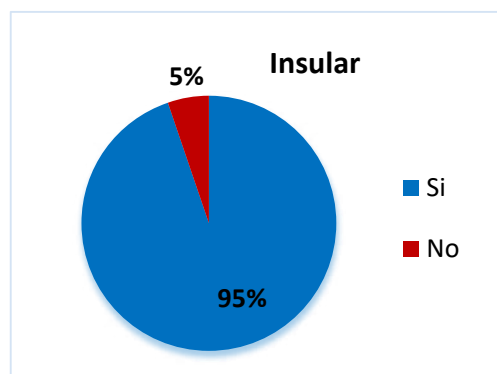
La comarca Noroeste de la isla destaca por presentar la mayor presencia de collarín, representando el 22% de las fincas analizadas y totalizando 42 hectáreas.

- **Capacidad de auto-compensación en emisores: Si/No**

- **Nivel insular:** se exponen los resultados derivados del análisis de presencia de la capacidad de auto-compensación en los sistemas de riego de la isla.

Tabla 8. Resultados capacidad de auto-compensación a nivel insular

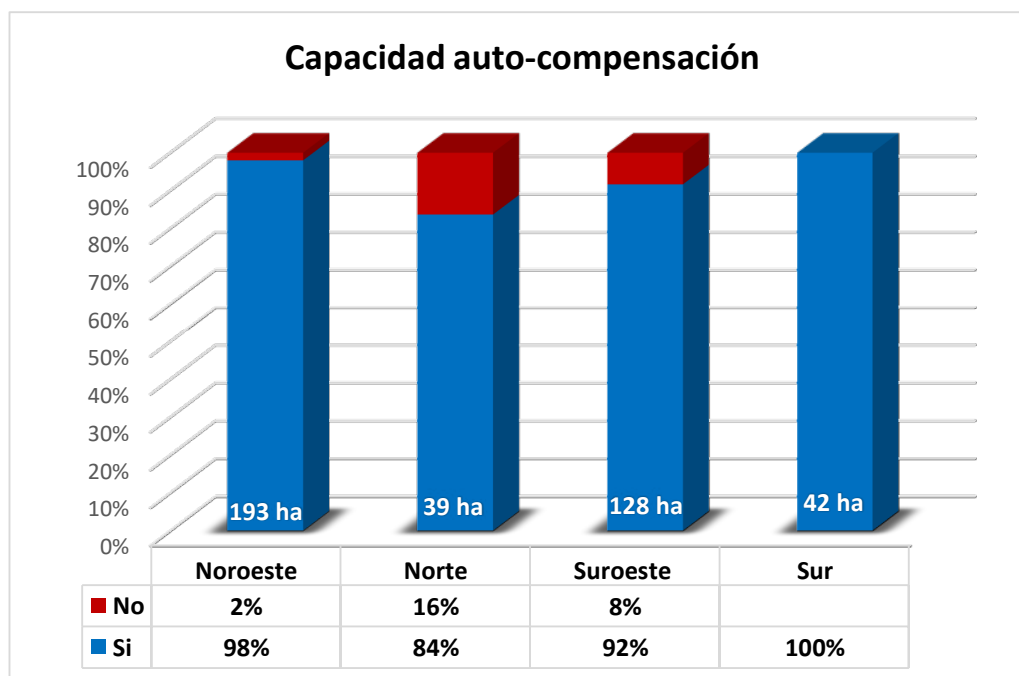
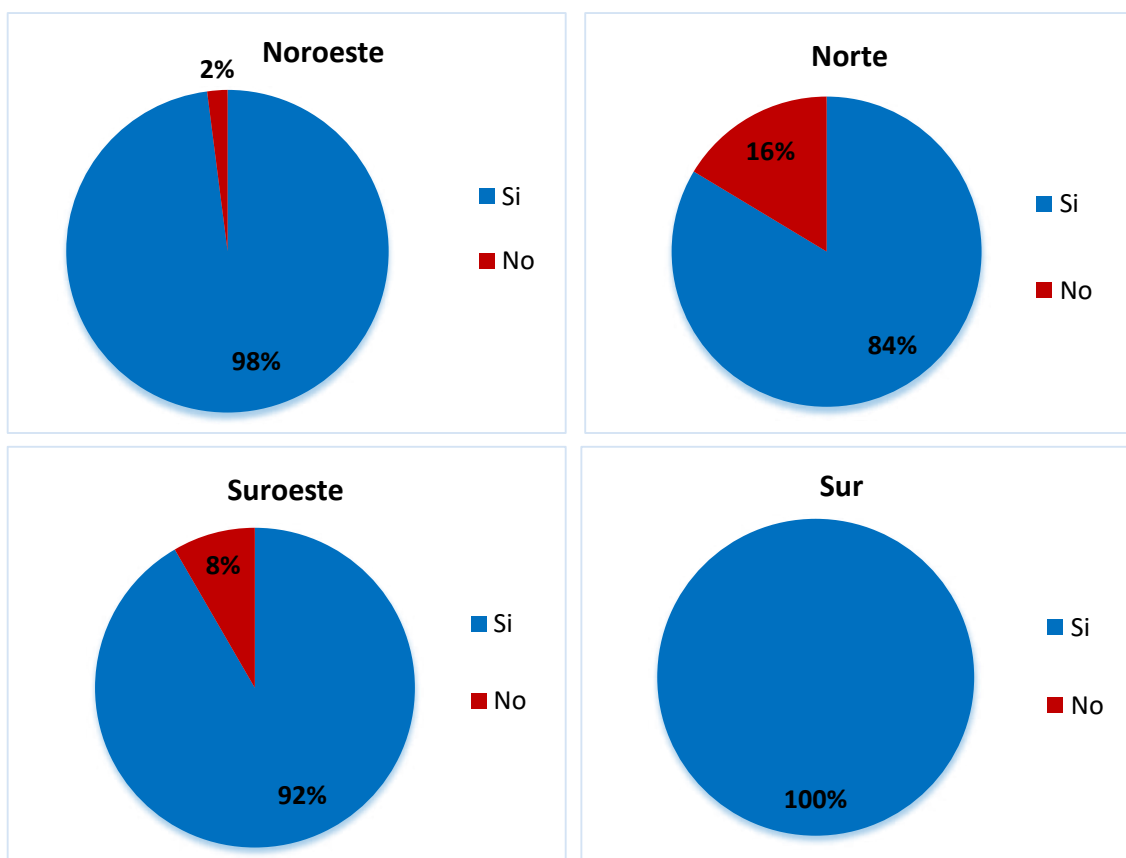
Auto-compensación	Porcentaje	Superficie (ha)	Sectores
Si	95%	381	453
No	5%	21	26
Total	100%	402	479



- **Nivel Comarcal:** se exponen los resultados derivados del estudio de la capacidad de auto-compensación de los goteros a nivel comarcal.

Tabla 9. Resultados capacidad de auto-compensación a nivel insular

Comarcas	Auto-compensación	Porcentaje	Superficie (ha)	Sectores
Noroeste	Si	98%	189	210
	No	2%	4	5
Norte	Si	84%	33	65
	No	16%	6	15
Suroeste	Si	92%	117	104
	No	8%	11	6
Sur	Si	100%	42	74
	No	0%	0	0



En el análisis en las comarcas de Tenerife, se destaca que la capacidad de auto-compensación de emisores instalados prevalece de forma notable.

La comarca Sur lidera, presentándose esta característica en el 100% de las fincas evaluadas, abarcando las 42 hectáreas estudiadas. Le sigue la comarca Noroeste, donde el 98% de los sectores evaluados presentaban esta función, cubriendo 189 hectáreas. La comarca Suroeste también muestra una alta presencia de auto-compensación, alcanzando el 92% y abarcando 117 hectáreas.

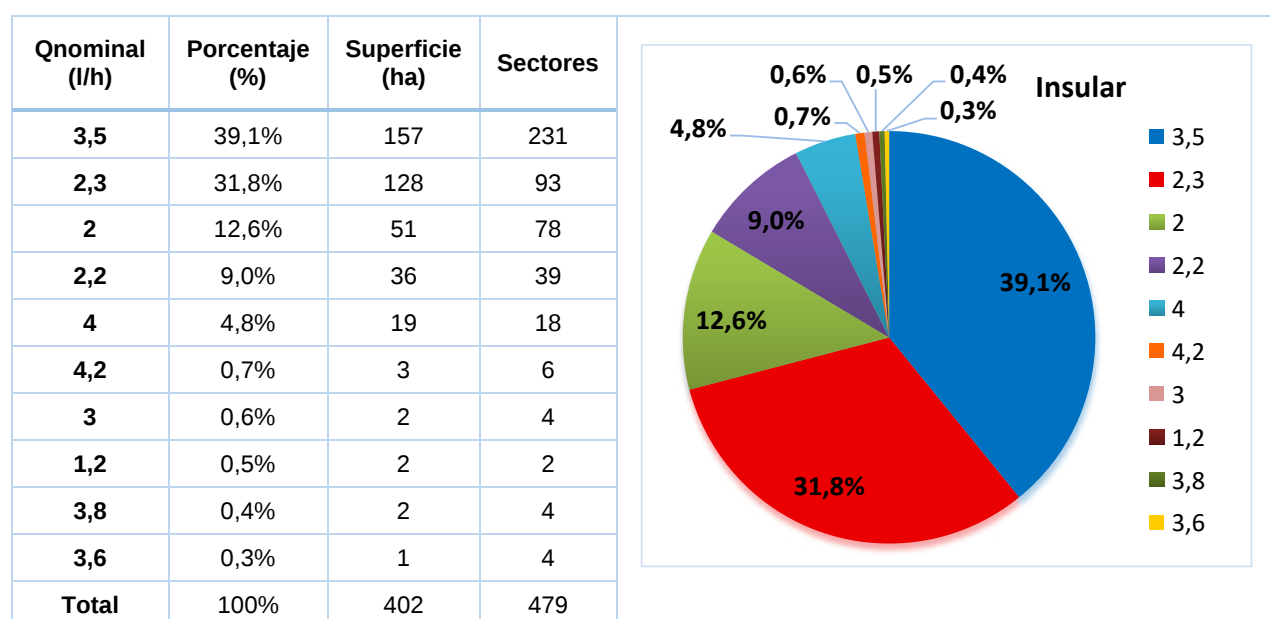
En cambio, la comarca Norte existe mayor presencia de sectores sin auto-compensación en comparación con el resto de comarcas. No obstante, representaron el 16% del total –6 hectáreas que carecieron de esta función en una superficie de 39 hectáreas estudiadas–

Estos resultados señalan la apuesta clara por la auto-compensación en las fincas en Tenerife, dato que avala, a pesar de su mayor coste, el conocimiento de las ventajas de esta tipología de emisores por parte del agricultor.

- **Caudal nominal Q_n (l/h)**

- **Nivel insular:** se exponen los resultados derivados del análisis de los caudales nominales de los goteros de riego instalados en las fincas evaluadas en la isla.

Tabla 10. Resultados caudales nominales utilizados a nivel insular



- **Nivel Comarcal:** se exponen los resultados derivados del análisis de los caudales nominales de los goteros de riego presentes en las fincas evaluadas a nivel comarcal.

Tabla 11. Resultados caudales nominales utilizados comarca Noroeste

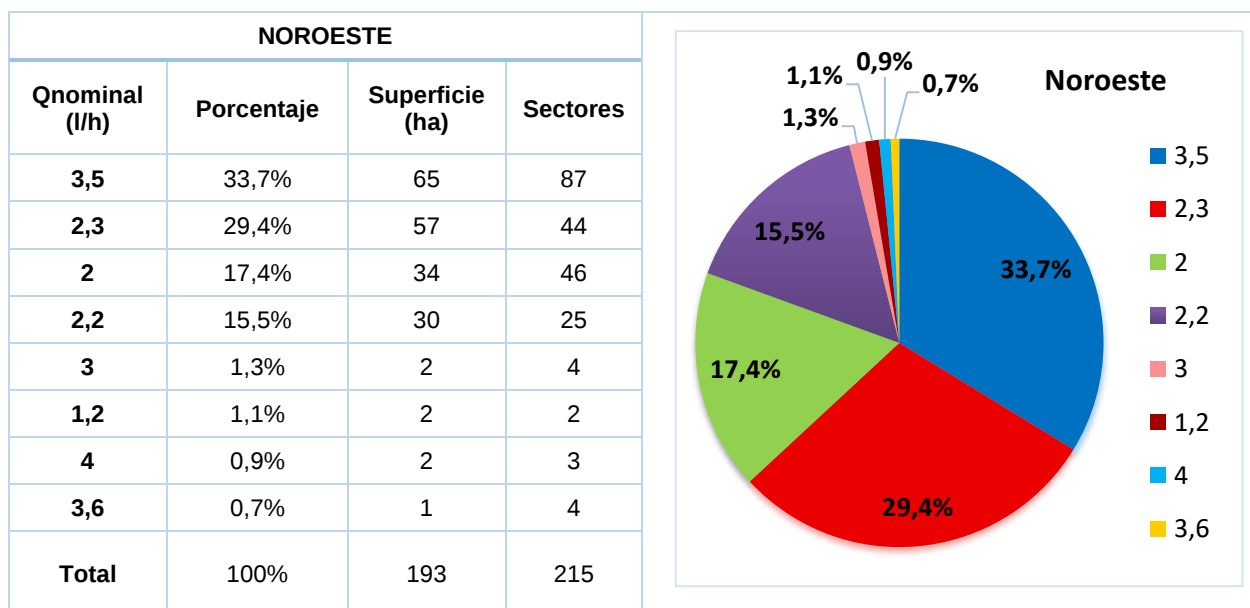


Tabla 12. Resultados caudales nominales utilizados comarca Norte

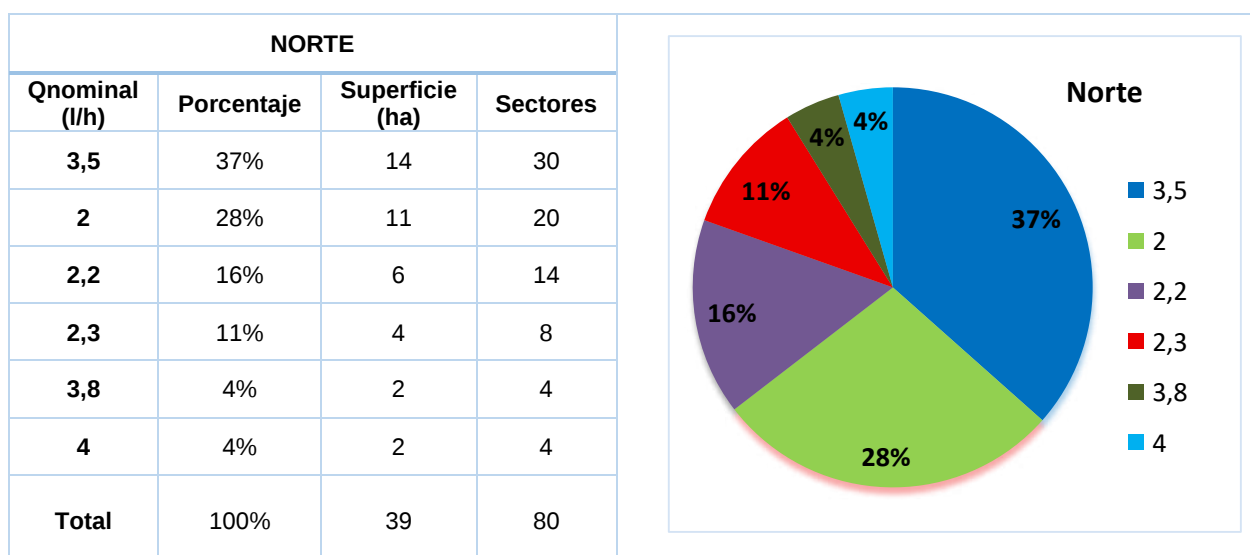


Tabla 13. Resultados caudales nominales utilizados comarca Suroeste

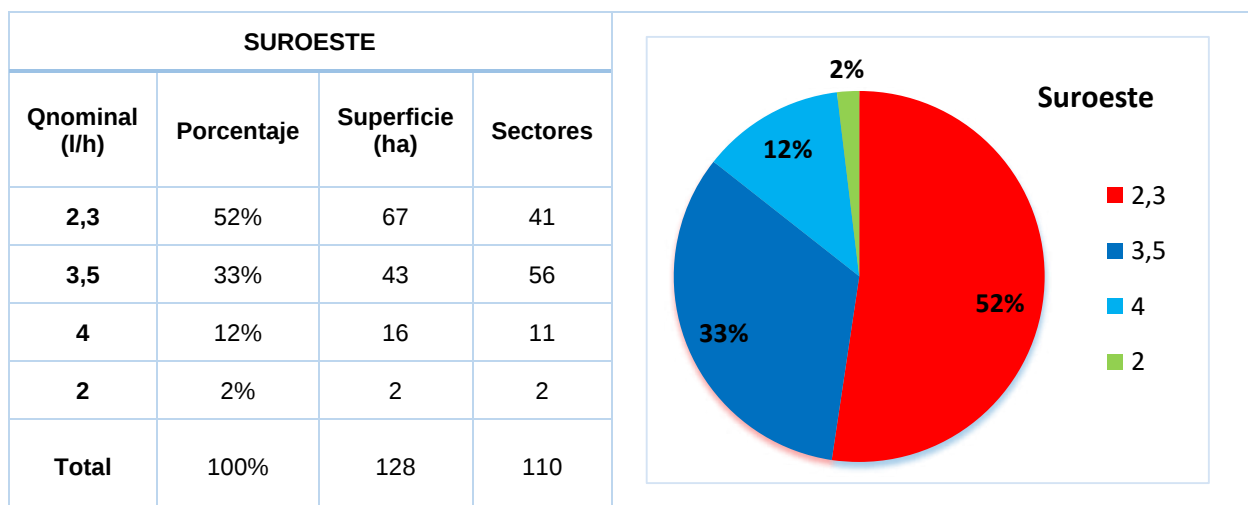
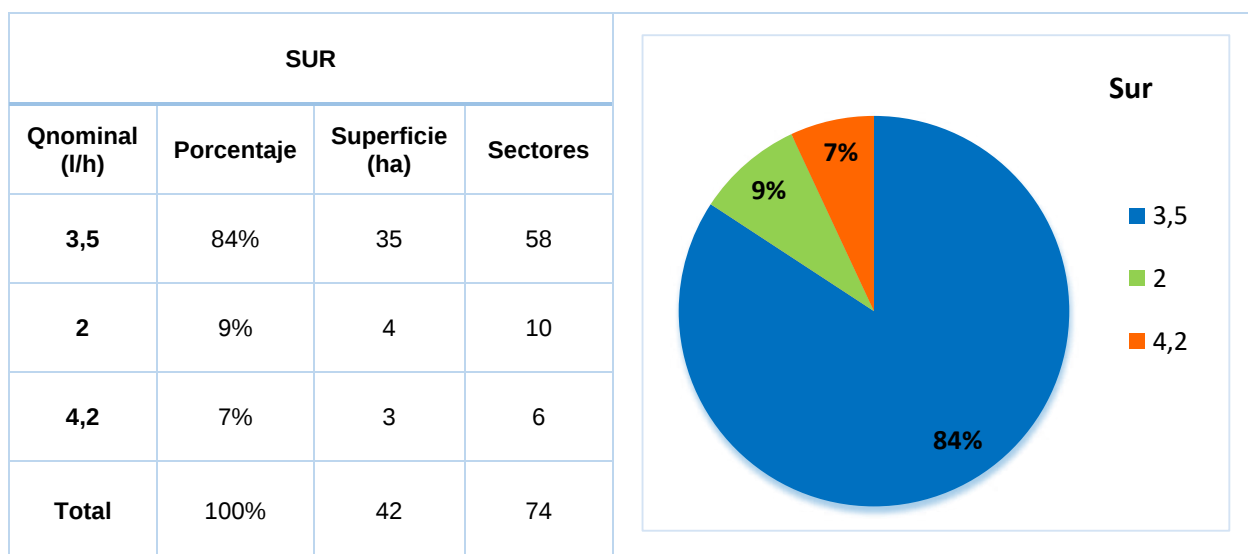
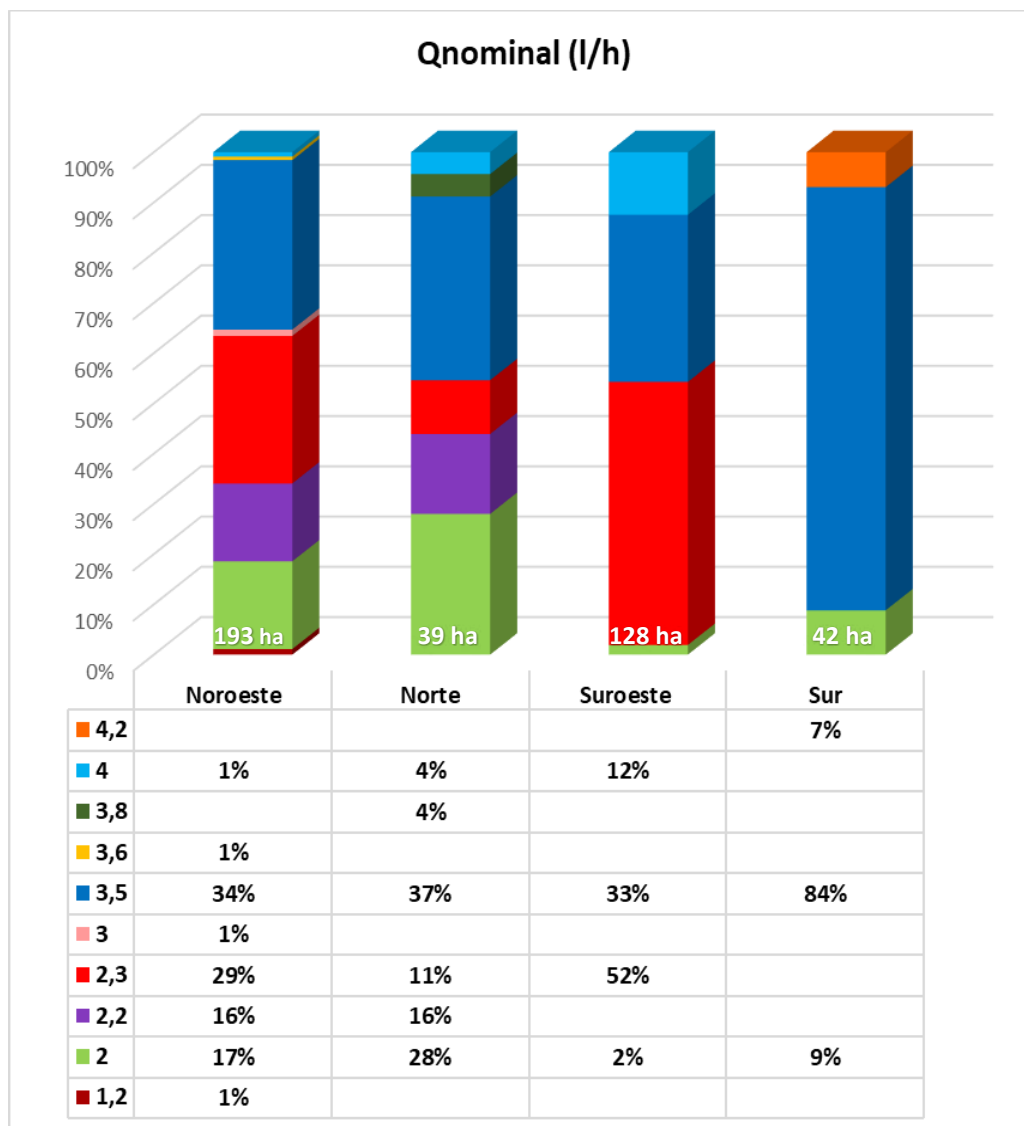


Tabla 14. Resultados caudales nominales utilizados comarca Sur





En síntesis, al analizar los caudales nominales de los goteros de riegos presentes a nivel insular se observa gran diversidad, destacando la prevalencia de caudales nominales de 3,5 l/h (39,1%) y 2,3 l/h (31,8%).

Al desglosar estos resultados por comarcas, se revelan preferencias específicas en cada zona:

Las comarcas Noroeste, Norte y Sur muestran una marcada presencia de goteros con caudales nominales de 3,5 l/h (34%, 37% y 84%, respectivamente). En las comarcas Noroeste y Norte los goteros de 2,3 l/h también tienen una presencia significativa (29% y 11% respectivamente).

En contraste, la comarca Suroeste muestra una clara preferencia por goteros con caudales nominales de 2,3 l/h (52%) y, posteriormente de 3,5 l/h (33%).

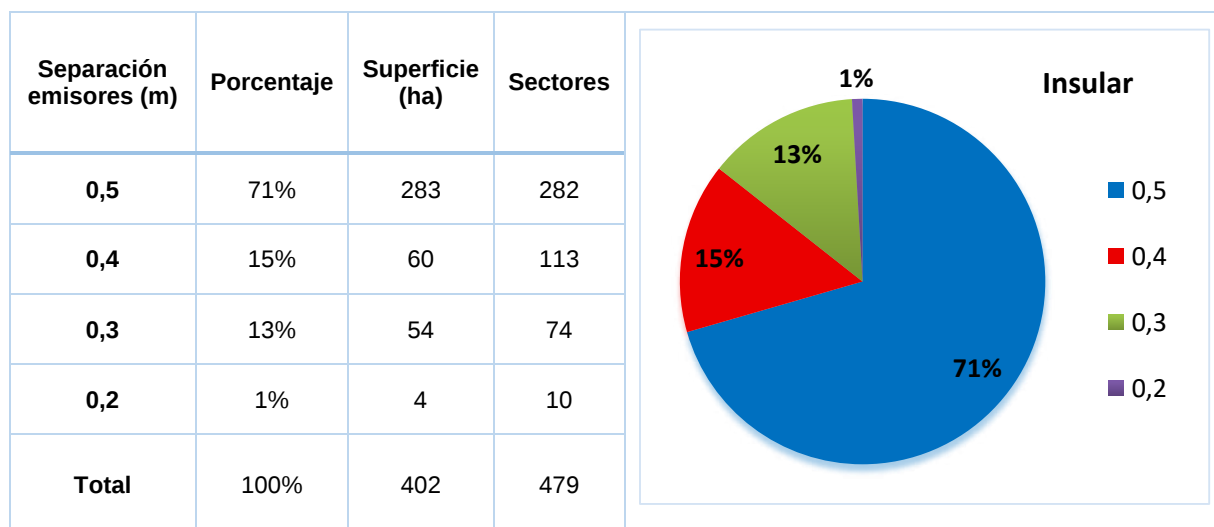
Los caudales de 2 y 2,2 l/h emergen como los siguientes más utilizados, mientras que los demás caudales nominales que se han observado tienen una representación baja en todas las comarcas.

En conjunto, estos análisis sugieren que la elección de las capacidades de los goteros en Tenerife está influenciada por factores locales; sin embargo, la razón subyacente de esta elección no está completamente clara. Aunque se esperaría que la selección esté alineada con las características del suelo, especialmente en términos de textura, no se puede afirmar de manera definitiva que esta decisión se tome exclusivamente por este factor. Parece más plausible que la elección esté influenciada por dinámicas de mercado en ese momento o por tendencias, en lugar de ser el resultado de una adaptación diferenciada a las necesidades edafológicas específicas de cada comarca. Llama la atención que no se registraran emisores de caudales nominales de 6 ó 8 l/h muy indicados en suelos con texturas arenosas.

- **Separación goteros**

- **Nivel insular:** se exponen los resultados derivados de la separación entre goteros más común a nivel de toda la isla.

Tabla 15. Resultados separación de goteros utilizados a nivel insular



- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados derivados de la separación entre goteros más común a nivel comarcal.

Tabla 16. Resultados separación de goteros utilizados en comarca Noroeste

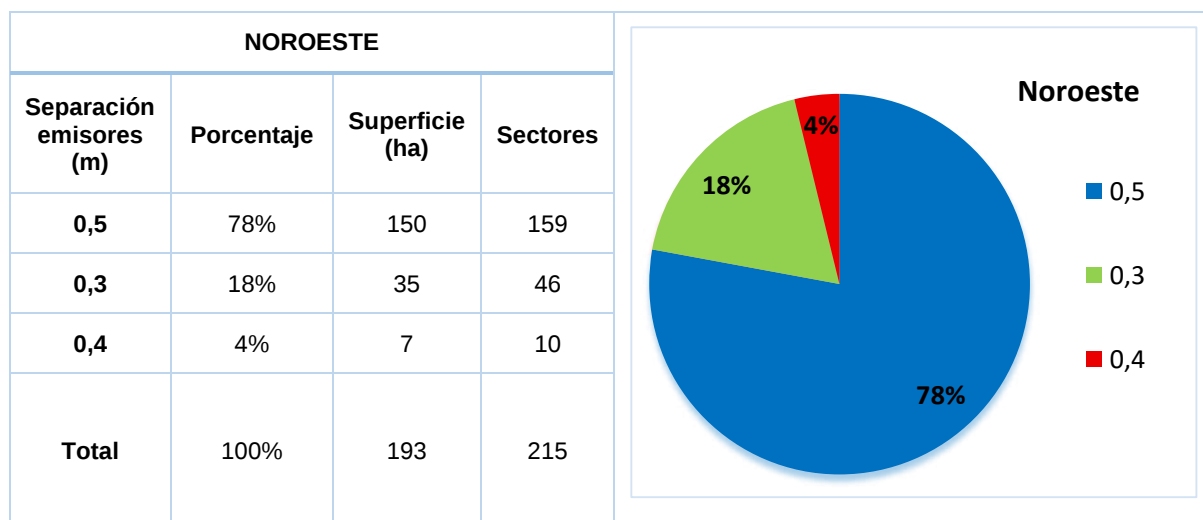


Tabla 17. Resultados separación de goteros utilizados en comarca Norte

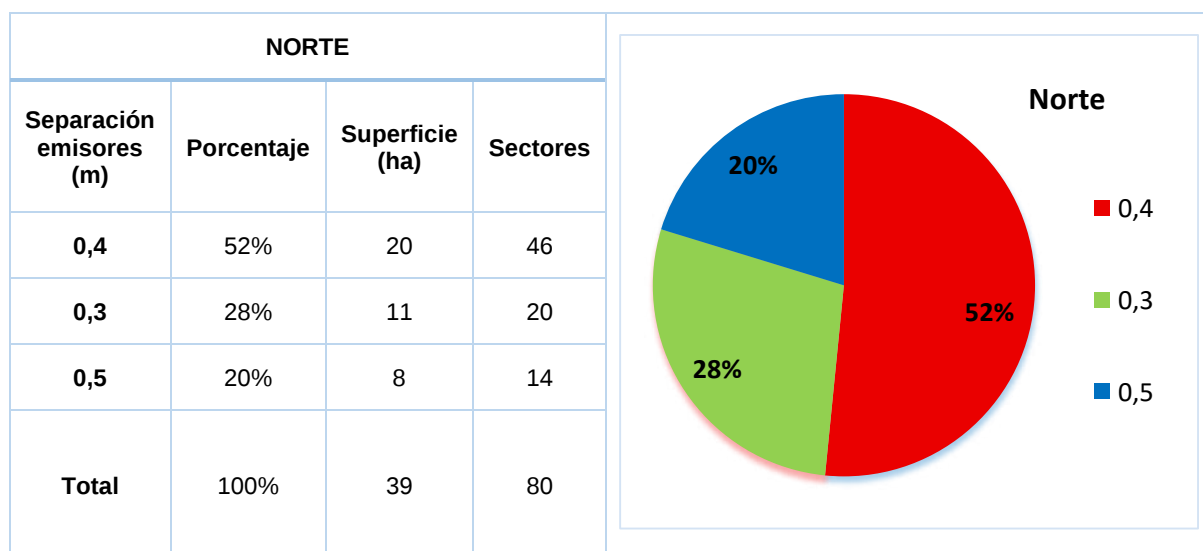


Tabla 18. Resultados separación de goteros utilizados en comarca Suroeste

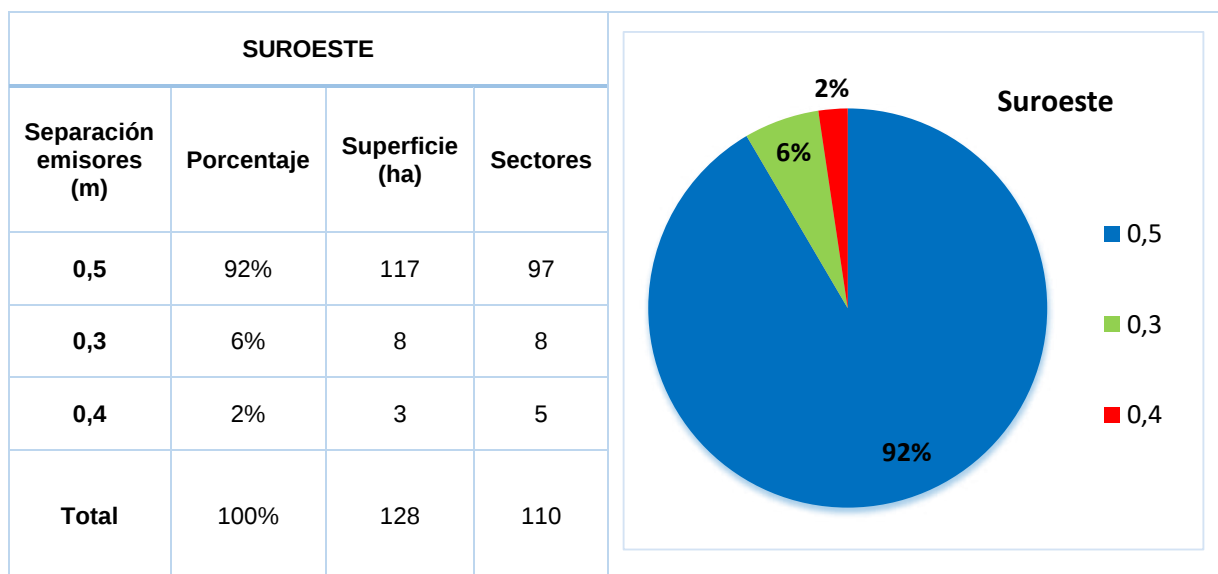
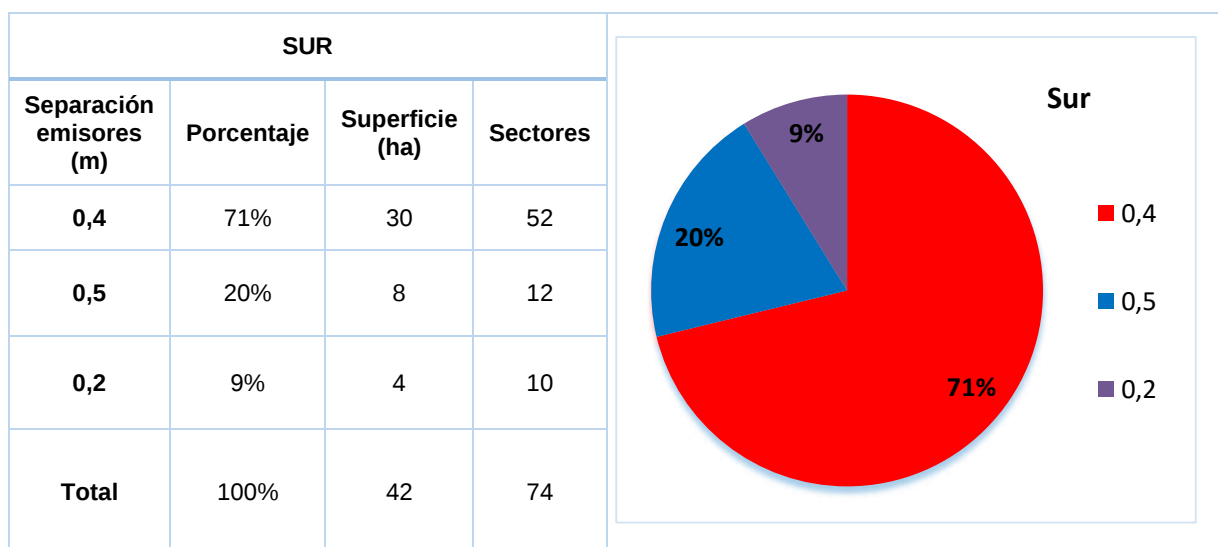
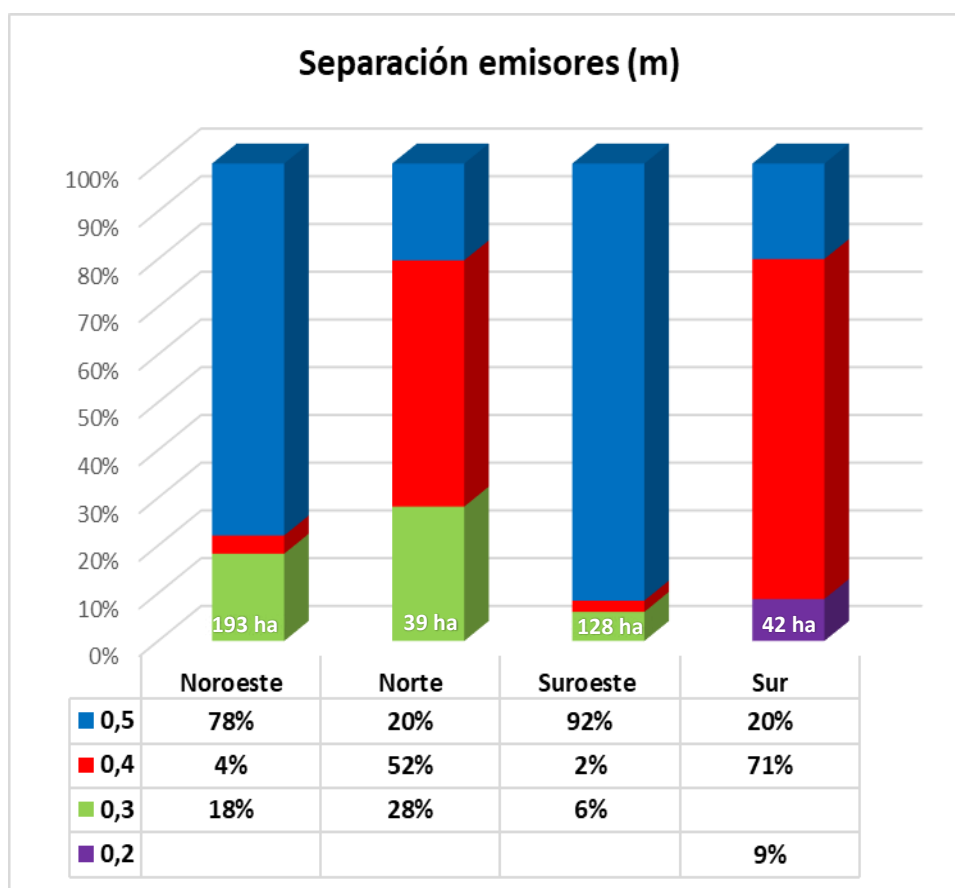


Tabla 19. Resultados separación de goteros utilizados en comarca Sur





Si se realiza el análisis de la separación de los emisores en Tenerife a nivel insular destaca la prevalencia de la separación a 0,5 m, representando un considerable 71% del total, en concreto, 283 ha de la superficie evaluada.

Al desglosar esta información por comarcas, se identifican preferencias específicas en cada área:

En las comarcas Noroeste y Suroeste prevalece la separación de 0,5 m (78% y 92%, respectivamente), con presencia limitada de otras separaciones. Indica una elección mayoritaria de distancias más amplias entre emisores en estas comarcas.

Por otro lado, en las comarcas Norte y Sur hay una preferencia marcada por la separación de 0,4 m (52% y 71%, respectivamente).

En líneas generales, la elección de separación entre emisores más cortas, como 0,3 y 0,2 m, no están muy presentes en la isla de Tenerife; hay que destacar que donde más se ha presenciado distancias de 0,3 m es en la comarca norte, allí donde los suelos suelen ser más arcillosos y donde quizá no es necesaria una separación entre emisores tan estrecha, característica que es más adecuada en suelos arenosos (que de manera general se encuentra en el sur y suroeste de la isla) donde los bulbos no suelen expandirse lateralmente en el suelo, sino que el agua tiende a percolar muy rápido hacia capas más profundas.

En consecuencia, se llega a la conclusión de que, como el caso del apartado anterior, la elección de la separación de emisores no está necesariamente determinada por las características específicas del suelo ni por una búsqueda de una mayor eficiencia en la aplicación del agua.

Se considera oportuno valorar las implicaciones de la separación de goteros, en el número de goteros promedio por mata. En este cálculo debe considerarse además la separación entre matas que se da una línea. En el cuadro mostrado a continuación se detalla la aritmética que resulta de considerar distancias entre matas en una línea de: 1,75m (mas vinculables a la zona sur de la isla) ó 2,0m (frecuente en la vertiente norte):

Tabla 20. Relación separación de emisores y nºgoteros/planta

Separación emisores en la línea (m)	Nº goteros/planta		Prevalencia de emisores por planta (%)			
	Separación entre plantas		NOROESTE	NORTE	SUR	SUROESTE
	1,75m	2,0m				
0,5	7,0	8,0	78%	21%	19%	91%
0,4	8,8	10,0	4%	51%	71%	2%
0,3	11,7	13,3	18%	28%	0%	6%
0,2	17,5	20,0	0%	0%	10%	0%

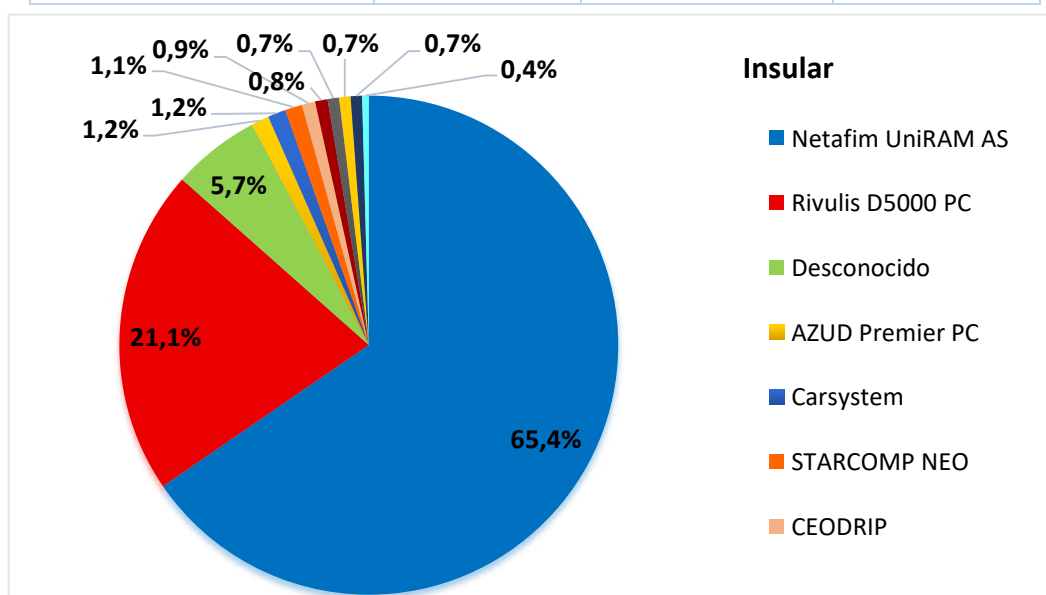
Tal y como se desprende del cuadro líneas arriba, destacan en Tenerife las fincas en las que el número de goteros por mata oscila entre 8 y 10 en aproximadamente el 75% de los casos. Reseñar los extremos de con 13 goteros/mata en la zona norte, con una prevalencia de aproximadamente un tercio de las fincas analizadas y donde de se aprecia cierta tendencia al alza en los últimos años; y los 17 goteros/mata en la zona sur con prevalencias de hasta un 10% de las fincas evaluadas.

- **Marca/Modelo**

- **Nivel insular:** se exponen los resultados derivados de las marcas y modelos de goteros presentes en la isla.

Tabla 21. Resultados de marcas y modelos presentes a nivel insular

Marca	Porcentaje	Superficie (ha)	Sectores
Netafim UniRAM AS	65,4%	263	290
Rivulis D5000 PC	21,1%	85	114
Desconocido	5,7%	23	20
AZUD Premier PC	1,2%	5	9
Carsystem	1,2%	5	4
STARCOMP NEO	1,1%	4	11
CEODRIP	0,9%	3	7
NDJ Iberica Amnon	0,8%	3	6
AZUD DRIP	0,7%	3	8
John Deere	0,7%	3	2
SOAPLAST SRL UNIFLOW	0,7%	3	6
Netafim 2	0,4%	2	2
Total	100%	402	479



- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados derivados de las marcas y modelos de goteros a nivel comarcal.

Tabla 22. Resultados de marcas y modelos presentes en comarca Noroeste

NOROESTE			
Marca	Porcentaje	Superficie (ha)	Sectores
Netafim UniRAM AS	61,3%	118	127
Rivulis D5000 PC	29,5%	57	63
Desconocido	3,3%	6	9
AZUD Premier PC	2,2%	4	7
NDJ Iberica Amnon	1,7%	3	6
John Deere	1,5%	3	2
STARCOMP NEO	0,4%	1	1
Total	100%	193	215

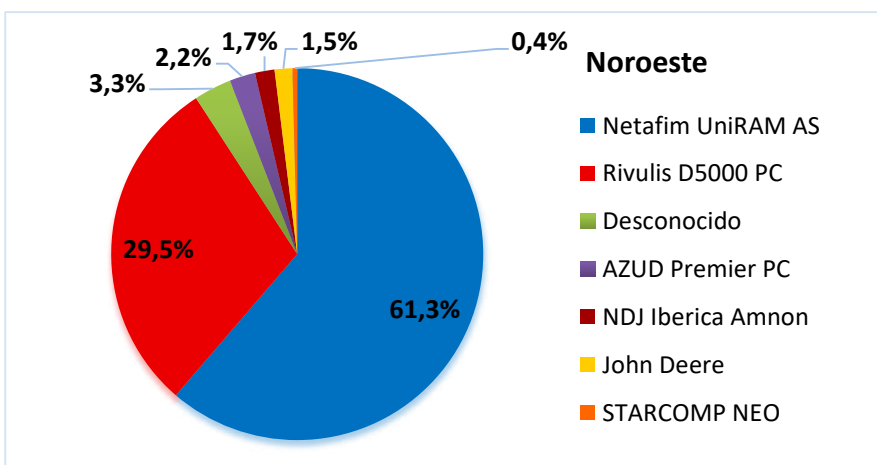


Tabla 23. Resultados de marcas y modelos presentes en comarca Norte

NORTE			
Marca	Porcentaje	Superficie (ha)	Sectores
Rivulis D5000 PC	65%	25,4	49
Netafim UniRAM AS	14%	5,3	12
CEODRIP	9%	3,5	7
AZUD DRIP	8%	3,0	8
Netafim 2	4%	1,7	2
AZUD Premier PC	1%	0,4	2
Total	100%	39	80

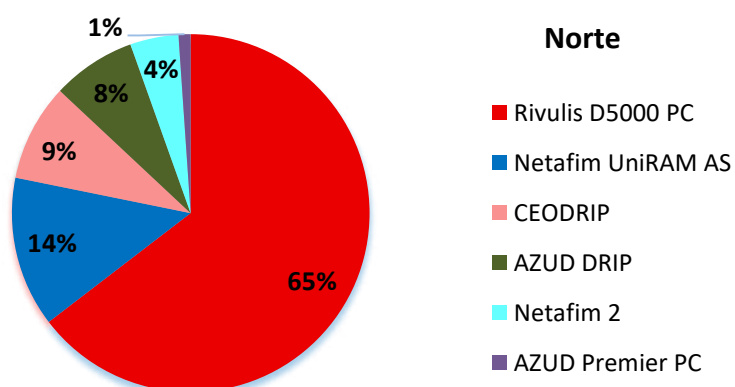


Tabla 24. Resultados de marcas y modelos presentes en comarca Suroeste

SUROESTE			
Marca	Porcentaje	Superficie (ha)	Sectores
Netafim UniRAM AS	81%	104	93
Desconocido	13%	17	11
Carsystem	4%	5	4
Rivulis D5000 PC	2%	2	2
Total	100%	128	110

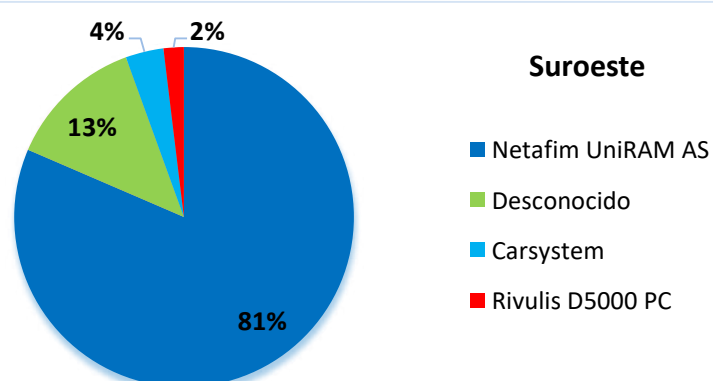
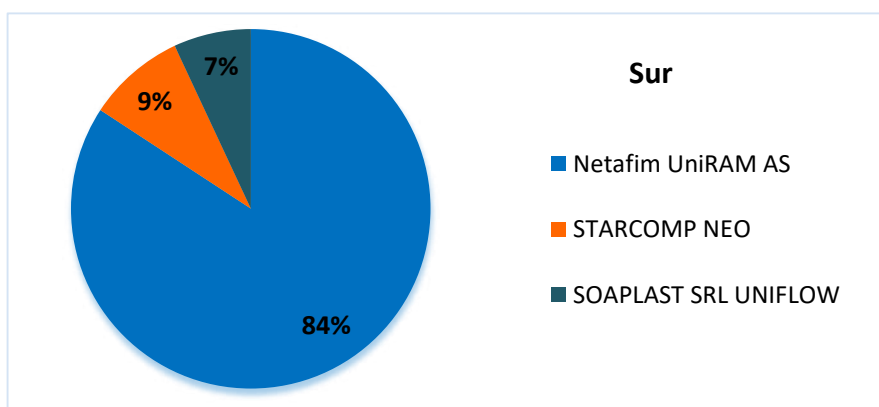
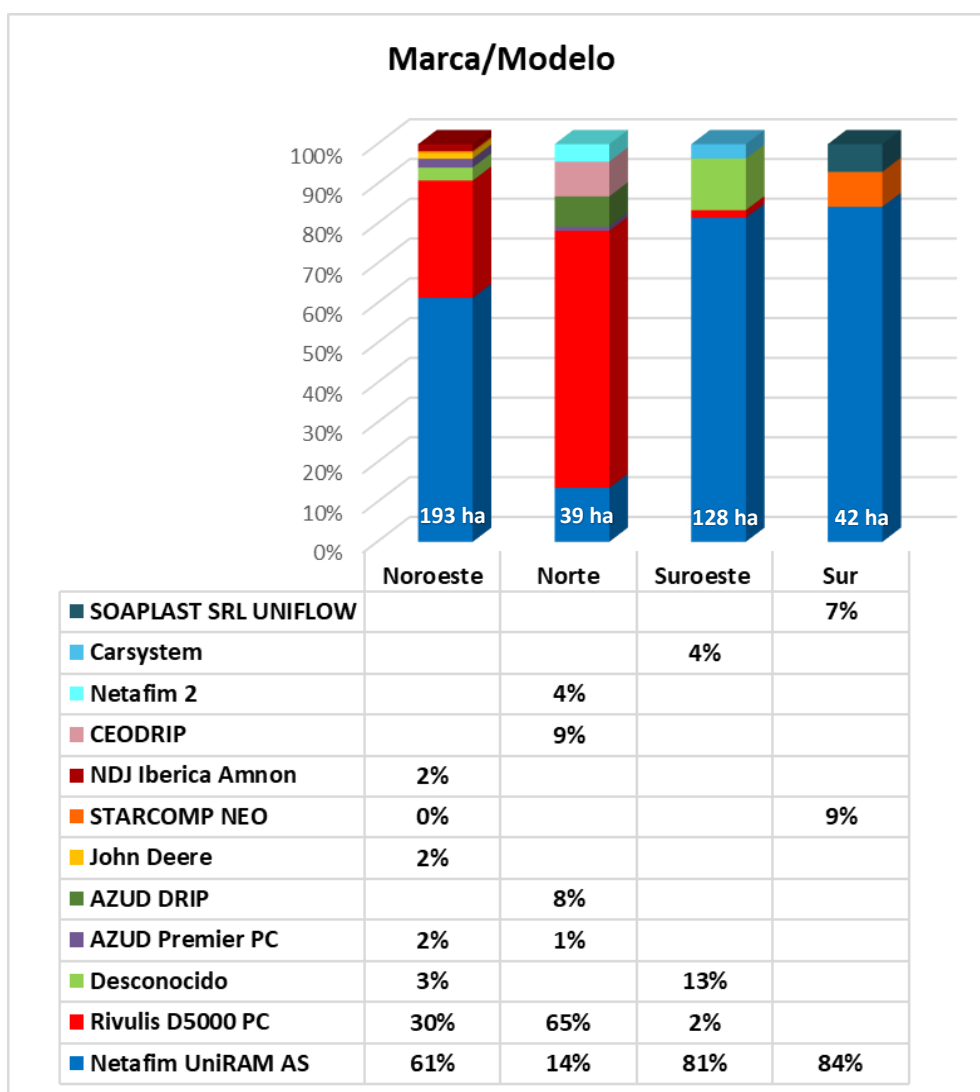




Tabla 25. Resultados de marcas y modelos presentes en comarca Sur

SUR			
Marca	Porcentaje	Superficie (ha)	Sectores
Netafim UniRAM AS	84%	35	58
STARCOMP NEO	9%	4	10
SOAPLAST SRL UNIFLOW	7%	3	6
Total	100%	42	74





La marca “Netafim UniRAM” destaca como la más predominante, abarcando un significativo 65,4% de la superficie estudiada (263 ha) y presente en 290 sectores. Este alto porcentaje sugiere un fuerte asentamiento de esta marca en la isla.

La segunda marca más utilizada a nivel insular es la marca “Rivulis”, con un 21,1%, 85 ha de superficie, establecida en 114 sectores.

Un aspecto destacado es que, después de estas dos marcas comerciales, el tercer porcentaje más alto corresponde a goteros cuya marca se desconoce debido a la antigüedad de los mismos y el limitado control del riego en las fincas. Se desconoce la marca de los mismos en el 5,7% de la superficie evaluada, en concreto 23 ha y 20 sectores de riego.

Tanto en las comarcas Noroteste, Suroeste y Sur la marca predominante es “Netafim UniRAM” representando el 61%, 81% y 84%, respectivamente.

En la comarca Norte “Rivulis” destaca con un 65%, siendo la marca más utilizada. La marca “Rivulis” también tiene una presencia notable en la comarca Noroeste, abarcando el 30%.

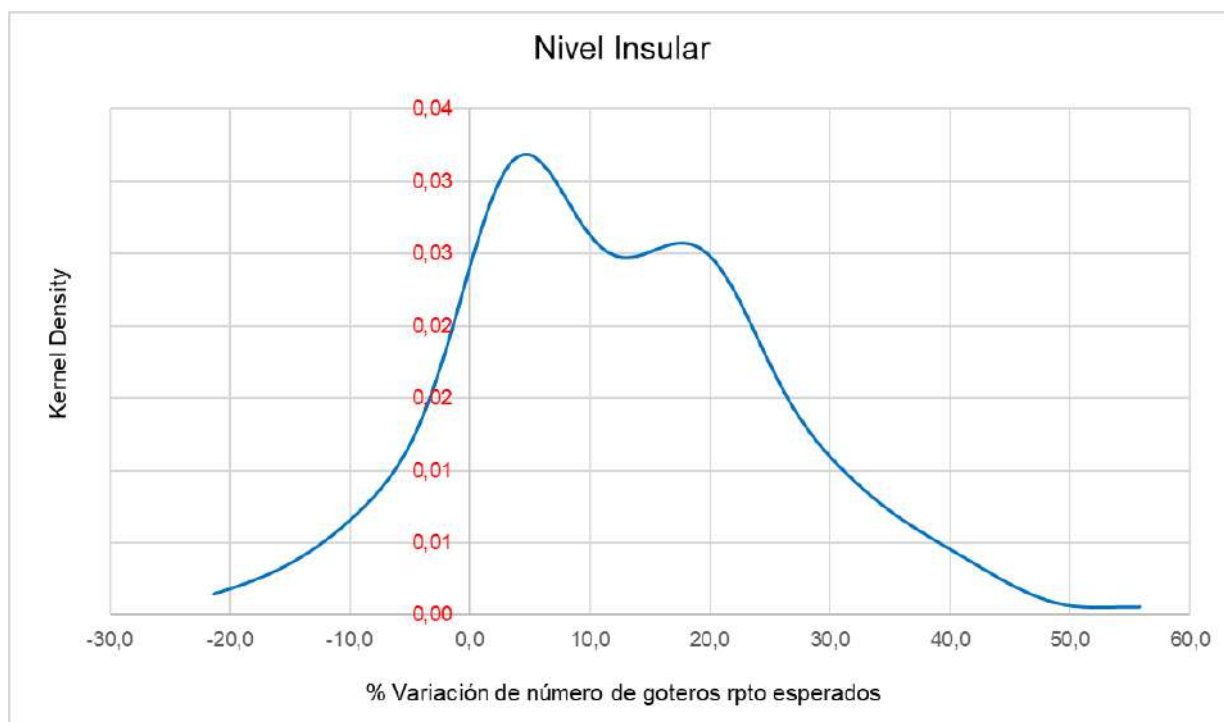
En general, el resto de marcas no tienen una representatividad alta en la isla.

- ***Porcentaje de variación número de goteros por planta respecto a los esperados (%):***

Se recuerda que con este análisis se valora el grado de ajuste entre el número de goteros por planta con que el agricultor cree disponer en relación al número real registrado. Se enfatiza que la disparidad proviene generalmente por el serpenteo que se registra de las líneas laterales y por la excesiva longitud de los terminales de estos.

- **Nivel insular:** se exponen los resultados del porcentaje de variación de número de goteros por planta a nivel insular.

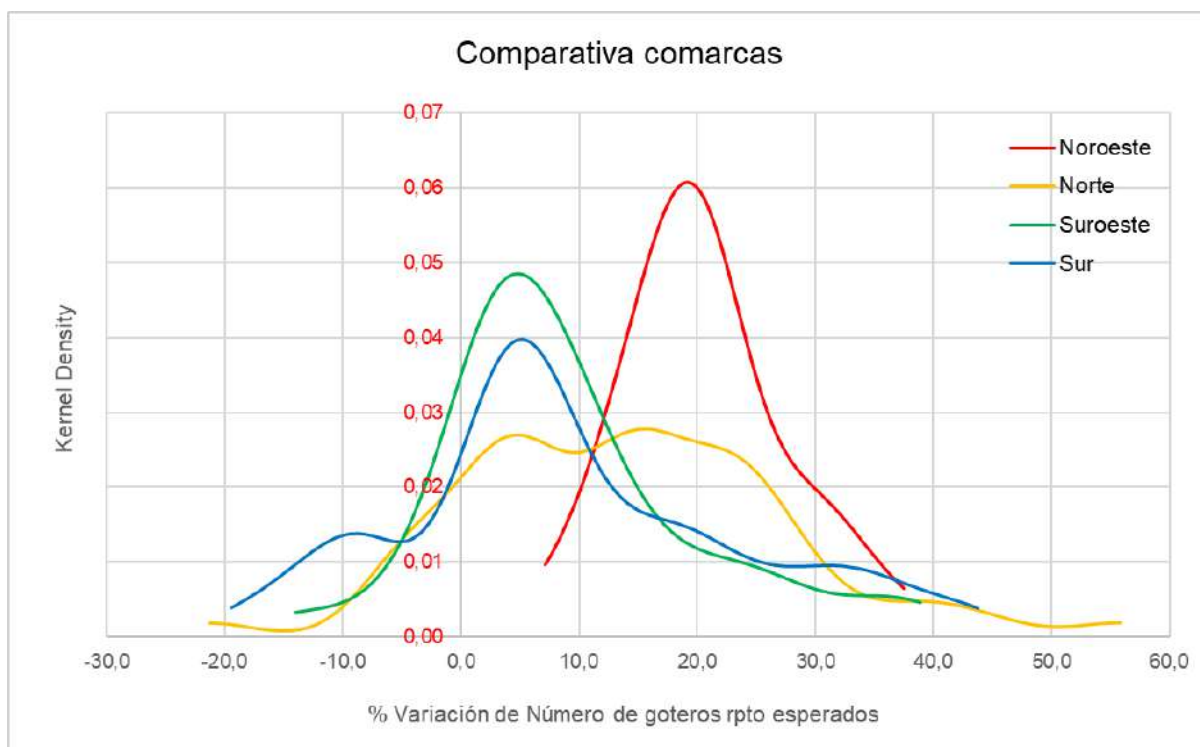
En lo que respecta a esta variable, se evaluaron 190 sectores de riego, en un total de 22 fincas.



- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados derivados del porcentaje de variación de número de goteros a nivel comarcal.

Tabla 26. Resultados del porcentaje de variación de número de goteros por planta respecto a los esperados (%)

Comarca	Fincas evaluadas	Superficie (ha)	Sectores	Promedio (%)
Noroeste	5	41	35	20,5
Norte	6	23	51	10,2
Suroeste	5	78	36	9,0
Sur	6	36	61	9,2
Total	22	179	183	12,2



En resumen, en la mayoría de las fincas evaluadas, el número de goteros por planta es superior al número de goteros por planta esperado. A nivel insular, el promedio calculado ha sido de 12% de variación de número de goteros respecto al esperado.

La comarca Noroeste ha sido la que mayor porcentaje se ha obtenido, con un promedio del 21%.

d) Conclusiones en relación a la caracterización de las tipologías del sistema de riego

Parece evidente que los agricultores han elegido los laterales portagoteros, en lugar de collarines, por su sencillez de instalación y por las ventajas que presenta en términos del mantenimiento –se minimizan el número de terminales con alta sensibilidad a obturaciones–.

Se observa la preferencia por utilizar goteros auto-compensantes, destacando la importancia de esta característica en las altas uniformidades de distribución observadas a pesar de la orografía Insular y de los desniveles que se presentan habitualmente en las fincas.

En cuanto al grado de implantación de un gotero otro según su caudal nominal y la separación entre ellos, no parece que se deban una adaptación estricta a las características específicas del suelo en función de pertinentes estudios agronómicos. Parece que la decisión deriva de preferencias de comerciales de empresas instaladoras, “modas” y ciertas dinámicas del mercado.

La marca "Netafim UniRAM" emerge como la líder en la isla, evidenciando su arraigo y preferencia generalizada en múltiples comarcas.

Cabe resaltar que el alto porcentaje de falta de conocimiento de la tipología del emisor instalado por parte del agricultor es indicativo de una carencia de criterio que permita un posterior control y gestión del riego en algunas fincas.

Desde el punto de vista de densidad de goteros empleados en Tenerife, destacan las fincas en las que el número de goteros por mata oscila entre 8 y 10 en aproximadamente entre el 70 -80% de los casos, dependiendo de la comarca. Se observa un grado de implantación del 20-30% del ratio 13-17 goteros/planta.

En relación a los resultados del porcentaje de variación de número de emisores respecto al esperado, en general se subestima el número real de goteros por planta. Dado que muchos agricultores ajustan sus dosis de riego a las recomendaciones semanales mediante consideración de tiempo, caudal nominal y número de goteros por planta –y no mediante elementos de control volumétrico– emplear un número de goteros inferior al real implica matemáticamente sobredotar en idéntica proporción al porcentaje de variación.

Se ha podido constatar las siguientes razones que motivan las variaciones entre real y esperado:

- Laterales que cuentan con una longitud superior a la necesaria en las terminaciones de los mismos;
- Serpenteo de la manguera (disposición de los laterales de riego de manera sinuosa) por sustitución del sistema de riego a manta a otro por goteo sin haber hecho una resiembra.

Como se comentó, este desconocimiento se traduce en que, por unidad de tiempo, la planta recibe más agua de la que el agricultor cree y con frecuencia, más de la que la planta realmente necesita. Más adelante en este informe se analizará el gran impacto que esta consideración (entre otras) implica en términos de volúmenes anuales consumidos por la platanera.

2.2.3. Evaluación cabezal de riego

2.2.3.1. Inyección del abono

a) Introducción:

Se exponen los resultados obtenidos al analizar la inyección del abono, en concreto dos aspectos, la ubicación de la inyección del abono en el cabezal de riego y la homogeneidad de la abonada de las fincas de platanera evaluadas por parte de la oficina del regante en la isla de Tenerife.

Las variables objeto de estudio en esta sección, han sido las siguientes:

- Homogeneidad de la abonada: se valora si las plantas, independientemente del turno de riego en el que se encuentren, reciben la misma cantidad de abono. El análisis se efectúa a partir de la variación de los incrementos de conductividad que observan. La medición se obtiene por la diferencia de conductividad eléctrica entre la muestra de agua recogida durante el riego a pie de planta y el agua bruta de entrada al cabezal de riego.
- Ubicación de la inyección del abonado dentro del cabezal de riego: determinar dónde ubicar la inyección de fertilizantes en relación con el sistema de filtrado es una consideración crucial al diseñar el cabezal de riego. Si se coloca la inyección del abono antes del sistema de filtrado, se reduce el riesgo de obturaciones en los goteros al garantizar la eliminación previa de partículas sólidas antes de pasar a los goteros de riego. Este enfoque es particularmente beneficioso cuando se manejan diferentes tipos de fertilizantes en la red principal, como la combinación de fertilizantes cálcicos con sulfatados, lo cual podría dar lugar a la formación de precipitados en la red principal.

b) Puntualizaciones:

Los análisis realizados tanto para la homogeneidad de la abonada, como la ubicación de la inyección del abono en las fincas objeto de estudio se han efectuado considerando la finca como unidad poblacional a pesar de que para dicha consideración se han analizado las desviaciones entre sectores de riego dentro de una finca.

Los porcentajes calculados para las conclusiones a los niveles comarcales e insulares se han calculado considerando el número de fincas en relación a número de fincas total bajo estudio.

Se considera que la homogeneidad en la aplicación del abono es adecuada cuando la desviación relativa calculada es inferior al 20%.

Se da por correcto el punto de inyección del abono cuando este se efectúa previo al filtro de malla.

c) Resultados:

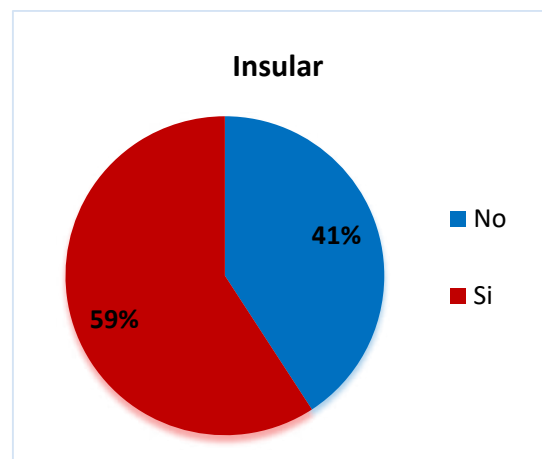
- ***Homogeneidad de la abonada***

- **Nivel insular:** se exponen los resultados derivados del estudio de la homogeneidad de la abonada.

Se evaluó este aspecto en 49 fincas, una superficie total de 315 ha.

Tabla 27. Resultados de homogeneidad de la abonada a nivel insular

Homogeneidad Abonada	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
No	41%	119	20
Si	59%	196	29
Total	100%	315	49



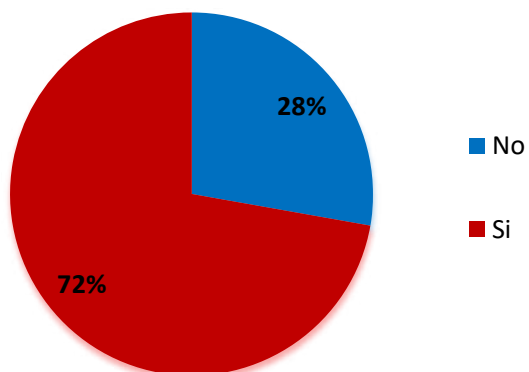
- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados derivados del estudio de la homogeneidad de la abonada diferenciados por comarcas.

Tabla 28. Resultados de homogeneidad de la abonada a nivel comarcal

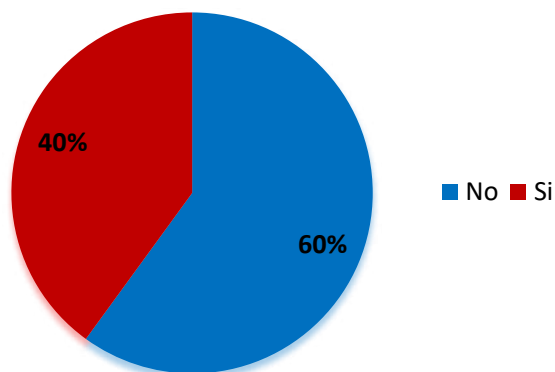
Comarcas	Homogeneidad	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Noroeste	No	28%	28	5
	Si	72%	89	13
Norte	No	60%	21	6
	Si	40%	18	4
Suroeste	No	46%	56	6
	Si	54%	61	7
Sur	No	38%	14	3
	Si	63%	28	5



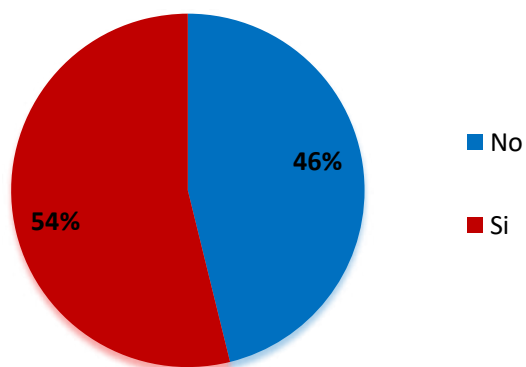
Noroeste



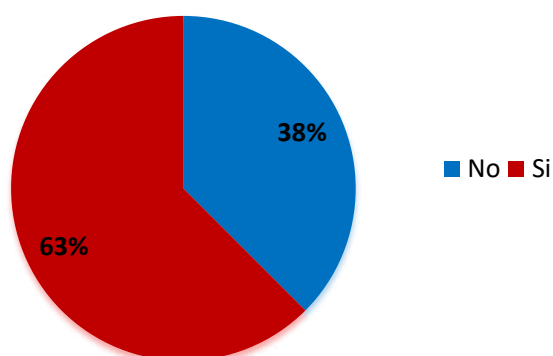
Norte



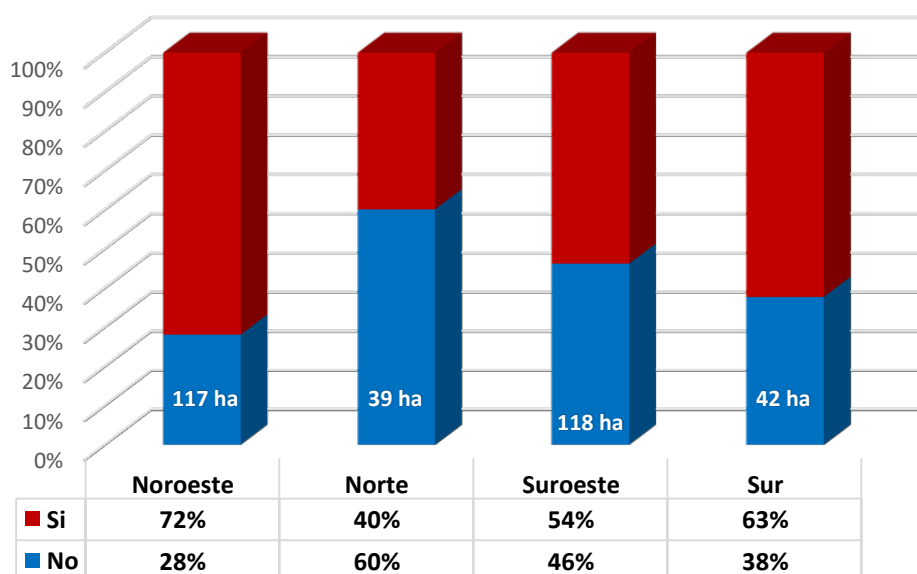
Suroeste



Sur



Homogeneidad abonada



De este análisis se deduce que existe un notable porcentaje de fincas a nivel insular donde la uniformidad en la aplicación de fertilizantes no es adecuada. Esto implica que el abono no se distribuye de manera homogénea entre los sectores de una misma finca (y, por ende, entre plantas), afectando a un 41% de las 49 fincas evaluadas, lo que equivale a un total de 20 fincas, una extensión total de 119 hectáreas.

Si se hace una diferenciación de la homogeneidad de la abonada por comarcas, destacan las comarcas noroeste y sur, donde la mayoría de las fincas presentan una buena homogeneidad en la aplicación del abono, en concreto en el 72 y 63% de las fincas, respectivamente. En cambio, en el Norte y el Suroeste, hay un mayor porcentaje de fincas con una falta de homogeneidad en la abonada, un 60 y 46%, respectivamente.

En términos generales, los porcentajes de desviación obtenidos, no han superado el 50% en ningún caso.

En aquellas fincas donde se presencié una distribución homogénea de la fertilización entre sectores, la desviación promedio respecto a la concentración objetivo ha sido del 13%. Por otro lado, aquellas donde el sistema de fertilización no es uniforme, el promedio de desviación ha alcanzado el 32%.

- ***Ubicación inyección del abonado en el cabezal de riego***

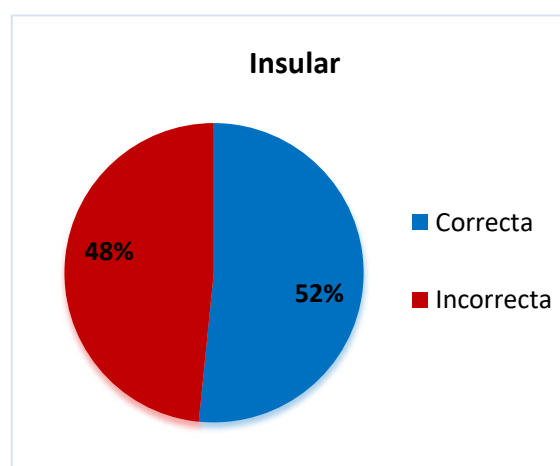
Se recuerda que en este punto se contrasta si la inyección de abonos se realiza de forma correcta –antes del último filtrado de malla que se emplaza a la salida de cabezal– o si por el contrario se realiza incorrectamente después, permitiendo que posibles agregados tras la fertilización o inyección de materia orgánica, se puedan trasladar a los emisores y obturarlos.

- **Nivel insular:** se exponen los resultados derivados del estudio de la de la ubicación de la inyección del abono dentro del cabezal de riego respecto al sistema de filtrado.

Esta variable se evaluó en 62 fincas de estudio, una superficie total de 402 ha.

Tabla 29. Resultados de la ubicación de la inyección del abono a nivel insular

Ubicación inyección abono	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Correcta	52%	201	32
Incorrecta	48%	201	30
Total	100%	401	62



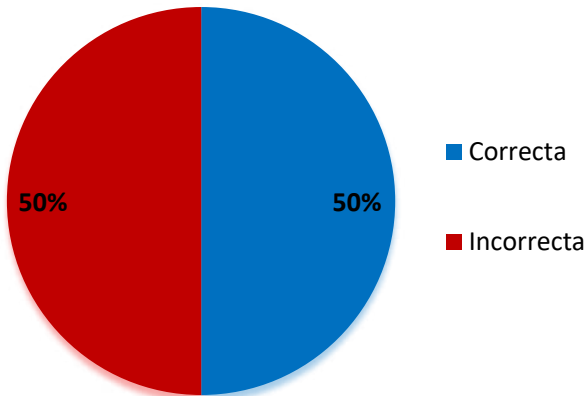
- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados de la ubicación de la inyección del abono dentro del cabezal de riego diferenciados por comarcas.

Tabla 30. Resultados de la ubicación de la inyección del abono a nivel comarcal

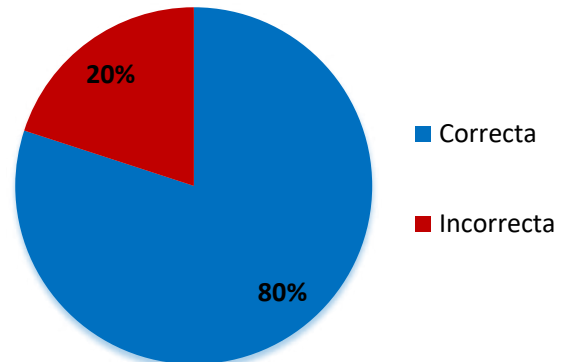
Comarcas	Ubicación	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Noroeste	Correcta	50%	110	15
	Incorrecta	50%	83	15
Norte	Correcta	80%	34	8
	Incorrecta	20%	5	2
Suroeste	Correcta	36%	47	5
	Incorrecta	64%	81	9
Sur	Correcta	50%	10	4
	Incorrecta	50%	32	4



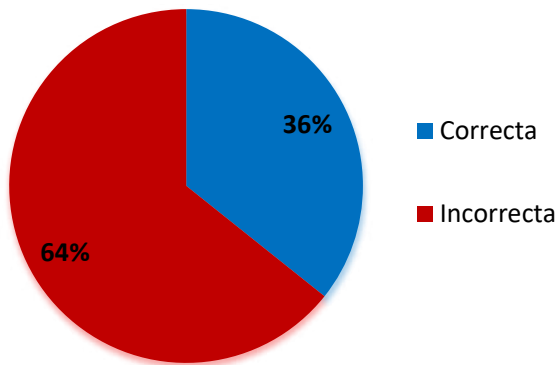
Noroeste



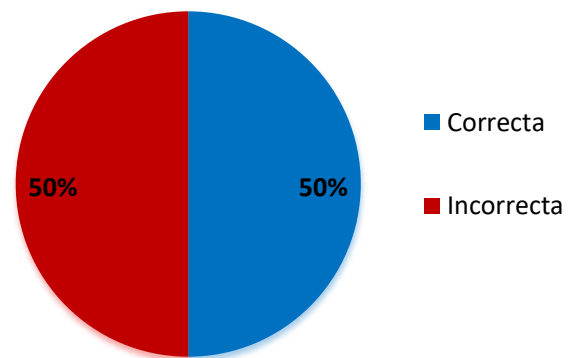
Norte



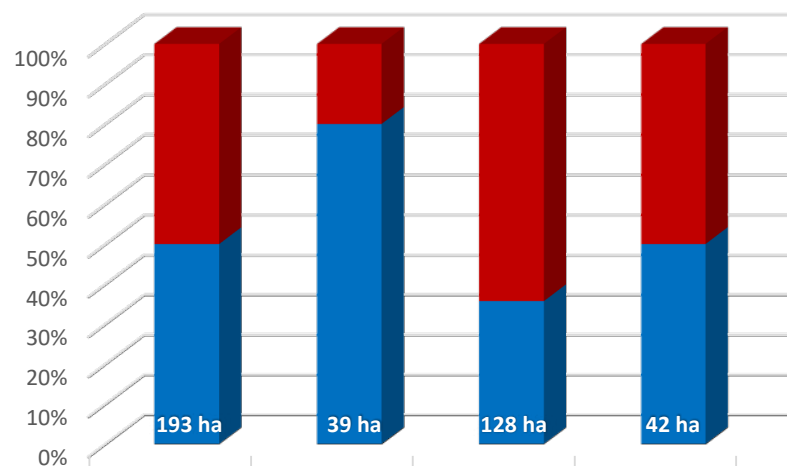
Suroeste



Sur



Ubicación inyección abono



La ubicación de la inyección del abono a nivel insular está bastante equilibrada, con un ligero predominio (52%) de casos en los que se realiza de manera correcta.

Tanto en fincas con ubicación correcta como incorrecta, la superficie total es la misma (201 ha), lo que indica una distribución equitativa en cuanto a extensión se refiere.

Si se analiza de manera diferenciada por comarcas se vuelve a apreciar una distribución equitativa (50%) tanto en la comarca Noroeste como Sur.

La comarca Norte se destaca por ser aquella en la que se presenció un mayor porcentaje de fincas en las que la ubicación de la inyección del abono se realiza de manera correcta, no obstante, se debe tener en cuenta que es aquella con menor número de fincas evaluadas. Por otro lado, en la comarca Suroeste predomina la ubicación de la inyección del abono después del sistema de filtrado, es decir, de manera incorrecta, en concreto en el 64% de las fincas evaluadas, equivalente a 81 ha.

d) Conclusiones

Los resultados obtenidos podrían resumirse con que en general la inyección de abono a nivel insular no es algo que se esté realizando de manera optimizada. La consecuencia es que en la práctica unas plantas acaban recibiendo más abono que otras influyendo en unas producciones variables y no optimizadas.

No se aprecia que se le dé la importancia suficiente a la homogeneidad de la abonada, dado que en la mayoría de los casos el tipo de análisis realizado sorprendía al agricultor no solo por sus resultados sino por el simple hecho de poder efectuarse.

La metodología utilizada más frecuentemente para inferir proporcionalidad a la abonada -donde la había- fue la regulación del tiempo de inyección. Cabe reseñar que la combinación del “tiempo con abono” y “tiempo sin abono” en un mismo riego implica que dependiendo cuándo se emplace cada fracción; o se procede a un lavado del abono recién aplicado o se conforme un bulbo con alta concentración de abono tras el riego. Este efecto se ve incrementado a medida que la diferencia de tamaño entre sectores se hace mayor.

El control de la conductividad eléctrica mediante la utilización de conductivímetros que regulan los dispositivos de inyección apenas se observó. En muchos casos estos se encontraron deshabilitados. NO se observó ni un solo variador de frecuencia que permitiera el ajuste automático de las bombas de inyección de abono según la CE o el caudal circulante.

El hecho de que el 48% de las fincas evaluadas tenga ubicada la inyección del abono dentro del cabezal de riego en una ubicación no recomendada, es decir, después del sistema de filtrado implica que se está contribuyendo a que la vida útil de los goteros se pueda ver reducida ya que se favorece su obturación, y aumenta el riesgo de malos coeficientes de uniformidad y, por tanto, un reparto heterogéneo en la distribución de agua y abono.

2.2.3.1.1. Variabilidad de superficie entre sectores

En este apartado se lleva a cabo un breve análisis sobre las disparidades de superficie respecto a la media de los sectores calculados para cada una de las fincas evaluadas en la isla de Tenerife. La variable de interés ha sido examinada en 320 sectores de riego distribuidos en un total de 42 fincas, abarcando una extensión de 256 ha.

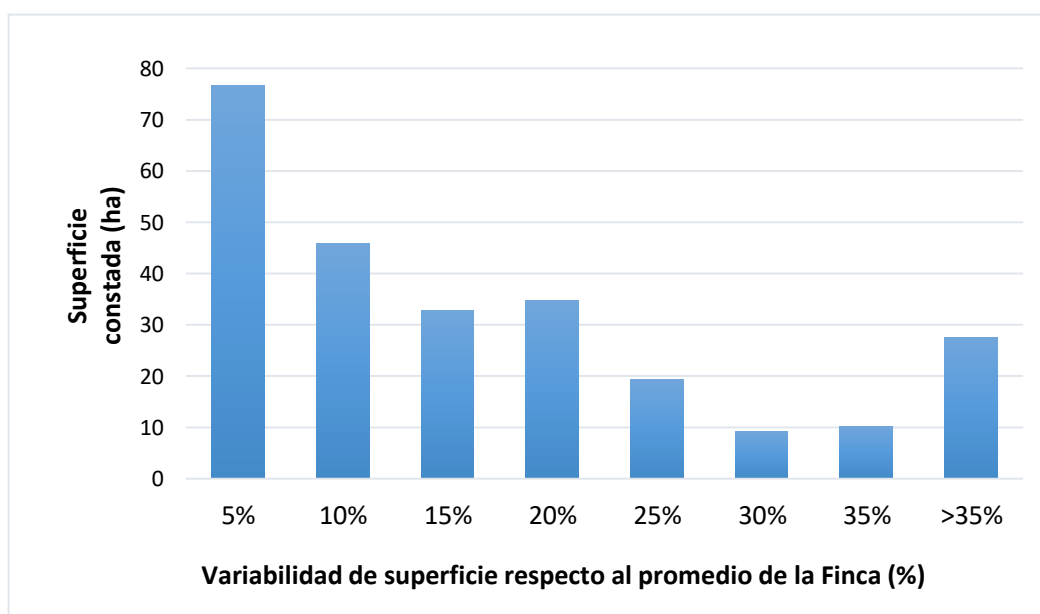
A partir de los resultados de la variabilidad de superficie obtenidos, se han clasificado por rangos (en valor absoluto) que varían desde el 5% hasta el 35%, dividiéndose en un total de 8 intervalos. Esto se ha realizado con la finalidad de obtener el porcentaje de sectores de riego que se encuentra dentro de cada uno de los rangos de disparidad de superficie señalados.

Se exponen los resultados obtenidos a nivel insular:



Tabla 31. Resultados de la variabilidad de superficie (%) entre sectores

Variabilidad	Incidencia	Superficie constatada (ha)	Nº sectores constatados
5%	24%	77	76
10%	19%	46	60
15%	13%	33	43
20%	14%	35	45
25%	9%	19	29
30%	5%	9	15
35%	6%	10	19
>35%	10%	28	33
Total	100%	256	320



Se concluye que la mayoría de los sectores de riego (24%) presentan una variabilidad de superficie en el rango del 5%, seguido de 19% en el rango del 10% de variabilidad.

Es relevante destacar que el 70% de los sectores de riego evaluados presentan una disparidad de superficie menor o igual al 20%. Se concluye que los resultados apuntan a una distribución de superficie por sectores aceptablemente equitativa en la mayoría de los casos. A pesar de ello, y del efecto positivo que favorece a una mayor uniformidad de abonado, sorprende que el 41% de las fincas evaluadas no tengan un reparto homogéneo del abono, por lo que no parece ser el factor determinante. Se debe

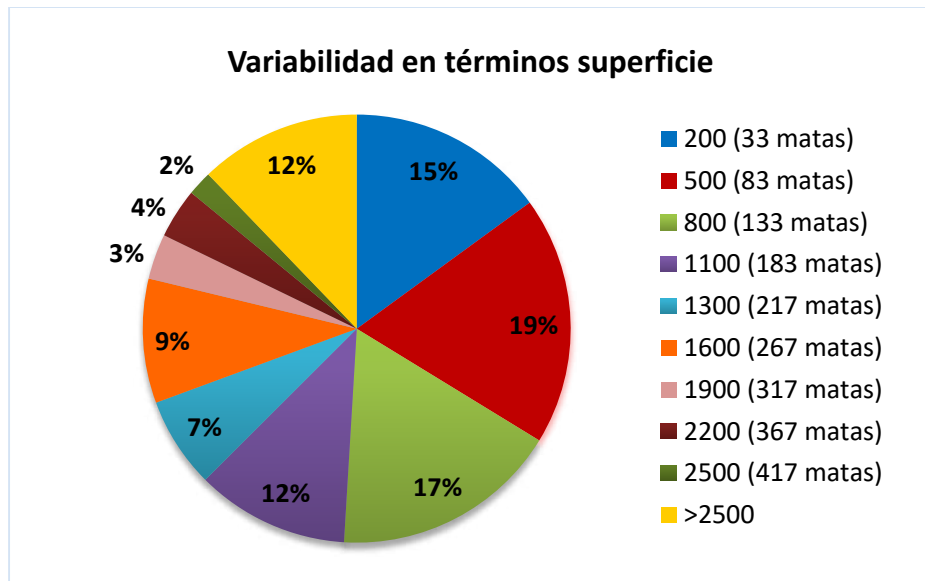
considerar que existen múltiples factores que influyen en un reparto desigual del abono; tiempos finales sin abonado, ubicación de los sectores y tramos de conducciones que comparten entre sí. Es frecuente observar que, por el orden de secuencia de riego dado, el abono puede tardar en llegar al sector más tiempo del esperado por influencia de esos tiempos finales de riego sin abono.

También se han expresado los desfases en valores de diferencia de superficie absolutos respecto a la media de la finca. Se han agrupado en rangos desde 200 m² hasta 2500 m², un total de 10 intervalos. Se ha tenido en cuenta también qué número de matas correspondería a esa variabilidad entre sectores, partiendo de un marco estándar de 6 m².

Se exponen los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 32. Resultados de la variabilidad de superficie (m²) entre sectores

Variabilidad (m ²)	Incidencia
200 (33 matas)	15%
500 (83 matas)	19%
800 (133 matas)	17%
1100 (183 matas)	12%
1300 (217 matas)	9%
1600 (267 matas)	9%
1900 (317 matas)	3%
2200 (367 matas)	4%
2500 (417 matas)	2%
>2500	12%
Total	100%



La segunda tabla revela que la mayoría de los sectores de riego en la isla de Tenerife presentan disparidades de superficie en rangos de 200 m² a 1100 m², en concreto, el 63% de los sectores, indicando una distribución generalmente equitativa. Aunque se destacan intervalos específicos, como 500 m² y 800 m², con mayor incidencia, la variabilidad se mantiene en niveles moderados. En general, el análisis sugiere una distribución de superficie relativamente uniforme en la mayoría de los casos, con algunas disparidades notables en ciertos intervalos.

2.2.3.2. Sistema de filtrado

a) Introducción:

Se exponen los resultados obtenidos al analizar el sistema de filtrado en los cabezales de riego de las fincas de platanera evaluadas en la isla de Tenerife.

Las variables objeto de estudio en esta sección, enfocadas en el sistema de filtrado, han sido las siguientes:

- Ausencia/presencia de filtros de arena: se examina si los cabezales de riego cuentan o no con filtros de arena. La instalación de filtros de arena en el cabezal de riego presenta considerables ventajas a la hora de ayudar a prevenir obstrucciones en los sistemas de riego al atrapar partículas

sólidas, sedimentos y materiales orgánicos presentes en el agua de riego, además de contribuir a mejorar la calidad del agua al eliminar impurezas, protegiendo también tanto las tuberías de distribución como los emisores de riego.

- Idoneidad sistema de filtrado (dimensionamiento filtros de malla): se comprueba el correcto dimensionado de filtros, en función de caudal de trabajo de la finca, además de comprobar el nº de mesh de la malla. Los filtros de malla son efectivos para retener partículas más finas que los filtros de arena, como sedimentos pequeños y otros sólidos diminutos presentes en el agua. Ofrecen una capa adicional de protección al sistema de riego, asegurando que incluso partículas más pequeñas (como pueden ser los propios fertilizantes inyectados en la red) no afecten a la eficiencia de riego, evitando obstrucciones en los pequeños orificios de los emisores.

b) Puntualizaciones:

El estudio realizado para el análisis del sistema de filtrado se ha efectuado considerando la finca como unidad poblacional, tanto a nivel insular como comarcal.

Es importante destacar que los porcentajes obtenidos se han calculado considerando el número de fincas de cada una de las variables en relación a número de fincas total bajo estudio.

Se considera que el sistema de filtrado es idóneo cuando se encuentra dimensionado adecuadamente en relación a los caudales de trabajo de la finca. Se requiere por lo tanto que los filtros deban tener siempre una capacidad de trabajo igual o superior a los caudales de flujo de cada sector de riego y que, además, cumplan con los requerimientos mínimos de filtración que los goteros indiquen, es decir, el número de MESH de la malla.

Cuando se cumplen ambos requisitos es cuando se da por adecuado el sistema de filtrado de la finca.

c) Resultados

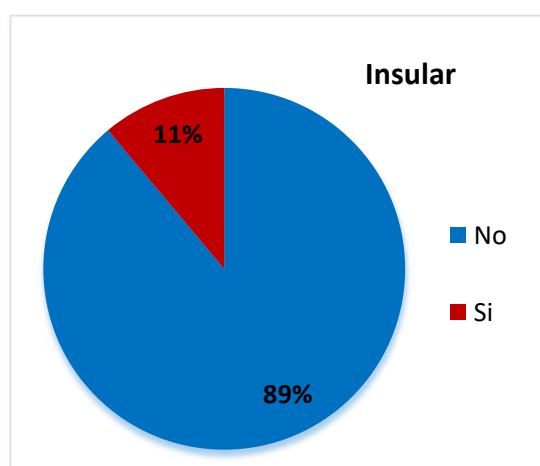
- **Presencia de filtros de arena**

- **Nivel insular:** se presentan los resultados derivados del análisis de la presencia o ausencia de filtros de arena dentro del cabezal de riego.

Esta variable fue evaluada en un total de 63 fincas, abarcando una superficie total de 402 ha.

Tabla 33. Resultados de presencia de filtros de arena a nivel insular

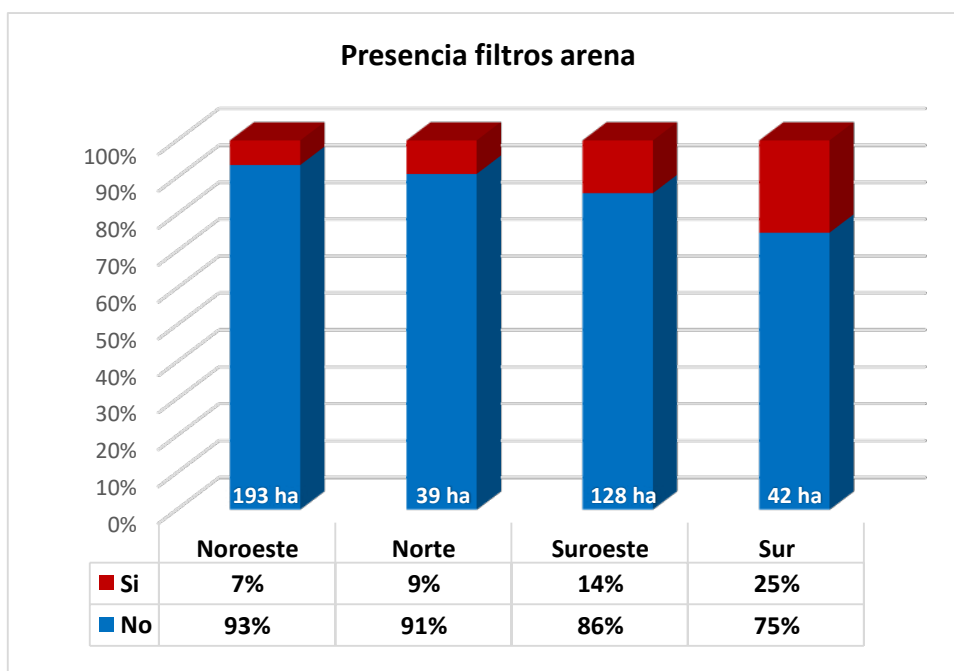
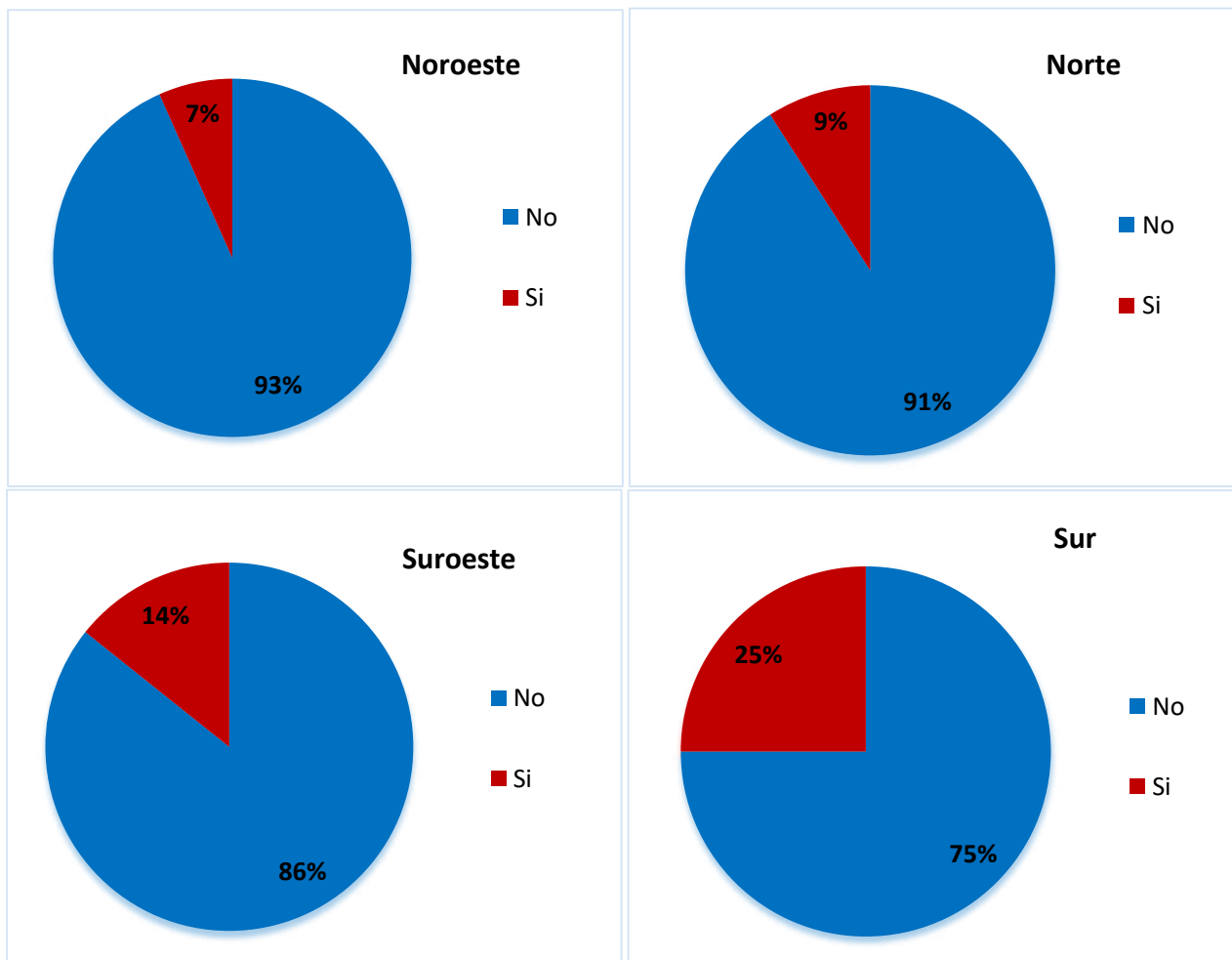
Presencia filtros arena	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
No	89%	343	56
Si	11%	58	7
Total	100%	402	63



- **Nivel comarcal:** se presentan los resultados derivados del análisis de la presencia o ausencia de filtros de arena dentro del cabezal de riego diferenciados por comarcas.

Tabla 34. Resultados de presencia de filtros de arena a nivel comarcal

Comarcas	Presencia filtros arena	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Noroeste	No	93%	180	28
	Si	7%	13	2
Norte	No	91%	36	10
	Si	9%	3	1
Suroeste	No	86%	104	12
	Si	14%	24	2
Sur	No	75%	22	6
	Si	25%	20	2



A partir de los datos obtenidos se observa una baja presencia de filtros de arena en los cabezales de riego de las fincas plataneras evaluadas en la isla, concretamente un 89% de las fincas evaluadas no cuentan con este tipo de filtro, un total de 343 ha.

Las fincas con filtros de arena representan el 11% de la superficie total evaluada y pertenecen a 7 de las 63 fincas en total, equivalente a 58 ha.

A nivel comarcal, la presencia de filtros de arena varía considerablemente. Las comarcas del Sur y Suroeste tienen un porcentaje más alto de fincas con filtros de arena en comparación con las del Noroeste y Norte.

Si inicialmente pudiera resultar ineficiente el filtrado en Tenerife dada la predominancia de la inexistencia de filtros de arena, cabe mencionar que el objeto de este tipo de filtrado es la retención de grandes cantidades de partículas dado que los mismos efectúan un filtrado en volumen. Esta capacidad es especialmente necesaria para aquellas aguas que provengan de fuentes canales abiertos, depósitos con gran desarrollo de algas, o aguas regeneradas de baja calidad física. Quizá la proliferación de conducciones cerradas -menos propensas al ensuciamiento-, las cubiertas de malla de sombreado sobre los depósitos y el desarrollo de sistemas de regeneración de aguas urbanas más eficientes, ha ido condicionando a que el agricultor vaya prescindiendo de los filtros de arena. Cabría estudiar en qué medida esta tendencia pudiera estar influyendo en las tasas de obturación de goteros que se observan en la Isla.

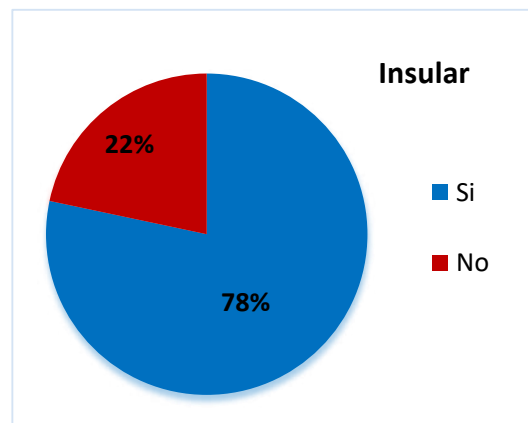
- **Idoneidad filtros de malla:**

- **Nivel insular:** se presentan los resultados derivados del análisis de la idoneidad del sistema de filtrado, en concreto:
 - a) Si los filtros de malla emplazados en el cabezal de riego responden a las necesidades en MESH especificadas por los fabricantes de los goteros que hay instalados en la finca
 - b) Si los caudales circulantes encajan en los valores asumibles por los filtros instalados

Esta variable fue evaluada en un total de 60 fincas, abarcando una superficie de 383 ha.

Tabla 35. Resultados de idoneidad de los filtros de malla a nivel insular

Idoneidad filtros malla	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Si	78%	318	47
No	22%	65	13
Total	100%	383	60



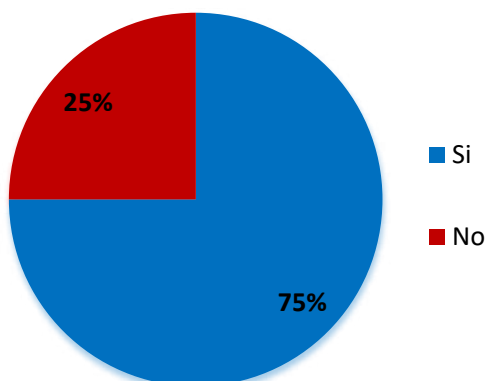
- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados derivados del análisis de la idoneidad del sistema de filtrado diferenciados por comarcas.

Tabla 36. Resultados de idoneidad de los filtros de malla a nivel comarcal

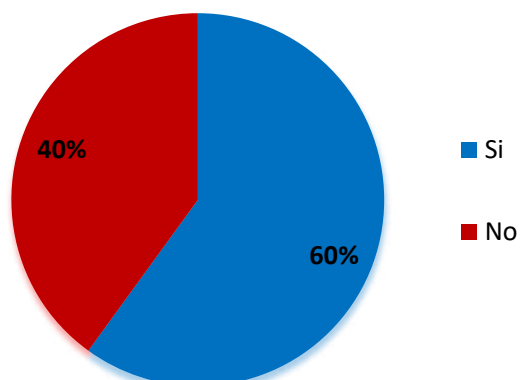
Comarcas	Idoneidad filtros malla	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Noroeste	Si	75%	140	21
	No	25%	35	7
Norte	Si	60%	26	6
	No	40%	13	4
Suroeste	Si	86%	111	12
	No	14%	17	2
Sur	Si	100%	42	8
	No	0%	0	0



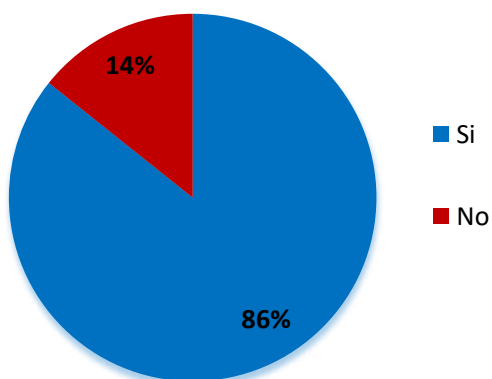
Noroeste



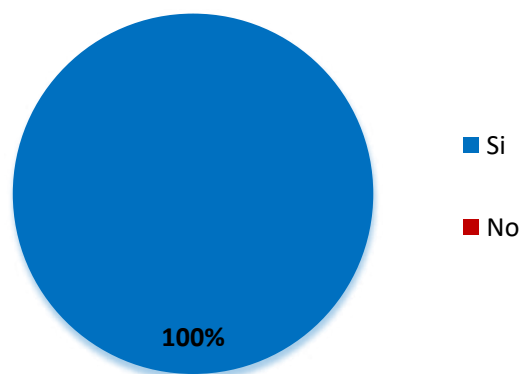
Norte



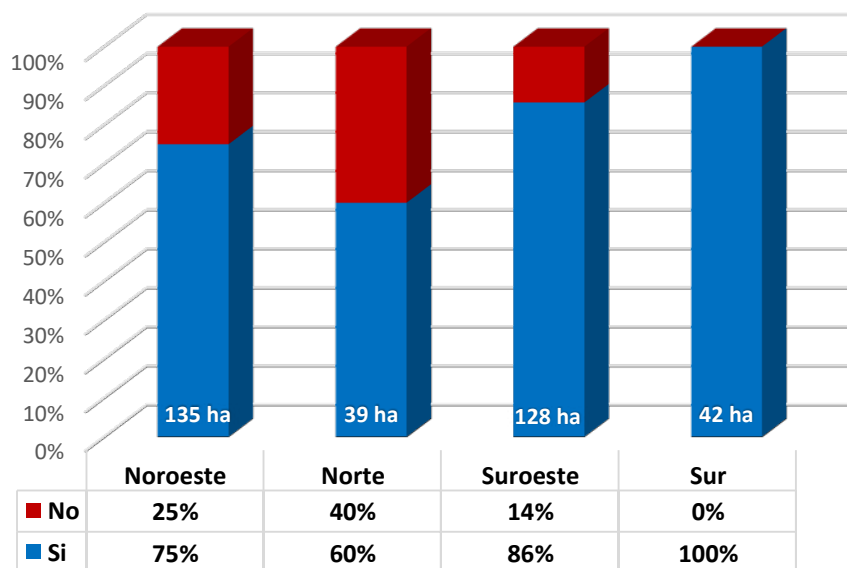
Suroeste



Sur



Idoneidad filtros malla



En relación con la idoneidad de los sistemas de filtrado en las fincas evaluadas, se destaca que el 78% de ellas cuenta con sistemas de filtrado dimensionados de manera apropiada. Esta cifra representa un total de 47 fincas, abarcando el 83% de la superficie total evaluada, que equivale a 318 hectáreas.

Al analizar esta característica por comarcas, se observa que las comarcas Noroeste y Norte son aquellas en las que presentan un mayor porcentaje de fincas donde el sistema de filtrado no es adecuado, incumpliendo con alguno de los requisitos previamente mencionados. Por otro lado, sobresale la comarca Sur, donde el 100% de las fincas evaluadas contaba con un sistema de filtrado idóneo.

d) Conclusiones

En la mayoría de los casos, los filtros operaban adaptados a los caudales de flujo de la finca. Se constató de forma generalizada un alto grado de sobredimensionado de los filtros de malla en términos de caudales nominales. No obstante, y a pesar de este sobredimensionado se constató que la razón del alto porcentaje de filtrado por malla observado no idóneo, radicó en que sus mallas tenían una luz de paso (mesh) que no satisfacían los requisitos que establecían los fabricantes de los goteros.

2.2.3.3. Método de riego: Análisis de potencias instaladas

a) Introducción:

En este apartado, entre otras cosas, se examina la prevalencia del riego por presión natural, frente a los sistemas de bombeo.

A pesar de que la mayoría de las fincas evaluadas se encuentran en la franja costera con poco desnivel, en ocasiones los depósitos se emplazan a elevadas cotas que permiten el riego por gravedad y que se encuentran fuera del ámbito de la finca –a veces compartidos–.

Se ha creído oportuno realizar el contraste entre la potencia de bombeo instalada respecto a la potencia mínima requerida en cada finca evaluada. Se han calculado estas últimas considerando la necesidad de vencer las pérdidas de carga de la red de riego

interior de la finca y cabezal, la cota del depósito respecto al cabezal, y una presión necesaria en el gotero más desfavorable para su correcto funcionamiento de 10mca.

A partir de los desfases de potencia resultantes se ha querido dar un dato estimado de la cantidad de energía que se emplea a nivel insular innecesariamente.

b) Puntualizaciones:

Los análisis se han realizado a nivel cabezal, es decir, cada valor obtenido resulta del estudio del equipo de bombeo de una finca. Se evaluaron un total de 63 explotaciones plataneras que sumaron en total 402Ha. Un 10% de la superficie platanera Insular.

Los estudios de contraste de potencia instalada vs. Potencia necesaria no se efectuaron en todos los casos, sólo se realizó en 35 explotaciones (224Ha). Las potencias instaladas son las que se observaron en las placas identificativas de los motores instalados. Las potencias necesarias son las que resultaron del cálculo de necesidades de presión para alimentar en condiciones óptimas el sector más desfavorable de cada finca, considerando sus caudales específicos, trazados de conducciones y diámetros reales empleados en el mismo.

c) Resultados

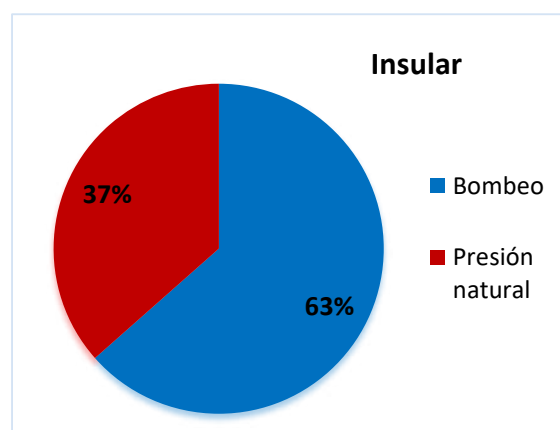
- ***Método de riego: presión natural/sistema de bombeo***

- **Nivel insular:** se presentan los resultados derivados del análisis sobre el método de riego de las fincas evaluadas.

Esta variable fue evaluada en un total de 63 fincas, abarcando una superficie de 402 ha.

Tabla 37. Resultados de método de riego a nivel insular

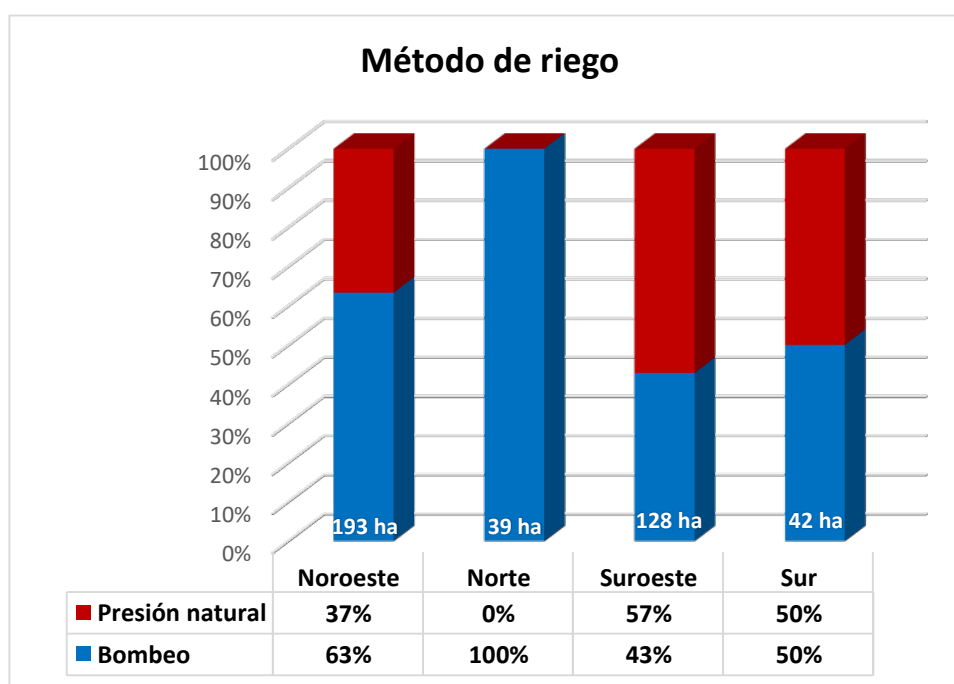
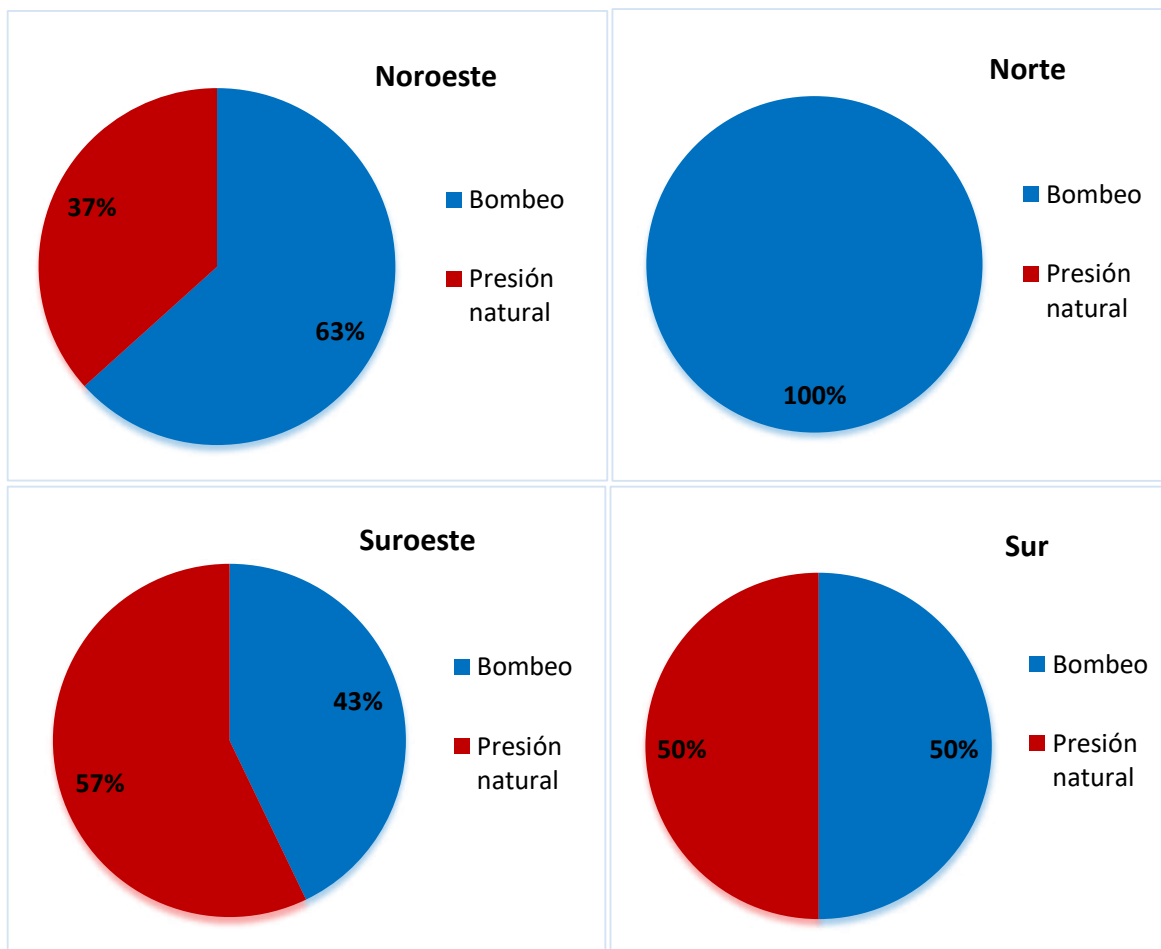
Método de Riego	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Bombeo	63%	241	40
Presión natural	37%	161	23
Total	100%	402	63



- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados derivados del análisis sobre el método de riego de las fincas evaluadas diferenciados por comarcas.

Tabla 38. Resultados de método de riego a nivel comarcal

Comarcas	Método de riego	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Noroeste	Bombeo	63%	123	19
	Presión natural	37%	70	11
Norte	Bombeo	100%	39	11
	Presión natural	0%	0	0
Suroeste	Bombeo	43%	54	6
	Presión natural	57%	74	8
Sur	Bombeo	50%	25	4
	Presión natural	50%	17	4



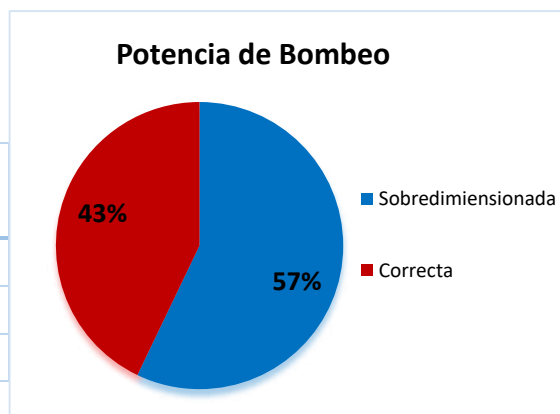
- **Potencia de Bombeo: Dimensionado correcto o Sobredimensionamiento**

- **Nivel insular:** se presentan los resultados derivados del análisis sobre la Potencia de bombeo instalada de las fincas evaluadas.

Esta variable fue evaluada en un total de 35 fincas, abarcando una superficie de 224 ha.

Tabla 39. Resultados de potencia de bombeo a nivel insular

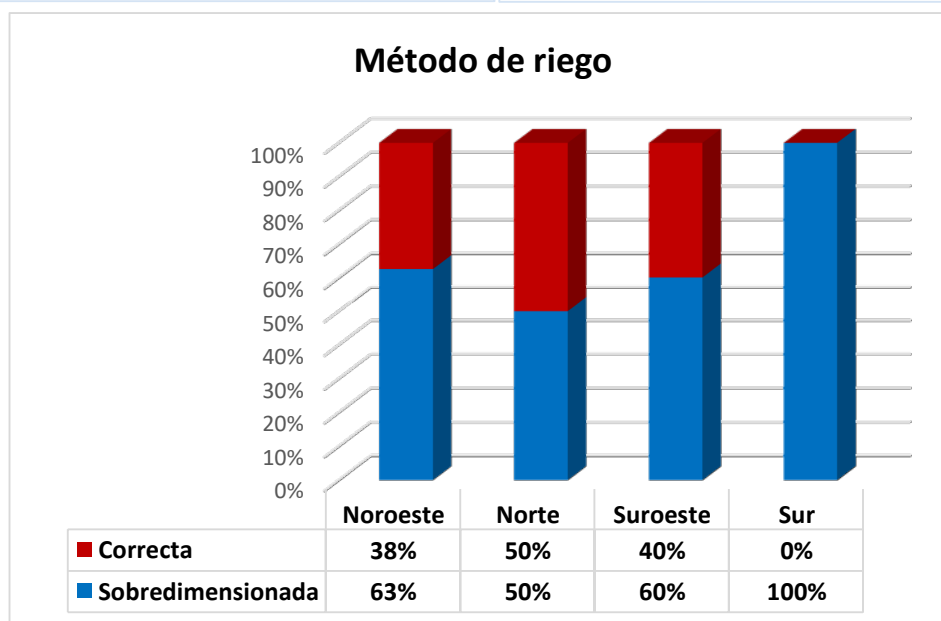
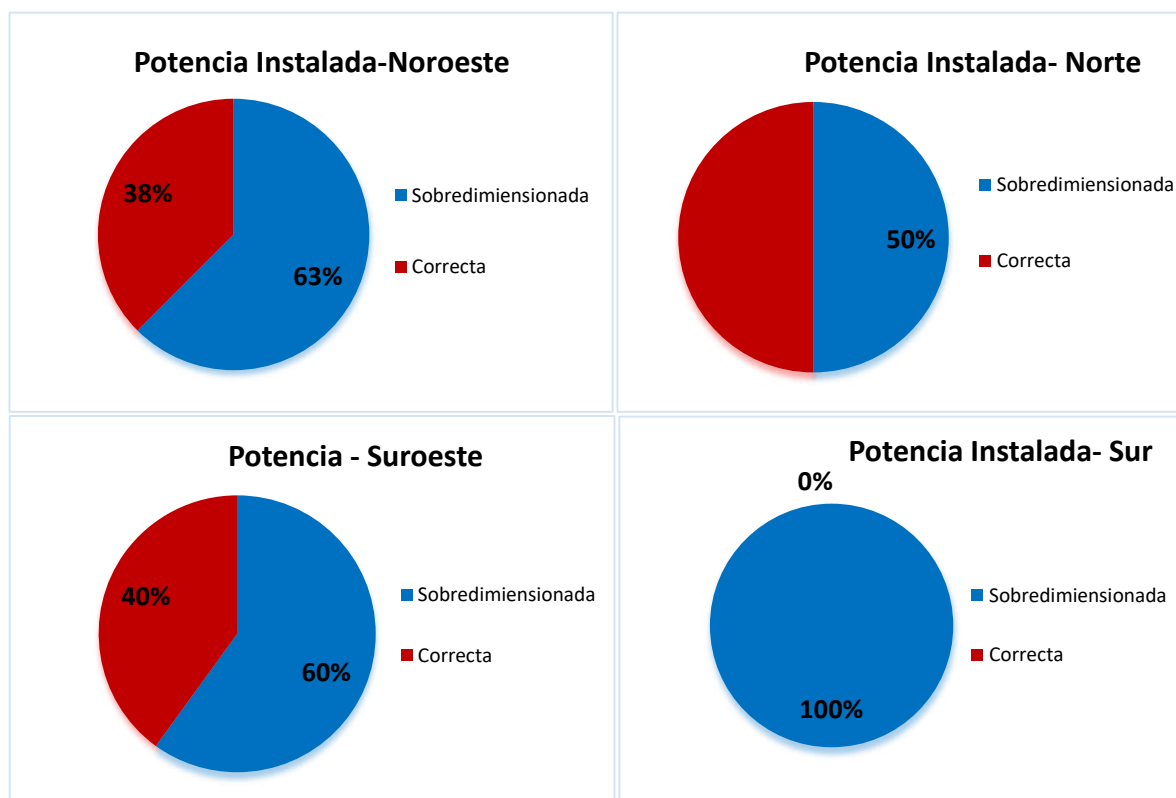
Potencia de Bombeo	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Sobredimensionada	57%	124	20
Correcta	43%	101	15
Total	100%	224	35



- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados derivados del análisis sobre la Potencia de bombeo Instalada de las fincas evaluadas diferenciados por comarcas.

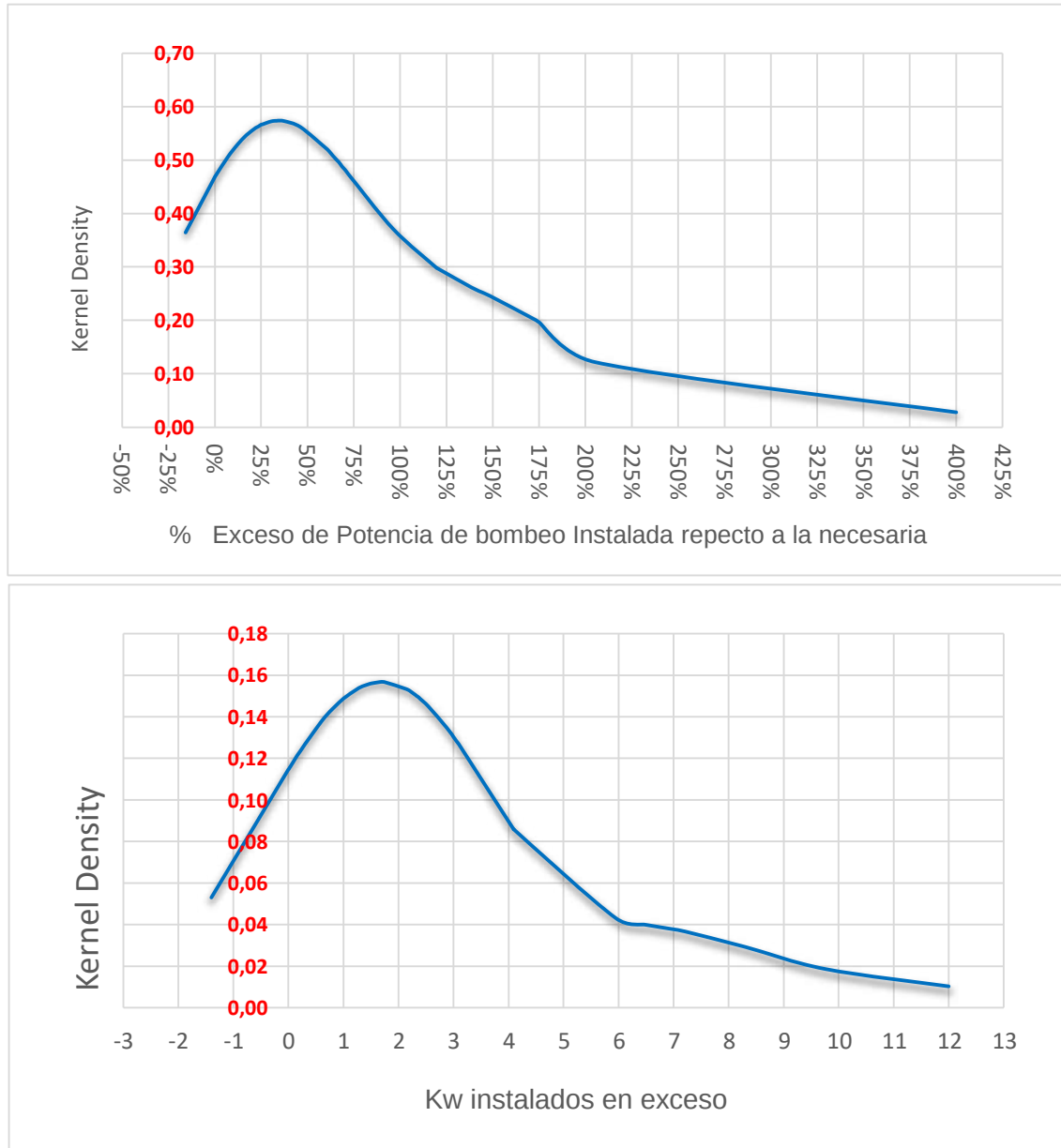
Tabla 40. Resultados de potencia de bombeo a nivel comarcal

Comarcas	Potencia de Bombeo	Porcentaje	Superficie (ha)	Nº fincas
Noroeste	Sobredimensionada	63%	74,5	10
	Correcta	38%	30,8	6
Norte	Sobredimensionada	50%	10,8	4
	Correcta	50%	20,2	4
Suroeste	Sobredimensionada	60%	31,0	3
	Correcta	40%	21,3	2
Sur	Sobredimensionada	100%	14,1	3
	Correcta	0%	0,0	0



A continuación, se representa el sobredimensionamiento de las potencias en términos absolutos (kW de exceso) y como porcentaje respecto a la necesaria por medio de un análisis de frecuencias ("Kernel Density") que aplica una función de estimación de densidad probabilística (Parzen, 1962). Es una técnica estadística utilizada para estimar la distribución de probabilidad de un conjunto de datos; de ella se obtiene una

representación suavizada de la distribución de los datos, permitiendo visualizar patrones y tendencias de manera más fluida.



d) Conclusiones

En la zona Sur, la influencia de la red de abastecimiento de agua regeneradas de BALTEN es relevante en este aspecto ya que es una

red que llega con suficiente presión como para no ser necesaria la instalación de un sistema de bombeo en el 50% de las fincas evaluadas. La otra mitad, suelen utilizar bombas solo en las ocasiones en que riegan a partir de un depósito propio, donde

realizan habitualmente mezcla de aguas (desaladas, regeneradas de BALTEN u otras procedencias).

Por otro lado, la orografía del terreno influye mucho en la zona suroeste por ubicación de depósitos en altas cotas, al igual que ocurre en la comarca Noroeste (más concretamente en la zona de Buenavista del Norte).

En cuanto al análisis de las Potencias instaladas en bombeo se concluye que en la mayoría de los casos –un 57% – éstas fueron superiores a las necesarias.

La función de probabilidad estimó que el porcentaje de exceso de potencias alrededor del cual se concentraron la mayoría de las bombas analizadas fue de un 37% de sobredimensionamiento respecto al potencia necesaria. En términos absolutos esto implicaba que, de forma generalizada, las potencias de las bombas instaladas superan en 1,74kW a la necesaria.

A continuación, se acompaña un cuadro donde se estima las implicaciones energéticas y el equivalente en emisiones de CO₂ del sobredimensionamiento de los equipos de bombeo en fincas plataneras. Se han contemplado dos escenarios de tiempo de utilización de los equipos de bombeo; 4 y 6 horas diarias; y se ha considerado que del total de explotaciones insulares (1148 según REGEPA) un 63,49% (datos recabados en este informe) riegan mediante grupo de bombeo.

Tabla 41. Datos partida para el cálculo de implicaciones energéticas por sobredimensionamiento de los equipos de bombeo

<i>Datos de Partida</i>	
1.148	Nº Explotaciones plataneras en Tenerife
63,49%	Prevalencia equipos de bombeo
729	Nº Explotaciones con bombeo TFE
1,74	Kw Exceso potencia unitaria
1.268	Kw Exceso potencia total Tenerife



Tabla 42. Estimación de implicaciones energéticas y emisiones de CO₂ de dos posibles escenarios

Funcionamiento bombeo		Exceso Energía anual		Tm/CO₂
4	horas/día	1.852	Mwh/año	713
6	horas/día	2.778	Mwh/año	1.069

En 11 de las 37 fincas en las que se calcularon las potencias necesarias, se constató que la potencia instalada duplicaba las necesidades reales de la instalación. En la mayoría de ellas la sobredimensión la motivaba la reutilización de antiguas bombas de riegos por aspersión que el propietario habían decidido mantener pese a los menores requerimientos de presión y caudal de los nuevos sistemas de riego localizado que se instalaban.

El grado de implantación de variadores de frecuencia que adapten la potencia consumida por la bomba a las variables necesidades presión que normalmente presentan los sectores de riego por su diferente cota de emplazamiento, es nula. Sin lugar a dudas esta sería la medida que más incidiría en la mejora de la eficiencia energética de las explotaciones plataneras, especialmente en aquellas comarcas que presentan una mayor pendiente en el terreno.

2.2.4. Evaluación sistema de riego

2.2.4.1. Coeficiente de uniformidad de distribución

a) Introducción:

La variable objeto de estudio en esta sección es el coeficiente de uniformidad de distribución del agua dentro de una parcela (o subunidad de riego). Viene a expresar el grado de paridad entre los volúmenes de agua que recibe las plantas entre sí después de un mismo tiempo de riego dentro de la superficie evaluada (normalmente una huerta). Se exponen los resultados obtenidos de los coeficientes de uniformidad realizados en las fincas evaluadas.

b) Puntualizaciones:

El estudio realizado para el coeficiente de uniformidad se ha efectuado considerando subunidades de riego como unidad poblacional, tanto a nivel insular como comarcal.

Una subunidad de riego se refiere a un área específica que se abastece de agua a través de una misma tubería terciaria. En este contexto, la tubería terciaria suministra el agua a la subunidad, y desde esta parcela se distribuye a través de laterales de riego que cubren la superficie cultivada.

En este caso, los porcentajes que se representan en el eje X de las gráficas, se trata de los propios porcentajes de coeficiente de uniformidad evaluados en las subunidades.

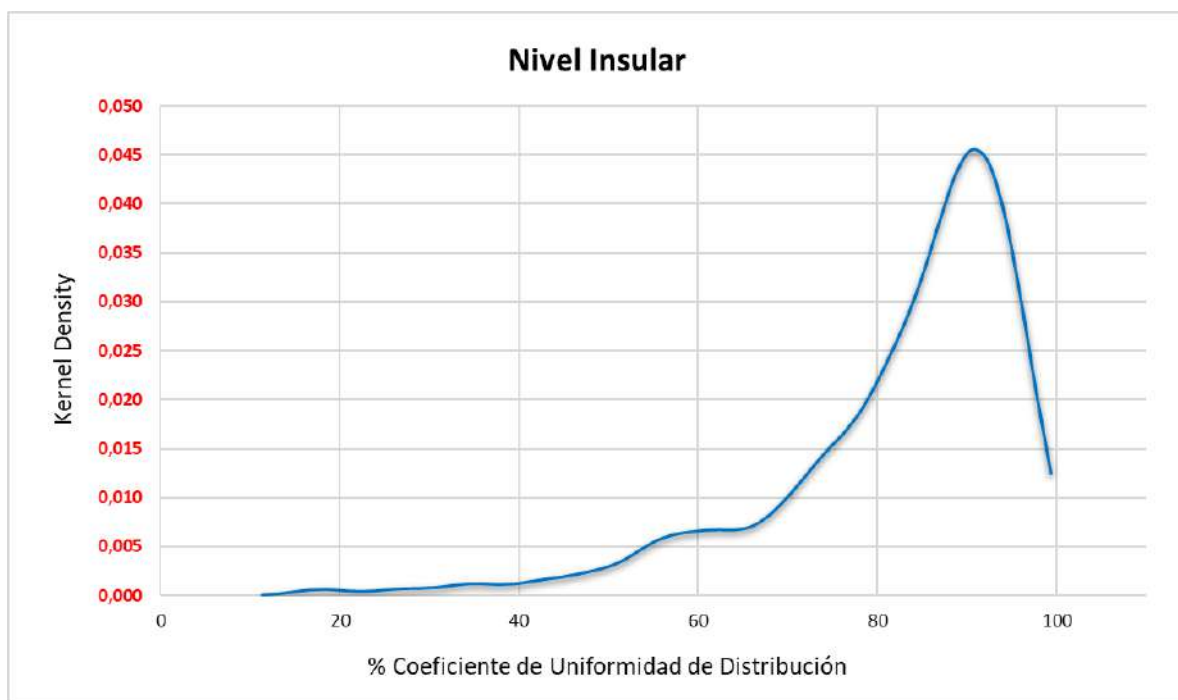
En el eje Y ("Kernel Density") se representa el cálculo de función de estimación de densidad probabilística (Parzen, 1962). Es una técnica estadística utilizada para estimar la distribución de probabilidad de un conjunto de datos; de ella se obtiene una representación suavizada de la distribución de los datos, permitiendo visualizar patrones y tendencias de manera más fluida.

Se considera que como aceptable un coeficiente de uniformidad cuando este alcanza el 80%, según la metodología de Merrian y Keller (1978).

c) Resultados:

- **Nivel insular:** se presentan los resultados derivados de los coeficientes de uniformidad a nivel insular.

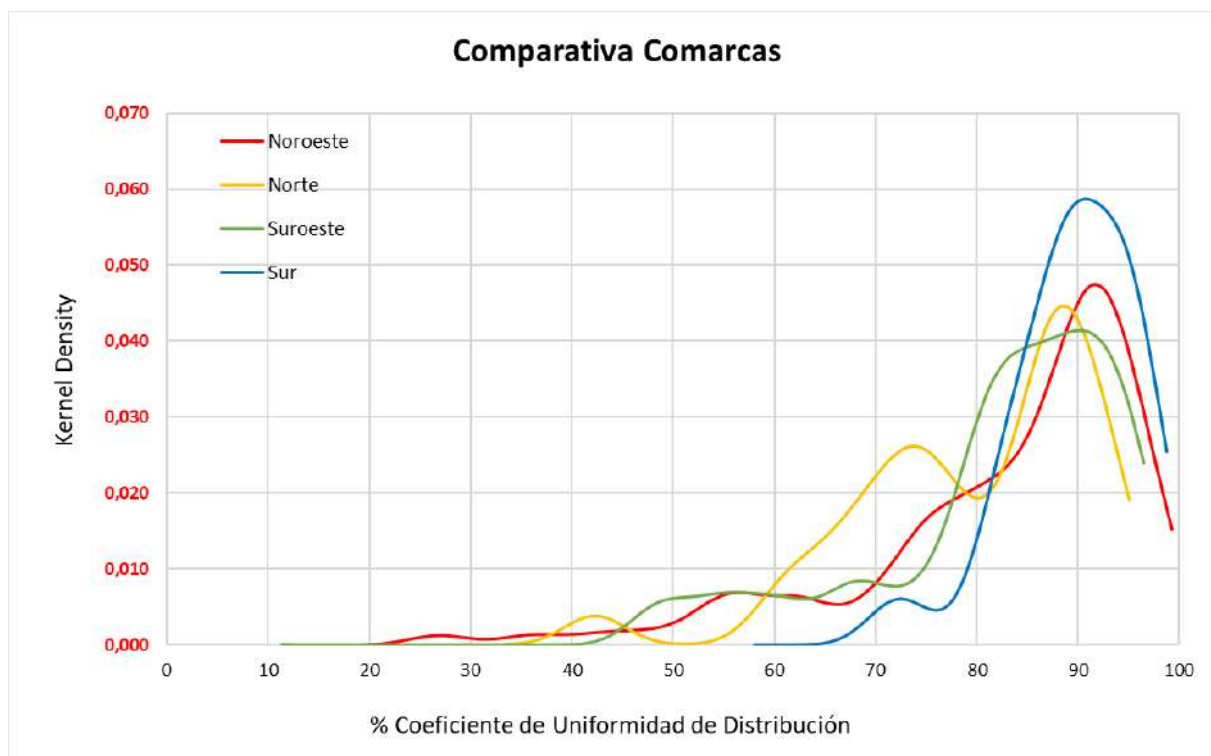
Esta variable fue evaluada en un total de 210 subunidades.



- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados diferenciados por comarcas.

Tabla 43. Resultados de Coeficientes de Uniformidad de Distribución por comarcas

Comarca	Subunidades evaluadas	Promedio (%)
Noroeste	102	81,9
Norte	35	78,6
Suroeste	51	80,7
Sur	22	88,2
Total	210	81,7



En términos generales, se observa que un elevado porcentaje de subunidades exhibe coeficientes de uniformidad de distribución altos. Aproximadamente el 70% de las subunidades evaluadas presentaron coeficientes de uniformidad en el rango del 80 al 95%, siendo el promedio insular de 82%.

En cuanto a la comparativa por comarcas se puede extraer que en la comarca sur las explotaciones presentan los coeficientes de uniformidad más altos (promedio de 88%), siendo la comarca norte donde se han determinado los valores más bajos, con un promedio del 79%.

d) Conclusiones

Se destaca la relevancia de un elevado porcentaje de subunidades con coeficientes de uniformidad altos, lo que sugiere que podría venir determinado principalmente por la capacidad de autocompensación de los emisores de riego, siendo aquellos que aseguran un caudal estable independientemente de las fluctuaciones de presión que pueda haber dentro de la propia finca.

Esta conclusión se sustenta en los datos presentados en la tabla siguiente, donde se observa que en la comarcas norte y noroeste, donde se registró una prevalencia de goteros no autocompensantes del 16% y 8% respectivamente, fueron aquellas donde se obtuvieron peores coeficientes de uniformidad de distribución.

Tabla 44. Relación de resultados de coeficientes de uniformidad con capacidad de autocompensación de los goteros

Comarcas	Auto-compensación	Porcentaje	Promedio Coef. Uniformidad
Noroeste	Si	98%	82%
	No	2%	
Norte	Si	84%	79%
	No	16%	
Suroeste	Si	92%	81%
	No	8%	
Sur	Si	100%	88%
	No	0%	

2.2.4.2. Coeficiente de variación en emisores de los caudales medios (Q_m) respecto a caudales nominales (Q_n)

a) Introducción:

La variable objeto de estudio en esta sección es la desviación registrada en los emisores de los caudales medios respecto a caudales nominales. Sobre estas desviaciones influyen los siguientes factores:

- Presencia de obturaciones (disminución de caudal)
- Desgaste por obsolescencia (disminución de caudal)
- Coeficiente de variación de fabricación
- Incapacidad de autocompensación de presiones

A partir de los volúmenes de agua recogidos para realizar el cálculo del coeficiente de uniformidad, se calcula el coeficiente de variación en emisores, dividiendo

el agua total recogida entre el número de emisores del muestreo. Este caudal se compara con el caudal teórico del emisor señalado por el fabricante.

b) Puntualizaciones:

Como en el caso anterior (coeficiente de uniformidad), se ha efectuado considerando subunidades de riego como unidad poblacional. Además, también ha realizado el cálculo de función de estimación de densidad probabilística para la representación de los resultados.

En este caso en particular, además de analizar la variable de manera conjunta a nivel insular y realizando la comparativa comarcal, se ha querido incorporar también resultados de manera diferenciada teniendo en cuenta goteros de caudal bajo (aquellos de 2 l/h, 2,2 l/h, 2,3 l/h, etc.) por un lado y, los de caudales altos (3,5, 3,8, 4 l/h, etc.) por otro, con el objetivo de ver si se detectan diferentes patrones.

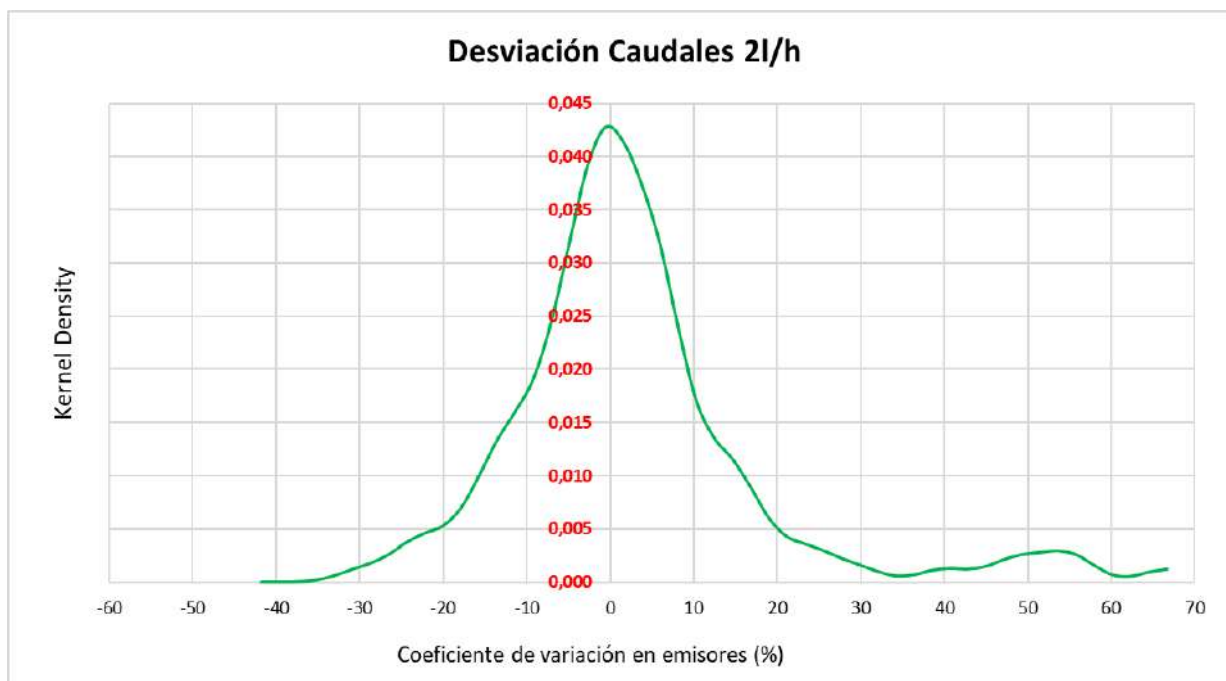
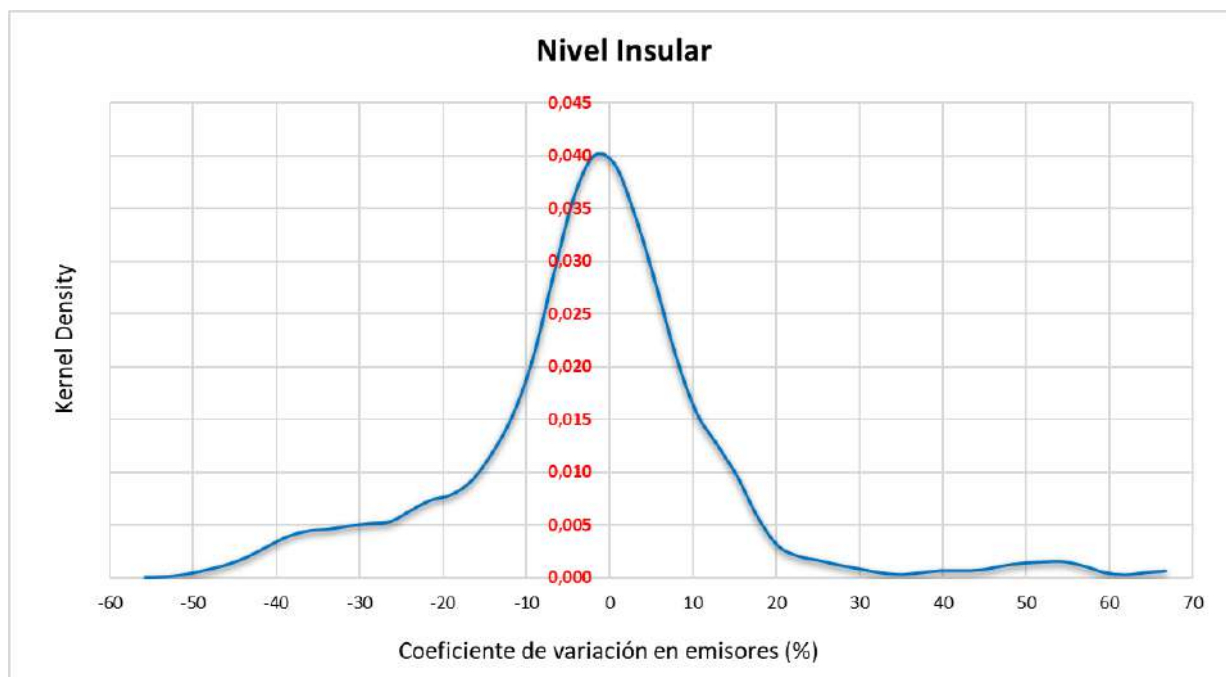
Se da por adecuadas variaciones de $\pm 5 - 7\%$, que puede darse por el propio coeficiente de variación de fabricación.

Valores fuera de estos rangos indicarían la presencia de efectos de desgaste debido al manejo del sistema de riego, así como a su antigüedad.

c) Resultados:

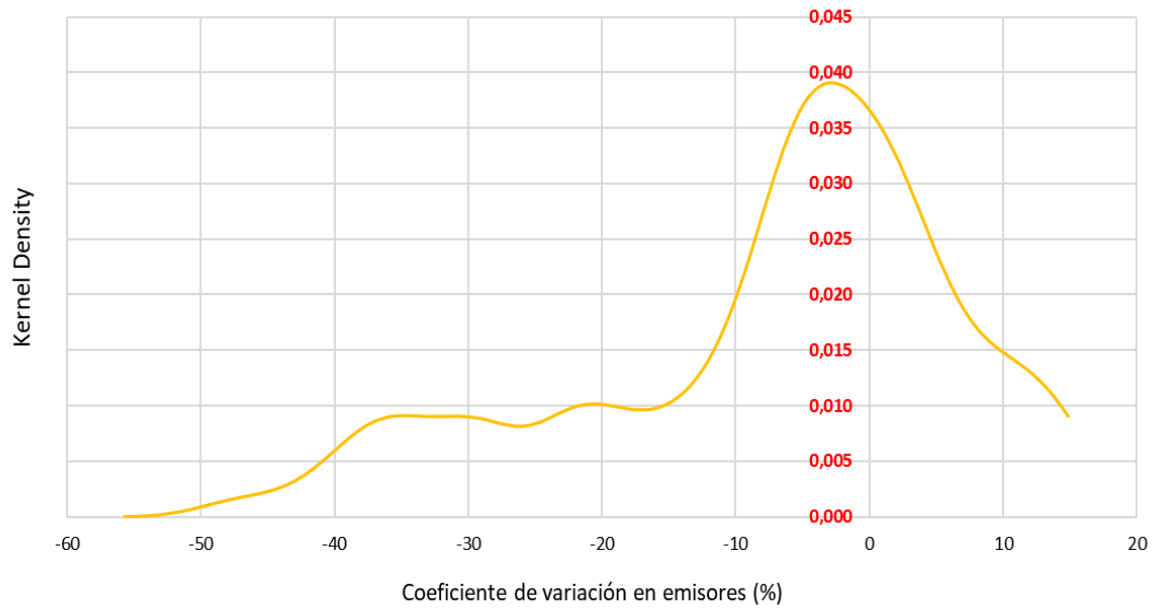
- **Nivel insular:** se presentan los resultados a nivel insular, tanto de los resultados globales, como aquellos diferenciados por tipologías de goteros de diferente caudal.

Esta variable fue evaluada en un total de 210 subunidades.

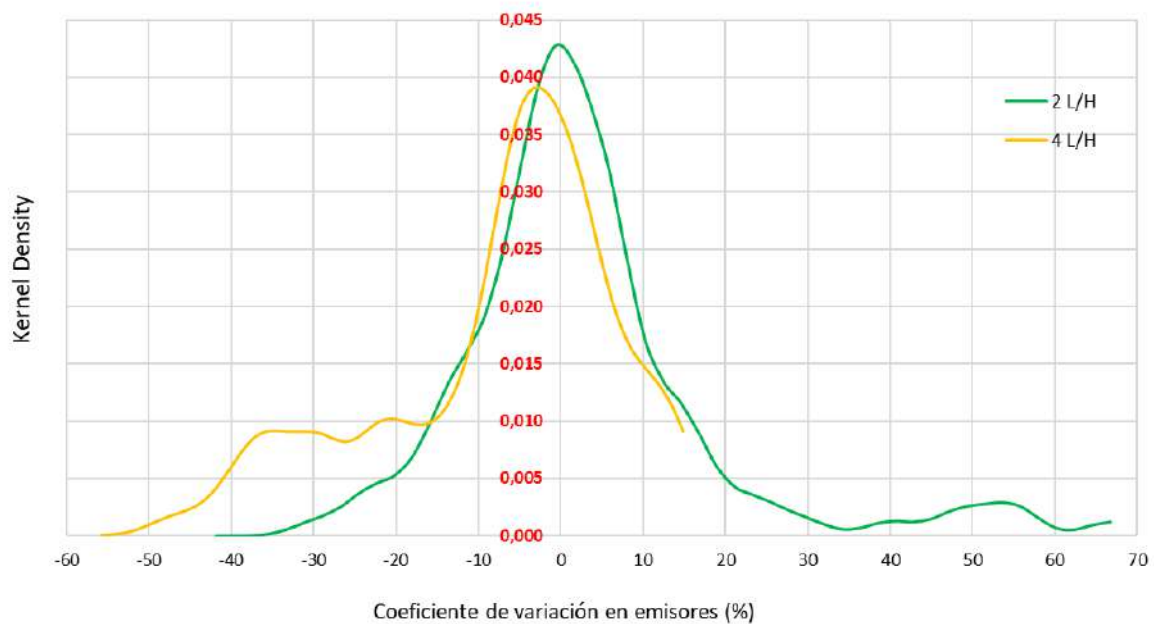




Desviación Caudales 4 l/h



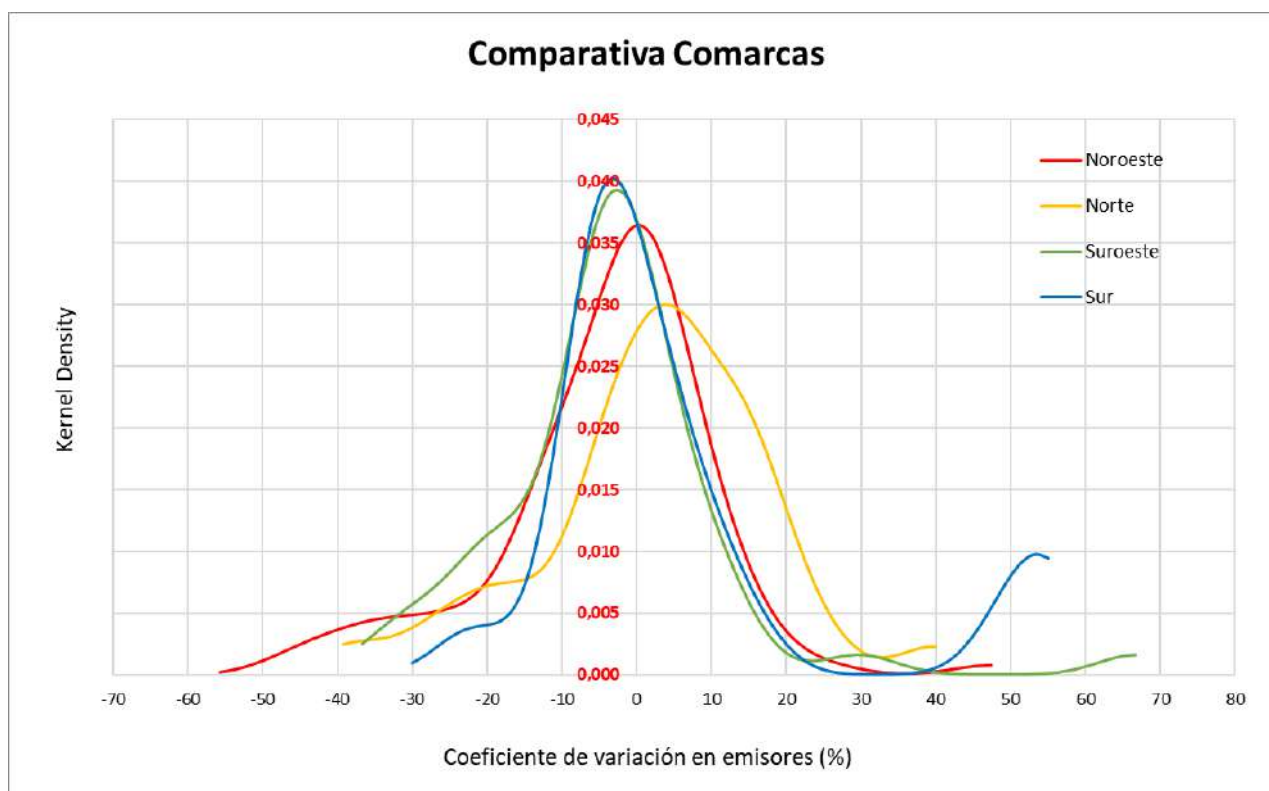
Comparativa Caudales Nominales



- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados con una gráfica comparativa por comarcas.

Tabla 45. Resultados de Coeficiente de variación en emisores de los caudales medios (Qm) respecto a caudales nominales (Qn) por comarcas

Comarca	Subunidades evaluadas	Promedio (%)
Noroeste	102	-4,7
Norte	35	1,2
Suroeste	51	-4,1
Sur	22	4,5
Total	210	-2,6



d) Conclusiones

El 25% de las subunidades evaluadas a nivel insular presenta un coeficiente de variación en emisores que supera el rango considerado como adecuado (5-7%). En

cuanto al análisis de si los caudales tienden a ser mayores o menores que los esperados, reseñar que a pesar de que la campana de distribución observada tiende a la normalidad, parece haber una ligera tendencia a que tienen más peso las obturaciones que el registro de caudales superiores a los nominales. Estos desajustes cobran importancia cuando el agricultor riega por tiempo, pudiendo estar aportando una dotación por planta y riego menor o superior o a la esperada en cada caso.

Como se aprecia de manera clara en el gráfico anterior, la comarca norte es aquella que presenta un mayor número de subunidades con goteros con desviaciones positivas, además de la comarca sur, que presenta un pico en desviaciones de más del 50%.

Adicionalmente, es relevante señalar que el 57% de las subunidades evaluadas presentaban obturaciones en los goteros, obteniendo caudales inferiores a los nominales.

En cuanto al análisis diferenciado por tipología de caudales (de alto y bajo caudal), es difícil sacar conclusiones. Según lo observado en las evaluaciones realizadas, los goteros de mayor caudal presentaron un mayor índice de obturaciones, con un promedio de -8,10%. En contraste, los goteros de menor caudal registraron un promedio de 2,50%. Sin embargo, es crucial destacar el carácter multivariable de los motivos de una obturación: mantenimiento insuficiente del sistema de riego, filtrado ineficiente, calidad química y física del agua, fertilización no controlada (presencia de precipitados), inyección periódica de materia orgánica, entre otros.

Hay que reseñar la sorpresa en primera instancia de los resultados obtenidos en la gráfica comparativa de los coeficientes de variación en emisores en función del caudal nominal agrupados en dos (de alto y bajo caudal). Como se refleja de manera clara en las gráficas presentadas, los goteros de mayor caudal (4 l/h) con mayores secciones de paso y potencialmente menos sensibles a obturaciones son aquellos donde se obtuvieron mayores coeficientes de variación negativos. Cabe destacar que un gran porcentaje los goteros de 4l/h evaluados no fueron autocompensantes, lo que sugiere que es posible que los problemas no se deban realmente a obstrucciones, sino una disminución en la emisión de caudal debido a la falta de presión.

Se constata también que los coeficientes de variación negativos están asociados principalmente a los goteros de mayor antigüedad con mayor tiempo de utilización.

2.2.4.3. Desfase de caudales

a) Introducción:

La variable objeto de estudio en esta sección es el desfase de caudales. Se exponen los resultados obtenidos de los desfases de caudales realizados en las fincas evaluadas, tanto a nivel insular como comarcal.

Cabe recordar que este desfase se define como la relación entre el caudal teórico de riego que debería de circular por la instalación, frente al caudal real obtenido al realizar la prueba (mediante lecturas del contador que se encuentra en el cabezal de riego).

El rango de desfase que se considera como adecuado es entre $\pm 0-15\%$.

Un desfase positivo puede ser resultado de varios factores, entre ellos:

- Mal funcionamiento de las válvulas debido a fallos en el solenoide o pequeñas fugas causadas por falta de estanqueidad.
- Fugas de la instalación de riego, como cortes de barretas en las mangueras de riego, fugas en tramos de instalación enterrados y/o juntas de los laterales de riego que ceden debido a presiones excesivas o por pisadas.

Por el contrario, un desfase negativo es consecuencia de un caudal inferior al teóricamente esperado, cuya principal causa podría ser la presencia de obturaciones en los emisores.

b) Puntualizaciones:

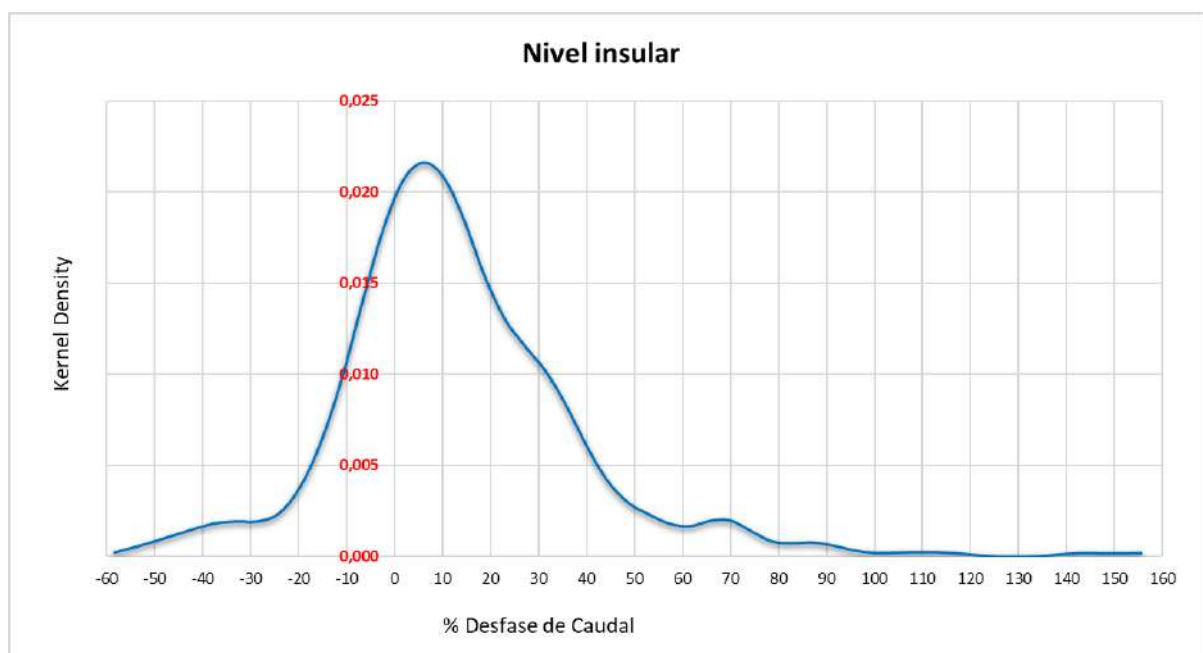
El estudio realizado para el desfase de caudal se ha efectuado considerando el sector de riego como unidad poblacional.

Se destaca que, si bien este dato tiene grandes implicaciones en la eficiencia del uso del agua dado que valora las fugas de agua en las instalaciones, no dejan de ser el análisis con mayor volatilidad de todos los estudiados pues retrata un momento puntual de la instalación.

c) Resultados:

- **Nivel insular:** se exponen los resultados obtenidos a nivel insular.

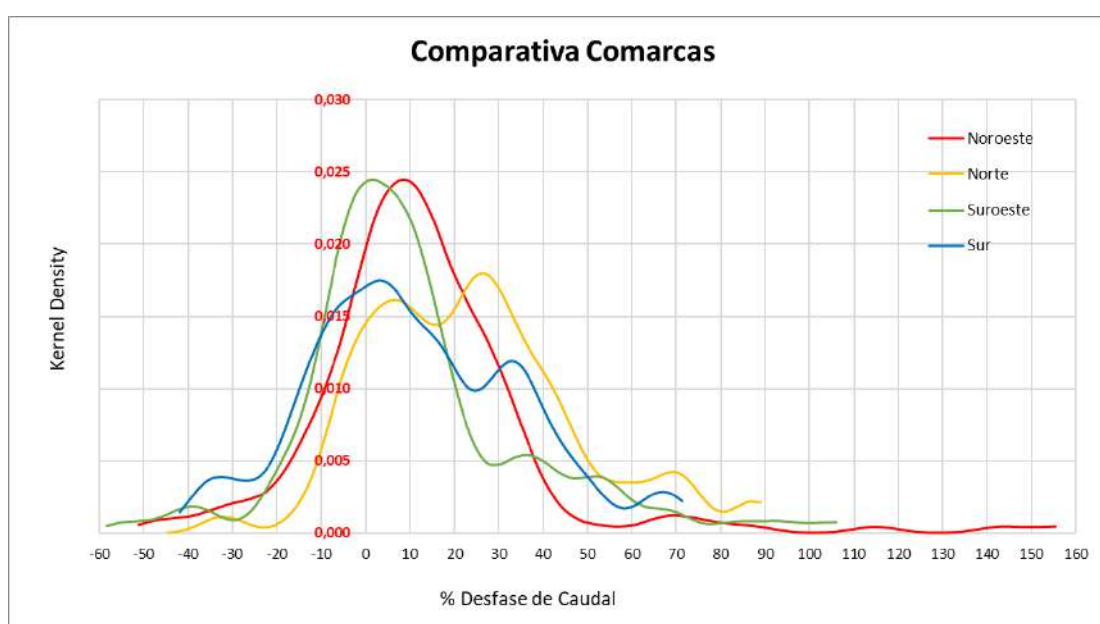
Se evaluó para un total de 436 sectores de riego, lo que abarca una superficie de 381 ha.



- **Nivel comarcal:** se exponen los resultados obtenidos a nivel comarcal.

Tabla 46. Resultados de desfase de caudales por comarcas

Comarca	Sectores evaluados	Superficie (ha)	Promedios (%)	Promedios ponderados sup. (%)
Noroeste	187	178	20,8	16,2
Norte	69	35	29,2	24,6
Suroeste	109	127	22,1	11,5
Sur	71	41	24,4	13,3
Total	436	381	23,2	14,3



En el análisis de los desfases de caudal de los sectores evaluados, se observó que el 73% presentan desfases positivos, no obstante, sólo el 39% se encuentran fuera del rango considerado como adecuado (superior a un 15% de desfase) .

En términos generales, se concluye que los desfases de caudales positivos resultantes de las evaluaciones realizadas son muy altos, con un promedio insular del 23%. Se destaca que, al igual que se dio en el caso de los coeficientes de uniformidad, la comarca norte es aquella que exhibe peores resultados, en concreto, un promedio de 30%.

d) Conclusiones

Aunque en términos generales se hayan obtenido resultados satisfactorios a nivel insular en cuanto a los coeficientes de uniformidad se refiere, es crucial destacar la relevancia de los resultados de desfase de caudal. Se observa que numerosas fincas evaluadas presentan desfases positivos significativos. Este hallazgo subraya la importancia crítica de realizar cálculos precisos y mantener un control continuo de los consumos por sectores en las fincas, resaltando la necesidad de abordar y corregir cualquier desviación para hacer un uso más eficiente del agua.

Esta comprobación específica es una de las más simples, pero de las más importantes a la hora de evaluar el estado del sistema de riego en una finca. Este cálculo en particular tiene el potencial de ahorrar una considerable cantidad de agua al detectar fugas por cada uno de los sectores de riego.

2.2.4.3.1. Análisis del impacto del desfase de caudales en términos de pérdidas de volúmenes de agua a nivel insular

Se ha querido realizar el cálculo de la cantidad de agua que, a partir de los porcentajes de desfase de caudales obtenidos en este apartado, pudieran considerarse como los volúmenes Insulares (y comarcales) que se están perdiendo por fugas en los sistemas de riego de la platanera.

Los consumos históricos y óptimos que demanda el cultivo de la platanera en Tenerife, y que se utilizarán para el cálculo y sus comparativas, son los disponibles a partir de las siguientes referencias:

- I. *Estudio de la demanda anual óptima (año 2023) para platanera cultivada en Tenerife:* Elaboración propia ORT a partir de las Recomendaciones semanales publicadas por AGROCABILDO en 2023 (metodología FAO-56 sobre datos agroclimáticos locales).

Tabla 47. Estudio de la demanda anual óptima (año 2023) para platanera cultivada en Tenerife

Municipio	Superficie Platanera 2021 (ha)		REC. AGROCARB 2023 (m³/ha y año)		Dotación OPTIMA Hm³/año		
	AIRE LIBRE	INVERNADERO	AIRE LIBRE	INVERNADERO	AIRE LIBRE	INVERNADERO	TOTAL
Buenavista del norte	269,3	63,6	8.615	6.461	2,32	0,41	2,73
Los Silos	394,2	35,0	8.445	6.873	3,33	0,24	3,57
Garachico	82,5	3,6	8.445	6.873	0,70	0,02	0,72
El Tanque	0,1	0,0	8.445	6.873	0,00	0,00	0,00
Icod de los Vinos	90,5	9,4	7.759	5.819	0,70	0,05	0,76
La Guancha	80,6	10,8	7.759	5.819	0,63	0,06	0,69
San Juan de la Rambla	10,1	0,0	7.759	5.819	0,08	0,00	0,08
Puerto de la Cruz	136,1	0,0	6.808	5.106	0,93	0,00	0,93
La Orotava	134,0	1,5	6.808	5.106	0,91	0,01	0,92
Los Realejos	80,5	0,1	6.808	5.106	0,55	0,00	0,55
Santa Ursula	0,1	0,0	8.807	7.063	0,00	0,00	0,00
La Victoria de Acentejo	0,1	0,0	8.807	7.063	0,00	0,00	0,00
La Matanza de Acentejo	5,7	2,4	8.807	7.063	0,05	0,02	0,07
El Sauzal	0,0	0,0	8.807	7.063	0,00	0,00	0,00
Tacoronte	2,5	20,0	8.807	7.063	0,02	0,14	0,16
San Cristobal de La Laguna	149,8	66,4	8.807	7.063	1,32	0,47	1,79
Tegueste	0,0	0,0	8.807	7.063	0,00	0,00	0,00
Santa Cruz de Tenerife	1,5	0,0	9.417	8.863	0,01	0,00	0,01
El Rosario	0,0	0,0	9.417	8.863	0,00	0,00	0,00
Candelaria	0,3	1,7	9.417	8.863	0,00	0,02	0,02
Arafo	0,0	8,6	9.417	8.863	0,00	0,08	0,08
Güimar	10,1	80,3	9.417	8.863	0,10	0,71	0,81
Arico	4,4	34,7	9.417	8.863	0,04	0,31	0,35
Fasnia	0,0	0,0	9.417	8.863	0,00	0,00	0,00
Granadilla de Abona	0,1	69,0	11.326	9.059	0,00	0,63	0,63
Arona	112,1	626,0	11.326	9.059	1,27	5,67	6,94
San Miguel de Abona	5,9	74,9	11.326	9.059	0,07	0,68	0,75
Vilaflor	0,0	0,0	0	0	0,00	0,00	0,00
Adeje	252,9	130,6	11.581	9.321	2,93	1,22	4,15
Guía de Isora	671,7	212,0	11.801	8.851	7,93	1,88	9,80
Santiago del Teide	51,8	4,2	11.801	8.851	0,61	0,04	0,65
TOTAL	2.547	1.455	9.616	8.692	24,49	12,65	
TOTAL	4.002				37,14		

II. *Adaptado del Estudio sobre consumos hídricos agrícolas, evaluación de sistemas de riego y estimación de la eficiencia de los regadíos de la isla de Tenerife. Diciembre de 2005. Superficies de platanera actualizadas a 2021.*

Tabla 48. Adaptado del Estudio sobre consumos hídricos agrícolas (2005)

Municipios	POR MUNICIPIO			POR ZONA			
	Consumo Unitario medio ponderado (S) m ³ /ha año	Superficie total de cultivo por municipio (ha)	Consumo global (Cultivo por municipio) Hm ³	Consumo Unitario medio ponderado (S) m ³ /ha año	Superficie total de cultivo por ZONA (ha)	Consumo global (Cultivo por zona)	Suma de los municipios
Buenavista	11.540	332,9	3,84	11.020	848,11	9,35	9,40
Los Silos	10.811	429,1	4,64				
Garachico	10.657	86,1	0,92				
Icod	9.062	100,0	0,91	9.611	201,41	1,94	1,92
La Guancha	9.672	91,4	0,88				
S. J. de la Rambla	13.282	10,1	0,13				
Pto. Cruz	15.011	136,1	2,04	10.796	352,23	3,80	4,08
La Orotava	10.280	135,6	1,39				
Los Realejos	8.000	80,5	0,64				
Sta. Úrsula	6.503	0,1	0,00	6.503	30,89	0,20	0,20
La Victoria	6.503	0,1	0,00				
La Matanza	6.503	8,2	0,05				
El Sauzal	6.503	0,0	0,00				
Tacoronte	6.503	22,5	0,15				
La Laguna	10.574	216,3	2,29	10.574	217,77	2,30	2,30
Tegueste	10.574	0,0	0,00				
S/C de Tenerife	10.574	1,5	0,02				
El Rosario	10.574	0,0	0,00				
Candelaria	11.623	2,0	0,02	11.623	101,00	1,17	1,17
Arafo	11.623	8,6	0,10				
Güimar	11.623	90,4	1,05				
Arico	10.329	39,1	0,40	10.329	108,20	1,12	1,12
Fasnia	10.329	0,0	0,00				
Granadilla	10.329	69,1	0,71				
Arona	12.101	738,2	8,93	12.028	818,97	9,85	9,87
San Miguel	11.608	80,8	0,94				
Vilaflor		0,0	0,00				
Adeje	13.826	383,4	5,30	13.795	1.323,03	18,25	18,25
Guía de Isora	13.767	883,7	12,17				
Santiago del Teide	14.067	55,9	0,79				
TOTAL		4.002	48,32			47,98	48,32

- III. *Adaptado del Plan Hidrológico de Tenerife. 2º ciclo 2015-2021 y que se avala en el Balance Hidrológico Insular. En la adaptación se relacionan los consumos unitarios que utiliza el PHT (Instrucción de Planificación Hidrológica y Plan de Regadíos de Canarias) con las superficies de cultivo actualizadas de 2021.*

Tabla 49. Adaptado del Plan Hidrológico de Tenerife

	Consumos Unitarios (m ³ /ha y año)	Sup cultivada 2021 (ha)	Hm ³ /año
Platanera AL	11.993	2.547	30,5
Platanera INV	12.160	1.455	17,7
TOTALES	12.054	4.002	48,2

Parece oportuna la utilización de la demanda óptima reseñada en I) para la estimación de los volúmenes perdidos. De referirla a estudios de consumos reales, se podría estar incurriendo en una doble consideración ya que éstos ya llevan implícitos dichos volúmenes de pérdida.

Tabla 50. Resultados de volúmenes perdidos asociados a fugas a partir de las dotaciones óptimas y de los resultados de pérdidas de caudal promedios ponderados por superficie

	Dotación OPTIMA (Hm ³ /año)	Pérdidas de cadual. Promedios ponderados según superficie (%)	Volumen perdido asociado a fugas (Hm ³)
Noroeste	8,5	16,2	1,38
Norte	4,4	24,6	1,09
Suroeste	14,6	11,5	1,68
Sur	9,6	13,3	1,27
TOTAL			5,42

Cabe reseñar por lo tanto que, aun considerando dotaciones óptimas, el volumen de agua perdida por fugas que cabría esperar dado el desfase positivo de caudales registrado (436 sectores de riego y 381Ha analizadas) es de 5,42Hm³ anuales.

Este volumen calculado, que conceptualmente es el mínimo considerable por su procedencia numérica, justifica en parte el exceso de agua observado en la comparativa realizada a continuación entre la dotación óptima Insular según la ORT y Sistema de recomendación AGROCABILDO para el año 2023 (excepcionalmente seco y cálido), respecto a la evaluada en el estudio de Consumo de 2005 y en el PHT para la platanera:



Tabla 51. Comparativa entre la dotación óptima insular según la ORT y Sistema de recomendación AGROCABILDO para el año 2023

Municipio	DOTACION OPTIMA 2023 (m³/ha y año)	ADAPTAC. ESTUDIO CONSUMOS 2005 (m³/ha y año)	PHT	SOBREDOTACION	
				Hm³/año	%
Buenavista del norte	2,73	3,84	48,20	1,11	41%
Los Silos	3,57	4,64		1,07	30%
Garachico	0,72	0,92		0,20	27%
El Tanque	0,00	0,00			
Icod de los Vinos	0,76	0,91		0,15	20%
La Guancha	0,69	0,88		0,20	28%
San Juan de la Rambla	0,08	0,13		0,06	71%
Puerto de la Cruz	0,93	2,04		1,12	120%
La Orotava	0,92	1,39		0,47	51%
Los Realejos	0,55	0,64		0,10	18%
Santa Ursula	0,00	0,00			
La Victoria de Acentejo	0,00	0,00			
La Matanza de Acentejo	0,07	0,05		-0,01	-22%
El Sauzal	0,00	0,00			
Tacoronte	0,16	0,15		-0,02	-10%
San Cristobal de La Laguna	1,79	2,29		0,50	28%
Tegueste	0,00	0,00			
Santa Cruz de Tenerife	0,01	0,02		0,00	12%
El Rosario	0,00	0,00			
Candelaria	0,02	0,02		0,01	30%
Arafo	0,08	0,10		0,02	31%
Güimar	0,81	1,05		0,24	30%
Arico	0,35	0,40		0,05	16%
Fasnia	0,00	0,00		0,00	10%
Granadilla de Abona	0,63	0,71		0,09	14%
Arona	6,94	8,93		1,99	29%
San Miguel de Abona	0,75	0,94		0,19	26%
Vilaflor	0,00	0,00			
Adeje	4,15	5,30		1,16	28%
Guía de Isora	9,80	12,17		2,36	24%
Santiago del Teide	0,65	0,79		0,14	21%
TOTAL	37,1	48,3	48,2	11,2	30%

Se podría concluir que aproximadamente la mitad de los 11,2 Hm³ anuales de exceso con los que se riegan la platanera resulta de las fugas registradas (5,42 Hm³/año). La otra mitad parece corresponder a volúmenes que de forma voluntaria se aplican de más a la platanera.

En Garachico, mayo de 2024

EL INGENIERO AGRONOMO

Fdo.: Osvaldo Renz González

LA INGENIERA AGRONOMO

Fdo.: Ana Estela López González

VºBº JEFE DEL SERVICIO TECNICO DE
AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Fdo.: Domingo Ríos Mesa