



The PRIMA programme is supported under Horizon 2020 the European Union's Framework Programme for Research and Innovation.



# Recomendaciones de la composición de solución nutritiva en los cultivos de invernadero usando el sistema VegSyst-DSS

Jenifer Martínez Salinas

Dpto. de Agronomía, Universidad de Almería

*Jornada formativa EAV: Gestión eficiente del riego y fertilización en los cultivos en invernadero mediante herramientas de monitorización y de ayuda a la toma de decisiones*

Las Palmerillas (Cajamar), El Ejido, Almería, 26 Abril 2024

# VegSyst-DSS v2



- Habitualmente hay un **manejo excedentario de insumos** en cultivos hortícolas en invernadero
- La herramienta de **ayuda a la toma de decisiones (DSS)** VegSyst-DSS v2 proporciona recomendaciones de riego y fertilización en cultivos hortícolas de invernadero
- Disponible en: plataforma web y app móvil
- Calcula:
  1. **Dosis de riego (diarias, semanales),**
  2. **Dosis de macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) (kg/ha)**
  3. **Concentración [N], [P], [K], [Ca], [Mg] solución nutritiva**
- Las **recomendaciones** son específicas para cada cultivo e invernadero
- Las recomendaciones se calculan considerando: (1) **la demanda del cultivo** y (2) el contenido de **nutrientes en el suelo**

# ¿Qué información necesitamos?

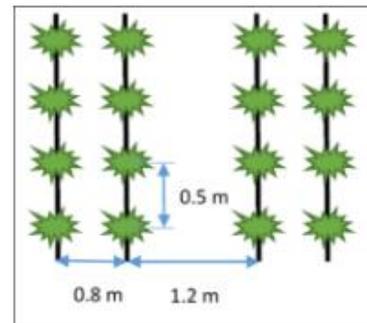
## 1. Cultivo y manejo del encalado

- Fecha trasplante y fecha prevista fin de cultivo; profundidad radicular
- Fechas y tipo de encalado



## 2. Configuración del riego

- Caudal
- Configuración



## 3. Suelo y condiciones iniciales

- Solo la primera vez: textura, MO, carbonatos
- Análisis químico: N nítrico, Fosforo-Olsen y cationes cambiabiles



## 4. Estiércol

- Tipo (oveja, vaca, gallina, cerdo...)
- Fecha aplicación y volumen



# VegSyst-DSS SUITE

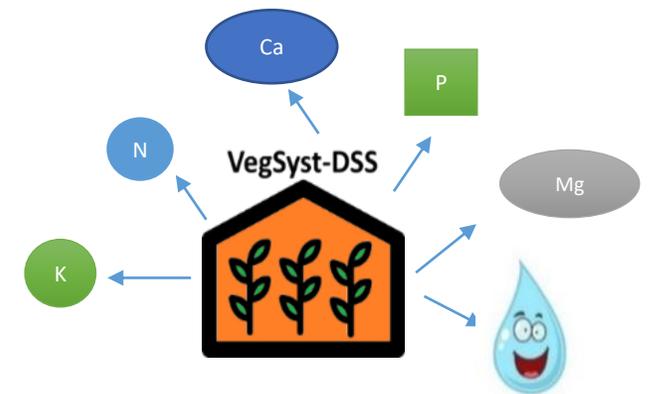
Acceso

Recordar contraseña

Mostrar contraseña

ENTRAR

NUEVO USUARIO





VegSyst-DSS

INVERNADERO



- Recomendaciones para sistemas de riego por goteo y tiempo de riego, abonado N, P, K, Ca y Mg
- Concentración de nutrientes en la solución de fertirriego
- Principales cultivos hortícolas: tomate, pimiento, melón y pepino.
- Resto de cultivos recomendaciones de riego y N



VegSyst-DSS

AIRE LIBRE



- Recomendaciones de volumen y tiempo de riego
- Dosis de abonado nitrogenado en cultivos de lechuga, espinaca, tomate y pimiento de industria, coliflor y brócoli
- Riego por aspersión y por goteo



VegSyst-DSS

☰ INICIO



INICIO



NUEVO PROYECTO



ABRIR PROYECTO



BASE DE DATOS



Nuevo proyecto



Abrir Proyecto



Base de datos

📄 INICIO &gt;

📄 NUEVO PROYECTO &gt;

🔍 ABRIR PROYECTO &gt;

📈 RESULTADOS ^

💧 Riego

📈 Recomendaciones de riego semanales &gt;

📈 Información detallada sobre el cálculo de riego &gt;

📦 Abonado

📈 Recomendación estacional concentración de nutrientes &gt;

📈 Información detallada de abonado &gt;

📄 BASE DE DATOS v

**PROYECTO**

Nombre del proyecto:

SAFE 24

Provincia:

Almería

Estación agroclimática:

Año medio (El Ejido, Almería)

**CULTIVO**

Cultivo:

Tomate

Fecha de trasplante/siembra:

03/01/2024

Medio de cultivo:

Suelo

Fecha prevista fin de cultivo:

21/06/2024



📄 INICIO >

📄 NUEVO PROYECTO >

🔍 ABRIR PROYECTO >

📈 RESULTADOS ^



Riego



Recomendaciones de riego semanales >



Información detallada sobre el cálculo de riego >



Abonado



Recomendación estacional concentración de nutrientes >



Información detallada de abonado >

📄 BASE DE DATOS v

### SUELO Y CONDICIONES INICIALES

Suelo:

Suelo medio

Análisis químico reciente:

No

Nitrógeno nítrico:

25

mg/Kg

Potasio:

240

mg/Kg

Magnesio:

225

mg/Kg

Fósforo (OLSEN):

250

mg/Kg

Calcio:

1000

mg/Kg

Valores medios de un invernadero de Almería.

### RIEGO

Configuración de riego:

SAFE 24

Ecuación ET:

ALMERIA

## SUELO



Nombre: \* **Suelo Anecoop**

Textura: \* **Franco arenoso** ▼

Arcilla (%): \*  !

Arena (%): \*  !

Limo (%): \*  !

Profundidad radicular efectiva (0.1 - 0.5 m): 0 **0.2**

Materia orgánica (%): 0 **0.34**

Carbonatos (%): **23.52**

Si no se conoce algún valor se carga por defecto el valor del suelo medio

CANCELAR

GUARDAR

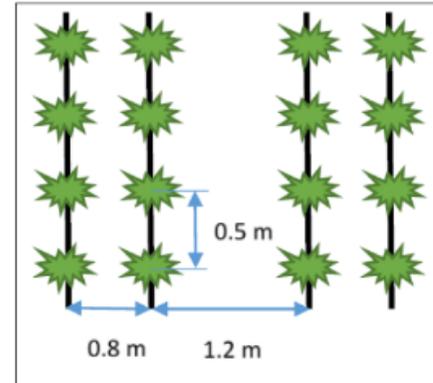
## RIEGO



Nombre: \* **Anecoop**

Caudal gotero (L/h): \* **3**

LINEA DE GOTEROS: \* **1.2 x 0.8**



Ejemplo de una configuración de riego de las líneas portagoteros pareadas, con una distancia entre líneas de 1.2, dentro de líneas pareadas de 0.8 y entre goteros de 0.5m.

CANCELAR

GUARDAR



📄 INICIO >

📄 NUEVO PROYECTO >

🔍 ABRIR PROYECTO >

📈 RESULTADOS ^

💧 Riego

📈 Recomendaciones de riego semanales >

📈 Información detallada sobre el cálculo de riego >

📄 Abonado

📈 Recomendación estacional concentración de nutrientes >

📈 Información detallada de abonado >

📄 BASE DE DATOS v

### ENCALADO

🔍 Buscar

Fecha de aplicación	Fecha de lavado	Tipo de encalado / transmisividad
15/08/2022	15/10/2022	0.3

### ESTIÉRCOL

Estiércol: Oveja

Fecha aplicación: 05/08/2021

Volumen aplicado (m<sup>3</sup>/ha): 50

VOLVER

EDITAR



📄 INICIO >

📄 NUEVO PROYECTO >

🔍 ABRIR PROYECTO >

🏠 RESULTADOS ^

💧 Riego

🏠 Recomendaciones de riego semanales >

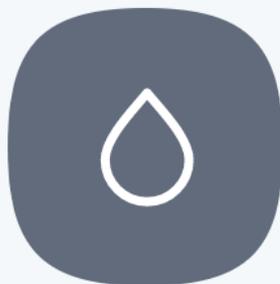
🏠 Información detallada sobre el cálculo de riego >

📅 Abonado

🏠 Recomendación estacional concentración de nutrientes >

🏠 Información detallada de abonado >

📁 BASE DE DATOS v



Riego



Abonado

Actualmente solo es posible obtener recomendaciones de fertirriego de todos los macronutrientes en tomate, pimiento, melón y pepino. En el resto de las especies están disponibles las recomendaciones de riego y de N.



- INICIO >
- NUEVO PROYECTO >
- ABRIR PROYECTO >
- RESULTADOS ▼
- BASE DE DATOS ▼

## RECOMENDACIONES DE RIEGO SEMANALES



Fecha	Semana del ciclo de cultivo	Nº días	Volumen de riego (mm/semana)	Tiempo de riego (minutos/semana)	Nº Riegos/semana	Tiempo/riego (minutos)
06/08/2021 al 15/08/2021	1	10	6.1	91		
16/08/2021 al 22/08/2021	2	7	7.1	107		
23/08/2021 al 29/08/2021	3	7	11.4	171		
30/08/2021 al 05/09/2021	4	7	14.2	213		
06/09/2021 al 12/09/2021	5	7	14.7	221		
13/09/2021 al 19/09/2021	6	7	13.8	207		
20/09/2021 al 26/09/2021	7	7	12.3	185		
27/09/2021 al						

MOSTRAR TODO

Nº Riegos/semana:

22/08/2021						
23/08/2021 al 29/08/2021	3	7	11.4	171	4	43
30/08/2021 al 05/09/2021	4	7	14.2	213	4	53
06/09/2021 al 12/09/2021	5	7	14.7	221	4	55
13/09/2021 al 19/09/2021	6	7	13.8	207	4	52
20/09/2021 al 26/09/2021	7	7	12.3	185	4	46
27/09/2021 al						

MOSTRAR TODO

Nº Riegos/semana:

4

El usuario puede reajustar el riego según las condiciones reales. Para ello hay dos posibilidades opcionales:  
Día muy nublado o lluvia (aportar la mitad de la ETc). Vientos muy secos (Aportar el doble de la Etc).

Manejo correctivo del riego con  
sensores

## RECOMENDACIONES DE RIEGO DIARIAS



Fecha	Días después del trasplante (DDT)	ETo (mm/d)	kc	ETc (mm/d)	Volumen de riego (mm/d)	Tiempo de riego (minutos/d)
06/08/2021	1	2.1	0.2	0.4	0.4	6
07/08/2021	2	2	0.3	0.5	0.5	8
08/08/2021	3	2	0.3	0.6	0.6	8
09/08/2021	4	1.9	0.3	0.5	0.5	8
10/08/2021	5	1.9	0.3	0.6	0.6	8
11/08/2021	6	2	0.3	0.6	0.6	9
12/08/2021	7	2	0.3	0.7	0.7	10
13/08/2021	8	1.9	0.3	0.7	0.7	10
14/08/2021	9	1.9	0.4	0.7	0.7	11
15/08/2021	10	2	0.4	0.8	0.8	12
16/08/2021	11	1.9	0.4	0.8	0.8	12
17/08/2021	12	1.8	0.5	0.9	0.9	13

MOSTRAR TODO

# Descarga en Excel



INICIO ▶ RESULTADOS (Demo) ▶ Abonado

## RECOMENDACIONES CONCENTRACIONES NUTRIENTES (PERIODOS 4 SEMANAS)

Fecha	Periodo	[N] (mmol/L)	[P] (mmol/L)	[K] (mmol/L)	[Ca] (mmol/L)	[Mg] (mmol/L)
06/08/2021 al 05/09/2021	1	8.9	0.3	4.4	2.8	1.1
06/09/2021 al 03/10/2021	2	9.6	0.3	4.2	2.3	0.8
04/10/2021 al 31/10/2021	3	10.4	0.3	4.5	2.3	0.7
01/11/2021 al 28/11/2021	4	11.8	0.3	5.1	2.6	0.8
29/11/2021 al 26/12/2021	5	13.4	0.3	6	3	0.9
27/12/2021 al 23/01/2022	6	14	0.3	6.4	3.2	0.9
24/01/2022 al 24/02/2022	7	14	0.3	6.4	3.1	0.9

En los cultivos sandía, calabacín y berenjena solo se ofrecen resultados de riego y N

Manejo correctivo del nitrógeno

N



P



INICIO >

NUEVO PROYECTO >

ABRIR PROYECTO >

RESULTADOS v

Riego

Recomendaciones de riego semanales >

Información detallada sobre el cálculo de riego >

Abonado

Recomendación estacional concentración de nutrientes >

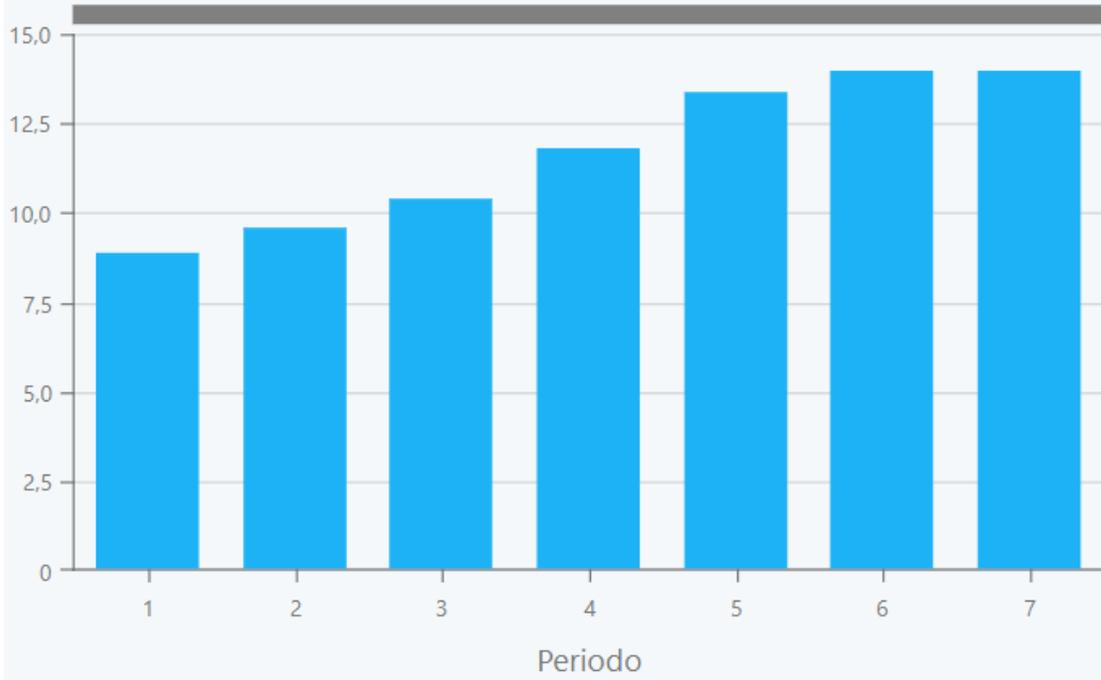
Información detallada de abonado >

BASE DE DATOS v

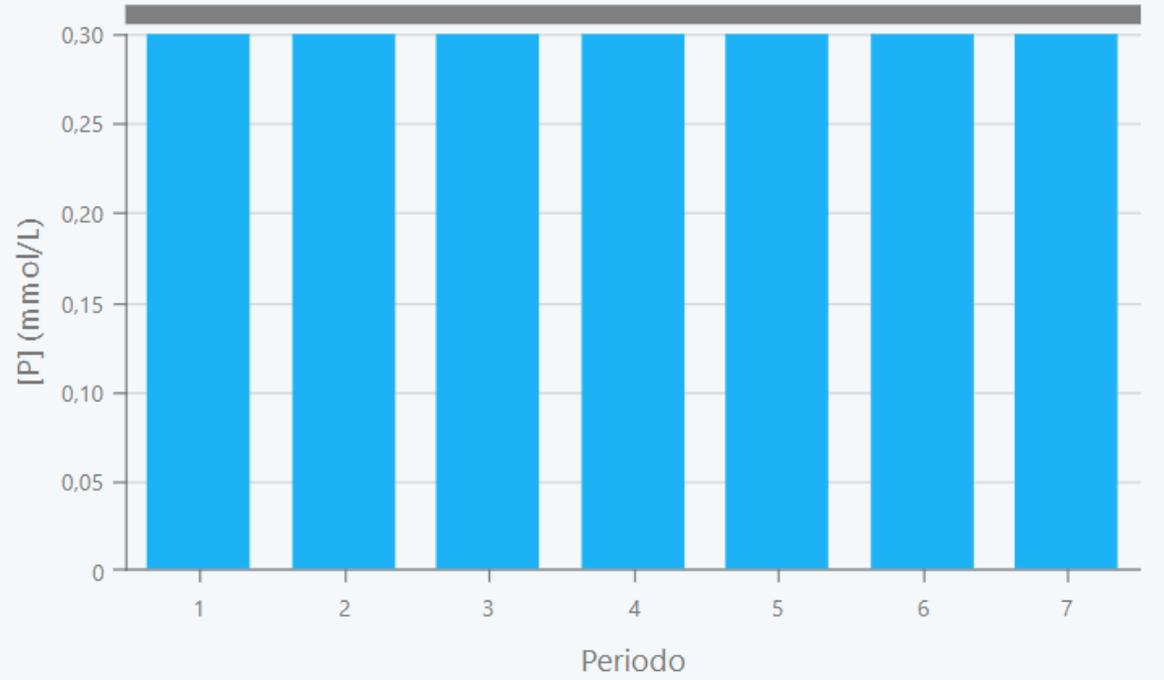
En los cultivos sandía, calabacín y berenjena solo se ofrecen resultados de riego y N

Manejo correctivo del nitrógeno

N



P





📅 INICIO >

EXTRACCIONES NUTRIENTES

INFORME NUTRICIONAL SUELO

RECOMENDAC. ABONADO

RESUMEN ESTACIONAL

📄 NUEVO PROYECTO >

## Previsión de lo que la planta consumirá

🔍 ABRIR PROYECTO >



📊 RESULTADOS ▾

Fecha	Semana	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
06/08/2021 al 15/08/2021	1	3.9	1.8	6.5	4.1	1.5
16/08/2021 al 22/08/2021	2	7.6	2	9.9	5.6	1.7
23/08/2021 al 29/08/2021	3	13.7	2.9	16.2	8.5	2.4
30/08/2021 al 05/09/2021	4	16	3	18.8	9.4	2.5
06/09/2021 al 12/09/2021	5	15.9	2.8	18.6	9	2.2
13/09/2021 al 19/09/2021	6	14.6	2.4	17.1	8.1	2
20/09/2021 al 26/09/2021	7	13	2.1	15.2	7.1	1.7
27/09/2021 al 03/10/2021	8	12.4	2	14.5	6.7	1.6
04/10/2021 al 10/10/2021	9	10.7	1.7	12.5	5.7	1.3
11/10/2021 al 17/10/2021	10	13.3	2	15.5	7.1	1.6
18/10/2021 al 24/10/2021	11	19.1	2.8	22.2	10.1	2.2
25/10/2021 al 31/10/2021	12	17.9	2.6	20.9	9.3	2

En los cultivos sandía, calabacín y berenjena solo se ofrecen resultados de riego y N

💧 Riego

📅 Recomendaciones de riego semanales >

📄 Información detallada sobre el cálculo de riego >

📅 Abonado

📅 Recomendación estacional concentración de nutrientes >

📄 Información detallada de abonado >

📁 BASE DE DATOS ▾

- 📄 INICIO >
- 📄 NUEVO PROYECTO >
- 🔍 ABRIR PROYECTO >
- 📄 RESULTADOS ▾
  - 💧 Riego
  - 📄 Recomendaciones de riego semanales >
  - 📄 Información detallada sobre el cálculo de riego >
  - 📄 Abonado
  - 📄 Recomendación estacional concentración de nutrientes >
  - 📄 Información detallada de abonado >
- 📄 BASE DE DATOS ▾

## EXTRACCIONES NUTRIENTES

## INFORME NUTRICIONAL SUELO

## RECOMENDAC. ABONADO

## RESUMEN ESTACIONAL

		Evaluación	Recomendaciones
Textura	Franco		
Carbonatos totales %	14.0	Medio	Adecuado
Nitrógeno nítrico (kg/ha)	70.0		Se usa un balance de N que considera, (a) el aporte de N desde el suelo, (b) la demanda del cultivo y (c) varios coeficientes de eficiencia del uso del N.
Fósforo Olsen (mg/kg)	250.0	Muy alto	Aporte de extracciones x 0.0
Potasio (mg/kg)	240.0	Bajo	Aporte de extracciones x 1.31 <b>Factor (reponer a la planta lo que le falta)</b>
Calcio (mg/kg)	1000.0	Bajo	Aporte de extracciones x 1.55
Magnesio (mg/kg)	225.0	Bajo	Aporte de extracciones x 1.35
Mg/K	3.0	Adecuado	Adecuado
Ca/Mg	2.7	Adecuado	Adecuado

VOLVER



📄 INICIO >

📄 NUEVO PROYECTO >

🔍 ABRIR PROYECTO >

📊 RESULTADOS ▾



Riego



Recomendaciones de riego semanales >



Información detallada sobre el cálculo de riego >



Abonado



Recomendación estacional concentración de nutrientes >



Información detallada de abonado >

📁 BASE DE DATOS ▾

EXTRACCIONES NUTRIENTES

INFORME NUTRICIONAL SUELO

RECOMENDAC. ABONADO

RESUMEN ESTACIONAL



🔍 Buscar

Fecha	Semana	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
06/08/2021 al 15/08/2021	1	3.4	0.5	8.5	6.4	2.1
16/08/2021 al 22/08/2021	2	8.5	0.6	13	8.6	2.3
23/08/2021 al 29/08/2021	3	17.2	0.9	21.2	13.2	3.2
30/08/2021 al 05/09/2021	4	20.5	1.1	24.6	14.5	3.3
06/09/2021 al 12/09/2021	5	20.3	1.1	24.3	13.9	3
13/09/2021 al 19/09/2021	6	18.4	1.1	22.3	12.5	2.6
20/09/2021 al 26/09/2021	7	16.2	1	19.8	11	2.3
27/09/2021 al 03/10/2021	8	15.3	0.9	18.9	10.4	2.1
04/10/2021 al 10/10/2021	9	12.9	0.8	16.3	8.9	1.8
11/10/2021 al 17/10/2021	10	16.7	0.9	20.3	11	2.2
18/10/2021 al 24/10/2021	11	24.9	1.3	29.1	15.6	3
25/10/2021 al 31/10/2021	12	23.3	1.2	27.3	14.5	2.7

En los cultivos sandía, calabacín y berenjena solo se ofrecen resultados de riego y N



INICIO >

NUEVO PROYECTO >

ABRIR PROYECTO >

RESULTADOS v

Riego

Recomendaciones de riego semanales >

Información detallada sobre el cálculo de riego >

Abonado

Recomendación estacional concentración de nutrientes >

Información detallada de abonado >

BASE DE DATOS v

EXTRACCIONES NUTRIENTES

INFORME NUTRICIONAL SUELO

RECOMENDAC. ABONADO

RESUMEN ESTACIONAL

Resumen de la cantidad total del ciclo de cultivo

Resumen (valores estacionales)		
Riego (mm)	Volumen de riego	289.3
Aportes de N en suelo (kg/ha)	N mineral en el suelo	70.0
	N mineralizado	24.8
Demanda del cultivo (kg/ha)	Extracción de N	377.9
	Extracción de P	57.2
	Extracción de K	442.3
	Extracción de Ca	200.7
	Extracción de Mg	45.2

Recomendaciones estacionales fertilizante considerando la demanda de cultivo y los nutrientes disponibles en el suelo	
Abonado N (kg/ha)	472.2
Abonado P (kg/ha)	22.4
Abonado K (kg/ha)	578.4
Abonado Ca (kg/ha)	310.7
Abonado Mg (kg/ha)	60.7

Nota: En el caso del N se hace un balance de N que considera, (a) el aporte de N desde el suelo, (b) la demanda del cultivo y (c) varios coeficientes de eficiencia del uso del N.

# Enlaces descargas VegSys-DSS Suite

Acceso a la aplicación WEB	VEGSYST web: <a href="https://vegsyst.hispatecanalytics.com/web/">https://vegsyst.hispatecanalytics.com/web/</a>		
Descarga app Android	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=es.hispatec.vegsyst">https://play.google.com/store/apps/details?id=es.hispatec.vegsyst</a>	<a href="#">VegSyst DSS Suite - Apps on Google Play</a> Decision support system for irrigation and nitrogen management <a href="https://play.google.com">play.google.com</a>	 VegSyst-DSS
Descarga app iOS	<a href="https://apps.apple.com/mx/app/vegsyst-dss-suite/id1641293370">https://apps.apple.com/mx/app/vegsyst-dss-suite/id1641293370</a>	<a href="#">VegSyst DSS Suite</a> Desarrollo del sistema de ayuda a la toma de decisiones VegSyst-DSS en entorno móvil para el manejo del riego y el nitrógeno en cultivos hortícolas y el cálculo de la huella de Carbono y Nitrógeno. <a href="https://apps.apple.com">apps.apple.com</a>	 VegSyst-DSS

# Agradecimientos

Proyecto: ***Innovative farm strategies that integrate sustainable N fertilization, water management and pest control to reduce water and soil pollution and salinization in the Mediterranean (Safe-H2O-Farm)***



Proyecto PCI2023-143356 financiado por MCIN/AEI /10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR



The PRIMA programme is an Art. 185 initiative supported and founded under Horizon 2020, the European Union's Framework Programme for Research and Innovation