

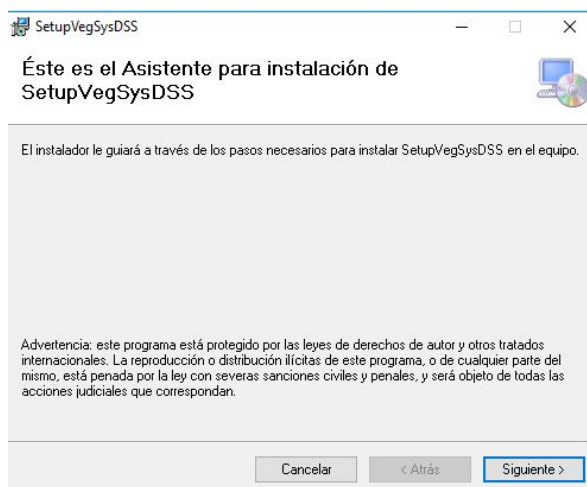
# VEGSYST-DSS MANUAL

## INSTALACIÓN DEL VEGSYST-DSS

El software VegSyst-DSS se puede descargar gratuitamente en <https://w3.ual.es/GruposInv/nitrogeno/VegSyst-DSS%20-%20ESP.shtml>. Para su funcionamiento se requiere disponer de un sistema operativo Windows de 64 bits. Si el sistema operativo es de 32 bits, el software no funcionará.

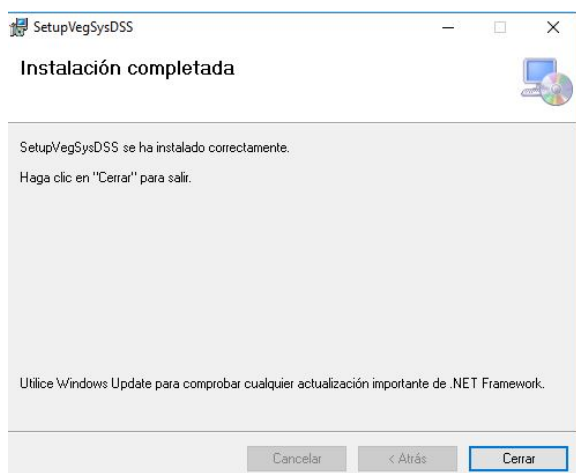
Una vez descargado el software, lo ejecutaremos y la primera pantalla que nos sale es la Imagen 1:

*Imagen 1. Ventana Instalación del VegSyst-DSS*



Tan solo tendremos que ir seleccionando Siguiete. Una vez acabado, nos saldrá una ventana (Imagen 2) diciéndonos que ya ha finalizado la instalación.

*Imagen 2. Ventana fin de Instalación del VegSyst-DSS*



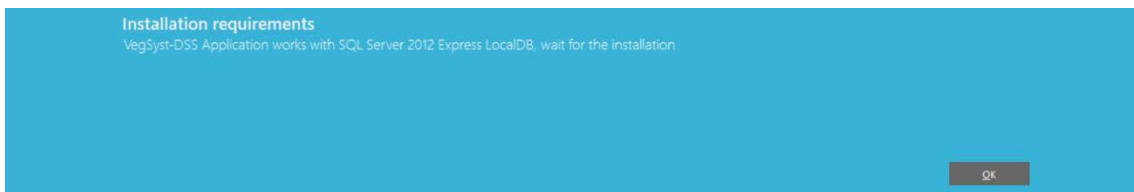
En este momento, ya podremos ver en el Escritorio nuestro programa instalado (Imagen 3). Tan solo tendremos que hacer doble click y empezará a ejecutarse.

Imagen 3. Icono Software VegSyst-DSS



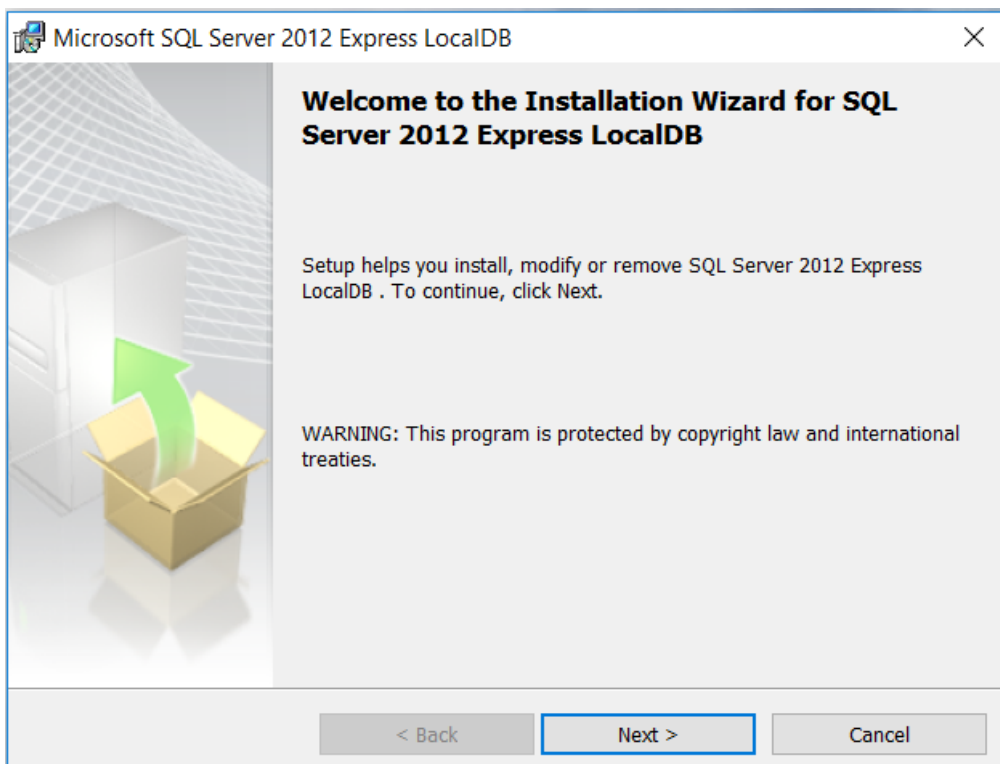
Si cuando lo ejecutamos, nos aparece la siguiente ventana (Imagen 4), tendremos que darle a OK. Esto es un requisito que necesitamos tener para que el software funcione correctamente.

Imagen 4. Requisito Software VegSyst-DSS



A continuación, se abrirá el instalador (Imagen 5). Haremos click en Next y seguiremos los pasos para instalarlo.

Imagen 5. Instalación SQL Server

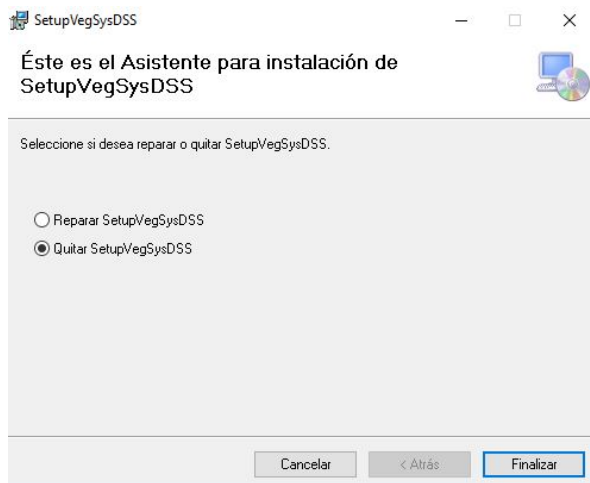


Una vez instalado, debería funcionar sin problemas.

## DESINSTALACIÓN DEL VEGSYST-DSS

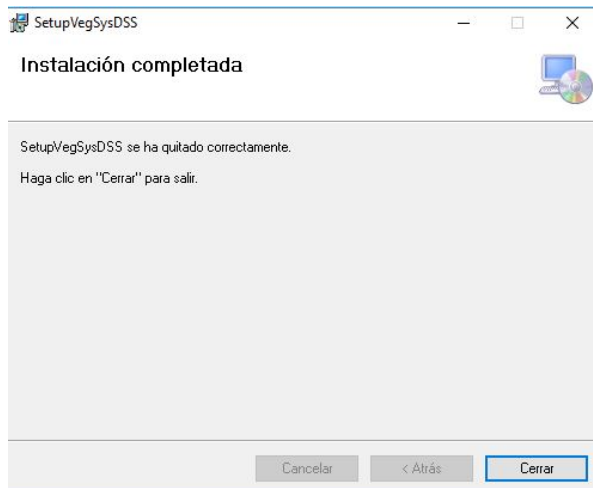
Para desinstalar el software seguiremos los mismos pasos que hicimos al instalarlo (Imagen 6), con la salvedad de que ahora nos reconoce que el software está instalado y nos da la opción de quitarlo.

*Imagen 6. Ventana desinstalación VegSyst-DSS*



Pulsamos sobre finalizar y una vez que acabe el proceso, nos dice que se ha eliminado correctamente (Imagen 7).

*Imagen 7. Ventana desinstalación completada VegSyst-DSS*



## BREVE DESCRIPCIÓN DEL VEGSYST-DSS

El sistema de apoyo a la toma de decisiones VegSyst-DSS calcula las necesidades diarias de nitrógeno (N) y riego, y la concentración de N en la solución nutritiva aplicada en fertirriego y riego por goteo a cultivos hortícolas bajo invernadero. Este sistema se puede usar tanto en cultivos en suelo como en sustrato. Las necesidades de fertilizante nitrogenado se determinan a partir del cálculo de las extracciones diarias de N por el cultivo y consideran el N mineral en trasplante, y el N mineralizado desde el estiércol y la material orgánica del suelo. Las necesidades de riego se calculan a partir de

estimaciones de la evapotranspiración del cultivo (ETc) que se calcula mediante la ecuación de evapotranspiración de referencia (ETo) de radiación de Almería (Fernández et al., 2010).

El VegSyst-DSS requiere la entrada de pocos datos que suelen estar fácilmente disponibles para agricultores y técnicos asesores. Los datos requeridos son:

- Valores diarios de temperatura máxima y mínima diaria del aire y humedad relativa máxima y mínima en el invernadero, y la radiación solar fuera del invernadero
- Cantidad de N mineral en el suelo en trasplante del cultivo
- Información sobre la última aplicación de estiércol
- Configuración del sistema de riego
- Información general sobre el suelo

El programa lleva incorporada una base de datos climáticos medios de invernadero en Almería lo cual simplifica el proceso de entrada de datos, aunque también es posible introducir un archivo de datos climáticos de otra ubicación. Las recomendaciones basadas en datos climáticos medios de una serie histórica son adecuadas en climas donde la variabilidad climática interanual es baja, como en los invernaderos de Almería. VegSyst-DSS, con una base científica proporciona un plan detallado de las necesidades diarias de N y riego específicas para las características de un cultivo dado. Como complemento para la gestión del abonado N y el riego se recomienda el uso de algún sistema de monitorización en suelo y/o planta para ajustar con mayor precisión el N y el riego.

El VegSyst-DSS se basa en el modelo de simulación de cultivo VegSyst que calcula la producción diaria de materia seca del cultivo, la absorción de N crítica (mínima cantidad de N que es necesaria para optimizar la producción) y la ETc de los principales cultivos hortícolas. El modelo realiza los cálculos a partir de la integral térmica y es adaptable a las variaciones en las condiciones climáticas del invernadero, proporcionando así recomendaciones de N y de riego específicas para unas condiciones de cultivo dadas, como el ciclo, fecha de trasplante, diseño de invernadero y material de cubierta. El VegSyst-DSS asume que los cultivos no tienen limitaciones de agua o nutrientes, lo cual es habitual en la producción comercial de cultivos hortícolas en invernaderos.

Para una descripción detallada del modelo de simulación ver Gallardo et al. (2011; 2014) y Gimenez et al. (2013)

## **COMO USAR EL VEGSYST-DSS**

### **INICIO**

La primera ventana que aparece al iniciar VegSyst-DSS es la ventana INICIO (Imagen 8). Para empezar a usar el VegSyst-DSS hay dos opciones: (1) crear un nuevo proyecto, o (2) recuperar un proyecto existente que fue creado en una sesión anterior.

Imagen 8. Ventana INICIO del VegSyst-DSS



### **Creación de un Nuevo Proyecto**

Antes de crear un proyecto nuevo, es necesario que todos los datos de entrada hayan sido introducidos en la base de datos del programa. Se considera como nuevo proyecto a un nuevo cálculo de las necesidades de N y de riego para un cultivo dado.

Es posible que todos los datos necesarios para el nuevo proyecto estén disponibles en la base de datos de VegSyst-DSS, porque se hayan introducido previamente o porque se usen valores predeterminados. Para recuperar estos datos, el usuario debe seleccionar en la ventana Nuevo Proyecto los archivos de datos apropiados de los menús desplegados para clima, suelo, configuración del riego y estiércol

Si no se encuentran en la base de datos será necesario agregar a la base de datos del programa la información sobre el clima, el estiércol, la configuración del riego y las características del suelo del cultivo y/o invernadero para el nuevo proyecto.

### **Añadir información a la base de datos**

Para añadir información, haga click en el cuadro “añadir información a la base de datos” que aparece en la ventana de INICIO. Se abrirán cuatro ventanas de “Añadir clima”, “Añadir estiércol”, “Añadir configuración del riego”, y “Añadir suelo” (Imagen 9).

*Imagen 9. Ventana de añadir nueva información a la base de datos*



Añadir clima: La versión actual de VegSyst-DSS utiliza datos climáticos promedio de invernadero en un archivo MS Excel, específico para cada zona. Para invernaderos de Almería, el DSS contiene una base de datos promedio de una serie histórica de la Estación de Investigación Las Palmerillas de la Fundación Cajamar ubicada en El Ejido, Almería (Fernández, et al., 2015). Ésta, aparece como la base de datos climática por defecto en la ventana de “Nuevo Proyecto” como “CAJAMAR-HISTÓRICO”. Se pueden agregar archivos climáticos adicionales importando el clima en un archivo de Excel utilizando el formato del archivo “ClimateForm”, que se proporciona como parte del software (Tabla 1).

La base de datos de clima contiene valores diarios (promedio a largo plazo) para un año completo de:

- Temperatura máxima (Tmax), y mínima (Tmin) dentro del invernadero,
- Humedad relativa máxima (RHmax), y mínima (RHmin) dentro del invernadero,
- Integral diaria de radiación solar (RS) exterior
- Transmisividad de la cubierta del invernadero (TR) (TR= radiación solar dentro/radiación solar fuera) antes del encalado

Además, se necesita la latitud (grados, minutos y hemisferio(N/S)) del lugar donde se obtuvieron los datos climáticos. Al hacer click en el cuadro “Clima” se abre un cuadro de diálogo “Importar clima”; aquí el usuario hace click en la caja “Importar fichero Excel”, y luego selecciona el archivo Excel apropiado con el formato requerido. Todos los archivos de datos climáticos que se han guardado dentro del programa estarán disponibles para proyectos futuros.

Tabla 1. Formato del fichero Excel que contiene los datos climáticos

Nombre						
	grados	minutos	N/S			
Latitud						
DDA	Tmax	Tmin	HRmax	HRmin	RS fuera (MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	TR

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**Añadir estiércol:** para añadir un nuevo estiércol, se debe completar el formulario del estiércol (Imagen 10) con información del nombre, contenido de N total (%), contenido de materia seca (expresada en tanto por uno), densidad ( $t\ m^{-3}$ ) y coeficientes de mineralización del N (%) durante los años 1, 2, 3 y 4 después de la aplicación del estiércol al suelo. Estos coeficientes se aplican al N presente en el estiércol al comienzo de cada año. La Tabla 2 presenta ejemplos de diferentes tipos de estiércol, la mayoría obtenidos de Schepers and Mosier (1991) y que pueden usarse como valores indicativos.

Imagen 10. Formulario para completar un estiércol dado

The image shows a software window titled "Añadir estiércol" with several input fields and two buttons at the bottom: "Guardar" (green) and "Salir" (red). The fields are:

- Nombre del estiércol:
- Contenido de N total (%):
- Materia seca [0-1]:
- Densidad (t/m<sup>3</sup>):
- Tasa de mineralización (%); Año 1:
- Tasa de mineralización (%); Año 2:
- Tasa de mineralización (%); Año 3:
- Tasa de mineralización (%); Año 4:

To the right of the form is a text box containing an example calculation:

Ejemplo: los coeficientes de mineralización para el estiércol de oveja en Almería son 39%, 22%, 7% y 4% durante los años 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Un coeficiente de mineralización de N para el año 1 del 39% significa que el 39% del N orgánico del estiércol se mineralizará durante el primer año. El coeficiente de mineralización del 22% significa que el 22% del estiércol N presente al inicio del segundo año, se mineralizará durante el segundo año. Por ejemplo, para una aplicación de  $50\ m^3\ ha^{-1}$  de estiércol de oveja ( $0.64$  contenido de materia seca, densidad de  $0.7\ t\ m^{-3}$ ) que contiene un  $2.2\ \% N$  ( $50 \times 0.7 \times 0.64 \times 2.2 \times 10 = 493\ kg\ N\ ha^{-1}$ ), se mineralizarán  $192\ kg\ N\ ha^{-1}$  ( $39\%$  de  $493\ kg\ N\ ha^{-1}$ ) el primer año y  $301\ kg\ N\ ha^{-1}$  (como N orgánico) permanecen al comienzo del segundo año ( $492.8 - 192 = 301\ kg\ N\ ha^{-1}$ ). Durante el segundo año, se mineralizarán  $66\ kg\ N\ ha^{-1}$  ( $22\%$  de  $301\ kg\ N\ ha^{-1}$ ) y estarán disponibles para el cultivo

Los valores diarios de N mineralizados desde el estiércol se calculan usando una curva potencial (Gallardo et al., 2014). Después de introducir los datos que describen el estiércol y tras presionar GUARDAR, el programa ajusta automáticamente una curva de disminución potencial y calcula los coeficientes de ajuste de dicha curva y los coeficientes de mineralización del N. Tras presionar GUARDAR, toda la información introducida en el formulario del estiércol y los coeficientes de ajuste, quedan registrados en la base de datos del programa y se podrán usar en proyectos futuros. En la base de datos del software, se proporciona por defecto un estiércol de oveja representativo del

usado en Almería (“Estiércol estándar de Almería”) y se puede recuperar de la sección “Tipo de estiércol” cuando se crea el nuevo proyecto.

*Tabla 2- Contenido de N y coeficientes de mineralización anual para varios tipos de estiércol de varias fuentes obtenidos de Schepers y Mosier (1991). Para el estiércol de oveja comúnmente utilizado en los invernaderos de Almería, los valores por defecto son: contenido de materia seca de 0.64 y densidad de 0.7 t m<sup>-3</sup>. Para otros tipos de estiércol, los valores orientativos de materia seca son 0.6-0.7 y de densidad 0.3-0.4 t m<sup>-3</sup> para estiércol, 0-4-0.5 t m<sup>-3</sup> medio y 0.7-0.8 t m<sup>-3</sup> maduro.*

Tipo de estiércol	Descripción	Contenido de N total (%)	Coeficientes de mineralización (%)			
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Oveja	Almería	2.2	39	22	7	4
Aves de corral-1	Gallina, fresco	4.5	90	10	5	5
Aves de corral-2	Pollo y pavo, fresco	3.8	75	5	5	5
Aves de corral-3	Pollo y pavo de más edad	3	60	5	5	4
Cerdo		2.8	90	4	2	2
Granja de leche, fresco		3.5	50	15	5	5
Tanque de estiércol líquido		3	42	12	6	4
Vaca-1	fresco	3.5	75	15	10	5
Vaca-2	seco	2.5	40	25	6	3
Vaca-3	seco	1.5	35	15	10	5
Vaca-4	seco	1	20	10	5	5

**Añadir riego-** Para crear una nueva configuración del sistema de riego, seleccionar “Añadir configuración del sistema de riego”; esta información se guardará en la base de datos del programa y estará disponible para proyectos futuros. La información necesaria es nombre del archivo, caudal del gotero (L h<sup>-1</sup>) y la configuración de los goteros (Imagen 11). Existen dos opciones de configuración de goteros: (1) líneas simples, y (2) líneas pareadas. En cada una de estas dos opciones, se introducen la distancia entre líneas y entre goteros en la tubería portagoteros. Después de completar el formulario de configuración del riego, pulsamos GUARDAR. En la base de datos interna del software, se proporcionan varias configuraciones de riego habituales en los invernaderos de Almería que se pueden ver en el menú desplegable de configuración del riego, cuando se crea un nuevo proyecto. Esta información sobre la configuración del riego permite calcular además del volumen el tiempo de cada riego.



Imagen 11. Formulario para definir la configuración del sistema de riego

Añadir características del sistema de riego

Nombre:

Caudal del gotero (L/h):

Líneas de goteros simples

Distancia entre líneas (m):

Distancia entre goteros dentro de la línea (m):

Líneas de goteros pareadas

Distancia entre líneas pareadas (m):

Distancia dentro de las líneas pareadas (m):

Distancia entre goteros dentro de la línea (m):

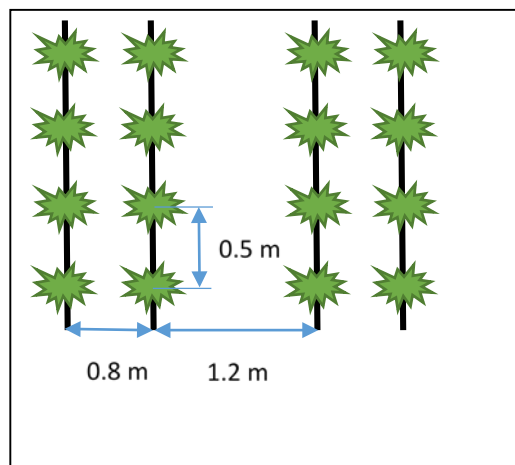


Imagen 12: Ejemplo de una configuración de riego de líneas portagoteros pareadas, con una distancia entre pares de 1.2m, dentro del par de 0.8m, y entre goteros de 0.5m

**Añadir suelo-** La información necesaria de suelo es, el nombre del archivo de suelo, las características generales del suelo, información sobre el contenido de N orgánico del suelo y su tasa esperada de mineralización N (Imagen 13)

Las características generales del suelo son, la densidad aparente ( $t\ m^{-3}$ ) y la profundidad efectiva (m). La profundidad efectiva es la profundidad a la que se encuentra la mayor parte del sistema radicular y en invernaderos enarenados excluye la capa de arena. Esta profundidad se usa para calcular el N suministrado por varias fuentes de N del suelo. Se aportan valores predeterminados o rangos normales para suelos de invernaderos de Almería. El contenido de N orgánico del suelo (%) es un dato de entrada que se obtiene en un análisis de suelo estándar. La tasa de mineralización del N orgánico del suelo se introduce como valor porcentual, i.e. el porcentaje de N orgánico en el suelo que se mineraliza durante un año; el usuario puede introducir un valor o se puede usar un valor predeterminado de 1%. Después de completar el formulario de suelo, presionar GUARDAR para grabarlo. En la base de datos interna del software, se proporcionan valores predeterminados para un suelo “enarenado” representativo de invernaderos de Almería, que se puede usar para crear un proyecto nuevo.

Imagen 13. Formulario de datos de suelo

Añadir suelo

Nombre:

**Características generales del suelo:**

Densidad aparente del suelo (t/m<sup>3</sup>):  
 \* Valor por defecto 1.4 t/m<sup>3</sup>

\* Profundidad radicular efectiva (m):  
 \* Rango normal 0.1-0.3 m

**N orgánico en el suelo y N mineralizado:**

Contenido de N orgánico en el suelo (%):  
 \* Valor por defecto 0.08

Tasa anual de mineralización del N (%):  
 \* Valor por defecto 1

\* Excluyendo la capa de arena (usada en Almería)

Una vez que se crean los archivos de clima, estiércol, configuración del sistema de riego y suelo, se puede preparar el nuevo proyecto

### Nuevo Proyecto

Para crear un nuevo proyecto, se debe completar el siguiente formulario (Imagen 14-15). La información necesaria es:

- **Nombre del proyecto**
- **Superficie de cultivo (invernadero)**
- **Medio de cultivo** (las opciones son suelo o sustrato)
- **Se seleccionan los archivos de clima, suelo y la configuración del sistema de riego.** Estos pueden ser archivos creados para el nuevo proyecto, archivos creados previamente o archivos predeterminados.
- **Fracción de drenaje (solo cultivos en sustrato):** Para cultivos en sustrato, se debe introducir la fracción de drenaje objetivo. Para el control de salinidad en cultivos en suelo se recomienda aplicar un prerriego con agua sola que se debe aplicar antes del riego con solución nutritiva. El programa en su formato actual no permite el cálculo del volumen de agua en prerriego.

Imagen 14. Formulario para generar un nuevo proyecto (Suelo)

Nuevo proyecto

---

Nombre del proyecto:

Tamaño del invernadero (m2):

Seleccionar medio de cultivo:  
 Suelo  
 Sustrato

\* **Clima:**  
 CAJAMAR-HISTÓRICO

\* **Suelo:**  
 Suelo enarenado

\* **Configuración del riego:**  
 Simple 1 x 0.5 (Q=2L/h)

Coefficiente de eficiencia de la aplicación del N: 0.7 \*\*\*\*

**Fecha de la última aplicación de estiércol:**  
 lunes, 28 de mayo de 2018

**Volúmen de estiércol aplicado (m3/ha):**

**Tipo de estiércol:**  
 Estiércol de oveja estandar de Almeria

**Cultivo:**  
 PEPINO

**Método de plantación:**  
 Trasplante  
 Siembra

**Fecha del trasplante/siembra:**  
 lunes, 28 de mayo de 2018

**Fecha fin del cultivo:**  
 lunes, 28 de mayo de 2018

**\*\*N mineral en el suelo: (kg N/ha)**  
 N mineral en trasplante:  Desconocido

\* **Añadir nueva información a la base de datos desde la ventana inicial**  
**\*\* En la zona radicular (e.g. 0-30 cm profundidad suelo)**  
**\*\*\* El preriego de lavado de sales se realiza con agua sola y no con solución nutritiva**  
**\*\*\*\* Aumentar o disminuir en unidades de 0.1 según monitorización**

**Encalado**  
 Sin encalar

Fecha de aplicación:

Fecha de lavado:

Valores de transmisividad:

Si no se ha medido, seleccionar tipo de encalado:  
 Ligero - 0.45  Medio - 0.30  Intenso - 0.20

Fecha de aplicación	Fecha de lavado	Transmisividad

Imagen 15. Formulario para generar un nuevo proyecto (Sustrato)

Nuevo proyecto

---

Nombre del proyecto:

Tamaño del invernadero (m2):

Seleccionar medio de cultivo:  
 Suelo  
 Sustrato

\* **Clima:**  
 CAJAMAR-HISTÓRICO

\* **Suelo:**

\* **Configuración del riego:**  
 Simple 1 x 0.5 (Q=2L/h)

**Fracción de drenaje:**

Coefficiente de eficiencia de la aplicación del N: 0.7 \*\*\*\*

**Fecha de la última aplicación de estiércol:**  
 viernes, 1 de junio de 2018

**Volúmen de estiércol aplicado (m3/ha):**  
 Nada que mostrar

**Tipo de estiércol:**

**Cultivo:**  
 PEPINO

**Método de plantación:**  
 Trasplante  
 Siembra

**Fecha del trasplante/siembra:**  
 viernes, 1 de junio de 2018

**Fecha fin del cultivo:**  
 viernes, 1 de junio de 2018

**\*\*N mineral en el suelo: (kg N/ha)**  
 N mineral en trasplante:  Desconocido

\* **Añadir nueva información a la base de datos desde la ventana inicial**  
**\*\* En la zona radicular (e.g. 0-30 cm profundidad suelo)**  
**\*\*\* El preriego de lavado de sales se realiza con agua sola y no con solución nutritiva**  
**\*\*\*\* Aumentar o disminuir en unidades de 0.1 según monitorización**

**Encalado**  
 Sin encalar

Fecha de aplicación:

Fecha de lavado:

Valores de transmisividad:

Si no se ha medido, seleccionar tipo de encalado:  
 Ligero - 0.45  Medio - 0.30  Intenso - 0.20

Fecha de aplicación	Fecha de lavado	Transmisividad

- **Coefficiente de eficiencia de la aplicación del N.** El programa considera que solo una fracción del N aportado como fertilizante es usado por el cultivo y esta fracción se denomina eficiencia de la aplicación del N. Se recomienda usar una eficiencia de 0.7 que es el que el programa usa por defecto si no se introduce otro valor. Este coeficiente se debe aumentar o disminuir en unidades de  $\pm 0.1$  en respuesta a la monitorización en el suelo y/o cultivo. Si la monitorización en suelo (medidas de nitratos en solución de suelo extraída con sondas de succión) o planta (contenido de nitrato en savia de peciolos) indica que los aportes de N son excesivos, la eficiencia se debe aumentar (por ej. 0.8) y si son deficitarios, la eficiencia debe disminuirse (por ej. 0.6).
- **Datos relacionados con la aplicación de estiércol en el invernadero** (fecha de la aplicación de estiércol más reciente y volumen de estiércol fresco aplicado como  $m^3 ha^{-1}$ ). El tipo de estiércol se selecciona en un menú desplegable. Cada tipo de estiércol está asociado con características particulares del contenido de N, contenido de materia seca, densidad, y mineralización de N. Se proporciona un archivo predeterminado para el estiércol de oveja más comúnmente utilizado en Almería. Los usuarios pueden seleccionar otros archivos (para diferentes tipos de estiércol) que hayan creado previamente o que sean parte de la base de datos original.
- **Los datos de cultivo son**, la especie de cultivo que se selecciona de un menú desplegable, el método de plantación (trasplante o siembra), y la fecha de trasplante y de final del cultivo.
- **El N mineral en trasplante ( $kg ha^{-1}$ )** necesita ser introducido. Se recomienda que los usuarios realicen un análisis de suelo previo a la plantación, para obtener el N mineral en la profundidad de suelo donde se encuentran las raíces. Si no se conoce este valor, marque la casilla "Desconocido"
- Se debe introducir **información sobre la aplicación del encalado (suspensión de carbonato cálcico) a la cubierta del invernadero**. Si no se va a aplicar encalado, marque la casilla "Sin encalar". Se deben introducir las fechas de aplicación y lavado del encalado, utilizando los calendarios previstos. Es necesario tener un valor de transmisividad de la cubierta tras aplicar el encalado. Este valor se puede medir con un sensor como el cociente entre la radiación solar dentro y fuera del invernadero. Si no se dispone de valores medidos de transmisividad, el usuario puede elegir entre tres valores según el tipo de aplicación realizada (ligero, medio e intenso). Después de introducir toda la información sobre el encalado, presione el botón AGREGAR para guardarlo en el programa. Cuando se realizan varias aplicaciones diferentes de encalado en un mismo cultivo, cada aplicación se introduce individualmente.

Después de completar el formulario del nuevo proyecto, presione GUARDAR.

### **Recuperar un proyecto existente**

Para que el programa haga los cálculos de las necesidades de N y de riego, hay que recuperar el proyecto de la base de datos presionando el botón RECUPERAR PROYECTO EXISTENTE (Imagen 16) en el menú INICIO. Todos los proyectos, los nuevos recién creados y los creados con anterioridad se recuperan de la misma forma. Al presionar este botón se abre una lista con todos los proyectos existentes en la base de datos. Seleccione el proyecto con el que desea trabajar dentro de esta lista, y en la ventana de la derecha se mostrará un resumen de toda la información relevante de ese

proyecto que se puede revisar para garantizar que se ha seleccionado el proyecto correcto. Una vez seleccionado un proyecto, presione OK y el DSS realizará los cálculos.

A modo de ejemplo de uso de este programa, se presenta un proyecto con un cultivo de tomate en ciclo otoño-invierno en invernadero de Almería. El cultivo se trasplantó el 05/08/2015 y finalizó el 24/02/2016; el encalado de la cubierta se aplicó desde el trasplante hasta el 15/10/2015 y la transmisividad durante el encalado fue 0.3 (nivel medio de encalado). Se consideró que el suelo era el enarenado por defecto para Almería. Se realizó una aplicación de estiércol (de oveja típicamente utilizado en Almería) de 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, un año antes del trasplante y el N mineral en los primeros 0,2 m de suelo en trasplante fue de 100 kg N ha<sup>-1</sup>. La configuración del sistema de riego fue de 1.5 m entre líneas de goteros y 0.5 m entre goteros.

Imagen 16. Listado de proyectos existentes

Abrir proyecto existente

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Nombre del proyecto:</b> SUELO-TOMATE
SUELO-TOMATE	<b>Superficie (m2):</b> 1000

<b>Clima:</b> CAJAMAR-HISTÓRICO	
<b>Cultivo:</b> TOMATE	
<b>Ciclo de cultivo</b>	<b>Encalado</b>
05/08/2015 - 24/02/2016	05/08/2015 - 15/10/2015
<b>Medio de cultivo</b>	
<b>Suelo:</b> Suelo enarenado	<b>N mineral en el suelo en el momento del trasplante</b> 100 (kg N/ha)
<b>Densidad aparente del suelo (t/m3)</b>	<b>Profundidad radicular efectiva (m)</b>
1.4	0.2
<b>Configuración del riego:</b> Simple	
<b>Caudal del gotero (L/h)</b>	<b>Distancia entre líneas (m)</b>
3	1
<b>Estiércol</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Fecha de la aplicación</b>
Estiércol de oveja estandar de Almer...	05/08/2014
<b>Volumen (m3/ha)</b>	
50	
<b>Fracción de drenaje:</b> -----	
<b>Coefficiente de eficiencia de la aplicación del N:</b> 0.7	

Editar
Ok
Salir

### Editar un proyecto existente

Es posible editar un proyecto existente; para ello cuando se abre la pestaña de “abrir proyecto existente” y tras seleccionar un proyecto de la lista, se debe seleccionar la tecla “Editar” que abre de nuevo el formulario del Nuevo proyecto (Imagen 14-15). En este caso habrá que seleccionar de nuevo el cultivo, el clima, el suelo, la configuración del riego y el tipo de estiércol.

## RESULTADOS DEL VEGSYST-DSS

Los resultados se presentan en dos categorías, (1) Resultados principales y (2) Resultados intermedios. Los “resultados principales” son los datos necesarios para preparar los planes de abonado nitrogenado y de riego. En “resultados intermedios” se presentan los parámetros intermedios que intervienen en los cálculos.

Los resultados se pueden descargar en un fichero Excel desde la Ventana “[Resultados principales](#)”

## **RESULTADOS PRINCIPALES**

En la ventana de [Resultados principales](#), se presentan los resultados más importantes del programa en formato gráfico a la izquierda y como valores diarios en la tabla de la derecha (Imagen 17).

Se presentan tres gráficos:

- (1) Valores diarios de la ETc y las necesidades de riego (en cultivos en suelo ambas son equivalentes al no permitir riegos de lavado) ( $\text{mm d}^{-1}$ ),
- (2) Valores diarios de recomendación de fertilizante N, extracción de N por el cultivo y aporte de N del suelo ( $\text{kg N ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ ) (Comentario: la aportación de N del suelo proviene del N mineral del suelo en la siembra y el N mineralizado desde el estiércol o materia orgánica del suelo)
- (3) La concentración de N recomendada ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) se presenta para períodos de 4 semanas calculada como promedio de los valores diarios durante los periodos de cuatro semanas.

En la tabla de la derecha se presentan los valores diarios (en días después de trasplante) para todo el ciclo de cultivo de volumen de riego (mm), tiempo de riego (min), fertilizante N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y contenido de N en la solución ( $\text{mmol L}^{-1}$ ).

*Imagen 17. Ventana de resultados principales*



Los resultados se pueden descargar en un fichero Excel desde la ventana [Resultados principales](#). Hay dos opciones para descargar los resultados en este formato: (1) [informe detallado](#) y (2) [informe breve](#). En cada tipo de informe, el usuario puede seleccionar de una lista los parámetros a descargar.

El informe detallado proporciona datos en cuatro categorías generales: (1) necesidades de riego, (2) extracción de N por el cultivo, (3) fuentes de N en el suelo y (4) necesidades de fertilizante N.

1- Necesidades de riego: Valores diarios de ETo, kc y ETc, volumen de riego (diario, acumulado y semanal, en mm), y el tiempo de riego (diario y semanal, en minutos).

2- Extracción de N por el cultivo diaria y acumulada, todo en kg N ha<sup>-1</sup>

3- Fuentes de N: Valores diarios y acumulados de N mineral en el suelo, N mineralizado y N neto aportado por el suelo, todo en kg N ha<sup>-1</sup>. El N neto que aporta el suelo es la cantidad de N disponible para el cultivo después de considerar los factores de eficiencia. Para más información ver Gallardo et al. (2014).

4- Necesidades de fertilizante: Necesidades diarias y acumuladas de fertilizante N (kg N ha<sup>-1</sup>), necesidades semanales de fertilizante N y contenido de N recomendado en la solución nutritiva (mmol N L<sup>-1</sup>) y el promedio del contenido de N recomendado para períodos de cuatro semanas.

El informe detallado también contiene un resumen de los valores totales para todo el cultivo del volumen de riego, N mineral en suelo (kg N ha<sup>-1</sup>), N mineralizado (kg N ha<sup>-1</sup>) y N extraído por el cultivo (kg N ha<sup>-1</sup>). También se presenta el volumen total de riego (m<sup>3</sup>) y la cantidad de fertilizante N (kg de N) para todo el invernadero o superficie de cultivo.

El informe breve proporciona datos de volumen de riego (diarios, acumulados y volumen semanal, en mm), tiempo de riego (diario y semanal, en minutos), y recomendaciones de fertilizante N (cantidad diaria de fertilizante N y el promedio del contenido de N durante períodos de cuatro semanas). Este informe también contiene los resúmenes descritos para el informe detallado.

## **RESULTADOS INTERMEDIOS**

El objetivo de esta sección es presentar los parámetros intermedios que intervienen en los cálculos del DSS. En la ventana de resultados intermedios, estos parámetros están organizados en cinco categorías generales: (1) riego, (2) fuentes de N, (3) fertilizante N, (4) cultivo, y (5) clima (Imagen 18). Estas categorías están organizadas como columnas separadas; cada categoría tiene un color diferente.

Dentro de cada categoría, cada parámetro se presenta en una caja (Imagen 18). Al seleccionar estas cajas se obtienen información en formato gráfico de la evolución diaria y estacional del parámetro seleccionado. En algunos parámetros que no cambian durante el ciclo (fracción de drenaje, N mineral en trasplante, estiércol N aplicado), se dan valores totales o promedios.

Imagen 18. Ventana de resultados intermedios



## BASE DE DATOS DEL PROGRAMA

La base de datos del programa contiene todas las bases de datos y archivos asociados a los diferentes proyectos creados. Está organizada en las siguientes categorías: (1) Clima y localización, (2) Cultivo, (3) Estiércol, (4) Configuración del sistema de riego, (5) Suelo, y (6) Proyectos (Imagen 19). En cada una de estas categorías, se proporciona información detallada en el panel lateral derecho. Los archivos de proyecto se pueden eliminar seleccionando el nombre y usando el botón derecho del ratón.

Imagen 19. Información relacionada con la base de datos del programa



Para consultas sobre el software o sugerencia contacte con [mgallard@ual.es](mailto:mgallard@ual.es)

## AGRADECIMIENTOS



Este software se ha desarrollado y financiado en el marco del Proyecto AGL2012-39036-C03-01 otorgado por el Ministerio de Educación y Ciencia español y cofinanciado por FEDER.

## REFERENCIAS

- Fernández, M.D., Bonachela, S., Orgaz, F., Thompson, R., López, J.C., Granados, M.R., Gallardo, M., Fereres, E., 2010. Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate. *Irrig. Sci.* 28, 497–509.
- Fernández, M.D., Bonachela, S., Orgaz, F., Thompson, R.B., López, J.C., Granados, M.R., Gallardo, M., Fereres, E., Fernandez, M.D., Lopez, J.C., 2011. Erratum to: Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate. *Irrig. Sci.* 29, 91–92.
- Fernández, M. D., López, J. C., Baeza, E., Céspedes, A., Meca, D. E., & Bailey, B. 2015. Generation and evaluation of typical meteorological year datasets for greenhouse and external conditions on the Mediterranean coast. *International Journal of Biometeorology*, 59(8), 1067–1081.
- Gallardo, M., Giménez, C., Martínez-Gaitán, C., Stöckle, C.O., Thompson, R.B., Granados, M.R., 2011. Evaluation of the VegSyst model with muskmelon to simulate crop growth, nitrogen uptake and evapotranspiration. *Agric. Water Manag.* 101, 107–117. doi:10.1016/j.agwat.2011.09.008
- Gallardo, M., Thompson, R.B., Giménez, C., Padilla, F.M., Stöckle, C.O., 2014. Prototype decision support system based on the VegSyst simulation model to calculate crop N and water requirements for tomato under plastic cover. *Irrig. Sci.* 32, 237–253. doi:10.1007/s00271-014-0427-3
- Gimenez, C., Gallardo, M., Martinez-Gaitán, C., Stöckle, C.O., Thompson, R.B.B., Granados, M.R., 2013. VegSyst, a simulation model of daily crop growth, nitrogen uptake and evapotranspiration for pepper crops for use in an on-farm decision support system. *Irrig. Sci.* 31, 465–477. doi:10.1007/s00271-011-0312-2
- Schepers, J. S., Mosier, A. R. 1991. Accounting for nitrogen in nonequilibrium soil-crop systems. In: R.F. Follett et al. (Eds), *Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability*. Soil Science Society of America, Madison, W, USA, pp. 125-138.