



Ferti
RIEGO
Horticultura
inia
URUGUAY

MANUAL DE USUARIO





¿Qué es FertiRIEGO Horticultura?

FertiRIEGO Horticultura es una aplicación para dispositivos móviles y web de soporte a la toma de decisiones desarrollado por INIA que realiza recomendaciones de riego y aporte de fertilizantes para el cultivo de tomate bajo invernáculo en Uruguay. Se basa en información generada en experimentos realizados en Uruguay y tomando como base el sistema VegSyst-DSS desarrollado por la Universidad de Almería (España) (Gallardo *et al.*, 2014).

Este sistema se basa en el modelo de simulación VegSyst calibrado y validado para tomate en invernadero de primavera-verano y otoño-invierno en Uruguay (Berrueta *et al.*, 2023) (Figura 1). Este modelo calcula la absorción diaria de N, Fósforo (P), K, Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) y la evapotranspiración del cultivo (ETc) en base a datos climáticos (temperatura y radiación). Los requerimientos de fertilizantes nitrogenados se calculan utilizando un balance de N, basado en la absorción diaria de N y considera (a) el N mineral del suelo, (b) el N mineralizado de: enmiendas orgánicas (cama de pollo, estiércol y compost), cultivo anterior incorporado o abono verde previo al cultivo y la materia orgánica del suelo, y (c) la concentración de N en el agua de riego. La aplicación recomendada de P, K, Ca y Mg considera (a) la absorción de nutrientes y (b) los nutrientes disponibles/intercambiables en el suelo. Los requerimientos surgen del producto de la absorción simulada por un factor asociado a la disponibilidad de cada nutriente utilizando el enfoque de "maintenance/build up". Los requerimientos de riego se basan en la ETc calculada y el caudal del sistema de riego. La ETc se calcula según el método ETo-kc, utilizando el modelo Hargreaves adaptado para invernáculos para estimar la ETo (Fernandez *et al.*, 2010) y un modelo de kc basado en la evolución de la fracción de radiación interceptada por el cultivo según el tiempo térmico (Figura 1).

La información de clima se obtiene automáticamente de las estaciones meteorológicas INIA Las Brujas e INIA Salto Grande, sumado a el pronóstico meteorológico Global Forecast System (GFS) (NOAA-EE.UU). Si el proyecto se define en un cultivo que aún no comenzó la información climática usada será la de la estación meteorológica indicada para los últimos 3 años. Si el proyecto se trata de un cultivo en curso, se actualizará la información climática a la del año y la información del pronóstico para los siguientes 5 días. Luego de esos 5 días usará nuevamente la información promedio de los últimos 3 años. En el caso de querer usar información de otra zona del país o de la región, el usuario deberá ingresar los datos climáticos históricos de esa zona o región.

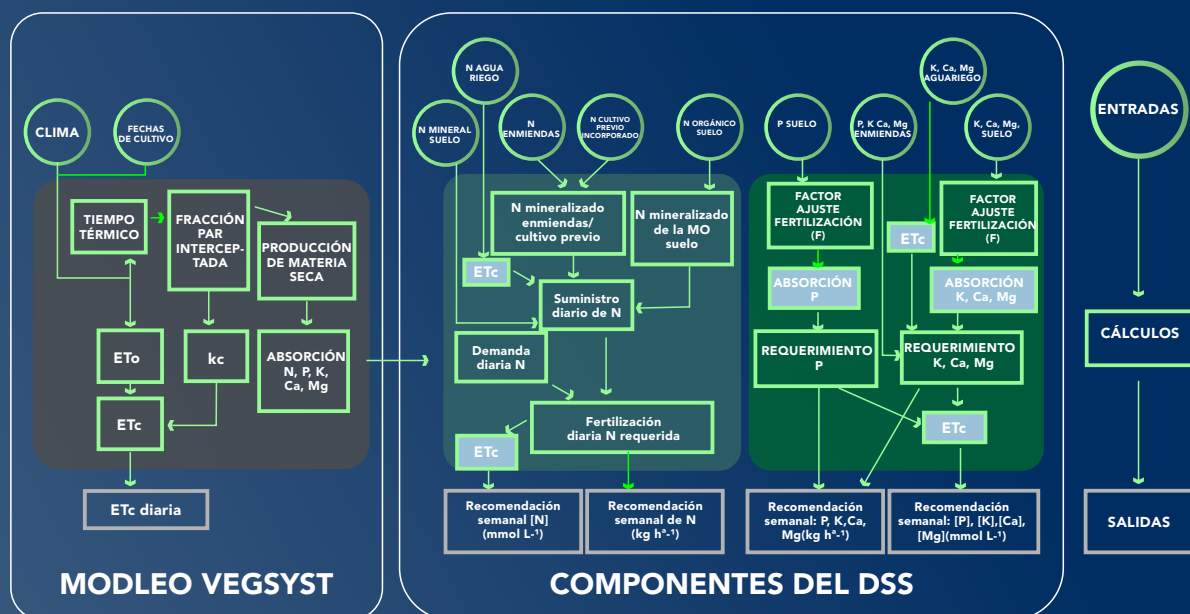


Figura 1. Representación esquemática de FertiRIEGO Horticultura mostrando los cálculos realizados por (1) el modelo de simulación VegSyst calibrado para Uruguay y (2) los componentes del DSS (Adaptado de Berrueta et al., 2024).



Descarga del sistema

El sistema se podrá visualizar tanto desde el celular para poder acceder a proyectos y recomendaciones desde cualquier sitio. Además, en la versión web podrá trabajar desde el ordenador con mayor comodidad.

La descarga para dispositivos móviles está disponible en INIA Móvil desde las tiendas Google Play o App Store.

Ya disponible en **inia móvil**

Available on the **App Store**
Descarga aquí

GET IT ON **Google Play**
Descarga aquí

Para acceder a la versión web el usuario debe **HACER CLICK AQUÍ** desde el navegador.





Registro de usuario

Si es la primera vez que usará el sistema deberá registrarse con un usuario y contraseña. En el caso que ya se haya registrado en INIA Móvil, esa misma cuenta le servirá para iniciar sesión directamente en FertiRIEGO sin la necesidad de volver a registrarse.

INICIO DE SESIÓN

Al introducir su usuario y contraseña podrá ingresar a FertiRIEGO Horticultura.

MENÚ DE INICIO

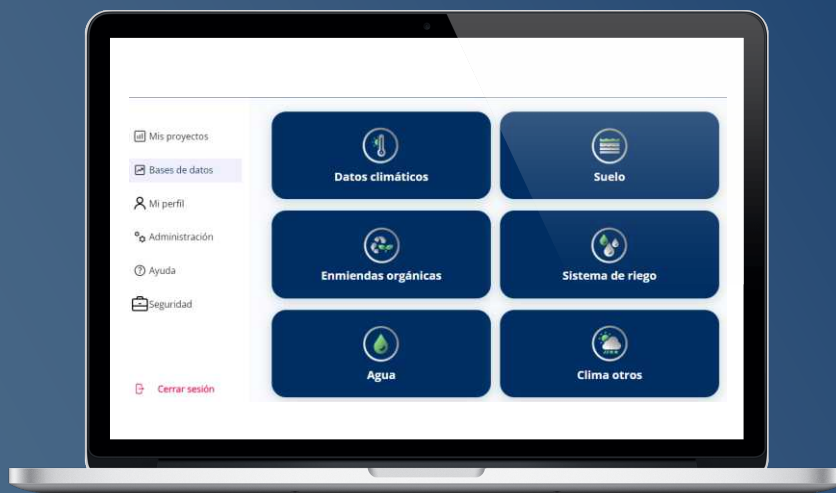
En el menú inicial podrá acceder a Mis proyectos, Bases de datos, Mi perfil y Ayuda.

En la sección ayuda podrá acceder al manual de usuario, video tutorial y podrá enviar consultas directamente al equipo encargado de la gestión del sistema.



BASES DE DATOS

Hay 6 bases de datos en la App como se observa en la siguiente figura:



En Datos climáticos: encontrará la información de radiación y temperatura media diaria actual para la estación meteorológica seleccionada (INIA Las Brujas o INIA Salto Grande) y el pronóstico para los próximos 5 días según el sistema de pronóstico GFS.

En Suelos: se podrán agregar aquí los datos de suelo de sus cultivos/proyectos así como visualizar los datos cargados por el usuario previamente. El sistema cuenta con dos suelos precargados, uno de textura liviana y otro de textura pesada. La información necesaria para agregar un suelo se presenta en la siguiente imagen. Debe ingresar primero el tipo de suelo. El suelo Tipo 1 refiere a suelos medios y pesados de textura franco-arcillosa, franco arcillo limosa y limosos. El Tipo 2 refiere a suelo de textura liviana, arenosos, franco arenosos o francos. Luego debe indicar la profundidad radicular efectiva sobre el cantero y la densidad aparente. En caso de no tener esta información se colocará una profundidad de arraigamiento de 0,4 m y una densidad aparente de 1,1 para suelo Tipo 2 y 1,4 para suelo Tipo 1. Por último, indicar si realizó solarización previamente al trasplante. Si la respuesta es afirmativa, le pedirá indicar si la muestra de suelo para el análisis fue extraída antes o después de la solarización.

Suelo > Editar

Nombre*

Arena (%)
44

Arcilla (%)
4

Densidad aparente de suelo (g/m³)

Tipo de suelo*

Tipo 1-suelo liviano: arenoso, franco arenoso, franco

Seleccionar tipo de suelo

Tipo 1-suelo liviano: arenoso, franco arenoso, franco

Tipo 2-suelo pesado: franco arcilloso, franco arcillo limoso, limoso

Profundidad radicular efectiva (m)*

Predefinida

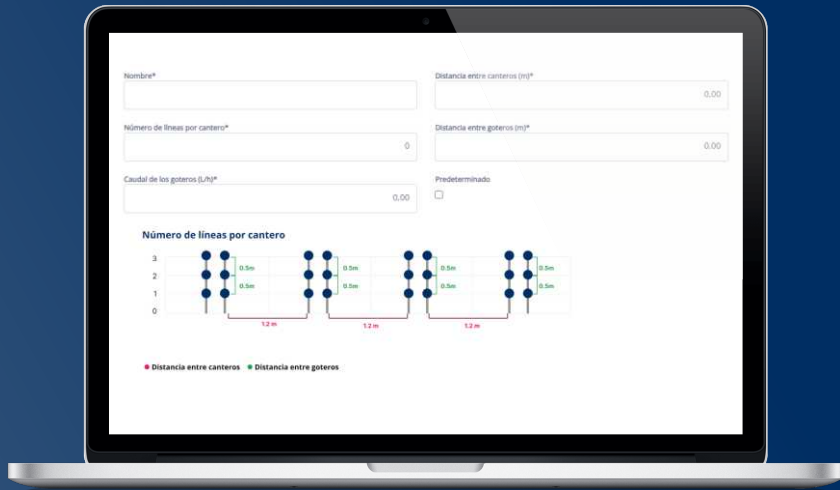
¿Se realizó solarización previo al trasplante?

No

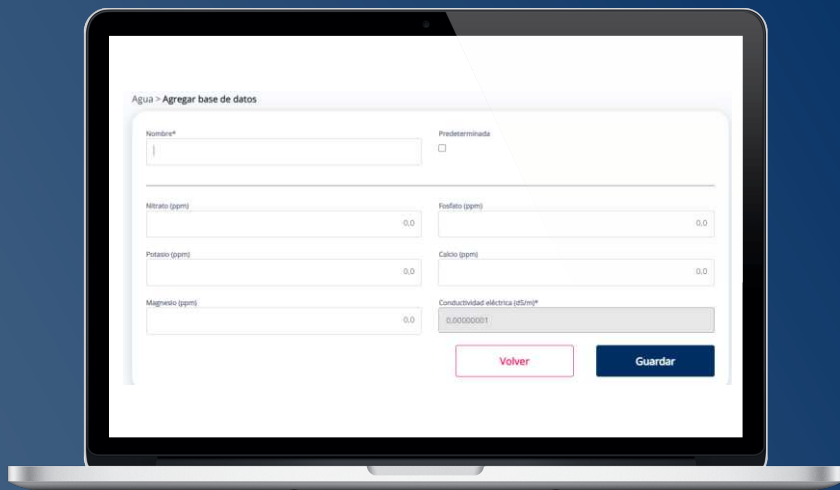
A continuación, se deberá indicar la información de disponibilidad de nutrientes obtenida del último análisis de suelo realizado. Deberá introducir el contenido de N nítrico, P, bases intercambiables y materia orgánica/carbono orgánico. Se podrá elegir el método de análisis usado para el P (Bray1, Mehlich III). En el caso de las bases intercambiables se podrá elegir la unidad de medida en cada una entre mg/kg (ppm) o meq/100g de suelo. Se podrá incluir la materia orgánica o el carbono orgánico del suelo.

En Enmiendas orgánicas: se podrán visualizar datos precargados de densidad y contenido de nutrientes de las enmiendas orgánicas comúnmente usadas. Las mismas fueron extraídas de la caracterización realizada por Barbazán et al. (2011). El usuario también puede agregar nuevas enmiendas si cuenta con la información de densidad y contenido de nutrientes.

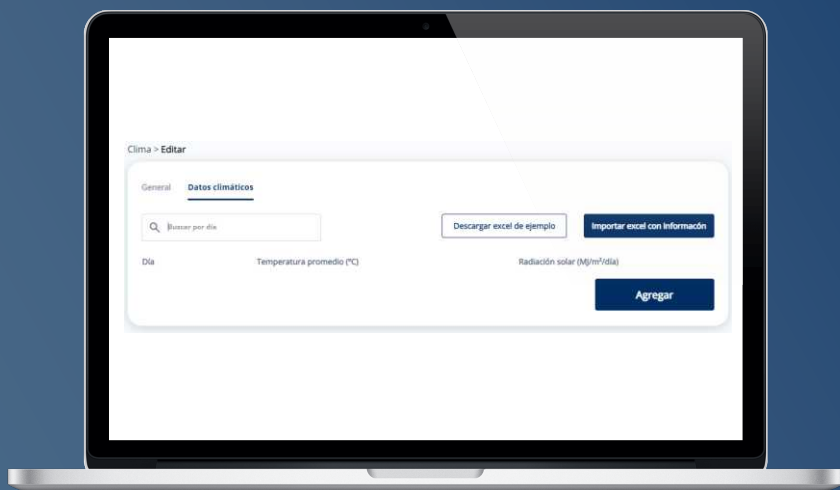
En Sistemas de riego: se podrán visualizar o agregar las configuraciones del sistema de riego utilizadas comúnmente. Para ello deberá agregar la información solicitada en la siguiente pantalla. En el esquema se indica como obtener la distancia entre canteros y entre goteros.



En Agua: encontrará información precargada de contenido de macronutrientes en el agua de riego para un tajamar y un pozo semisurgente. Además, en caso de contar con análisis de agua reciente, podrá agregar esa información en la siguiente pantalla. Recordar que se recomienda sacar muestras de agua en el momento de mayor demanda de los cultivos (verano). Además, es posible usar los sistemas de análisis rápido LAQUATwin para obtener esta información para el caso de nitrato, potasio y calcio.



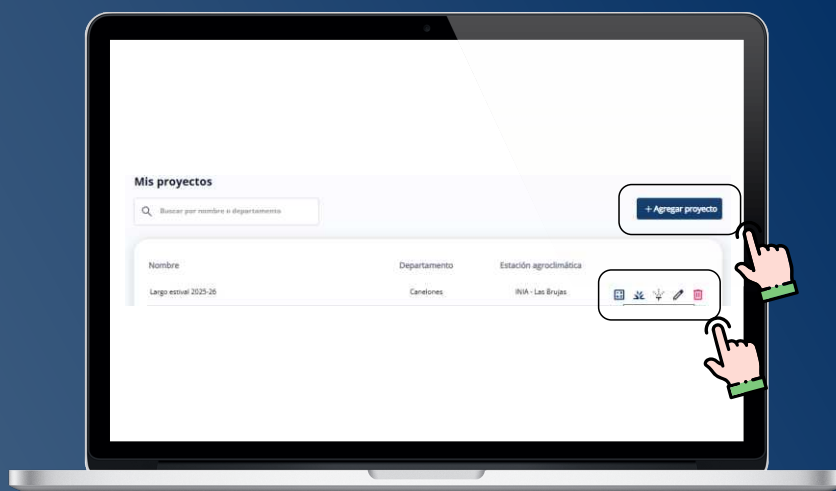
En Clima otros: encontrará la información media para los últimos 3 años de temperatura y radiación para la estación meteorológica INIA Las Brujas o INIA Salto Grande. Además, podrá agregar información climática de otras zonas del país o la región en formato Excel. Para ello puede descargar una plantilla Excel de ejemplo como se muestra en la siguiente imagen y luego importar la plantilla.





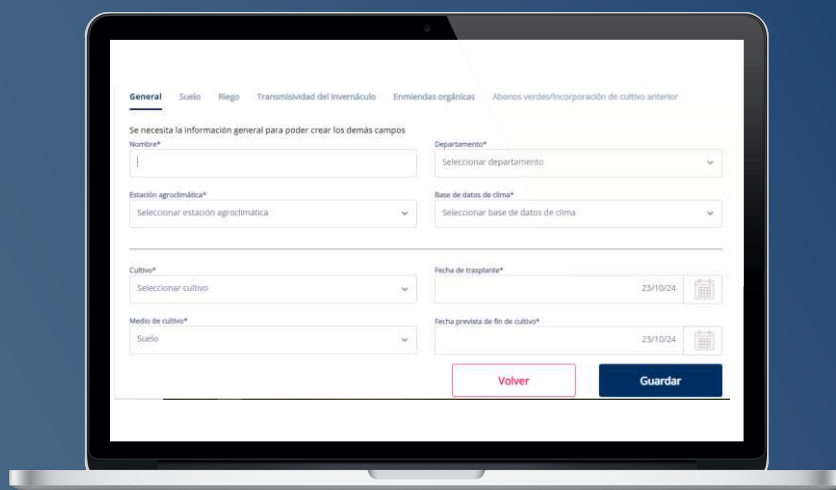
Mis proyectos

En esta sección se podrán ver los **resultados de los proyectos** ya ingresados por el usuario, **editar proyectos existentes o eliminarlos**, así como **agregar nuevos proyectos**.



PASOS PARA INGRESAR UN NUEVO PROYECTO

Deberá ir agregando información de los puntos que aparecen en la parte superior de la siguiente pantalla para ingresar un nuevo proyecto o cultivo: General, Suelo, Riego, Transmisividad del invernáculo, Enmiendas orgánicas y Abonos verdes/incorporación del cultivo anterior.



En la sección General: Deberá ingresar un nombre para identificar el proyecto, el departamento, la estación agroclimática de donde tomará los datos y la base de datos histórica de clima que utilizará (precargada o subida por el usuario). En caso de que el proyecto se sitúe en locaciones distintas y muy lejanas a las estaciones de referencia, el usuario debería cargar la información climática de esa locación en la base de datos **Clima otros**.

A su vez, deberá ingresar el tipo de **Cultivo** de tomate del que se trata entre cuatro opciones:

- Ciclo corto otoño: trasplante de enero a abril, menos de 200 días de ciclo.
- Ciclo corto primavera: trasplante de julio a diciembre, menos de 200 días de ciclo.
- Ciclo largo estival: trasplante de setiembre a diciembre, más de 200 días de ciclo.
- Ciclo largo invernal: trasplante de febrero a mayo, más de 200 días de ciclo.

En el caso de no coincidir exactamente seleccionar el tipo de cultivo más similar. Luego deberá ingresar la fecha de trasplante y fecha probable de fin de cultivo. En medio de cultivo solo se puede seleccionar suelo. Aún no está disponible la opción sustrato.

En la sección Suelo: deberá seleccionar la información de suelo que corresponde a su proyecto de la base de datos Suelo. Si aún no cargó los datos del suelo en la base de datos, deberán ser cargadas como se explicó antes, para continuar con el nuevo proyecto.

En la sección Riego: deberá introducir la configuración del sistema de riego y la calidad de agua para riego. Ambos deben estar cargados en sus correspondientes bases de datos para poder ser seleccionados en el nuevo proyecto (Sistemas de riego y Agua).

En Transmisividad del invernáculo: el usuario deberá ingresar la información necesaria para generar un valor de transmisividad. Esta información es muy sensible para la simulación porque corrige el valor de radiación incidente y determina directamente la acumulación de materia seca del cultivo.

Como se observa en la siguiente captura, debe ingresar la edad del nylon del invernáculo en años y el tipo de nylon. A su vez, en caso de que se utilicen otras cubiertas en ciertos momentos del año, como: malla sombra o encalado en verano o doble nylon para el invierno debe señalarse el tipo de cubierta. Además, agregando información del tipo de malla sombra, tipo de encalado, fecha en la que se instaló la cubierta adicional (fecha de encalado, fecha de colocación de la malla o el doble techo) y la fecha probable de lavado o remoción. El usuario debe ser lo más preciso posible en estos datos para que el sistema pueda estimar lo más precisamente posible el dato de transmisividad de la cubierta.

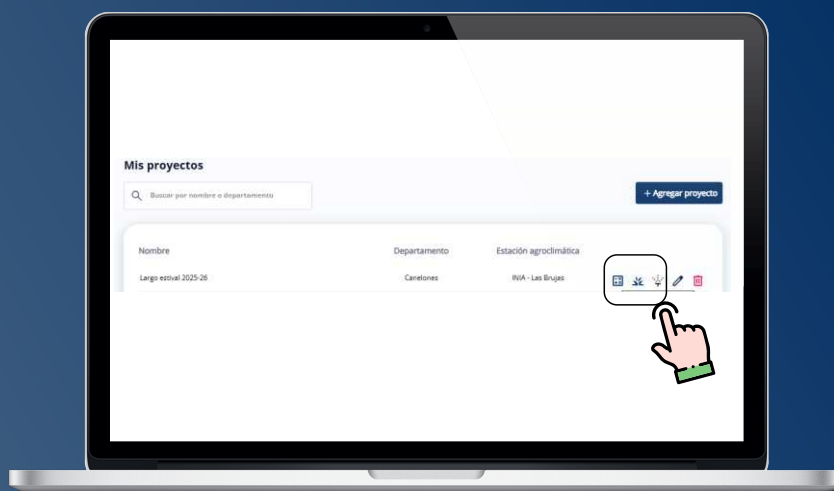
En la sección Enmiendas orgánicas: debe indicar si se agregó al suelo alguna enmienda orgánica en el último año. En caso afirmativo, se debe seleccionar el tipo de enmienda de la base de datos Enmiendas orgánicas, ya sea seleccionando las precargadas en el sistema o agregando la información precisa de la enmienda usada en caso de contar con análisis físico-químico de la misma. También se debe introducir la fecha de aplicación al suelo, el volumen aplicado y el tipo de enmienda de que se trata de la lista.

Por último, se deberá completar la sección **Abonos verdes/Incorporación de cultivo anterior**. En caso de haberse incorporado un abono verde antes del trasplante del cultivo de tomate se deberá ingresar la altura del abono verde al momento del enterrado y la fecha de incorporación en el suelo. En caso de haberse incorporado el cultivo anterior antes del trasplante, se deberá indicar si el cultivo fue tomate o morrón y la fecha de incorporación.



Resultados de los proyectos

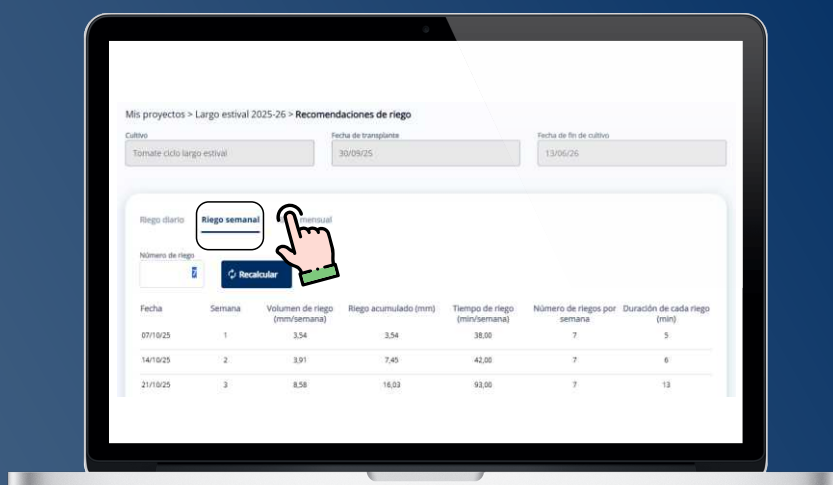
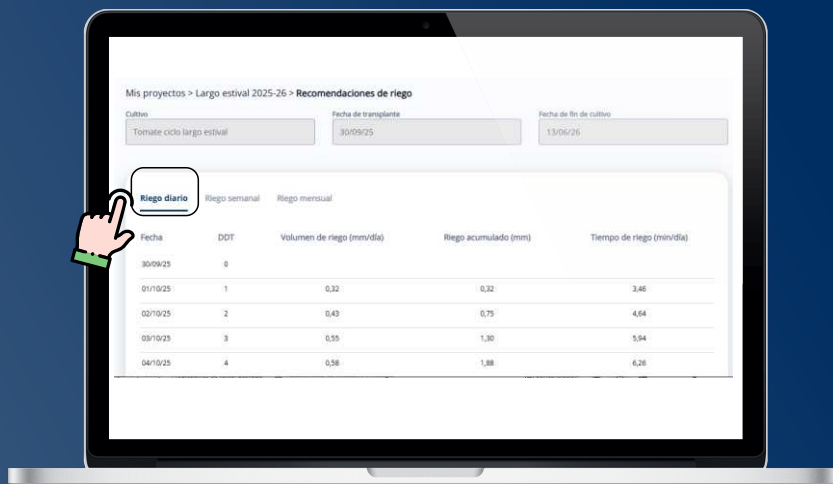
Como se observa en la siguiente captura de **Mis proyectos** se podrá consultar los **Cálculos intermedios**, **recomendaciones de riego** y **recomendaciones de fertilización** para los proyectos ingresados por el usuario.



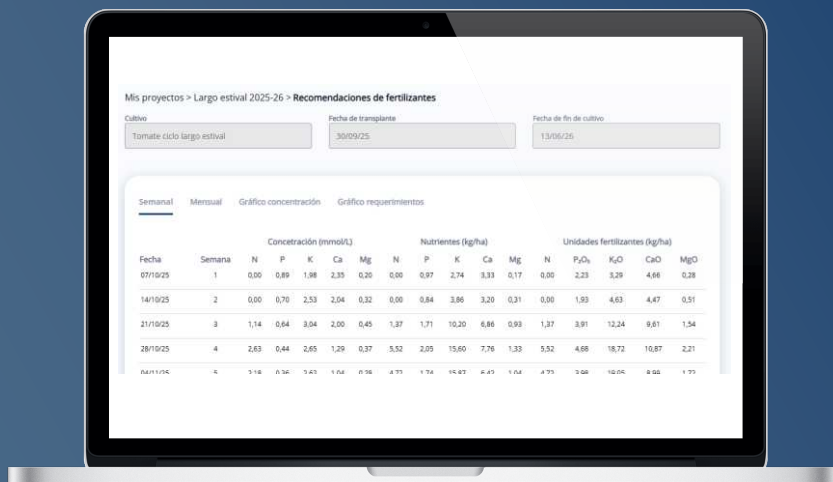
En **Cálculos intermedios** (solo disponible en la versión web) se presenta una tabla como la que se muestra en la siguiente captura, resumiendo la información intermedia importante para el sistema como: materia seca producida por el cultivo, la absorción diaria de N, P, K, Ca, Mg, el valor kc y la ETc del cultivo. Estos son datos obtenidos de la simulación del VegSyst calibrado y validado para Uruguay.

| Mis proyectos > Largo estival 2025-26 > Cálculos intermedios | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------------|----------------------|-----|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| Cultivo | Fecha de transplante | Fecha de fin de cultivo | Unidades (kg/ha/día) | | | | | | | | | |
| Tomate ciclo largo estival | 30/09/25 | 13/06/26 | Fecha | DDT | Materia seca (g/m ² /día) | N | P | K | Ca | Mg | Kc | ETc (mm/día) |
| | | | 30/09/25 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| | | | 01/10/25 | 1 | 0,23 | 0,09 | 0,13 | 0,11 | 0,22 | 0,01 | 0,15 | 0,32 |
| | | | 02/10/25 | 2 | 0,84 | 0,32 | 0,26 | 0,40 | 0,52 | 0,04 | 0,26 | 0,43 |
| | | | 03/10/25 | 3 | 1,18 | 0,45 | 0,27 | 0,56 | 0,59 | 0,06 | 0,27 | 0,55 |
| | | | 04/10/25 | 4 | 1,28 | 0,49 | 0,25 | 0,61 | 0,57 | 0,07 | 0,28 | 0,58 |
| | | | 05/10/25 | 5 | 1,39 | 0,53 | 0,25 | 0,66 | 0,57 | 0,07 | 0,29 | 0,63 |

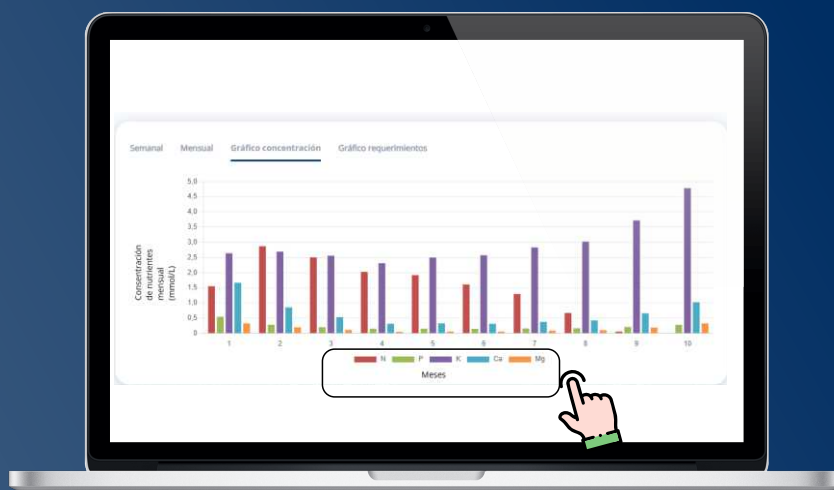
En Recomendaciones de riego: se podrán visualizar las recomendaciones de riego diarias, semanales y mensuales. En las recomendaciones semanales, se puede ingresar el número de riego que se están haciendo por semana para recalculer en función de eso el tiempo de cada riego.



En Recomendaciones de fertilizantes: se podrán visualizar las recomendaciones de fertilización semanales y mensuales en formato de tabla o gráfico. A continuación, se observa la tabla de datos de fertilización (semanal) que se presenta en concentración (mmol/L), cantidad de nutriente por superficie (kg/ha) y unidades fertilizantes por superficie (kg/ha). El usuario usará la información más adecuada según el sistema de fertirriego con el que cuente.



En la opción gráfico concentración (mmol/L) y gráfico requerimientos (kg/ha) se podrán visualizar los datos de recomendación de fertilización mensual en formato gráfico. Se pueden ver los datos de los 5 nutrientes a la vez o ir visualizando cada nutriente de forma separada haciendo click sobre la referencia de cada nutriente en la parte inferior del gráfico.



También se puede acceder a información de cómo complementar las recomendaciones obtenidas por FertiRIEGO Horticultura con herramientas de manejo correctivo del fertirriego como: tensiómetros para el manejo de riego y el uso de análisis de savia, solución de suelo con sondas y análisis de suelo dilución 1:2 para el manejo de la fertilización.



Ayuda

En la sección ayuda podrá acceder al manual de usuario, así como contactarse con nosotros para hacer consultas específicas del sistema de soporte FertiRIEGO Horticultura.



Referencias bibliográficas

Barbazán M., del Pino A., Moltini C., Hernández J., Rodríguez J., 2011. Caracterización de materiales orgánicos aplicados en sistemas agrícolas intensivos de Uruguay. *Agrociencia Uruguay - Volumen 15* 1:82-92.

Berrueta, C., Grasso, R., García, C., Thompson, R. B., Gallardo, M., 2023. Use of the VegSyst model to simulate seasonal dry matter production, N and K uptake and evapotranspiration in greenhouse soil-grown tomato in Uruguay. *Agric. Water Manage.*, 286, 108395.

Berrueta, C., Tiscornia, G., Cal, A., Lapetina, J., Gallardo, M., 2024. Decision support system software to calculate irrigation and nutrient requirements in greenhouse tomato. *57° Congresso Brasileiro de Olericultura, Campinas SP, Brasil.*

Delgado, A., Quemada, M., Villalobos, F.J., Mateos, L., 2016. Fertilization with phosphorus, potassium and other nutrients. *Principles of agronomy for sustainable agriculture*, 381-405.

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. <https://doi.org/10.1007/s00271-010-0210-z>.

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. <https://doi.org/10.1007/s00271-014-0427-3>.



Ferti
RIEGO
Horticultura
inia
URUGUAY