



# ESTIMACIÓN DE NECESIDADES HÍDRICAS Y MANEJO DE RIEGO

**NEIKER** MEMBER OF  
BASQUE RESEARCH  
& TECHNOLOGY ALLIANCE



**EUSKO JAURLARITZA**  
**GOBIERNO VASCO**

EKONOMIAREN GARAPEN,  
JASANGARRITASUN  
ETA INGURUMEN SAILA  
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO  
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD  
Y MEDIO AMBIENTE

# 1

## ¿Por qué es necesario el riego controlado?

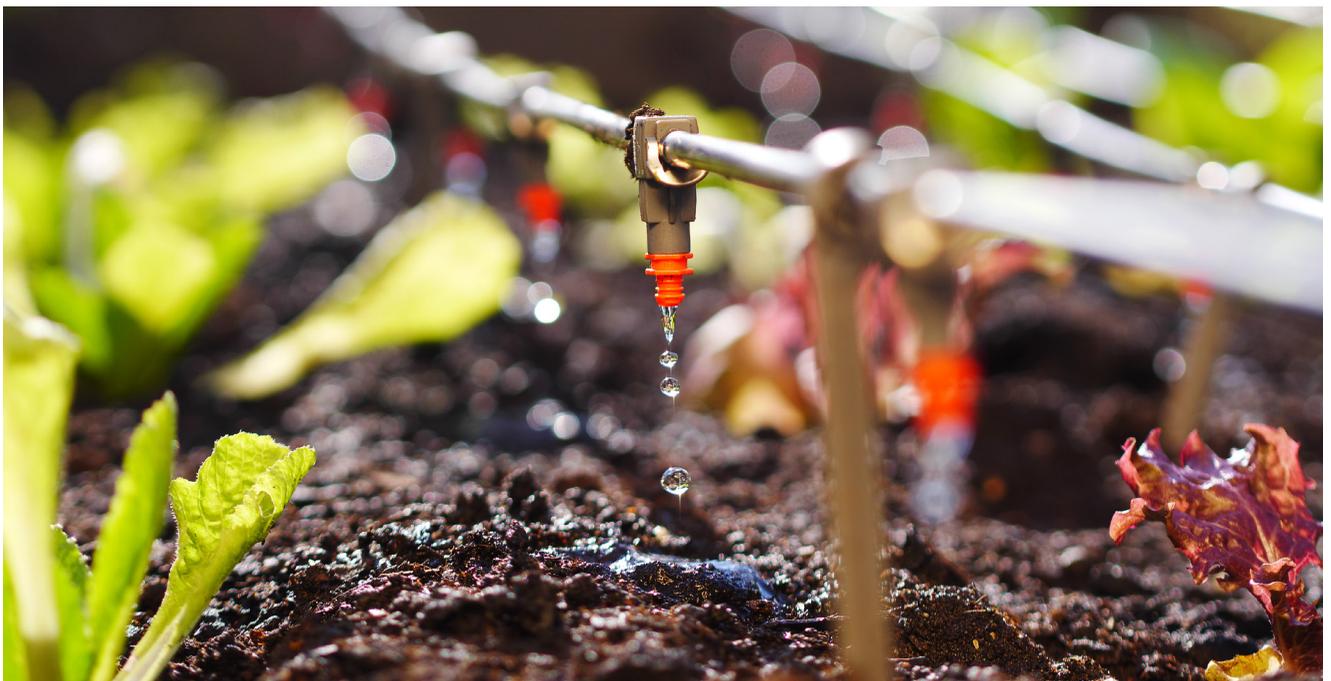
Optimización del  
uso del agua de  
riego

**El agua es el mayor condicionante de la producción y un bien escaso.**

Es un elemento fundamental de cualquier ecosistema. Por ello es muy importante manejar bien el riego, aportando al cultivo **el agua que necesita y cuando lo necesita.**

No hay que aportar más agua de la necesaria (se derrocha agua), ni menos (se pierde producción) y en el momento adecuado.

La importancia de conocer la estructura y la textura del suelo



# 2

## La importancia de conocer la estructura y la textura del suelo

### La textura

Es la proporción de los diferentes componentes mineralógicos: arena, limo y arcilla. Estos componentes se diferencian exclusivamente por su tamaño.

- **Arena:** partículas comprendidas entre 0,05 y 2 mm.
- **Limo:** partículas entre 0,002 y 0,05 mm.
- **Arcilla:** partículas menores de 0,002 mm.

### La estructura

Es la forma en que las partículas del suelo se unen formando agregados y dejando entre sí poros. Además de la textura, en la formación de la estructura intervienen el contenido en materia orgánica y el manejo del suelo.

De forma genérica, el laboreo intensivo, el pisoteo del ganado y la circulación de la maquinaria con el terreno húmedo contribuyen a destruir la estructura de los suelos.

Del volumen total de agua que puede almacenar un suelo, no todo está disponible para las plantas y, del que está disponible, no todo se puede absorber con igual facilidad. Así, se definen los siguientes conceptos:

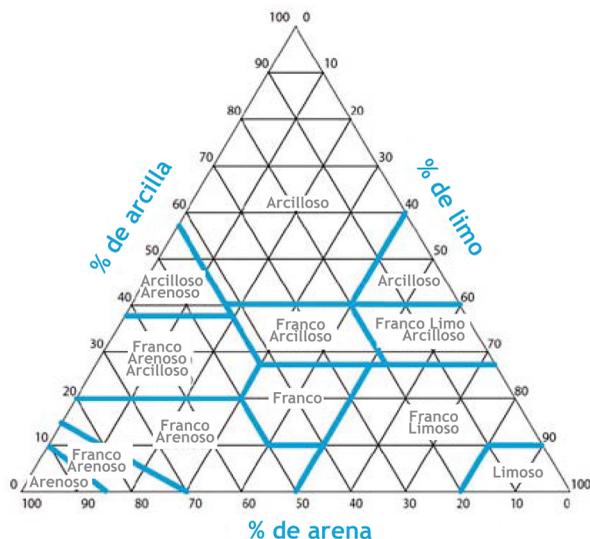


Imagen Diagrama triangular de texturas en función del tamaño de partículas, USDA

# 3 Conceptos importantes para el manejo del riego

## Capacidad de campo

Es el volumen de agua que un suelo puede retener después de saturarlo (encharcarlo) y dejarlo drenar (escurrir) libremente durante 48 horas. La capacidad de campo viene a reflejar el agua que el suelo retiene en los poros pequeños, después de que los más grandes se hayan llenado de aire. Cuando un suelo está a capacidad de campo la presión necesaria para comenzar a extraer el agua retenida es baja.

## Punto de marchitez permanente

Es el contenido de agua de un suelo a partir del cual las plantas no pueden extraer más agua. La presión necesaria para comenzar a extraer el agua que contiene un suelo en su punto de marchitez es muy alta. De forma general, el punto de marchitez es igual al 56% de la capacidad de campo. Es decir, el suelo tiene agua pero no puede ser aprovechada por las plantas.

## Agua útil para las plantas

Es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez.

## Agua fácilmente utilizable por las plantas

Es parte del agua útil que las plantas pueden absorber con poco esfuerzo y, por tanto, sin merma de su capacidad productiva. Depende de cada especie de planta.

En agricultura se considera, de forma orientativa, que para los cultivos menos sensibles a la sequía el agua fácilmente utilizable es el 50% del agua útil y para los más sensibles entre 25-30%.

- **Las tierras ligeras (arenosas) son poco productivas**, no necesitan mucha lluvia, pero sí que esté bien repartida.
- **Las tierras pesadas (arcillosas) son más productivas** pero necesitan mojarse bien en épocas de lluvia para guardar humedad y poder aguantar períodos prolongados sin lluvia. Sin embargo, con lluvias escasas dan malas cosechas.
- **Las tierras medias (francas) son las más seguras** produciendo ya que se adaptan mejor a las lluvias irregulares.



▲ Agua disponible

# 4

## Sistemas de riego

**En Álava se riega principalmente por aspersión.** El agua es conducida a presión. Al llegar a los emisores (aspersores) produce gotas que mojan todo el terreno de forma similar a como lo haría la lluvia.

La instalación de riego distribuye el agua en la parcela. Es necesario conocer qué pluviosidad aporta nuestro sistema de riego (cantidad de agua por m<sup>2</sup> de suelo y hora, litros/m<sup>2</sup> hora o mm/hora).

Este valor puede estimarse dividiendo el caudal horario (litros por hora) de un aspersor entre el marco de riego (ejemplo 12m x 18m; 15m x 15m; etc...). Como se verá más adelante la pluviosidad no deberá superar la tasa de infiltración de agua en el suelo, para evitar pérdidas por escorrentía superficial o encharcamiento.

Es fundamental que la distribución del agua en el sistema de riego se haga de la forma más uniforme posible. Hay que tratar que todos los puntos de la parcela reciban la misma cantidad de agua. Una uniformidad del riego deficiente puede reducir la producción más del 15 % disminuyendo significativamente la eficiencia del riego.

En el caso del riego por aspersión, la uniformidad puede verse afectada por factores como el viento, la presión de funcionamiento, el diseño del propio aspersor, el marco de riego y el tamaño y número de boquillas.

Para mejorar la uniformidad y la eficiencia del riego en coberturas totales hay que seguir las siguientes recomendaciones:

- **Todos los aspersores deben ser siempre de la misma marca y modelo.**
- **Todos los aspersores deben tener siempre el mismo número y diámetro de boquillas.**
- **La presión nominal de trabajo debe estar entre 3 y 4 kg/cm<sup>2</sup>**
- **La diferencia de presiones entre los distintos aspersores deberá ser inferior al 20%.**
- **En general, los marcos de riego cuadrados proporcionan mayor uniformidad de riego (15 x 15; 18 x 18; 12 x 12).**
- **Cuanto menor es el marco de riego mayor es la uniformidad. Pero reducir el marco de riego podría requerir aspersores de menor caudal, para evitar problemas de infiltración.**
- **La pluviometría se recomienda que sea inferior a 7 mm/hora (litros/m<sup>2</sup> hora).**
- **Se desaconseja el riego con velocidades de viento superiores a 2 m/s. A velocidades superiores a 2 m/s se aconseja utilizar dos boquillas en los aspersores con vaina prolongadora.**
- **Se desaconseja el riego en las horas centrales del día. El riego nocturno es más eficiente (más del 90% de eficiencia) y puede suponer un ahorro de más del 20% con respecto al riego diurno.**



**El riego por goteo en un tipo de riego localizado** muy poco habitual en los cultivos extensivos herbáceos de Álava. En este caso el agua se distribuye en la zona radicular de las plantas a través de unos emisores (goteros) alojados en microtuberías flexibles.

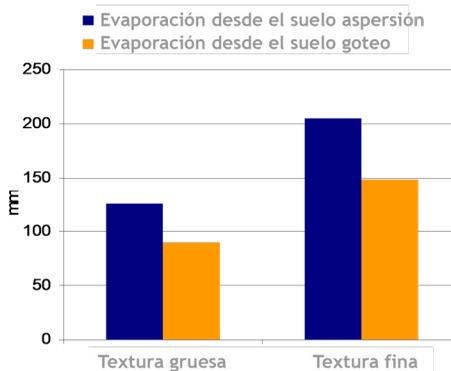
A diferencia del riego por aspersión el volumen de suelo mojado se circunscribe a una zona próxima a las raíces del cultivo, de manera que al reducirse la superficie mojada del suelo, se reduce la evaporación directa desde el suelo (en torno al 30% de superficie mojada, aunque este dato es muy variable en función del tipo de suelo, diseño del sistema, etc...).

La eficiencia de riego es la cantidad de agua útil para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación al total del agua que se aplicó. El riego por goteo presenta una eficiencia en torno al 95%, mientras que los sistemas de riego por aspersión se sitúan alrededor del 80-85%. Aunque los riegos por aspersión nocturnos pueden alcanzar eficiencias similares al goteo.

Las instalaciones de riego por goteo suelen requerir de unos componentes que encarecen su instalación y que hay que tener en cuenta: sistemas de tratamiento de agua, sistemas de filtrado, reguladores de presión, contadores volumétricos, accesorios de fertirrigación...

En los últimos años está ganando protagonismo el riego localizado enterrado, que resulta aconsejable en el caso de cultivos leñosos.

El posible ahorro de agua e incremento del beneficio económico asociado al riego localizado dependen de un gran número de factores: diseño del sistema de riego localizado, marco de plantación/siembra, patrón de desarrollo del cultivo, climatología de la región en la que está ubicado el cultivo (medias de precipitación y evapotranspiración), precio del agua de riego, precio de la cosecha... Por tanto es necesario estudiar con cuidado la posibilidad de transformar los sistemas de riego por aspersión en riego localizado. En cualquier caso es una alternativa que debe ser valorada.



◀ Comparación de valores acumulados de evaporación directa del suelo entre parcelas de aspersión y goteo a largo del periodo completo de cultivo (simulación de Zambrana)



## El problema del encharcamiento

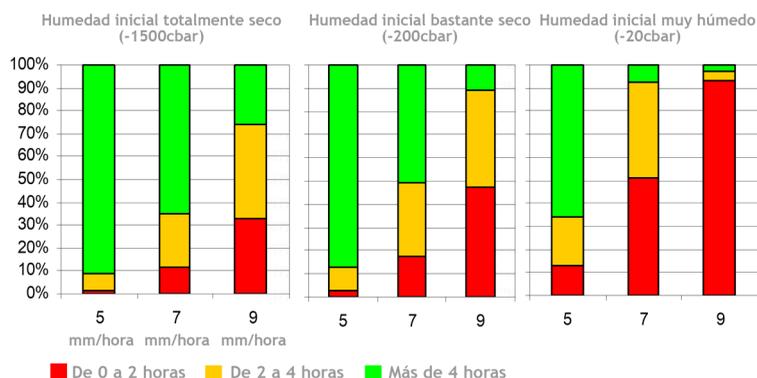
Los suelos de la provincia de Álava son especialmente propensos a que se den situaciones de encharcamiento asociadas al riego. El encharcamiento prolongado genera asfixia radicular en ciertos cultivos, y esto puede reducir su rendimiento productivo. Además en condiciones de encharcamiento la eficiencia del riego por aspersión (80-85%) puede reducirse hasta situarse en un 40-50%, puesto que en estas condiciones el riego por aspersión sería a efectos prácticos un riego por inundación. Esto supone una pérdida de un 35-40 % de agua, así como pérdida de suelo y de nutrientes por escorrentía superficial.

El encharcamiento puede producirse por la aportación de una dosis de riego superior a la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Este problema puede mitigarse realizando una correcta programación del riego.

Sin embargo no siempre la causa del encharcamiento es esta. En muchas ocasiones el en-

charcamiento está relacionado con velocidades de aportación de agua (pluviosidad, litros/m<sup>2</sup> hora) superiores a la capacidad de infiltración del suelo (al suelo no le da tiempo a absorber el agua que se le está aportando). Esto genera la falsa impresión de reposición completa del déficit hídrico. Es decir, el agricultor percibe (equivocadamente) que el volumen de suelo ocupado por las raíces del cultivo está completamente húmedo (por encima de la capacidad de campo), de manera que puede plantearse suspender el riego para ya no volver a reanudarlo, con lo cual corre el riesgo de infrarregar su parcela.

Así mismo estos eventos de encharcamiento son percibidos por la sociedad como una falta de adecuación del riego a las necesidades hídricas reales de los cultivos, cuando muchas veces el problema radica en cuestiones de diseño de los sistemas de riego y no de dosis de riego. Esto puede incentivar ciertas políticas de restricción de la dotación hídrica para riego lo cual puede desembocar en una situación de infradotación de agua destinada a la producción agrícola.



Estimación del porcentaje de suelos ocupados por cultivos herbáceos extensivos en Álava con riesgo de encharcamiento transcurridas un número determinado de horas de riego con diferentes pluviosidades (velocidades de aplicación del riego).



### Medidas para reducir del riesgo de encharcamiento:

- **Programación correcta de los riegos (modelos de balance hídrico o sondas de humedad del suelo).**
- **Dividir los riegos en varios días.**
- **Reducir la pluviosidad del sistema de riego (litros/m<sup>2</sup> hora).**
- **Reducir la presión de trabajo de los aspersores:**
  1. **Cambiar el modelo de aspersor. Adquirir aspersores de caudal más bajo.**
  2. **Anular una de las boquillas en el caso de aspersores de doble boquilla.**
  3. **Aumentar la distancia entre aspersores y/o entre líneas de riego.**

La aplicación ENCHARCA ([www.daiasolutions.ddns.net/encharcamiento](http://www.daiasolutions.ddns.net/encharcamiento)) permite estimar el tiempo (horas) a partir del cual puede existir riesgo de encharcamiento tras iniciar un riego por aspersión.

Es una aplicación de Neiker desarrollada por Daia Intelligent Solutions. La aplicación requiere introducir la textura del suelo, el estado de humedad del suelo al inicio del riego y la pluviosidad del sistema de riego (la velocidad de aportación de agua por parte del sistema de aspersión en litros/m<sup>2</sup> hora).



# 5

## Buenas prácticas: programación de riego

Atendiendo exclusivamente a la práctica del riego, se entiende por buena práctica un manejo de los recursos implicados (agua, suelo y cultivo) que permita la perduración de éstos en el tiempo en suficiente cantidad y calidad.

Para conseguirlo hay que cubrir los siguientes objetivos:

- Planificar los cultivos en función de las asignaciones de recursos hídricos renovables.
- Conocer las características del suelo en relación con el agua (capacidad de campo, velocidad de infiltración...).
- Conocer la calidad del agua de riego (salinidad, contaminantes...).
- Adecuar los riegos a las necesidades reales de los cultivos.
- Garantizar la máxima eficiencia de aplicación, evitando pérdidas en el transporte y regando en condiciones ambientales óptimas.

A la hora de regar se debe seguir un proceso lógico de toma de decisiones, tendente a asegurar que se aplica una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo en función de las limitaciones de la instalación de riego.

### Programación de riego

Toda programación de riego debe determinar la dosis y la frecuencia de riego. Salvo algunas instalaciones en las que estas decisiones se toman de forma automática, lo normal es que se haga una programación por anticipado, según la experiencia y conocimiento del agricultor, suponiendo que el año se va a parecer a un año medio. Después, a lo largo de la campaña los parámetros se van corrigiendo en función de los valores reales del año en cuestión: factores climáticos, desarrollo del cultivo, disponibilidad de agua etc.

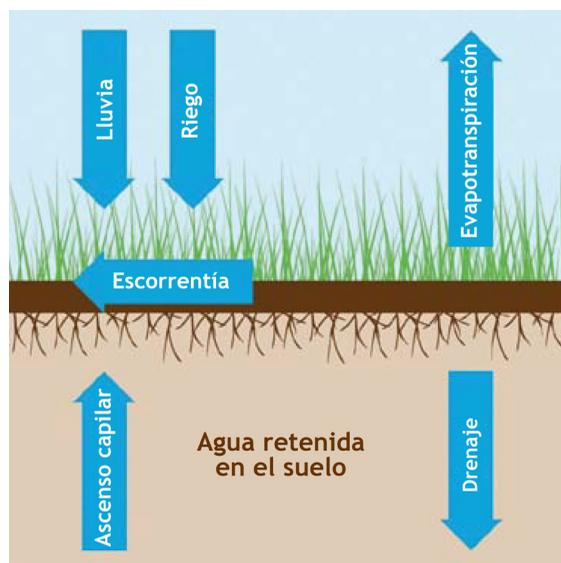
En la programación de riego, la tendencia es a que cada vez intervengan menos factores subjetivos y que se logre una mayor eficacia en el manejo del agua, lo que, en la práctica, quiere decir que se consiga el mayor ahorro posible de agua sin disminuir los rendimientos de los cultivos. Existen 3 categorías de métodos de programación de riego:

- Métodos basados en parámetros climáticos.
- Métodos basados en el cálculo de la humedad del suelo.
- Métodos basados en la caracterización del estado hídrico de la planta.

La complejidad en la aplicación de los distintos métodos de programación de riego hace que elijamos los basados en parámetros climáticos.

## Métodos basados en parámetros climáticos

Estos métodos consisten en realizar un balance hídrico en el que se tienen en cuenta, por una parte, las aportaciones de agua de riego y de lluvia y, por otra, la demanda evapotranspirativa del cultivo (consumo de agua del cultivo). La parte fundamental del cálculo es la determinación de la evapotranspiración del cultivo (consumo de agua del cultivo).



Necesidades hídricas medias en un cultivo de patata

## Evapotranspiración

Es el consumo de agua (mm/día) de un cultivo. Se toma como valor de referencia la evapotranspiración de un hipotético cultivo asimilable a una pradera de gramíneas (ET<sub>0</sub>).

## Método coeficientes de cultivo

Se transforma el valor de evapotranspiración de referencia en un valor de consumo de agua del cultivo que se pretende regar en cada caso (ET<sub>c</sub>), para lo que se utilizan coeficientes específicos (K<sub>c</sub>) para cada cultivo,  $ET_0 = ET_c \cdot K_c$

## Determinación del momento de riego

La determinación del momento de riego se basa en el agotamiento de la reserva de agua del suelo hasta un cierto nivel en el que la planta comienza a sufrir estrés hídrico.

Este nivel viene representado por un porcentaje de la reserva total disponible para la planta (capacidad de campo-punto de marchitamiento).

Suele conocerse como nivel de agotamiento permisible y coincide con el agotamiento del agua fácilmente utilizable por las plantas. Varía en función del tipo de cultivo y de la textura del suelo y de la demanda evaporativa.

## Determinación de la dosis de riego

Una vez conocida la evapotranspiración del cultivo, el cálculo de la dosis de riego se basa en la realización de un balance hídrico en el que se tienen en cuenta las aportaciones hídricas:

- Precipitación efectiva
- Riegos aportados
- Eficiencia del sistema de riego
- Otros



La aplicación URA ([www.daiasolutions.ddns.net/ura](http://www.daiasolutions.ddns.net/ura)) alerta sobre el momento en el cultivo entra en stress y establece la dosis de riego necesaria en diferentes localizaciones.

Es una aplicación de Neiker desarrollada por Daia Intelligent Solutions. Es un sistema de alerta/aviso con información fiable sobre recomendaciones de riego.

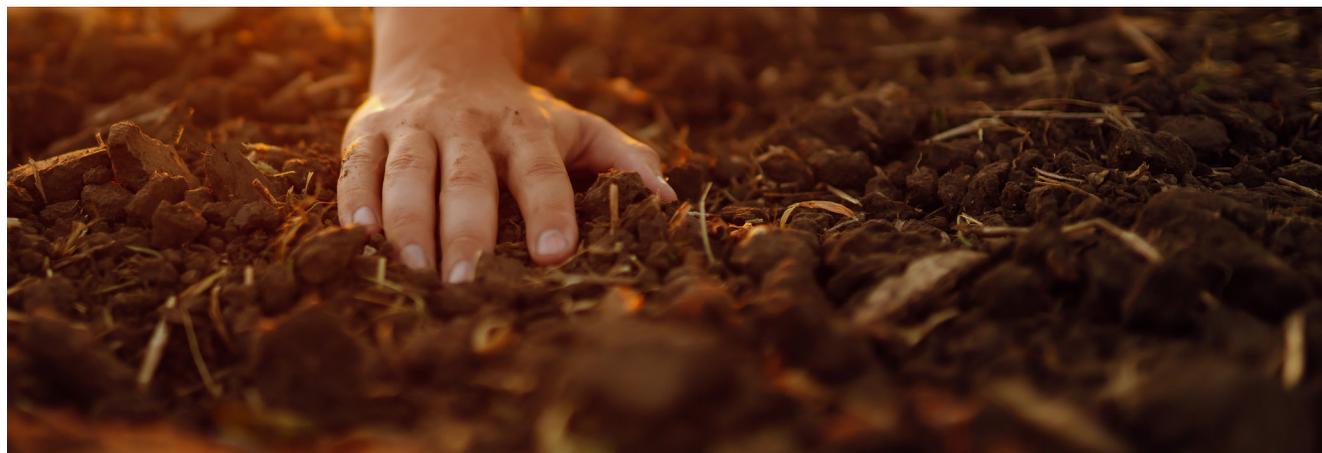
Proporciona una estimación del balance de agua del suelo para un gran número de cultivos en el ámbito de Euskadi. Permite obtener recomendaciones de riego diarias y personalizadas, ajustando los parámetros de cultivo y suelo para definir la estrategia de riego para el cultivo seleccionado y ofrece la posibilidad de consultar y hacer un seguimiento del balance hídrico del cultivo y de diferentes variables

El manual está inspirado parcialmente en información extraída del proyecto IRRIWEST: ICT tools for the enhancement of irrigation efficiency in West Africa (AURG/2/121/2012), y del proyecto UREZPAPA (UAGA, NEIKER, UDAPA, y GARLAN) (Proyecto cofinanciado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural Europa Invierte en las Zonas Rurales (PDR 2014-2020)).

Actualmente (2023) se está desarrollando el proyecto NEKADI-GO "Plataforma colaborativa de evaluación y fomento de la agricultura de precisión en Euskadi" (UAGA, NEIKER, UDAPA, y HAZI) que aborda cuestiones relacionadas con este manual (ejecutado en el marco del Programa Medida de Cooperación-PDR del Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras del Gobierno Vasco).

### Contacto

Gorka Landeras. NEIKER.  
Tel. 637 407 542. [glanderas@neiker.eus](mailto:glanderas@neiker.eus)



**NEIKER** MEMBER OF  
BASQUE RESEARCH  
& TECHNOLOGY ALLIANCE



**EUSKO JAURLARITZA**  
**GOBIERNO VASCO**

EKONOMIAREN GARAPEN,  
JASANGARRITASUN  
ETA INGURUMEN SAILA

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO  
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD  
Y MEDIO AMBIENTE