



INFORME ANUAL SOBRE EL "SEGUIMIENTO DE CONTROL DE EROSIÓN Y ESCORRENTÍA, EVOLUCIÓN DEL SUELO Y CAPTURA DE CO₂"

Grupo Operativo "Paisaje y agricultura sostenible" Proyecto "Setos multifuncionales para agricultura y biodiversidad en la Región de Murcia"

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Gonzalo González Barberá

PERSONAL INVESTIGADOR Y TÉCNICO:

Víctor Castillo Sánchez
Inmaculada Montoya Bonafós

Medida 16 Submedida 16.1
Programa Desarrollo Rural Región de Murcia 2014-2020

"Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales"

1. Introducción

Dentro del proyecto de *Setos multifuncionales para agricultura y biodiversidad en la Región de Murcia* los seguimientos de control de erosión y escorrentía y evolución del suelo y captación de CO₂ se realizan sobre procesos lentos o muy lentos, resulta por tanto difícil por tanto obtener resultados significativos en el plazo de unos pocos meses desde la plantación. Por tanto, el esfuerzo en la primera de anualidad se ha orientado en varias direcciones:

- i. Diseño de setos con diversas características para cumplir con las necesidades de distintas orientaciones (en cooperación con ANSE e IMIDA) y que ya ha sido mostrada en otros informes.
- ii. Registro detallado del mayor número posible de los individuos plantados para un seguimiento a largo plazo (en cooperación con ANSE)
- iii. Seguimiento de supervivencia y crecimientos iniciales y estimación de biovolúmenes
- iv. Establecimiento, muestreo y primeros resultados analíticos de una red de seguimiento de acumulación de carbono en el suelo
- v. Establecimiento de una red de seguimiento de procesos de erosión/sedimentación en la interfaz seto/campo de cultivo
- vi. Recopilación de información para la redacción de un artículo científico de revisión de sobre el papel de las barreras vegetales en el control de la erosión y escorrentía. Dicho texto servirá a su vez de base para uno de los capítulos de la guía divulgativa para la implantación de los setos

Adicionalmente, el episodio de lluvias torrenciales de Septiembre de 2013 supuso una oportunidad excepcional para conocer la capacidad de resistencia de los setos frente a fenómenos extremos.

2. Registro detallado de la localización y biometría de los individuos implantados

El objetivo de esta tarea es tener la base para el seguimiento de los setos a largo plazo. La geolocalización individual de plantas con alta precisión nos permite elaborar una cartografía de alta resolución en la cuál se puede identificar cada uno de los individuos implantados. La localización se realizó simultáneamente a la toma de datos básicos para conocer la acumulación de biomasa y otros parámetros importantes como supervivencia y floración, variable esta última de interés para el grupo de IMIDA.

La geolocalización se ha realizado con un receptor GPS Geoexplorer XH de precisión submétrica. Típicamente se obtienen precisiones en el plano < 30 cm, aunque algunas plantas se geolocalizan con precisiones de 50 cm o incluso superiores dependiendo de las condiciones instantáneas de la constelación de satélites GPS.

En el receptor se ha introducido un diccionario de datos que simultáneamente a la captura de la posición permite almacenar datos sobre supervivencia, floración, datos biométricos básicos (altura, dos diámetros perpendiculares de copa, diámetro del tronco) y crecimiento.

Para acelerar la toma de datos biométricos durante se establecieron dos niveles de trabajo. El de más alta precisión (objetivo < 30 cm) que resulta más largo para cada planta registrada ha alcanzado 1900 individuos, a los que hay sumar 1500 que se ha geolocalizado con precisión intermedia por lotes. En total más de 3400 plantas han sido geolocalizadas y medidas.

A partir de las localizaciones se ha creado una capa en un Sistema de Información Geográfico y estadillos para los seguimientos. Con esa base se realizarán seguimientos de supervivencia, crecimiento y floración de al menos 50 individuos de cada especie (aunque en algunas especies será imposible alcanzar ese tamaño muestral) seleccionados por diversos criterios como localidad de implantación, diseño de seto y especies vecinas. En total se

espera que el seguimiento individualizado alcance más de 3000 individuos en uno u otro aspecto.

Asimismo esta base permitirá la selección de individuos para el cálculo de ecuaciones alométricas de biomasa tal y como se contempla en el apartado siguiente.

Es importante destacar en esta sección que no todas las plantas incorporadas a este registro maestro corresponden con individuos implantados en este proyecto. Debido a que, como se ha comentado inicialmente, los procesos que se pretenden documentar en este módulo son de evolución lenta y ofrecerán relativamente pocos resultados concluyentes dentro del periodo de vida administrativa del proyecto, parte de las plantas incorporadas al registro maestro corresponden con setos implantados ya hace algunos años en las inmediaciones de las explotaciones ligadas al proyecto o directamente en ellas. Estos setos se encuentran en el espacio natural de Calblanque (en sus vías de acceso, rodeados de cultivo), en Frutas García Vargas y en Casa Pareja. En total, el número de plantas registradas en esta categoría es de 915 aunque se se continúan añadiendo con el objetivo de llegar a un número mínimo de 1500.

En el registro maestro se han incorporado setos recién implantados en el Campo de Cartagena cuya ejecución no puede ser financiada con cargo al proyecto por cuestiones administrativas que es necesario documentar porque corresponden con socios del grupo y representan un modelo agrario propio. Recordemos que entre los objetivos del proyecto se encuentra testar su efectividad en diversos modelos agrarios repartidos por la geografía regional.

Próximas acciones en relación con esta actividad

Se prevé terminar de georreferenciar y tomar medidas biométricas básicas de entre 2000 y 3500 individuos más antes de finalizar 2019 de tal manera que entre el 30 y el 40% de la vegetación implantada quede registrada en detalle para seguimientos a largo plazo que se extenderán más allá de la duración del proyecto.

3. Seguimiento de crecimiento y supervivencia iniciales y estimación de biovolúmenes

Sobre la base del registro maestro de individuos implantadas (excluidos los setos que existían con anterioridad al proyecto) se ha calculado la supervivencia inicial en la implantación. Como los setos se han implantado progresivamente estas supervivencias no se refieren a un periodo tiempo fijo sino de algunos meses tras la plantación, que depende del seto, pero que en general refleja lo que podríamos denominar supervivencia al 'shock' de plantación.

La supervivencia inicial (basada en el examen de >3000 individuos) en general ha resultado muy alta tal y como se muestra en la Tabla 1 agrupada por grandes sectores

Tabla 1. Supervivencia de la vegetación implantada

Sector	Supervivencia
<i>Campo de Cartagena</i>	99,6%
<i>Mazarrón</i>	92,7%
<i>Jumilla</i>	92,4%
<i>Aguilas</i>	65,1%

La menor supervivencia en Águilas se puede achacar a la existencia de suelos profundos, menor disponibilidad de riego, y menor disponibilidad de cuidados culturales. En esencia, la supervivencia de los setos replica en cierto modo la propia intensificación de las explotaciones. Si se disponen de recursos fácilmente movilizables, posibilidades de laboreo intensivo para la implantación del seto y mano de obra abundante la supervivencia temprana del seto no presenta problemas. Es interesante destacar que para explotaciones de mediana y alta intensidad parece poder integrarse con un costo marginal muy bajo dentro las rutinas y labores agrarias de la explotación. En explotaciones de baja intensidad, con menor disponibilidad de recursos la supervivencia inicial

está más comprometida, pero incluso así las cifras alcanzadas en este proyecto parecen adecuadas

Respecto a los crecimientos se dispone de una información algo más limitada en tamaño muestral en tanto que en muchas plantas no ha sido posible estimar el crecimiento a partir de la determinación visual de sus partes nuevas desde la plantación. Uno de los objetivos del registro maestro es, precisamente, tener perfectamente datadas un número muy elevado de plantas para determinar los crecimientos y la acumulación de biomasa con precisión. Los crecimientos determinados en esta anualidad se refieren exclusivamente a crecimientos en altura. Posteriormente describiremos las estimas de otros indicadores de crecimiento a partir del biovolumen.

Con el registro maestro establecido se podrán conocer en próximas fases crecimientos en biovolumen y además diámetros de tronco y, de aquí, en biomasa a partir de ecuaciones alométricas. Por biovolumen entendemos una fórmula que aproxima el volumen ocupado por la parte aérea de la planta. En una primera aproximación hemos adoptado como fórmula aquella que estima el biovolumen como un semielipsoide cuya altura es la de la planta y la elipse basal está determinada por dos diámetros perpendiculares de copa.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de los crecimientos medios en altura de las plantas por sectores. Los resultados deben tomarse con prudencia ya que hay el número de plantas del que se pudo estimar crecimiento en los primeros meses es reducido y sesgado hacia determinadas especies. Además como los setos se han ido implantando progresivamente los crecimientos relativos se refieren a ventanas temporales que son exactamente equivalentes. En cualquier caso, es muy llamativa la alta tasa de crecimiento medio observada que oscila entre el 25 y el 45%. El sector de Águilas donde la supervivencia se ha visto afectada por las peores condiciones del lugar sus tasas de crecimiento han sido buenas y comparables al resto de los sectores.

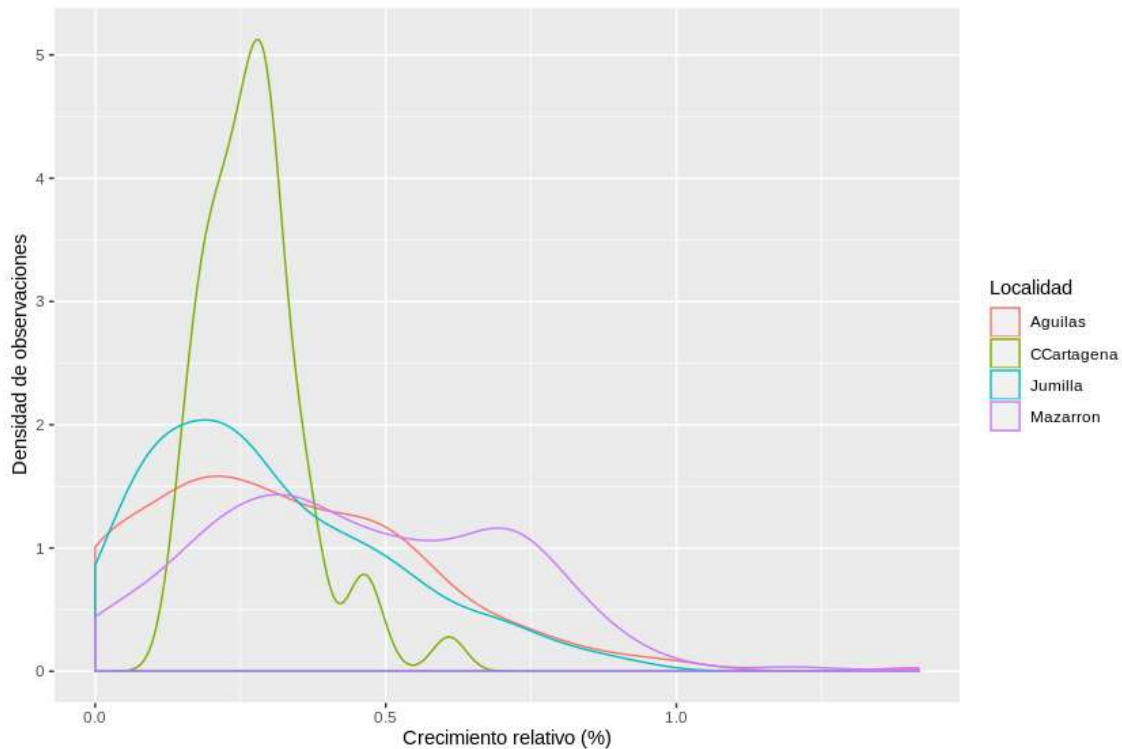
Tabla 2. Crecimiento relativo medio en altura

Sector	Crecimiento relativo medio (%)	Crecimiento relativo SD
<i>Campo de Cartagena</i>	27.6	9.1
<i>Mazarrón</i>	44.9	25.6
<i>Jumilla</i>	29.9	20,8
<i>Aguilas</i>	32.5	24.4

Si bien como hemos indicado los crecimientos relativos medios deben tomarse con prudencia por el sesgo que puedan tener estos datos lo que es claro es que indican crecimientos vigorosos y rápidos, máxime cuando se han estimado inmediatamente después de la fase de plantación cuando el shock de trasplante puede tener un efecto bastante negativo. Todo ello sugiere que las condiciones de implantación, los cuidados culturales y los regadíos se han realizado con mucha efectividad. Algo de lo que también daban cuenta los datos de supervivencia.

Los datos de crecimiento relativo se pueden ver también desde la perspectiva de su distribución de frecuencias, como se muestra en la Figura 1. En cada localidad se observan distribuciones relativamente similares, con modas en crecimientos relativos moderados pero bastante homogéneas, salvo para el Campo de Cartagena que hay una fuerte concentración de crecimientos moderados. No obstante, por las razones que se han explicado antes estas diferencias no deben considerarse muy significativas hasta que se obtengan nuevos datos, salvo que sugieren un proceso de implantación vigoroso.

Figura 1. Distribución de frecuencias de los crecimientos relativos en los setos



La distribución del biovolumen de plantas individuales actualmente en los setos está fuertemente sesgada hacia las plantas con menor biovolumen como es lógico porque la plantación es reciente (Figura 2) y es un dato que en sí mismo apenas tiene interés hasta que no se tomen medidas en el próximo ciclo y se puedan estimar crecimientos y biomásas (véase más adelante). No obstante, hemos reflejado en la Figura 2 todos los setos de instalación reciente pero incluido también setos de mayor edad de todas las localidades especialmente la de Cablanque que que es un seto que no se puede denominar ‘maduro’ pero sí que está en un estado consolidado y de avanzado crecimiento. Para comparar las distribuciones de frecuencias tenemos que tener en cuenta que la escala de biovolumen es logarítmica (\log_{10}) y por tanto una unidad de cambio supone un incremento de 10 veces el volumen.

La proyección de los setos hacia futuro, a grosso modo, debe llevar a una composición en biovolúmenes similar a la que se muestra para Calblanque en la Figura 2

“Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales”

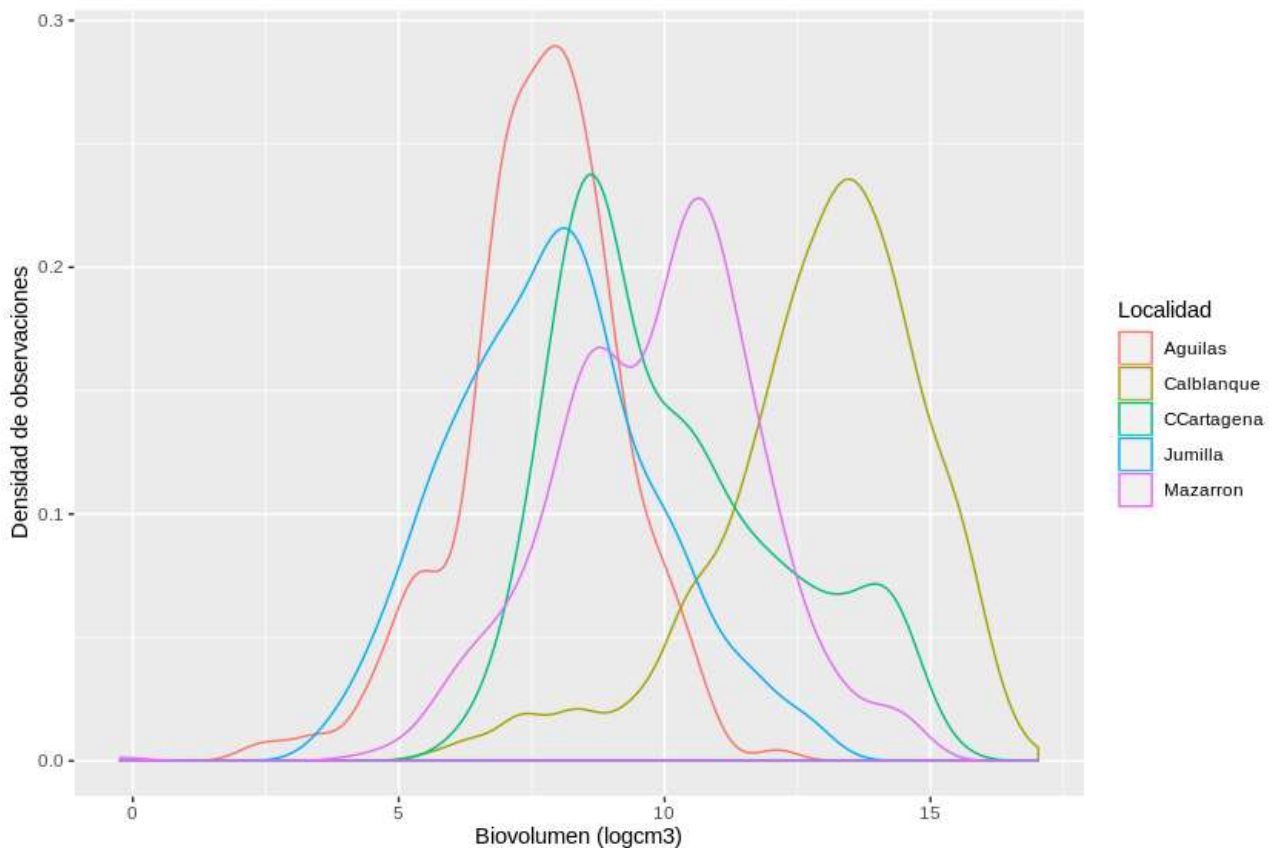


Figura 2. Distribución de frecuencias de los biovolúmenes por planta. Comparación con seto ya desarrollado (Calblanque)

Próximas acciones en relación con esta actividad

Con la base del registro maestro se establecerán 3 niveles de seguimiento para crecimientos y estimación de biomasa. El nivel 1 constará de 500 plantas que se medirán bimestralmente. El nivel 2 de 1000 plantas que se medirán en Enero Junio y Septiembre. El nivel 3 de 1000 plantas que se medirán en Enero y Septiembre. En todas las plantas se hará un seguimiento de la floración. En el nivel 1 se medirá la fluorescencia de la clorofila que nos permite conocer la

“Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales”

eficiencia del aparato fotosintético, lo que podrá relacionarse con los crecimientos.

La estima de biomasa plantea un problema particular con el perfil de este proyecto que se caracteriza por la implantación de más de 60 especies. La biomasa en plantas vivas se estima habitualmente mediante ecuaciones alométricas. Estas ecuaciones son una fórmula que se estima normalmente mediante regresión lineal que relacionan algún atributo biométrico fácil de medir (por ejemplo, diámetro de tronco) y la biomasa. Para construir esta ecuación es necesario hacer un muestreo destructivo. Con un número tan alto de especies no se puede plantear construir una ecuación alométrica para cada una de ellas por lo que se recurrirá a ecuaciones alométricas ya calculadas y publicadas y las estimaciones se realizarán para las especies de mayor porte que aportarán un proporción muy alta de la biomasa total.

4. Establecimiento de una red de seguimiento de la acumulación de carbono y biomasa de raíces en el suelo.

Se han instalado un total de 50 puntos de control para medir la evolución de la acumulación de carbono en el suelo así como la biomasa de raíces. Los puntos de control se han distribuido de manera aproximadamente proporcional a la longitud de seto en cada sector y también en setos ya implantados. Esto último es fundamental ya que la acumulación de carbono en el suelo es un proceso lento y en un periodo tan corto en relación a la velocidad del proceso como es este proyecto resultará difícil detectar los cambios que ese están produciendo.

El sistema se ha diseñado pensando en el seguimiento a largo plazo. En cada punto de control se colecta una muestra de suelo en el seto y otra en el cultivo adyacente distante entre 1.5 y 3 m del seto. Las muestras corresponden aproximadamente con los primeros 15 cm de suelo. En algunas configuraciones como balsas el suelo testigo no está situado en el cultivo sino en taludes o secciones de talud desprovistos de vegetación.

En la zona del suelo adyacente a donde se ha extraído el suelo se han colectado dos *cores* para la determinación de biomasa radicular. Los *cores* se extraen con una barrena.

Se ha realizado la analítica de C orgánico e inorgánico y nitrógeno total de la mitad de las muestras. Como cabe esperar por la intensidad del laboreo agrícola los contenidos de C orgánico son bastante bajos tanto en el seto como en el cultivo (Figura 3). El contenido de C orgánico está muy mayoritariamente por debajo del 1.5%. La media de todas las muestras está muy próxima al 1%. La Figura parece sugerir un ligero mayor contenido de C en el suelo de los setos (S) que en el cultivo (C), sin embargo las diferencias no son estadísticamente significativas (t de Student, $p = 0.29$).

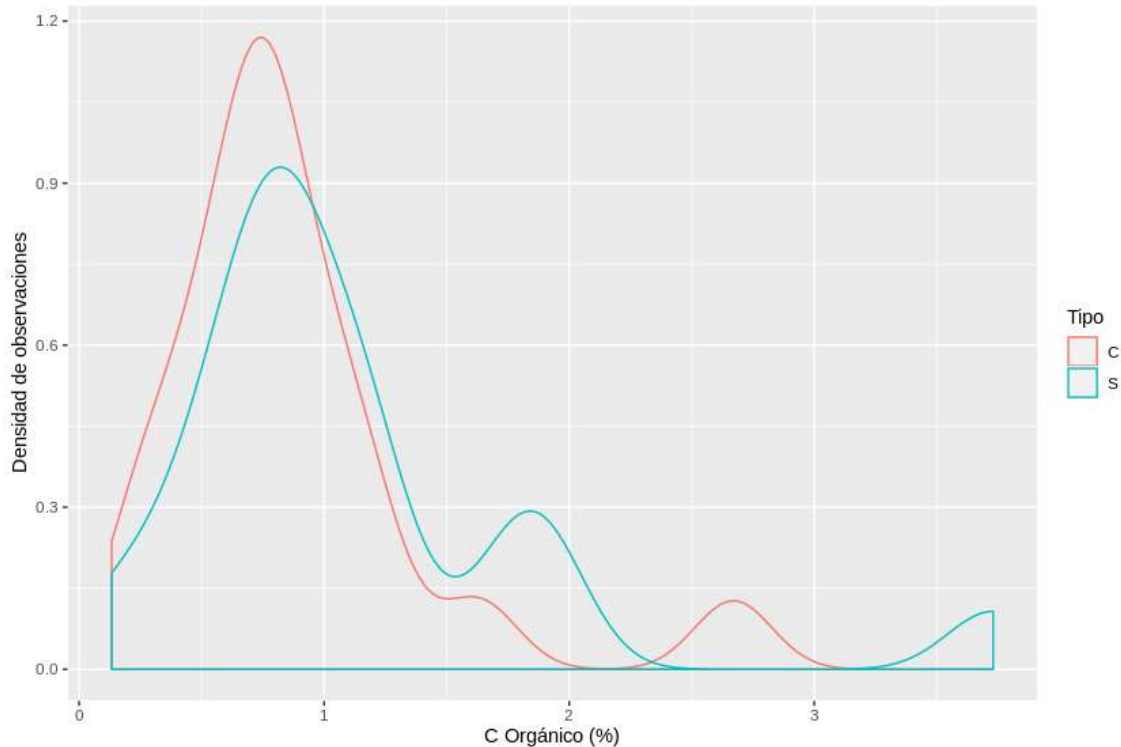


Figura 3. Distribución de frecuencias del contenido en C orgánico del suelo en cultivos (C) y setos (S)

Las muestras de biomasa de raíces se están procesando.

Próximas acciones en relación con esta actividad

En los setos que llevan tiempo establecidos se va a aumentar el muestreo en 10 nuevas unidades. Además en esos sitios se ampliará el estudio del papel de C en el suelo estudiando los agregados de suelo que son un elemento fundamental en la infiltración de agua y en la protección del C frente a la degradación.

En Septiembre de 2020 se repetirán los muestreos en todos los puntos de control

5. Establecimiento de una red de seguimiento de procesos de erosión/sedimentación en la interfaz seto/campo de cultivo

Se han probado diversas configuraciones experimentales para estudiar la erosión del suelo. Debido a las labores agrícolas resulta imposible mantener como se tenía previsto una red de control fija con "vegetation barrier" varillas metálicas.

Finalmente la configuración adoptada tiene dos esquemas superpuestos de medida. Por un lado se está estableciendo un sistema de puntos de control basado en 6 varillas de acero de 5 mm de diámetro y 20 cm de longitud que se establecen en el seto con dos varillas en uno de los lados, dos en el centro, y dos en la salida. Estos puntos son fijos y están geolocalizados, la longitud de la varilla sobre el suelo se mide tras cada evento. En total se han desplegado hasta el momento 38 puntos de control.

En los campos de cultivo adyacentes se disponen estacas de madera de 50 cm previo a los eventos de lluvia y se retiran tras cada evento.

Como se ha comentado al inicio el mayor esfuerzo se ha realizado en evaluar el impacto de las lluvias torrenciales en los setos. A tal fin se hizo un recorrido rápido en todos los setos implantados y evaluando cuántas plantas se habían perdido por las escorrentías. Sorprendentemente, el conteo arrojó una supervivencia del 100% al evento. La cifra puede cambiar en una evaluación que se va a llevar a cabo en los próximos días. Los cambios pueden deberse a plantas que han pasado inadvertidas (el diagnóstico se hizo tras las lluvias con gran rapidez y, por tanto, puede ser incompleto) y a plantas que mostraron daños que pueden haber repercutido en su supervivencia en las semanas siguientes a las lluvias torrenciales.

Próximas acciones en relación con esta actividad

El despliegue de la red de control se terminará en el mes de Noviembre alcanzando 100 puntos de control. Por otro lado se está a la espera de recibir de ArcoSur un inventario de los setos que se han ejecutado en su ámbito territorial aunque fuera de la ejecución de los setos de este proyecto. El objetivo de este inventario es diseñar una evaluación de los procesos erosivos y el efecto de los setos a escala de conjunto de campos y no de parcela. Para que las medidas de lucha contra la erosión a través de setos sean efectivas deben ser implementadas a escala de paisaje.

6. Artículo de revisión y cuaderno técnico sobre el papel de las barreras vegetales en el control de erosión y escorrentía en terrenos agrarios

Se están revisando 123 artículos científicos que dan cuenta de experiencias sobre control de erosión en terrenos agrarios. El artículo de revisión se está redactando en este momento y posteriormente (Diciembre) se adaptará a un capítulo del cuaderno para agricultores.