

## INFORME ANUAL DE RESULTADOS 20CMI1\_16

# UTILIZACIÓN DE POLY-AGUA REDUCTOR DE AGUA EN CULTIVO DE BRÓCOLI

AÑO: 2020-2021

- Área:** AGRICULTURA
- Ubicación:** CDA EL MIRADOR (SAN JAVIER)
- Coordinación:** ANTONIO AROCA MARTÍNEZ (Servicio de Formación y Transferencia tecnológica)
- Autores:** Pedro Mínguez Alcaraz y María López Martínez (C.D.T.A. El Mirador).
- Duración:** Septiembre 2020-enero 2021
- Financiación:** Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente de la Región de Murcia y CDTA El Mirador.



## Contenido

1. RESUMEN. ....	3
2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN. ....	3
3. MATERIAL Y MÉTODOS. ....	4
3.1. Cultivo y variedades, características generales.....	4
3.2. Estructuración del ensayo y superficie.....	4
3.3. Riegos y abonados.....	5
3.4. Parámetros evaluados en el ensayo.....	6
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4.1 Parámetros de calidad y controles de recolección. ....	7
4.2 Resultados: producción, calidad y rentabilidad económica.....	7
5. CONCLUSIONES. ....	8
6. ANEXOS. ....	9
6.1 Imágenes del ensayo.....	9
6.2 Gráficos. ....	12
6.3 Análisis de suelo inicial y final. ....	17
7. DIVULGACIÓN.....	29



## 1. RESUMEN.

La Región de Murcia cuenta con una elevada extensión de cultivos hortícolas de regadío. En el año 2019, la superficie dedicada a cultivos hortícolas era de 54.954 Has, siendo 13.750 Has dedicadas a brócoli (Datos de Estadística agraria de la Región de Murcia). Debido a la importancia de este tipo de cultivo en La Región y a la importancia del uso del agua, se hace de vital importancia realizar un uso óptimo de este elemento tan necesario.

Actualmente existen diversas técnicas encaminadas a conseguir una optimización hídrica del agua de riego. Entre estas técnicas tenemos el uso de sensores de suelo para evaluar la humedad conseguida con cada riego y las necesidades hídricas del cultivo; utilización de productos retenedores de agua y nutrientes en suelo; uso de tecnología aplicada en fertilización, etc.

En este ensayo hemos utilizado dos de las técnicas mencionadas anteriormente: Uso de un producto polímero retenedor de agua y el uso además de tensiómetros de suelo con medida de potencial matricial.

Poly-Agua es un retenedor de agua en suelo cuya principal característica es la de disminuir el Caudal Hídrico en todo el volumen donde se distribuye, bajando sustancialmente la percolación, reduciendo la evaporación y aumenta la retención de agua de los suelos.

Para evaluar la capacidad del producto para retener agua, se han colocado tensiómetros de suelo con medidor de caudal de riego y porcentaje de drenaje.

En ensayo se ha llevado a cabo en un cultivo de brócoli. La superficie total del ensayo ha sido de 700 m<sup>2</sup>, la cual ha sido distribuida acorde a los dos tratamientos realizados: Un tratamiento control sin aplicar el producto Poly-Agua; y un tratamiento con el producto Poly-agua. Ambos tratamientos contaban con un equipo de tensiómetros de suelo.

Los resultados inicialmente obtenidos, muestran una reducción del consumo de agua con Poly-agua de un 41,53% frente a los establecido por el SIAM, y de un 12,37% frente al testigo con el uso de tensiómetros de suelo. Hay que tener en cuenta que la producción y calidad de lo recolectado ha sido similar en ambos tratamientos.

## 2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.

Este ensayo tiene como principal objetivo disminuir el consumo de agua con el producto utilizado. A modo de resumen, lo que se quiere verificar con este ensayo es:

- Disminuir el consumo total de agua (m<sup>3</sup>/Ha) con la utilización de Poly-agua frente a los establecido por el SIAM y al uso de tensiómetros de suelo (tratamiento control).
- Obtener la misma producción o superior frente al tratamiento control
- Obtener la misma calidad o superior de los recolectado frente al tratamiento control
- No provocar ningún déficit en el cultivo debidas al menor aporte de agua
- No generar residuos en hoja y suelo con la aplicación del producto

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS.

#### 3.1. Cultivo y variedades, características generales.

El material vegetal utilizado en este ensayo ha sido el brócoli, de variedad Parthenon. La fecha de trasplante fue el 28 de Septiembre de 2020. El marco de plantación fue de 20 cm entre plantas y 1 m entre líneas colocadas de forma lineal. La densidad por tanto es de 5 plantas/m<sup>2</sup>.

#### 3.2. Estructuración del ensayo y superficie.

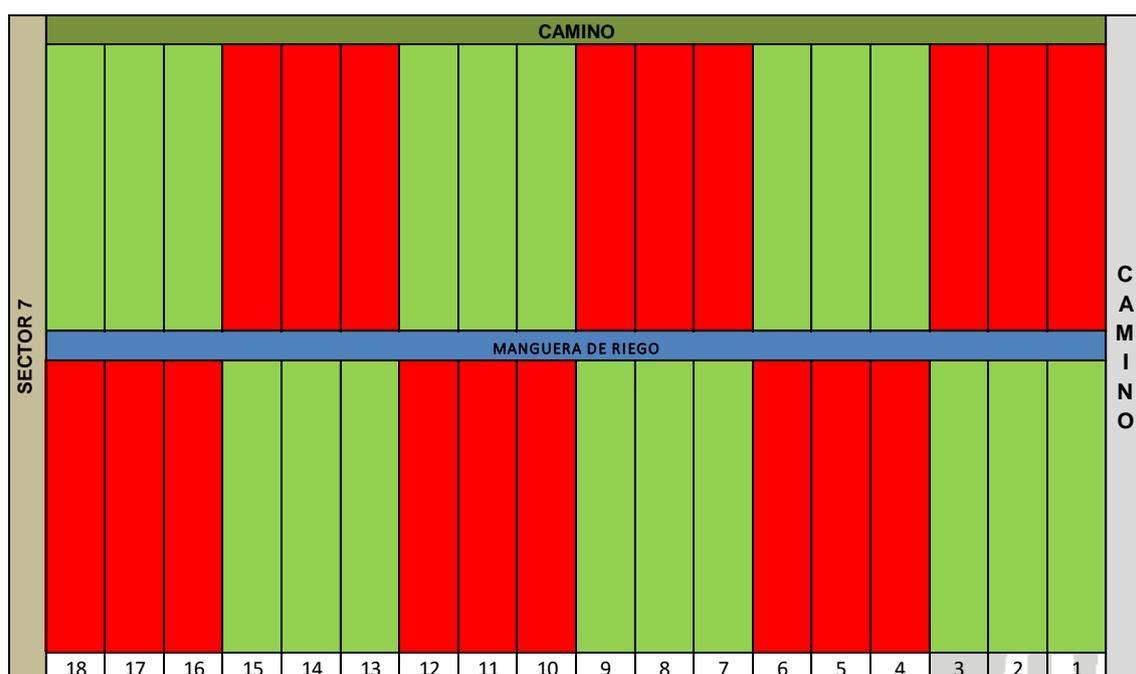
La parcela de ensayo se fraccionó según los dos tratamientos del ensayo, con 6 repeticiones de cada uno. Esto hace un total de 12 subparcelas de ensayo con una superficie de 54 m<sup>2</sup> cada subparcela.

Los tratamientos del ensayo han sido los siguientes:

- Tratamiento 1: Control sin la aplicación de producto retenedor y el uso de tensiómetros de suelo para el control del riego.
- Tratamiento 2: Aplicación del producto retenedor y uso de tensiómetros de suelo para el control del riego.

Para la obtención de las muestras de brócoli se recolectaron las piezas de la línea central de cada repetición. Todas las muestras han sido pesadas por separado para obtener los datos de producción y calidad.

En el siguiente plano se puede ver la distribución de los distintos tratamientos del ensayo:



Tratamiento Control

Tratamiento retenedor de agua

### 3.3. Riegos y abonados.

Los dos primeros riegos (plantación y enjuague) se realizaron sin abono y fueron iguales en los dos tratamientos.

En el siguiente periodo de cultivo (desde los 15 días del trasplante hasta los 60) se llevó a cabo un incremento de la conductividad eléctrica de 0.5 mS/cm sobre el agua del pantano (1,30 mS/cm) con Ca (NO<sub>3</sub>) al 60% y KNO<sub>3</sub> al 40%, manteniendo un pH de 6 (pH del agua del pantano de 7,6) con aportaciones de HNO<sub>3</sub>.

En el periodo comprendido entre los 60 días del trasplante y la recolección del cultivo se mantuvo el incremento de la conductividad eléctrica, pero invirtiendo los porcentajes de los abonos (40% Ca (NO<sub>3</sub>) y 60% KNO<sub>3</sub>).

La fertilización ha sido la misma en los dos tratamientos, puesto que a pesar de tener una disminución del consumo de agua en el tratamiento con el polímero, el abonado se ha ido ajustando para que siempre fuera el mismo que el testigo.

Para establecer el control sobre el riego, se colocaron dos equipos de sensores de tensión de suelo (uno en la zona control y otro en la zona con el retenedor de agua). Estos equipos contaban con los siguientes elementos:

- Tensiómetros: Medida de la disponibilidad de agua en el suelo mediante potencial matricial a dos profundidades: 12 y 18 cm.
- Caudalímetro: Tiempo y caudal de cada riego junto con los m<sup>3</sup>/Ha de agua consumida en cada ciclo.
- Sensor de humedad: Contenido volumétrico de agua.
- Sonda ambiental: Medida de temperatura, humedad relativa y DPV (Déficit presión de vapor).
- Pluviómetro
- Sonda de Conductividad eléctrica en agua de riego
- Sonda de conductividad eléctrica aparente en suelo, temperatura de suelo y contenido de humedad.



**Imagen nº1** Estación de tensiómetros para el control de riego

El producto retenedor de agua ha sido aplicado a una dosis de 3 Kg/Ha.

En la siguiente tabla se pueden ver el número de aplicaciones y la fecha de las mismas:

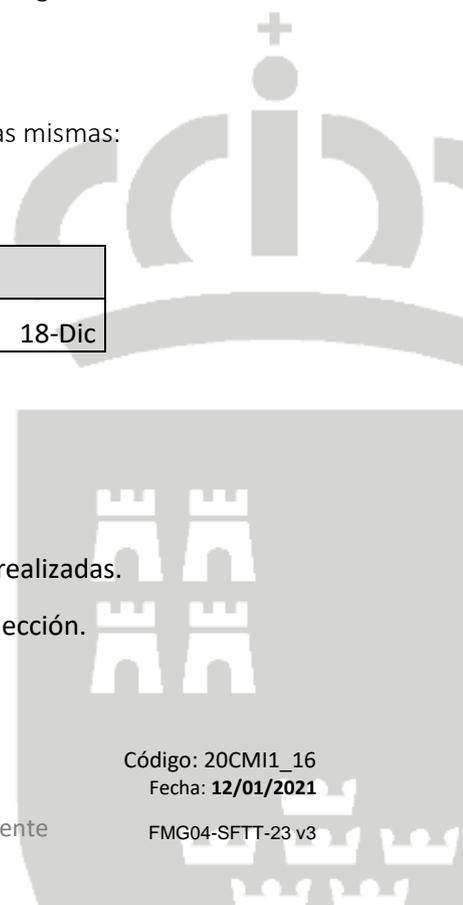
**Tabla nº1** Fechas de aplicación de Poly-Agua

	Fechas de aplicación			
Poly Agua	28-sep	22-oct	16-nov	18-Dic

### 3.4. Parámetros evaluados en el ensayo.

En el ensayo se evaluaron los siguientes parámetros:

- Producción obtenida en cada tratamiento en las tres recolecciones realizadas.
- Número de piezas recolectadas en cada tratamiento y en cada recolección.
- Calidad de la producción obtenida en cada tratamiento.



- Consumo de agua en los dos tratamientos.
- Estudio físico químico del suelo inicial y final con cada tratamiento.
- Valoración de la posible capacidad del producto para retener residuos tanto en suelo como en hoja.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

##### 4.1 Parámetros de calidad y controles de recolección.

Para obtener los datos de calidad se siguieron los parámetros seguidos por la cooperativa de recepción del producto en cuanto a este parámetro. Estos parámetros son los siguientes:

**Tabla nº2** Categorías para la clasificación de las piezas de brócoli.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN O CALIBRES
PRIMERA	225-600 gr bruto con RABO NORMAL, APRETADO, GRANO FUERTE Y VERDE
SEGUNDA	601-800 gr. APRETADO, GRANO FUERTE, VERDE Y SANO
INDUSTRIA	+ 800 gr. APRETADO, GRANO FUERTE, VERDE Y SANO
CUARTA	ESTRIO. HOJAS, TRONCOS, ESPIGADOS, MUSTIOS, PODRIDOS, CON GUSANO, GRANO AMARILLO, NO COMPACTO.

Durante la recolección se tuvo en cuenta el número de piezas obtenidas en cada tratamiento puesto que fueron pesadas individualmente. Las clasificaciones realizadas en calidad siguieron los parámetros de la cooperativa, aunque para analizar mejor los resultados, se realizó una distribución de la producción por rangos de peso menos amplios.

Al inicio del ensayo se realizó un análisis físico-químico de suelo de toda la parcela para ver el estado de la misma. Al final del ensayo, se realizaron cuatro analíticas de suelo, dos por tratamiento a las profundidades de 10 y 20 cm; y han sido comparadas con la analítica inicial de suelo de la parcela (anexo 6.3 Análisis de suelo).

##### 4.2 Resultados: producción, calidad y rentabilidad económica.

A continuación se expone brevemente los resultados obtenidos en el ensayo, que serán comentados con mayor detenimiento en el apartado de conclusiones.

**Tabla nº2** Producción obtenida en cada tratamiento en las tres recolecciones realizadas (Kg/m<sup>2</sup>)

	Producción (Kg/m <sup>2</sup> )		
	23-dic	28-dic	04-ene
Testigo	0,35	0,76	0,71
Polímero	0,29	0,59	0,84

**Tabla nº3** Producción final obtenida (Kg/m<sup>2</sup>)

	Producción (Kg/m <sup>2</sup> )
Testigo	1,82
Polímero	1,73

**Tabla nº4** Clasificaciones finales obtenidas (porcentaje de cada rango de peso)

	PRIMERA				SEGUNDA	
	200-299	300-399	400-499	500-599	600-699	mas 700
Testigo	6,06	17,40	35,99	24,46	11,10	5,00
Polímero	6,35	19,07	35,96	25,30	9,13	4,18

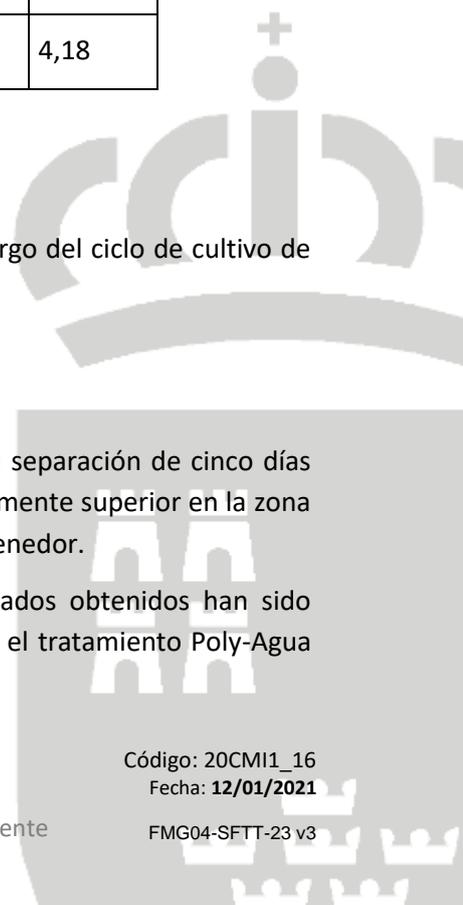
## 5. CONCLUSIONES.

Tras la obtención de resultados en todos los parámetros analizados a lo largo del ciclo de cultivo de este ensayo, las conclusiones obtenidas por El Centro son las siguientes:

### ➤ Producción y calidad

En este ensayo de brócoli se han realizado tres cortes de brócoli con una separación de cinco días entre ellos. Inicialmente en los dos primeros cortes, la producción es ligeramente superior en la zona control, mientras que en el último corte ha sido superior en la zona con retenedor.

Una vez obtenida la producción final, se puede apreciar que los resultados obtenidos han sido similares en ambos tratamientos: El tratamiento control con 1,82 Kg/m<sup>2</sup> y el tratamiento Poly-Agua de 1,73 Kg/m<sup>2</sup>.



➤ Consumo de agua

Se ha podido evaluar la importancia que el riego de plantación tiene con la utilización de este producto. Este riego es el más abundante de todos los que se dan a lo largo del cultivo, por lo tanto es esencial asegurar la retención del producto a la profundidad deseada durante todo el ciclo. En este ensayo, aseguramos el producto a una profundidad de 12 cm y se ha podido constatar con el uso de los tensiómetros, que el producto permanecía en esta profundidad (6.2 anexo gráficas del ensayo).

Como se ha mencionado con anterioridad, en este ensayo también se han utilizado tensiómetros de suelo, y de esta manera obtener los datos necesarios para realizar un uso óptimo del agua de riego. Nuestra comparativa inicial en consumo de agua ha sido con el valor dado por la  $ET_0$  (SIAM). Frente a este dato, el tratamiento control ha reducido el consumo en un 36,40% y el tratamiento con Poly-agua en un 41,53%. Además, el ahorro de agua del tratamiento con Poly-agua frente al tratamiento control es de un 12,39%. La combinación del uso del polímero y de sensores de suelo, nos deja una reducción y optimización del agua muy elevada. Nuestro objetivo siempre, además de reducir el consumo de agua, es optimizarla. Con el uso del reductor de agua se ha conseguido esto, puesto que el agua aportada ha sido la necesaria para obtener un rendimiento óptimo del cultivo, sin detrimento de la producción y la calidad de las piezas de brócoli.

➤ Análisis de suelo

Uno de los parámetros que evaluamos en este ensayo, es el estado del suelo una vez finalizado el cultivo. El motivo principal es evaluar si el producto a ensayar provoca un efecto perjudicial en el suelo, por ejemplo reteniendo sales y por consiguiente, aumentando conductividad de suelo.

Realizamos un análisis de suelo inicial general de la parcela de ensayo, y cuatro finales: dos en las zonas control y dos en las zonas con retenedor, a las profundidades de 10 y 20 cm. La elección de estas profundidades es porque son las profundidades en que se encontraban los tensiómetros de suelo.

Realizando esta comparativa en los análisis, podemos apreciar que los niveles de nitratos son superiores en ambas profundidades con el uso del Poly-agua (figura nº13). Este dato es importante porque hemos conseguido retenerlos en el suelo y no lixiviarlos a zonas más profundas donde pueden generar a largo plazo una contaminación del subsuelo.

## 6. ANEXOS.

### 6.1 Imágenes del ensayo.



**Imagen nº2** Trasplante de brócoli 28-09-20



**Imagen nº3** Equipos instalados para el control del riego el día del trasplante



**Imagen nº4** Estado del cultivo 4-12-20



**Imagen nº5** Estado del cultivo 30-12-20





Imagen n°6 Conductímetro para medida de CE en agua de riego

6.2 Gráficos.

Figura n°1 Evolución de la producción a lo largo de las distintas recolecciones

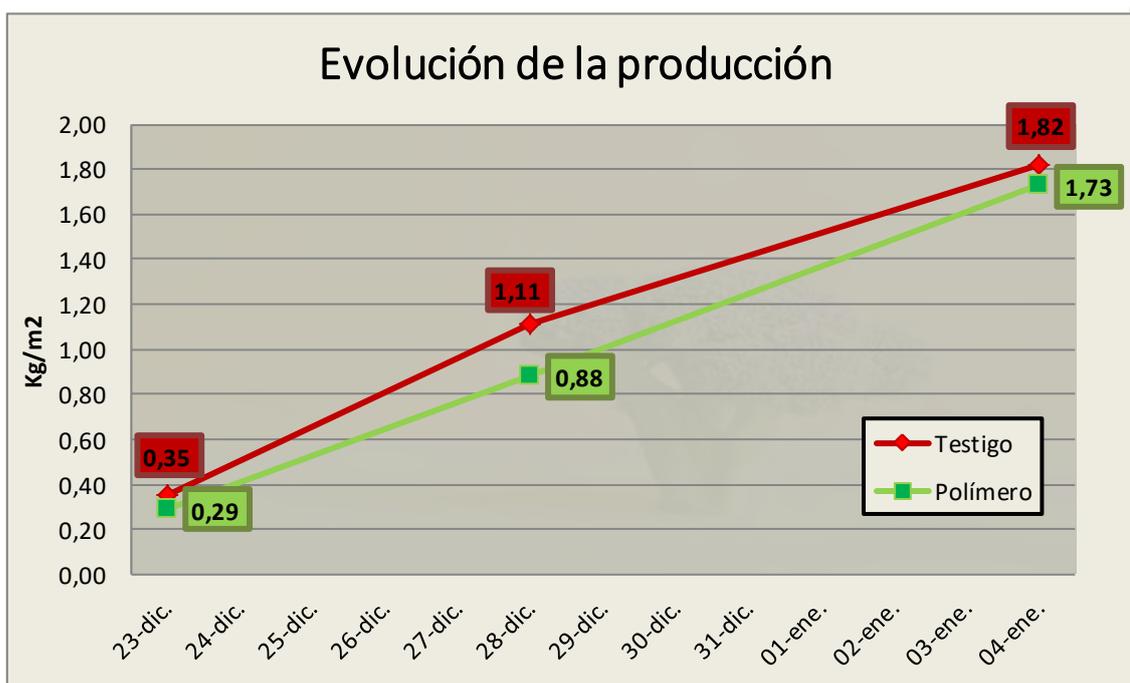


Figura nº2 Clasificaciones primera recolección

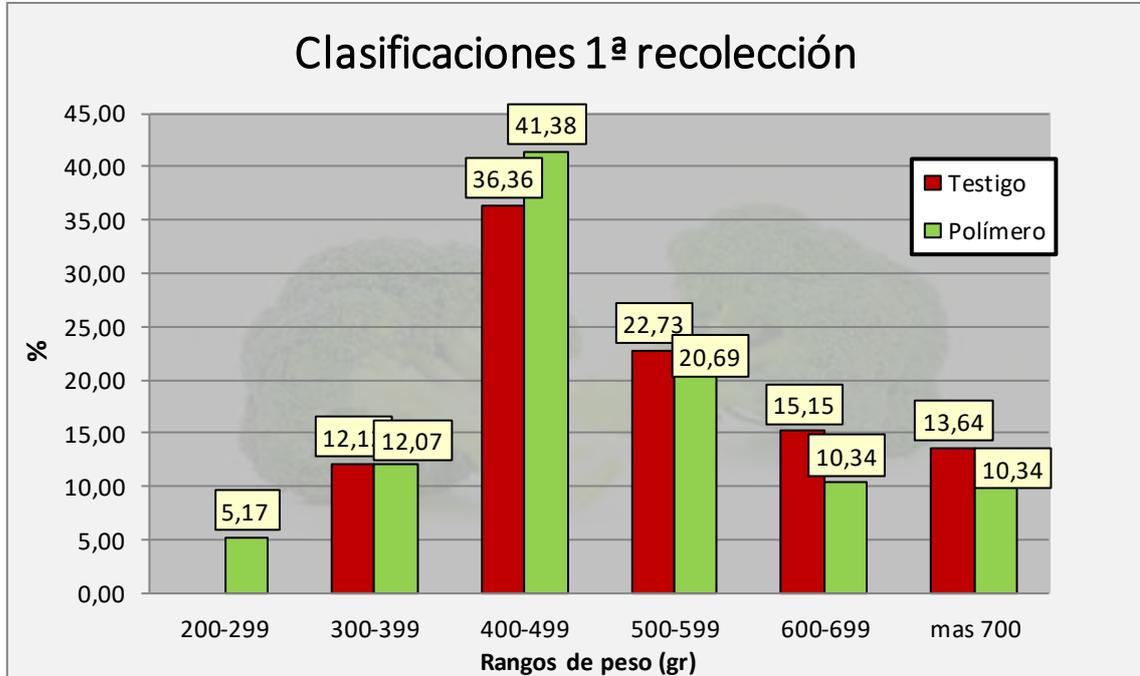


Figura nº3 Clasificaciones en la segunda recolección

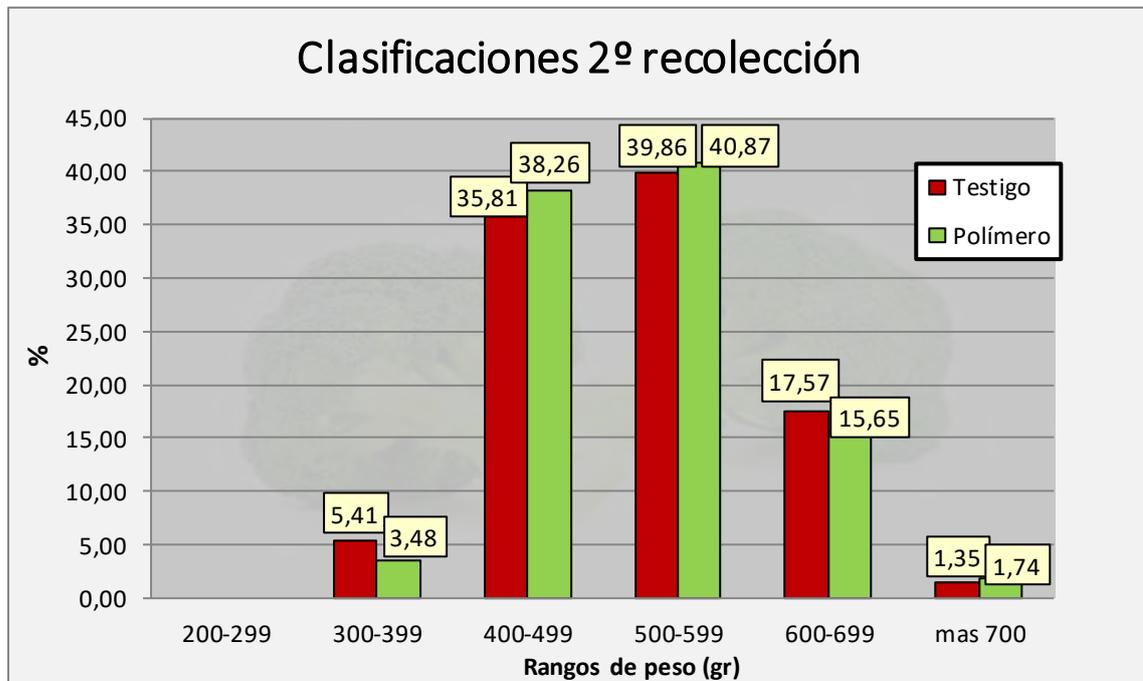


Figura nº4 Clasificación en la tercera recolección

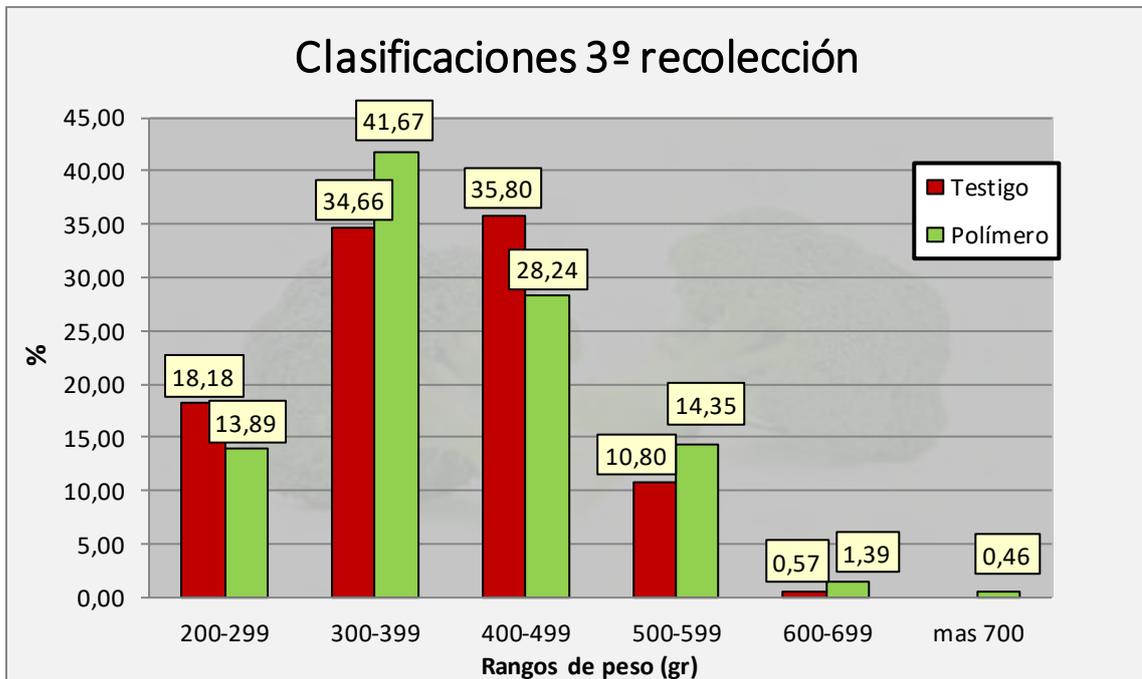
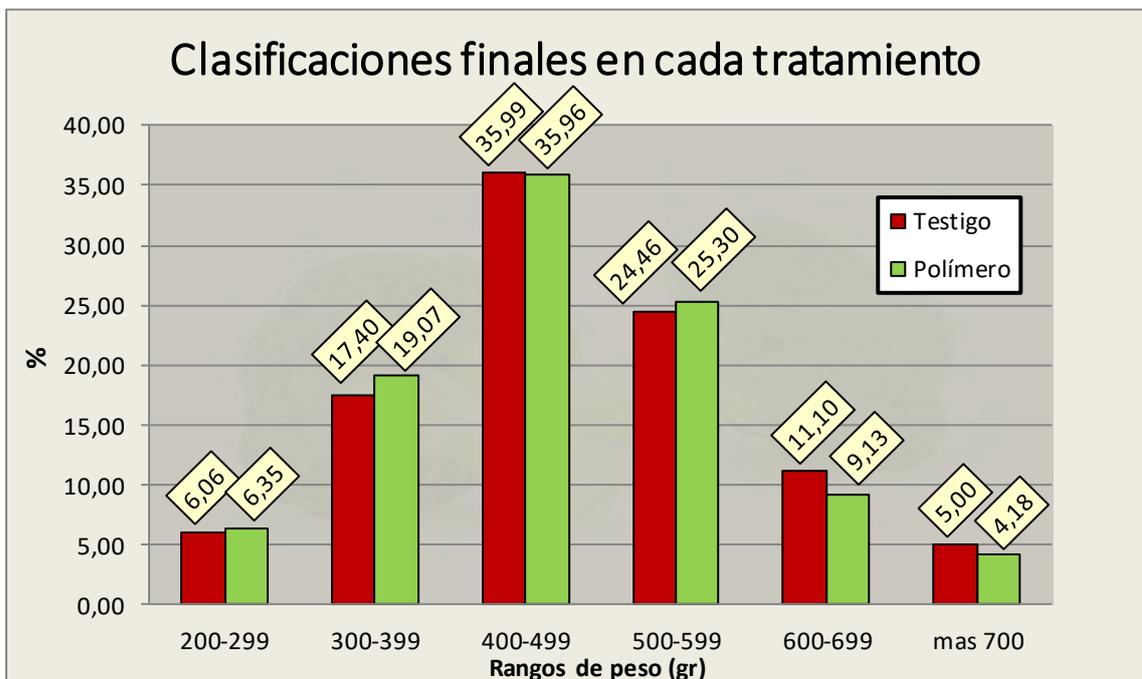
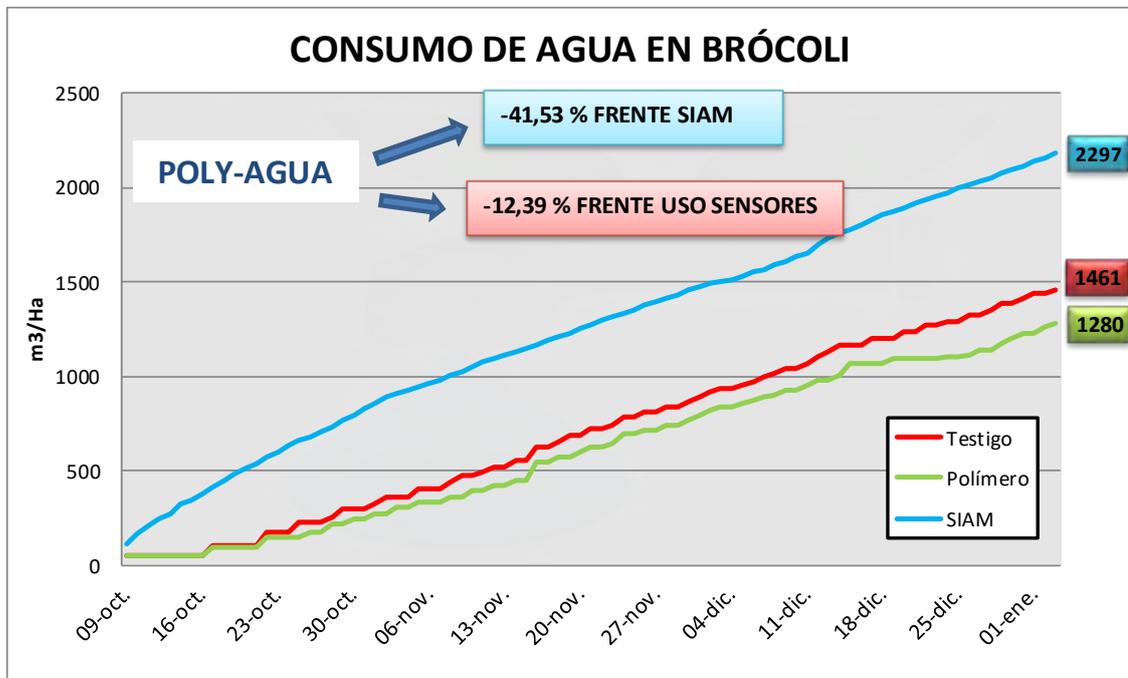


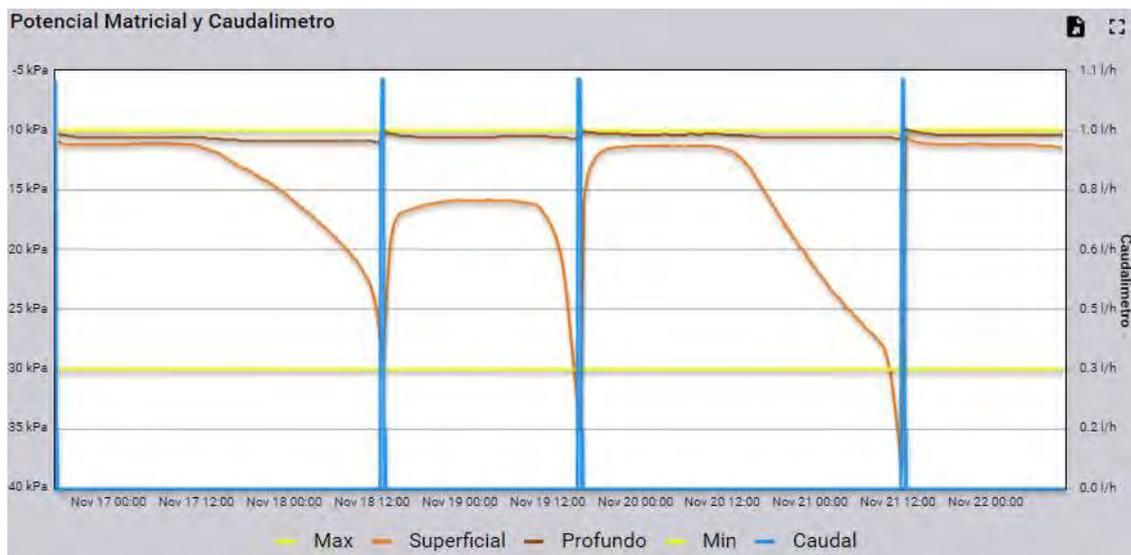
Figura nº5 Clasificación finales de la producción total



**Figura nº6** Consumo de agua en los dos tratamientos frente a los establecido por los valores de la ET<sub>0</sub> (SIAM)

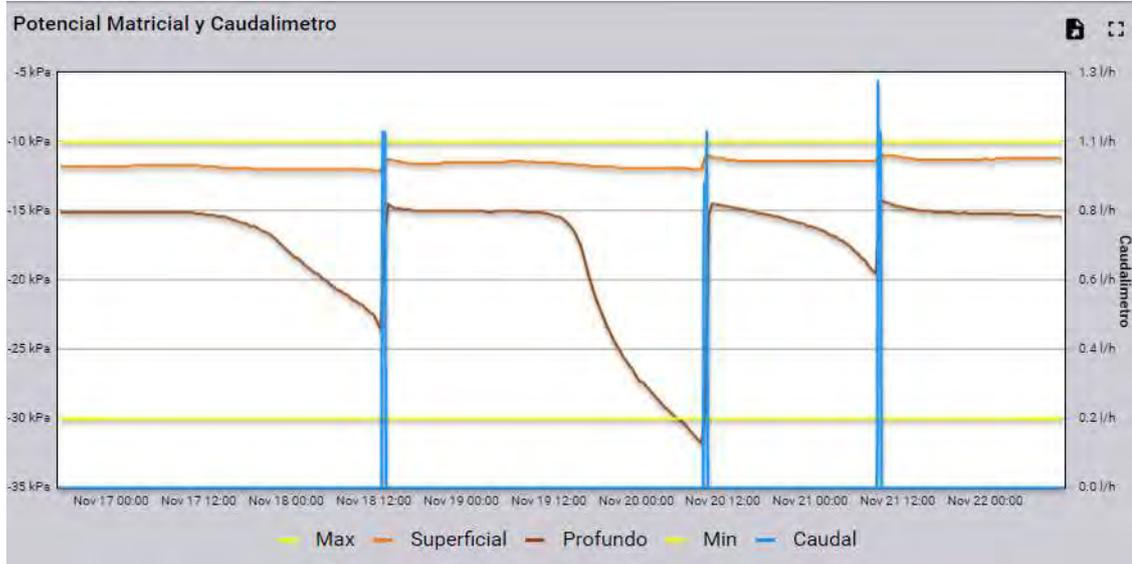


**Figura nº7** Medida de potencial matricial en el tratamiento testigo



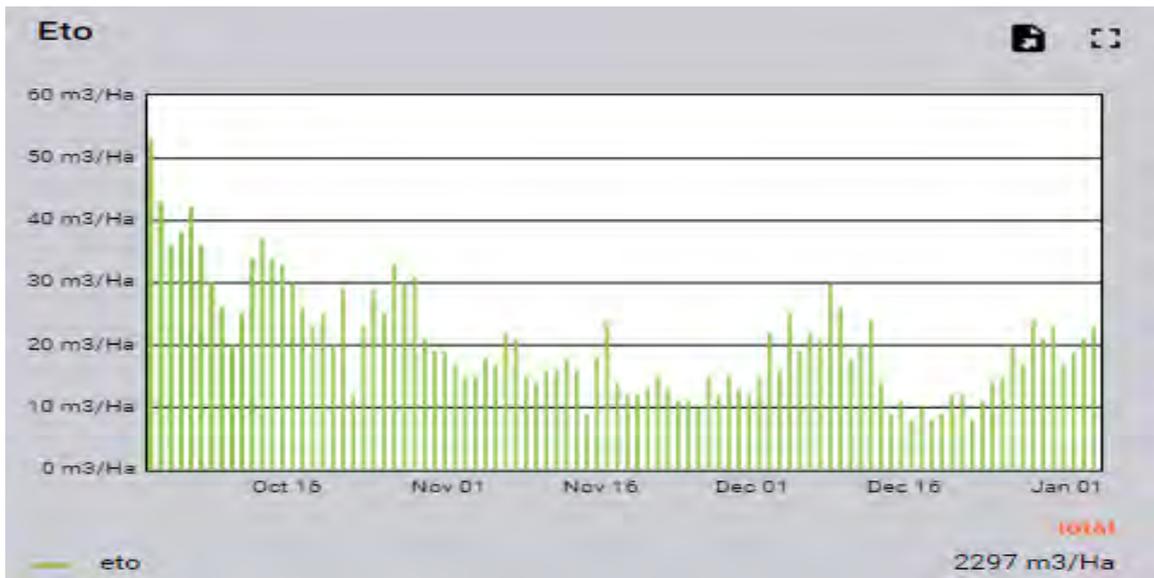
*En el tratamiento testigo, se producía un descenso marcado de la sonda superficial, mientras que a nivel profundo el agua se mantenía constante. Esto nos deja ver que teníamos el agua a una profundidad de 18 cm o más, donde la planta no puede aprovecharla en su totalidad.*

**Figura nº8** Medida de potencial matricial en el tratamiento con el polímero retenedor de agua



*El tratamiento con el retenedor de agua, funciona haciendo que suceda lo contrario al testigo. El producto permanece en la zona superficial de 12 cm donde la planta puede obtener fácilmente el agua y los nutrientes, mientras que es la zona profunda (18 cm) donde el agua no llega y por lo tanto se deshidrata.*

**Figura nº9** Datos de ETo a lo largo del ciclo de cultivo emitidos por los equipos de tensiómetros de suelo (datos SIAM).



6.3 Análisis de suelo inicial y final.

Figura nº10 Conductividad de suelo inicial y final

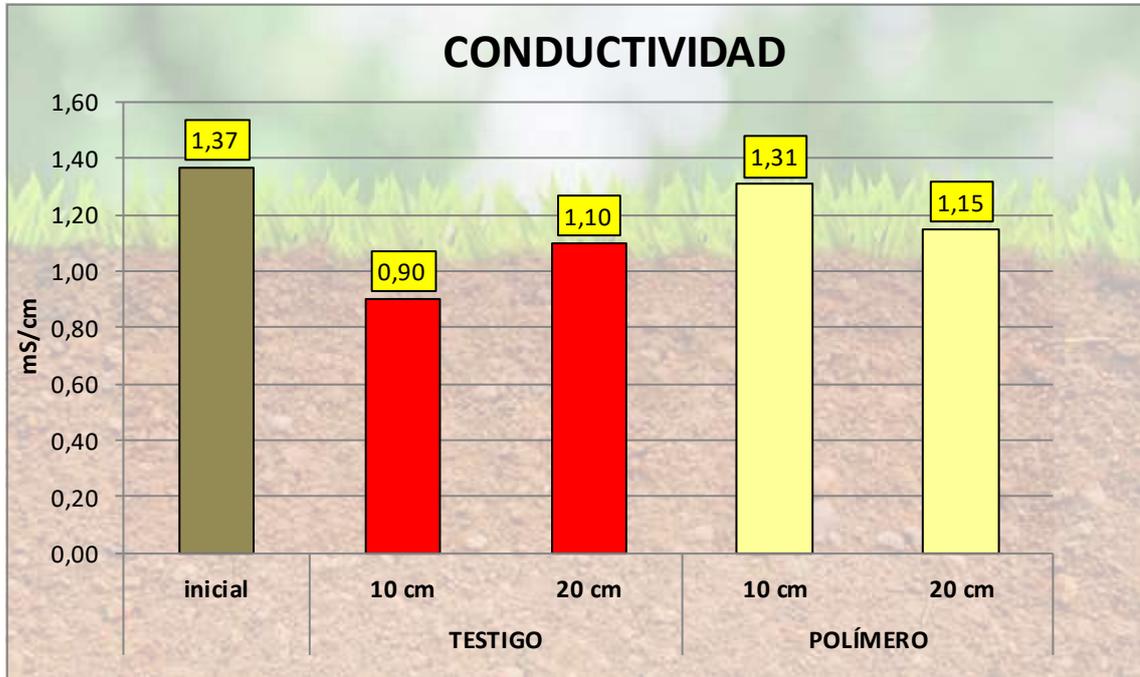


Figura nº11 Cloruros en suelo inicial y final

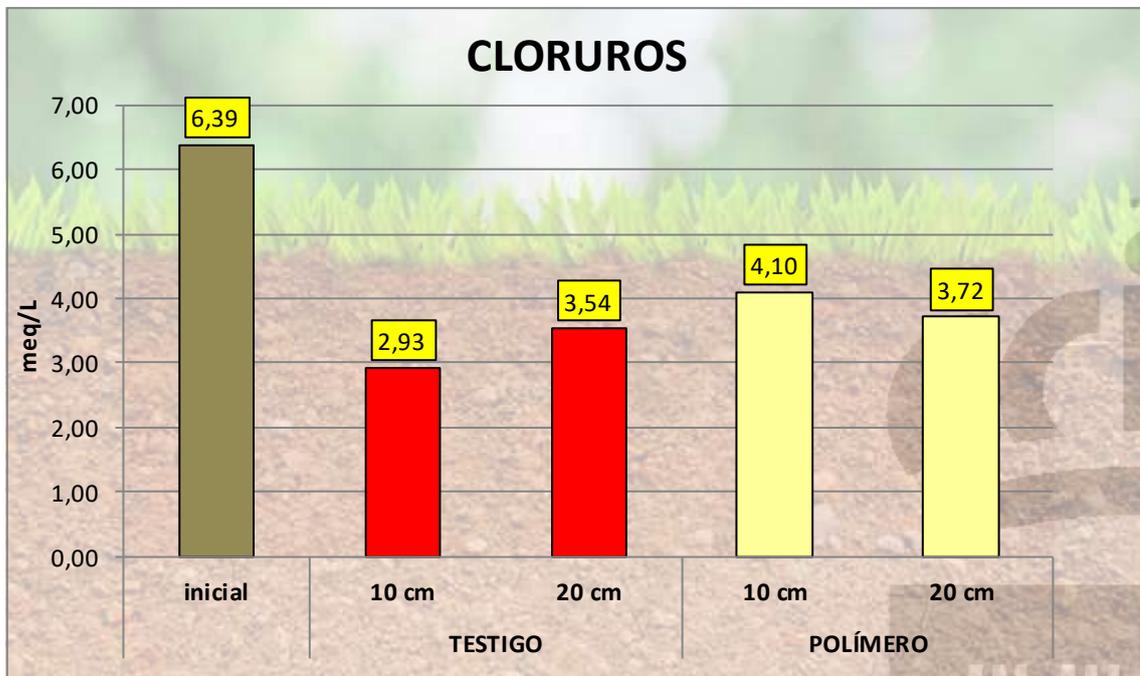


Figura nº12 Sulfatos en suelo inicial y final

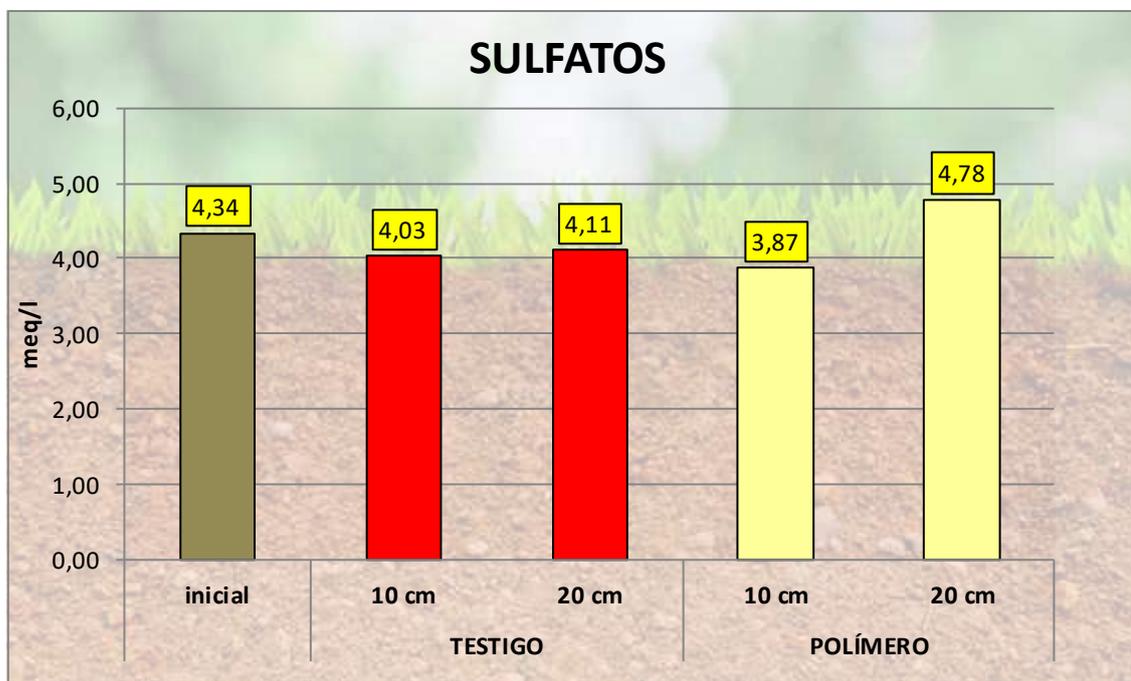


Figura nº13 Sodio en suelo inicial y final

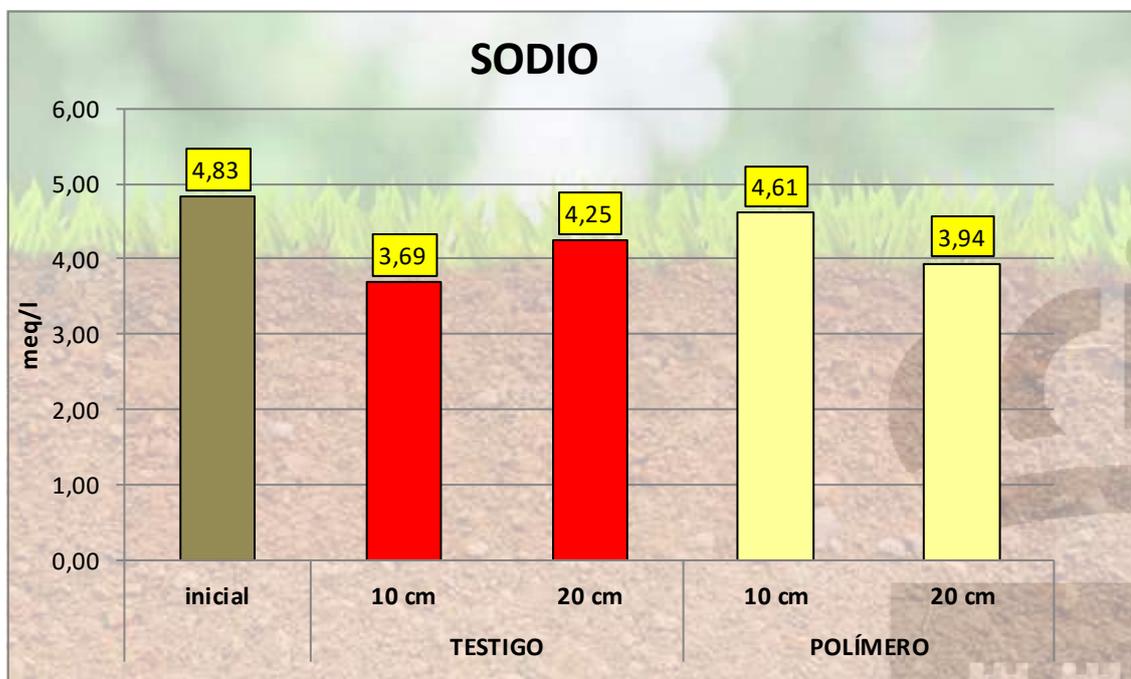


Figura nº14 Nitratos en suelo inicial y final

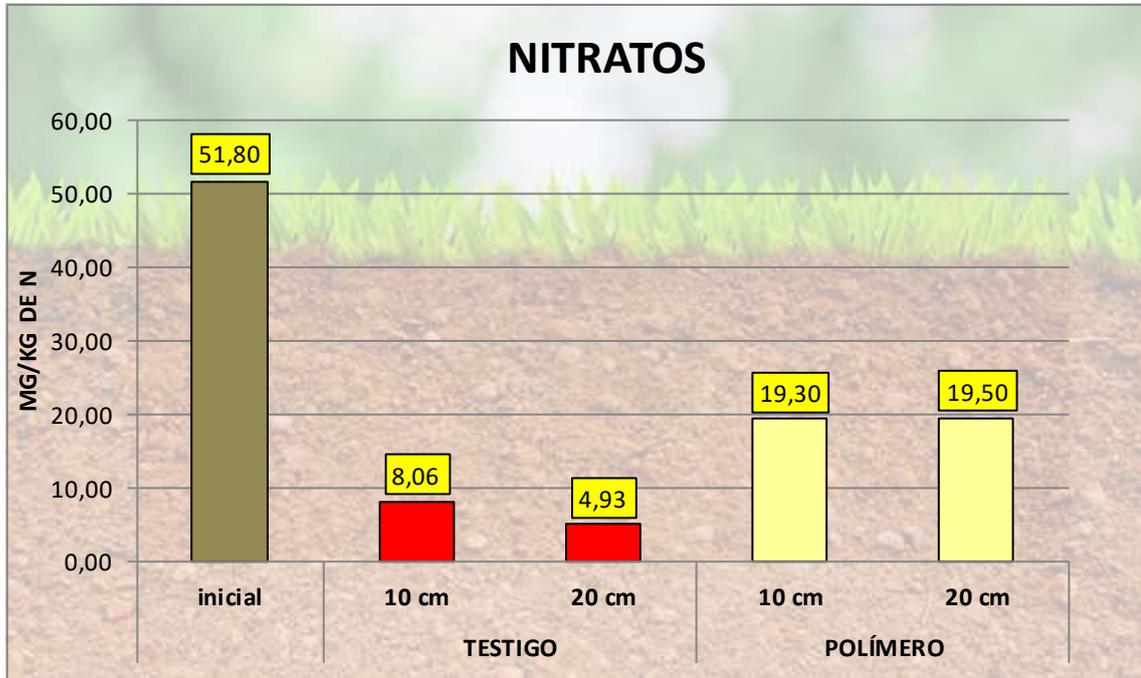


Figura nº15 Potasio en suelo inicial y final

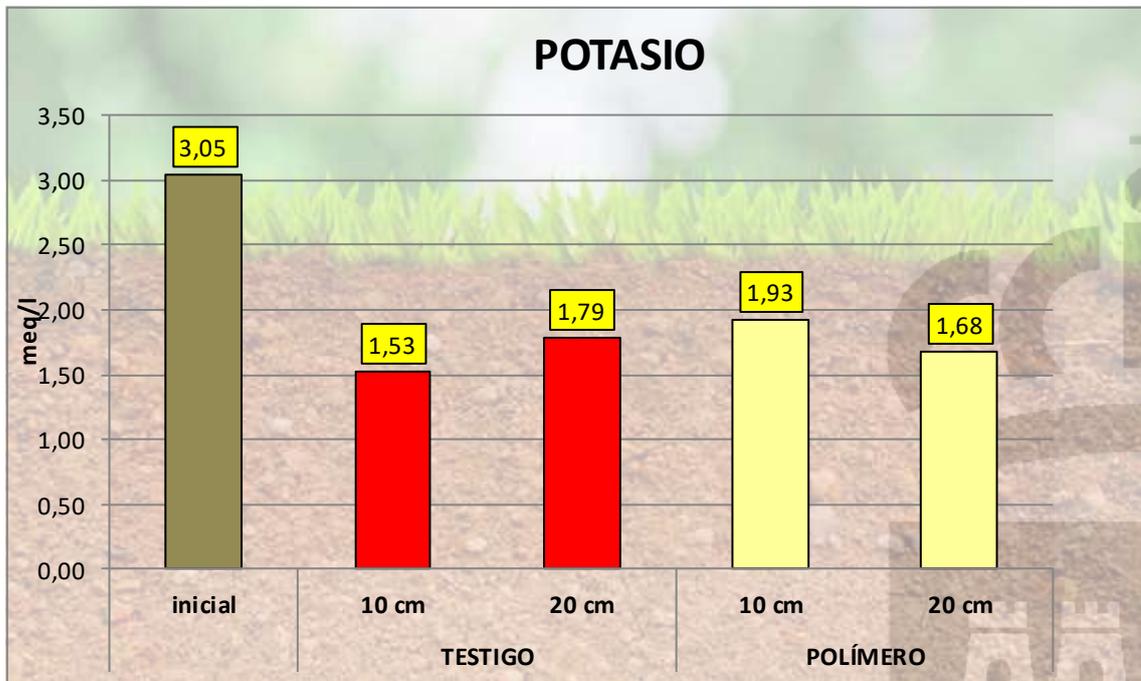


Figura nº16 Calcio en suelo inicial y final

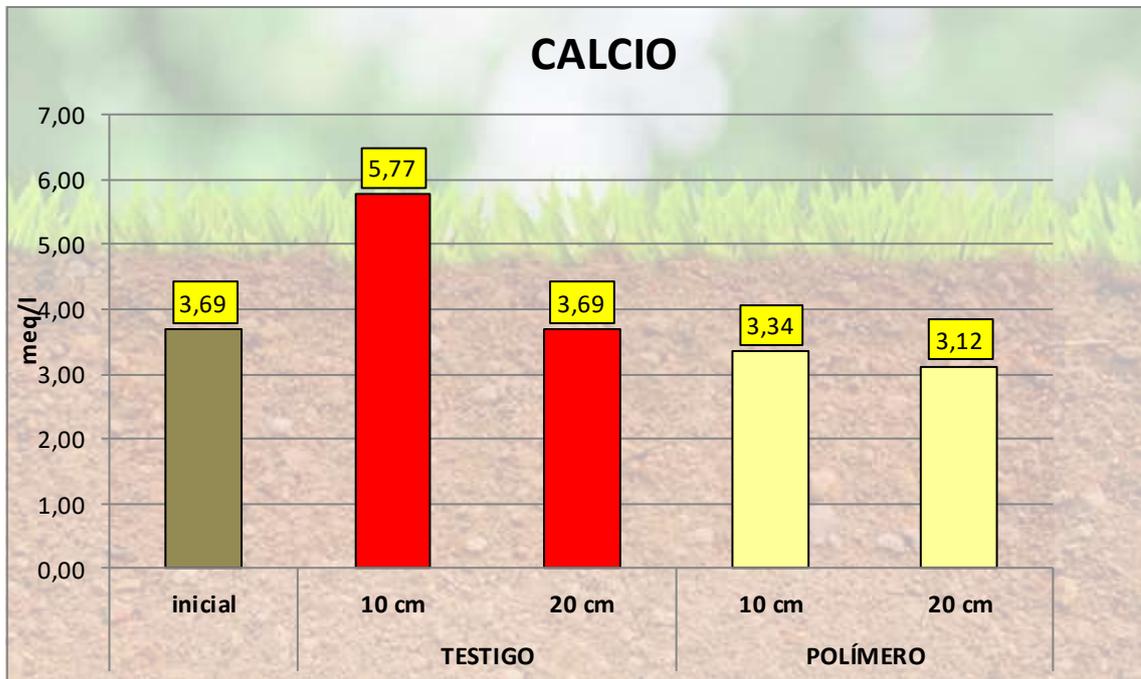
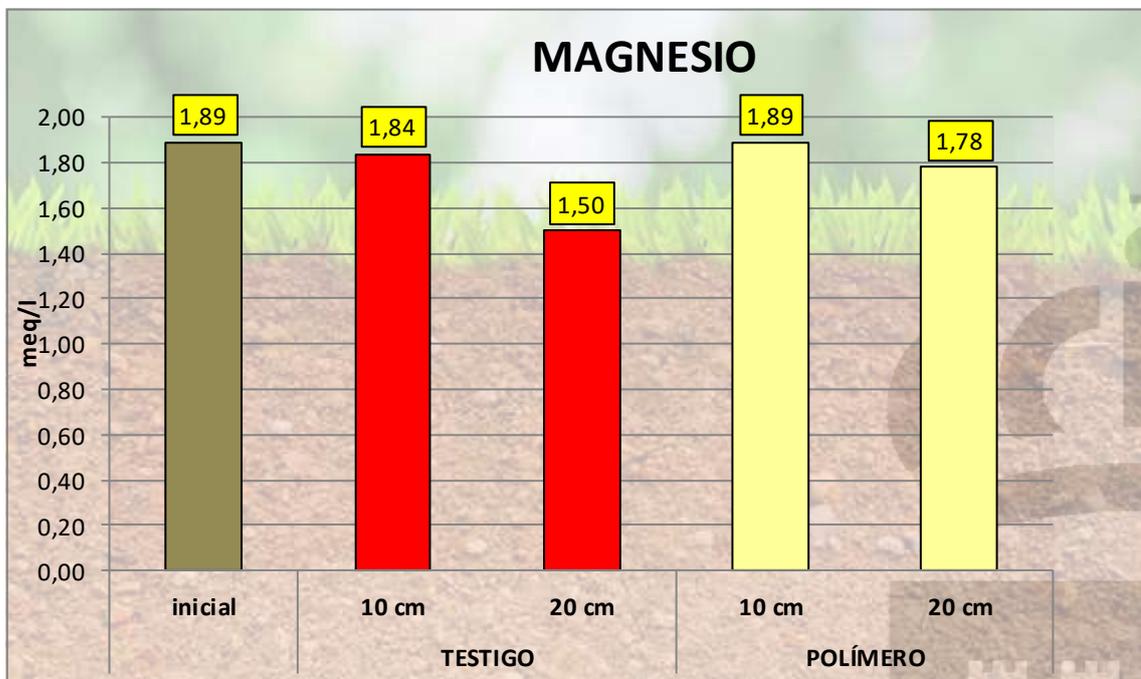
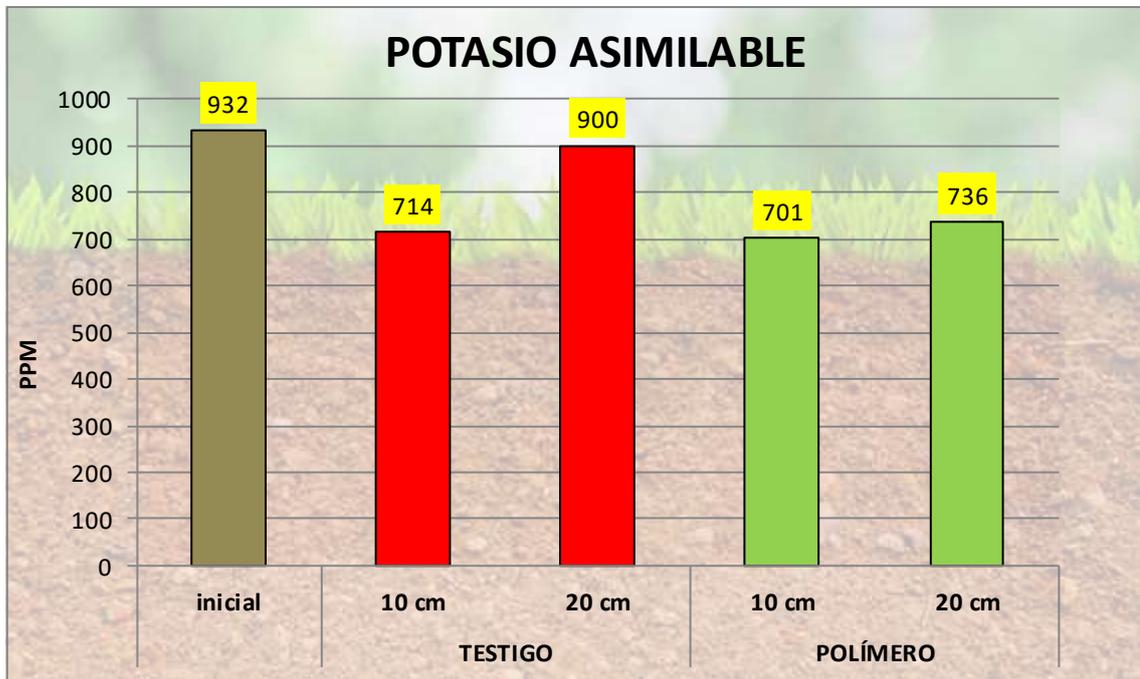


Figura nº17 Magnesio en suelo inicial y final



**Figura nº18** Potasio asimilable en suelo inicial y final



**Figura nº19** Fósforo asimilable en suelo inicial y final

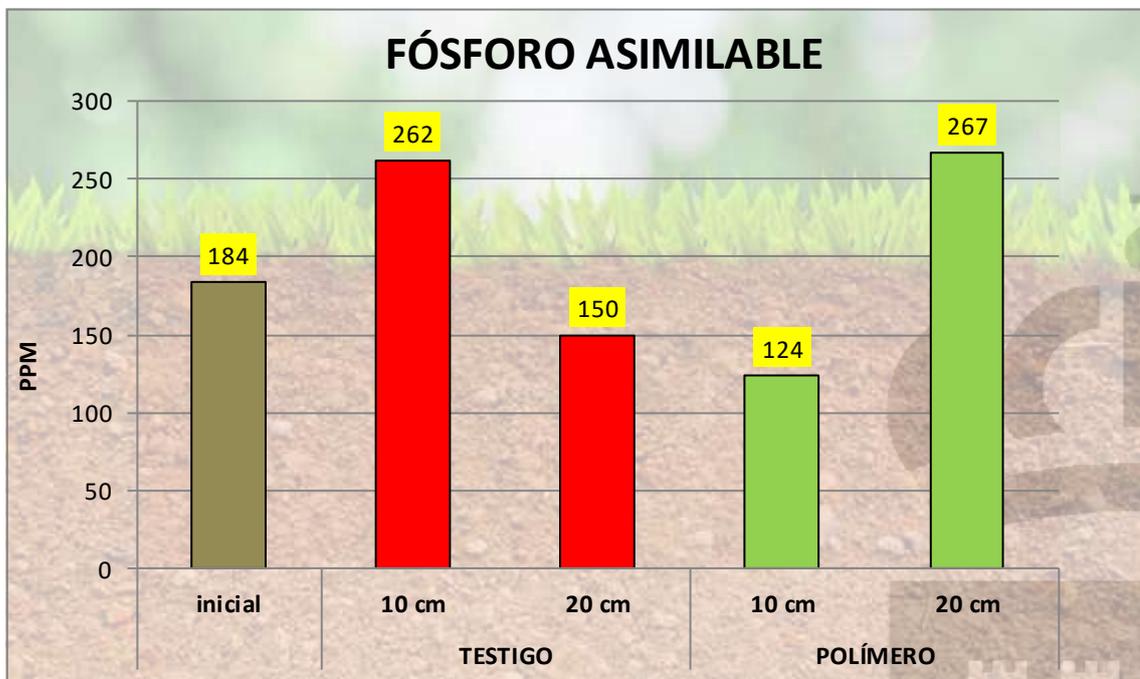


Figura nº20 Magnesio asimilable en suelo inicial y final

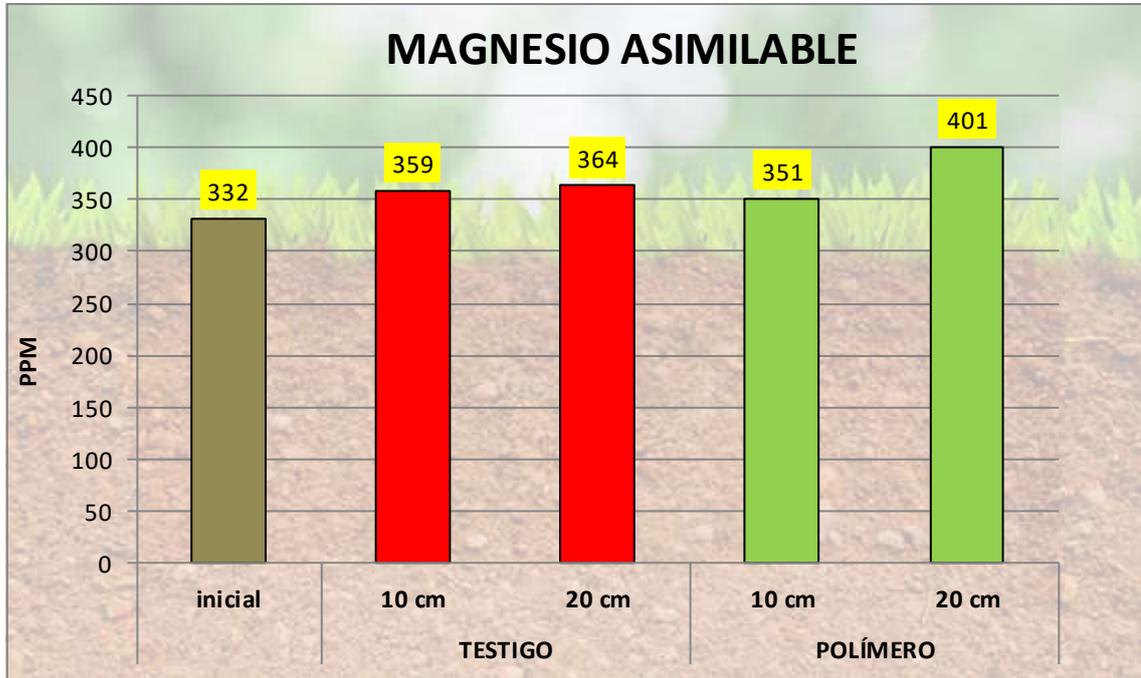


Figura nº21 Calcio asimilable en suelo inicial y final

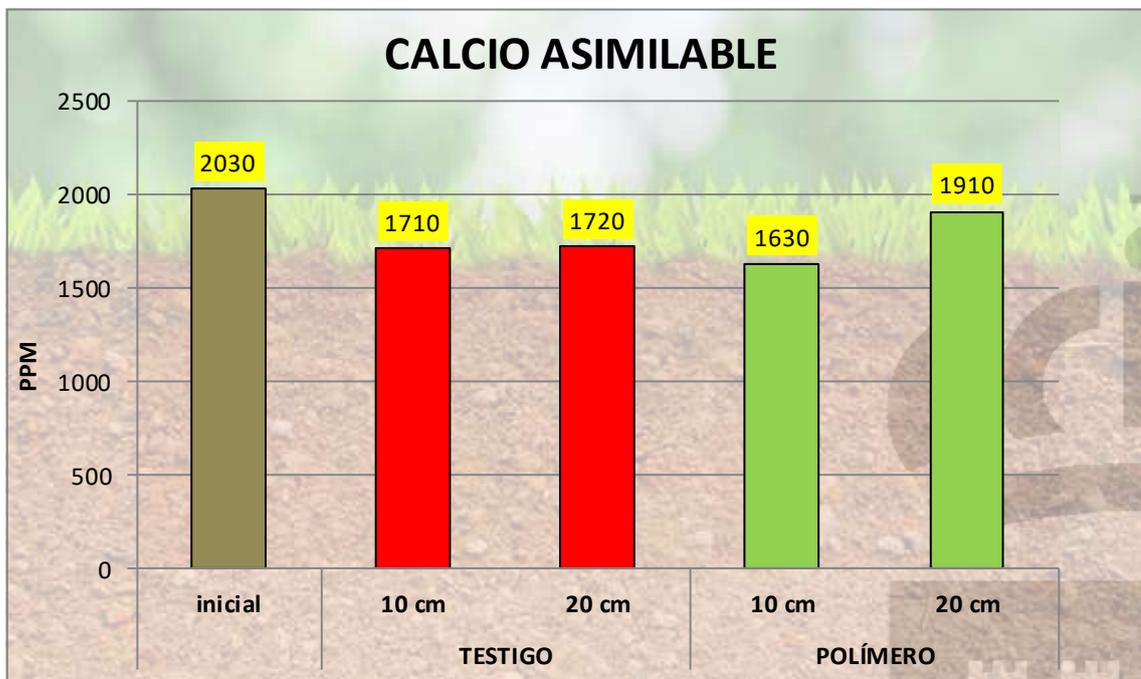


Figura nº22 Materia orgánica en suelo inicial y final

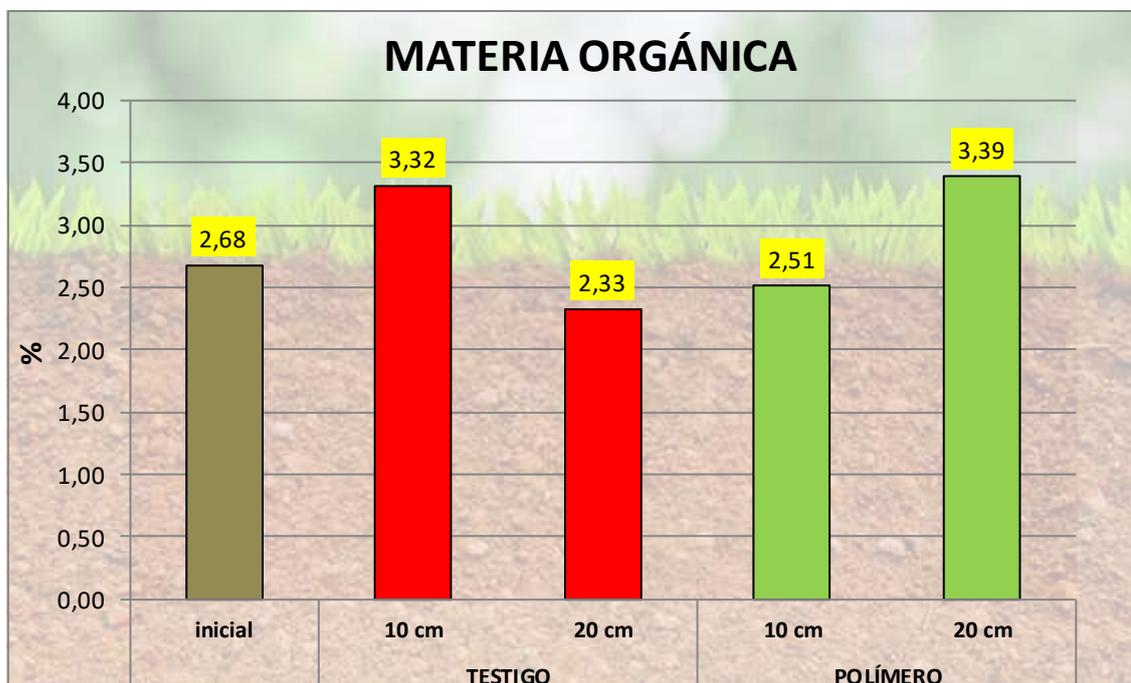


Figura nº23 Carbono orgánico en suelo inicial y final

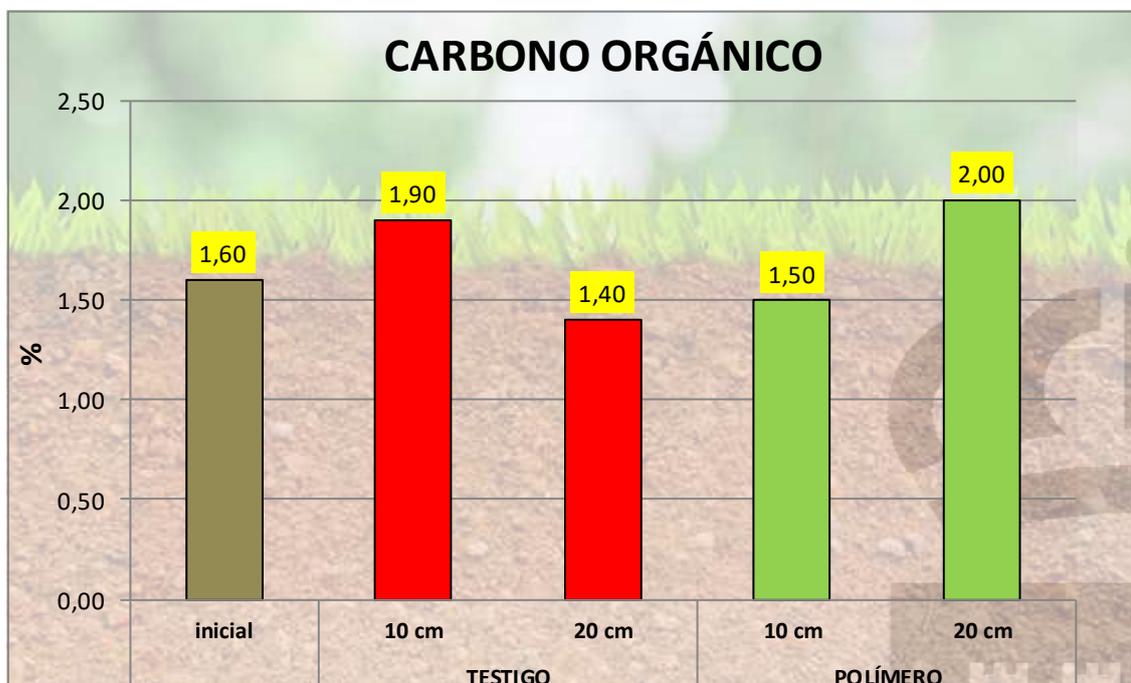


Figura nº24 Hierro en suelo inicial y final

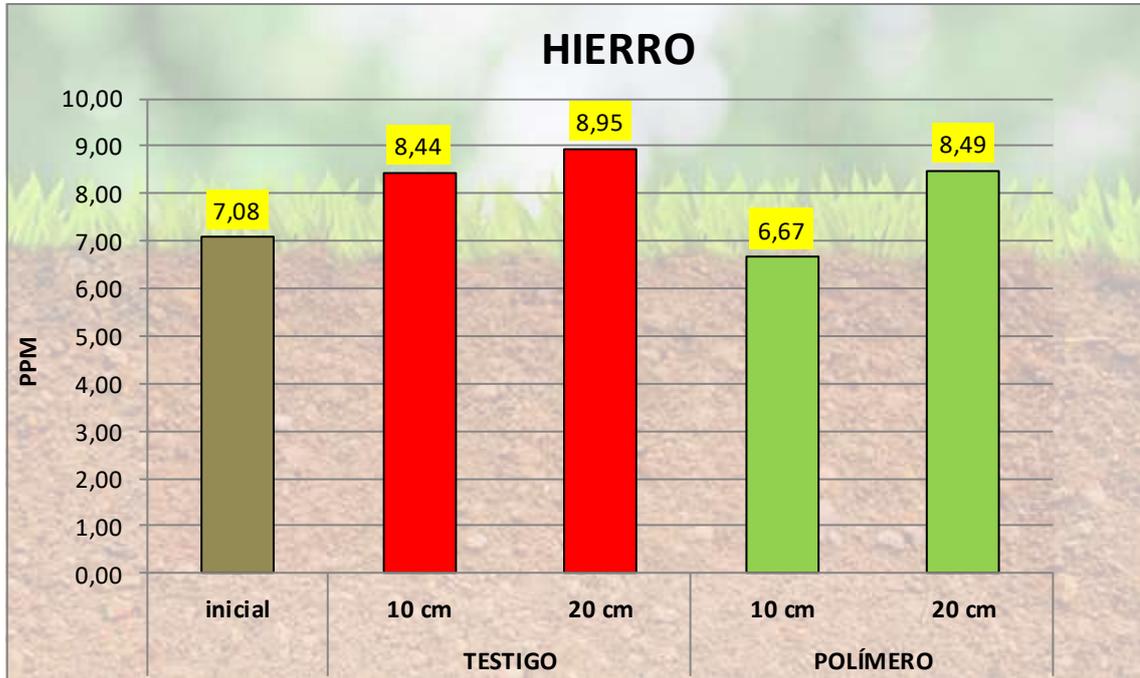


Figura nº25 Manganeso en suelo inicial y final

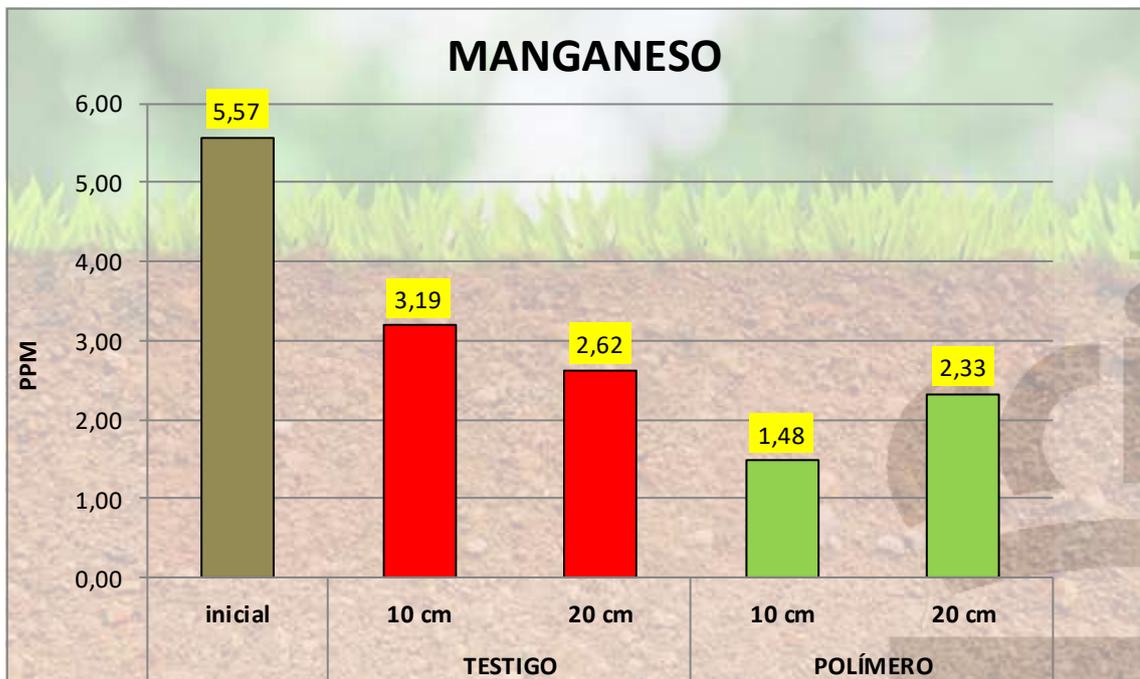


Figura nº26 Cobre en suelo inicial y final

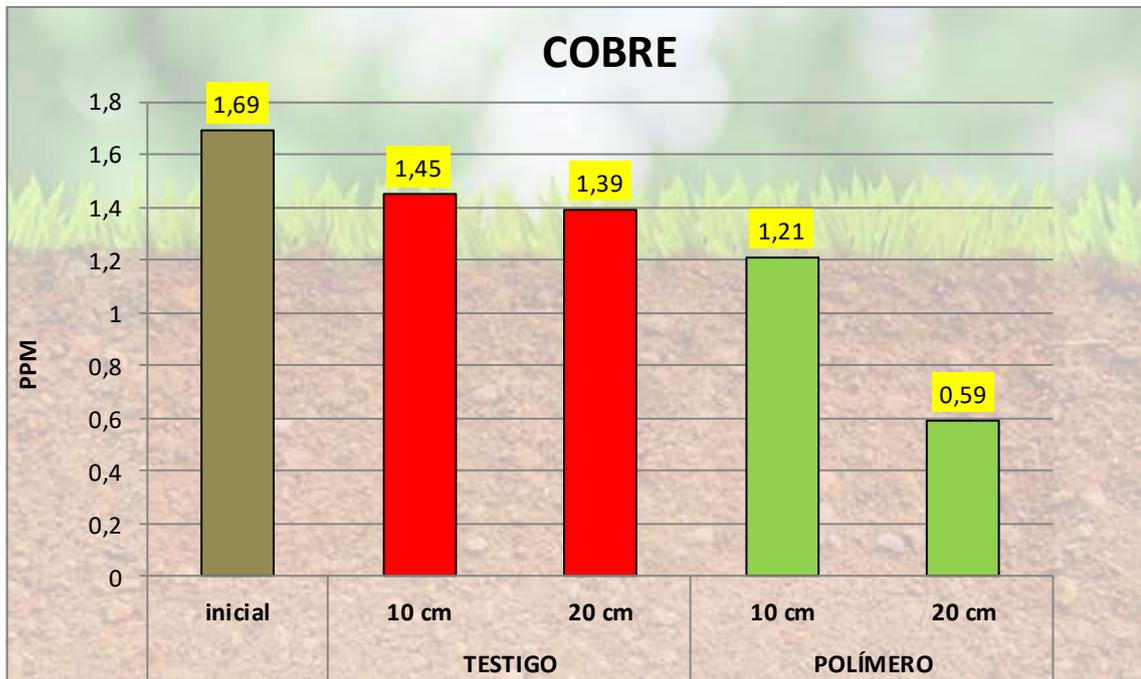


Figura nº27 Zinc en suelo inicial y final

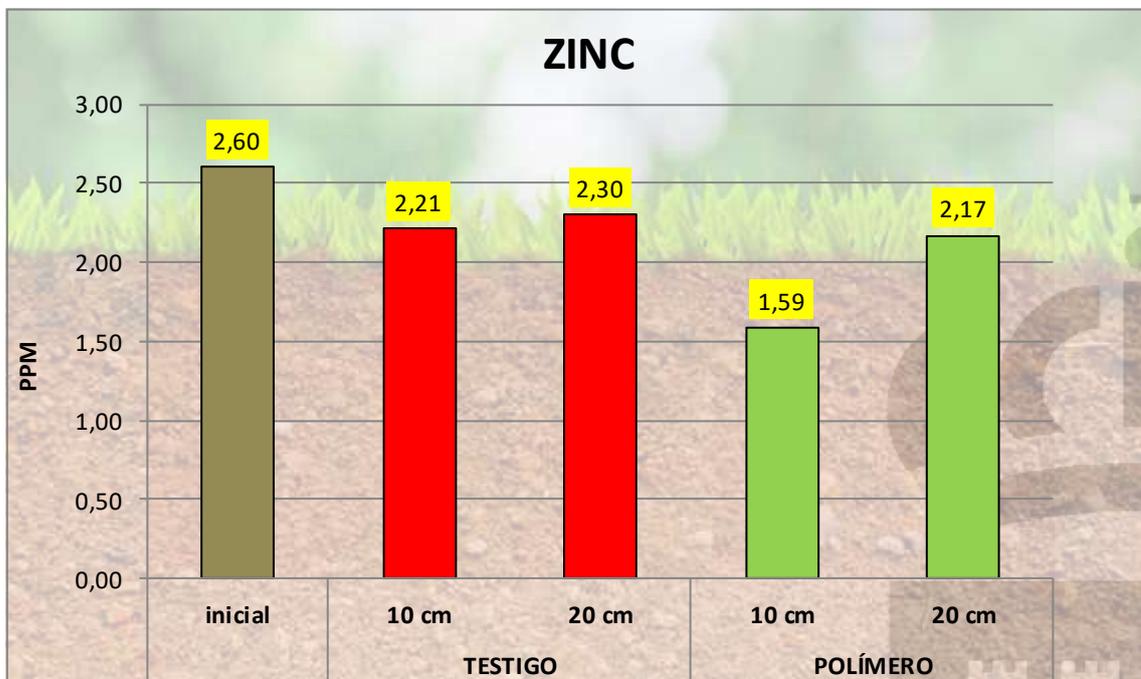


Figura nº28 Caliza total en suelo inicial y final

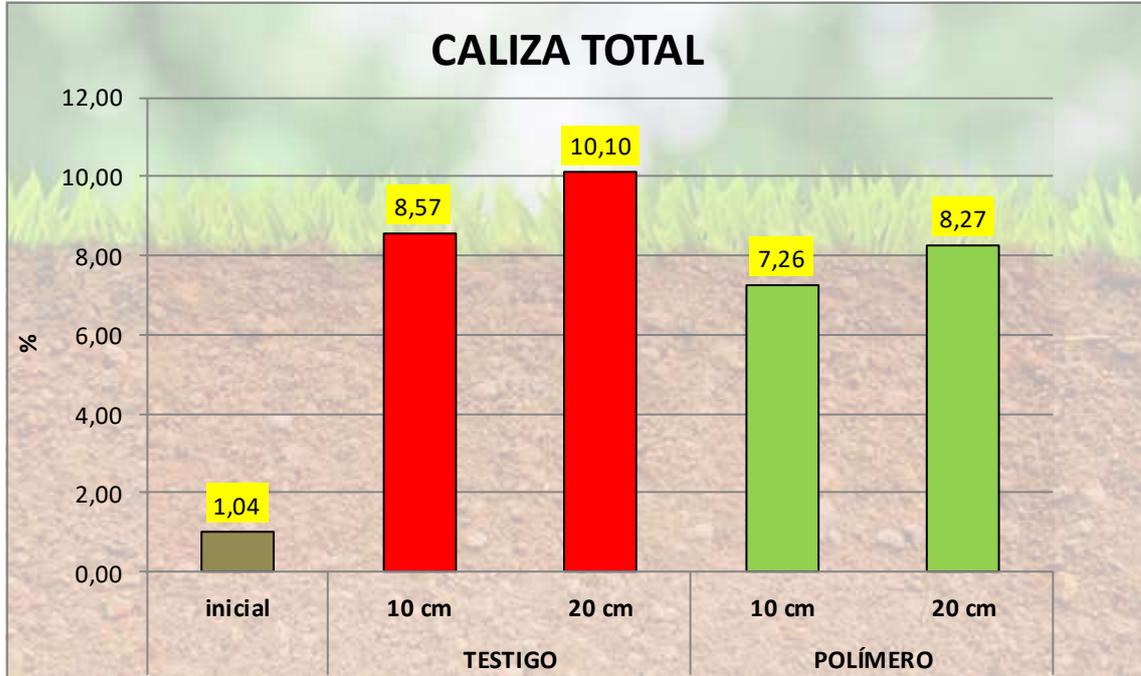


Figura nº29 Caliza activa en suelo inicial y final

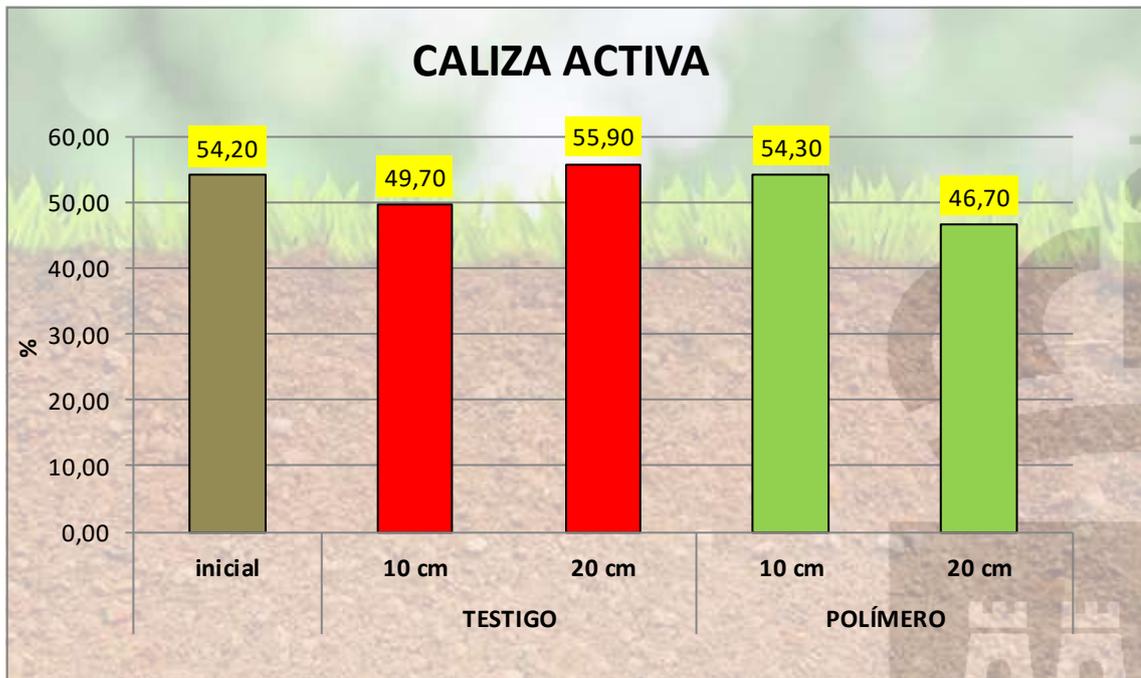


Figura nº30 Calcio de cambio en suelo inicial y final

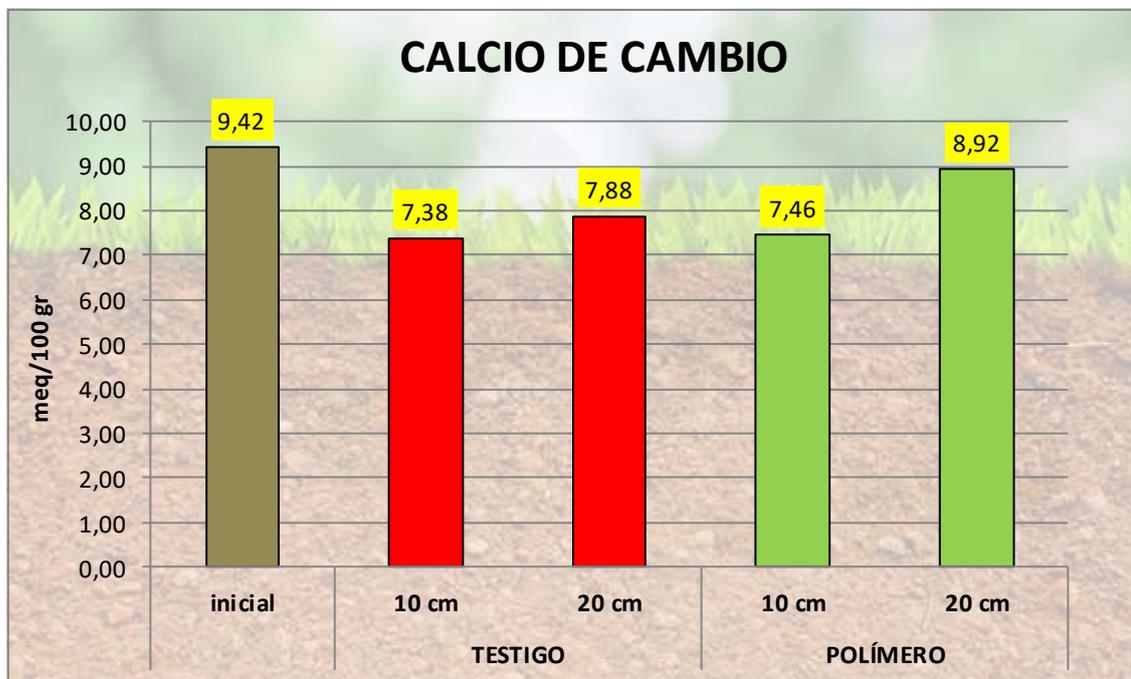


Figura nº31 Magnesio de cambio en suelo inicial y final

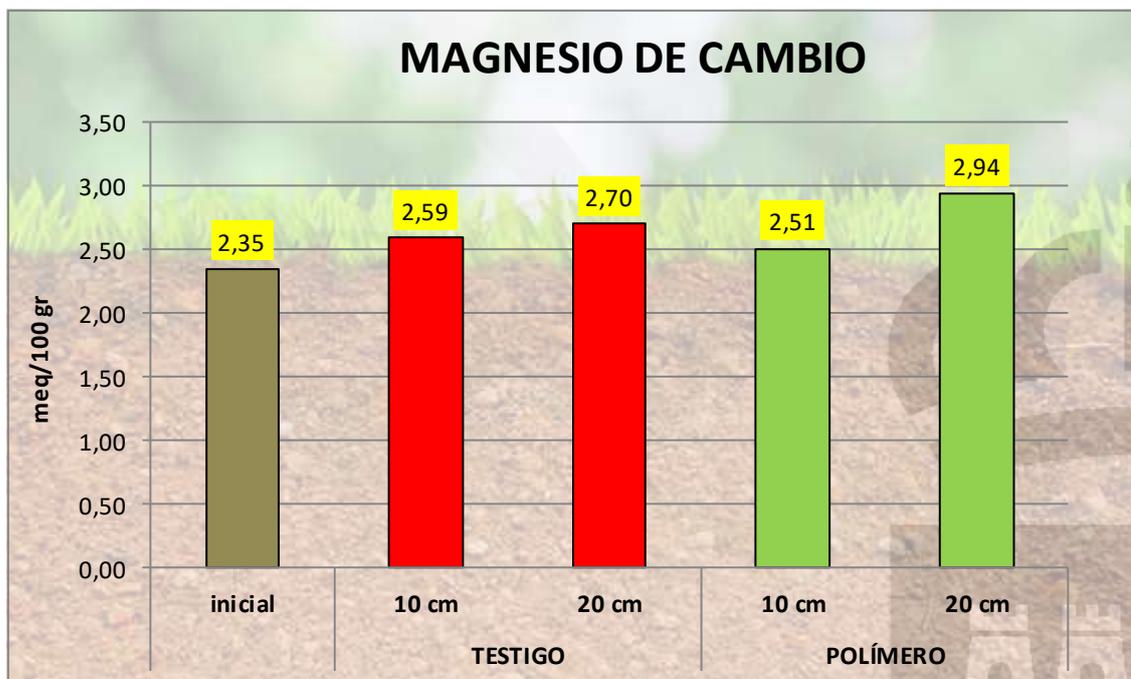


Figura nº32 Potasio de cambio en suelo inicial y final

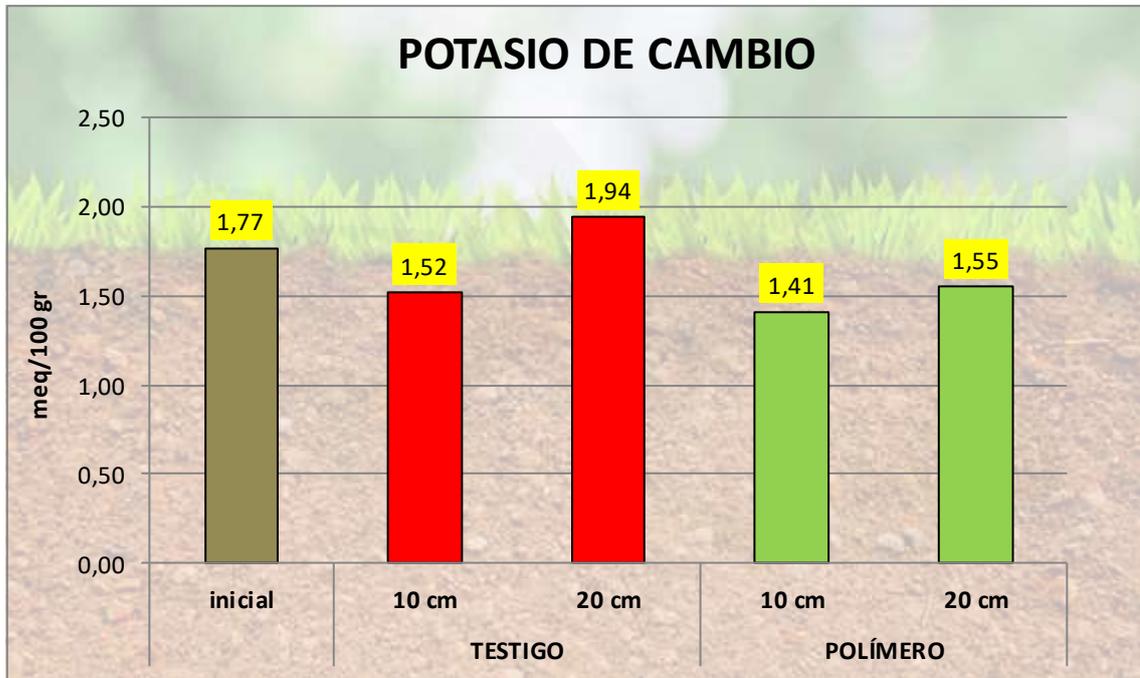


Figura nº33 Sodio de cambio en suelo inicial y final

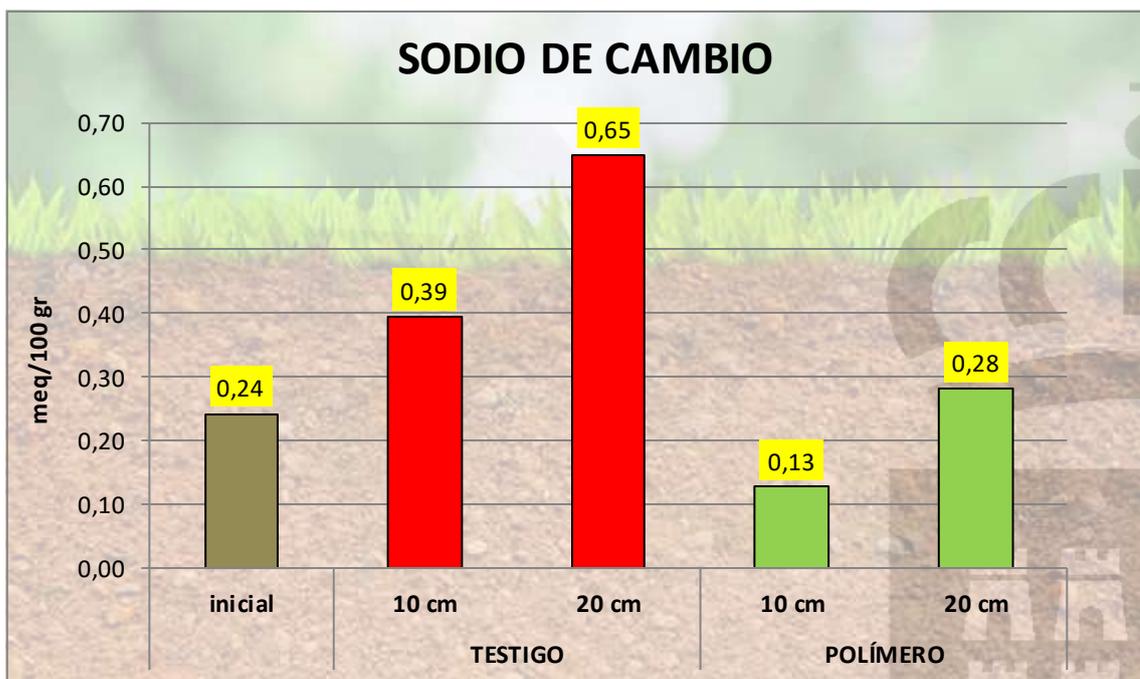
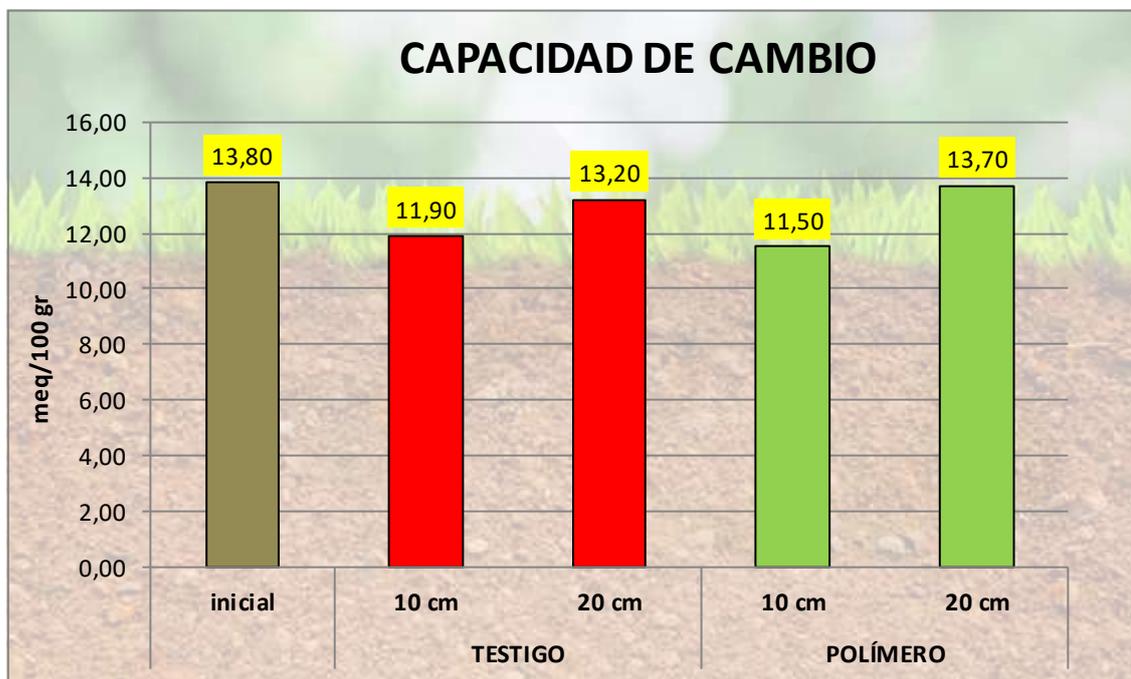


Figura nº34 Capacidad de cambio en suelo inicial y final



7. DIVULGACIÓN.



Imagen nº6 Consejero de Agricultura de la Región de Murcia, Alcalde de San Javier, Director del IMIDA, presidente y gerentes de CDTA El Mirador para la 7 RM



Imagen nº7 Técnicos Cooperativa Verdimed



Imagen nº8 Técnico de GREENPLAST IBÉRICA



Imagen nº9 Técnico de OLFER

