

**ENSAYO DESINFECCIÓN AGUA
OZONIZADA EN SUELO INVERNADERO
Y POSTERIOR CULTIVO DE PIMIENTO
CALIFORNIA CON APORTACIONES AL
RIEGO DE AGUA OZON**



ÍNDICE

1.	RESUMEN	2
2.	INTRODUCCIÓN	3
3.	OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	5
4.	MATERIAL Y MÉTODOS	5
4.1	Datos del cultivo: Material vegetal, siembra, plantación, marco de plantación.	5
4.2	Localización del ensayo: Ubicación, superficie, preparación del suelo.	6
4.3	Infraestructura existente	8
4.4	Características agua y suelo. Riego y abonados. Consumo de agua y fertilizantes.	8
4.5	Sistema formación/entutorado y tratamientos fitosanitarios	10
4.6	Datos Climáticos	12
4.7	Diseño estadístico	12
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5.1	Parámetros evaluados	13
5.2	Controles en recolección y post-cosecha	14
5.3	Ciclo productivo: calendario recolección	14
5.4	Producción total comercial, calidad y rentabilidad	14
6.	CONCLUSIONES	15
7.	DIVULGACIONES	16
8.	AGRADECIMIENTOS	16
9.	ANEXOS	18
9.1	Anexo imágenes preparación parcela, evolución producción y obtención de muestras.	18
9.2	Anexo gráficas climatología	23
9.3	Anexo producción total, comercial, calidad y rentabilidad.	29
9.4	Anexo gráficas de análisis	32
9.5	Divulgaciones	40

1. RESUMEN

El ensayo que en este documento se expone se ha realizado sobre un cultivo de pimiento California de maduración en rojo, de variedad Maestral. La fecha de trasplante fue el 16 de diciembre de 2016. Previo a este trasplante fue necesario realizar una desinfección del suelo para dejarlo en las condiciones más adecuadas posibles para un cultivo de pimiento. De esta manera se propuso realizar la desinfección de suelo de dos maneras diferentes: Mediante biosolarización (método usado habitualmente en la zona) y mediante riego con agua ozonizada pura (sería esta nuestra primera variable en el ensayo). De esta manera se valora la posibilidad de desinfectar únicamente mediante el uso de agua ozonizada pura, o usarla en combinación con los métodos tradicionales. Para evaluar esto se realizaron diferentes análisis de suelo, tanto químicos como de hongos y bacterias, y ver la diferencia entre el efecto de la biosolarización y el del uso de ozono.

Tras la realización de los diferentes tipos de desinfección, se llevó a cabo el trasplante. Para ello, el ensayo se dividió en tres tratamientos: Zona de desinfección por biosolarización y riego estándar de la zona (denominada Testigo); Zona desinfección por biosolarización y riego estándar de la zona con la incorporación de ozono en el riego (denominada Ozono 1); y Zona desinfección con ozono puro y riego estándar de la zona mediante la incorporación de ozono en el riego (denominada Ozono 2). De esta manera se valorará la evolución del cultivo en los tres tratamientos mediante parámetros de producción, calidad e ingresos.

Los datos iniciales muestran un estancamiento de la producción en la zona desinfectada con ozono, donde se queda muy por debajo del resto de tratamientos. Esto nos indica que la desinfección con ozono no ha sido suficiente para dejar el suelo desprovisto de agentes patógenos que puedan dañar nuestro cultivo durante todo el ciclo del mismo. Sin embargo, el uso de biosolarización junto con el riego con la incorporación de agua ozonizada, ha resultado dar una producción semejante a la obtenida en la zona testigo. Mediante el uso de análisis de suelo antes y después de la incorporación de ozono, se ha podido ver que, hongos como *Pythium* y *Fusarium*, habían disminuido con la aplicación de agua ozonizada. Desde El Centro se ha verificado en multitud de ocasiones que este producto es realmente efectivo con este

tipo de Hongos mediante su uso por riego, incluso mediante su uso vía foliar para el tratamiento de hongos y bacterias una vez que estos se han manifestado.

2. INTRODUCCIÓN

En La Región de Murcia, el pimiento es uno de los cultivos más importantes bajo plástico. Fue el segundo material vegetal más trasplantado en 2016 con el 28% de la superficie de invernadero (1220 has) según datos de La Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. Por este motivo el centro dedica la mayor parte de sus ensayos al cultivo de pimiento bajo invernadero, puesto que es importante para los agricultores de la zona y para La Región, disponer de nuevas técnicas de cultivo en cuanto a nutrición de los mismos, ahorro de agua e insumos.

La mayoría de los hongos patógenos que producen enfermedades de las raíces y de la base del tallo en los cultivos hortícolas se conservan en el suelo. Algunos durante periodos prolongados de tiempo como *Pythium*spp., *Chalara elegans*, *Verticilliumdahliae* y las diferentes formas especializadas de *Fusarium oxysporum*, mientras que otros se conservan durante un periodo más limitado de tiempo como *Rhizoctonia solani* y algunas especies de *Phytophthora*. Cuando es necesaria la eliminación del inóculo en un suelo de cultivo se puede realizar la desinfección del mismo mediante tratamientos químicos, físicos-biológicos o ambos a la vez. Los métodos más habituales para la desinfección de suelos son el uso de productos químicos como desinfectantes o la biosolarización.

En la desinfección química del suelo se utilizan compuestos químicos como desinfectantes junto plásticos para sellar el terreno y evitar escape de gases aumentando así la eficacia de la desinfección. De entre los desinfectantes más utilizados se encuentran: Cloropicrina, Dicloropropeno, Metam-sodio, Metam-potasio, Metiltioisocianato, Agrocelhone o alguna combinación de estos. La desinfección química del suelo es una de las soluciones más extendida por su sencillez de aplicación y su eficaz acción insecticida, nematicida, fungicida y herbicida.

Para la desinfección química, es necesario del uso de un tipo de plástico especial debido a que este tipo de desinfectantes pasan a estado gaseoso en el momento en que son liberados y es necesario impedir que se escapen. De esta manera se evita así

la contaminación del aire del invernadero, ya que supone un riesgo de intoxicación para las personas expuestas.

La biosolarización es un sistema de desinfección del suelo que consiste en acolchar un suelo húmedo con plástico transparente y fino (generalmente polietileno), durante 4-6 semanas en la época de mayor intensidad de radiación solar y temperatura (en este caso se ha realizado en el mes de agosto). Se utiliza en el control de bacterias, hongos, nematodos y malas hierbas. Entre sus ventajas cabe destacar:

- Su eficacia puede ser comparable con la obtenida con tratamientos químicos sin necesidad de usarlos.
- Económicamente es una opción viable.
- Puede ser realizada tanto en superficies pequeñas como en áreas más extensas.
- Es una práctica aceptable en agricultura ecológica.

Una de las alternativas a la biosolarización y al uso de desinfectantes químicos sería la que se propone con este ensayo: desinfección con agua ozonizada. Lo que se busca con esto, es comprobar si a la hora de desinfectar el suelo con ozono, las UFC de hongos existentes se reducen en un porcentaje igual o mayor a la desinfección por biosolarización y con productos químicos. Este sería el objetivo principal del ensayo. Si se vieran reducidas las UFC, la desinfección podría realizarse en el mes de noviembre y, de esta manera, alargar la cosecha de pimiento hasta el mes de septiembre y evitar el coste que supone la biosolarización o la desinfección química (abono, plásticos, mano de obra, etc.)

Tras la desinfección con agua ozonizada, se realizará el trasplante y durante todo el cultivo el agua de riego del sector “tratamiento” llevará entre un 5-10% de concentración de agua ozonizada con 900° Redox que, al actuar como abono, consigue:

- Plantas con más fuerza
- Colores más vivos por efecto de la velocidad de oxidación del ozono
- Desarrollo más rápido
- Fruto de mayor volumen, jugoso y homogéneo
- Mayor producción por planta
- Mas cosecha en menos tiempo
- Reducción del tiempo de producción

El ozono es un gas natural (O_3), siendo la forma más activa el oxígeno (O_2). Es un gas que no se acumula y no deja residuos. Una vez realizada su función se convierte en oxígeno. Su capacidad de acción es de en torno los 30-45 minutos.

3. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

Como hemos mencionado con anterioridad, el cultivo sobre el que se realiza el ensayo es el pimiento debido a la importancia que este tiene a nivel regional. Nuestro objetivo principal con este ensayo es comprobar las propiedades desinfectantes del uso de ozono en el riego. Su efectividad fue valorada atendiendo a los siguientes parámetros:

- Valorar la producción (Kg/ha).
- Evaluar las posibles diferencias en los calibres medios de fruto.
- Obtener la clasificación de los frutos de primera categoría.
- Observación y valoración de la sanidad vegetal del cultivo (incidencia de plagas y enfermedades)
- Comparar las condiciones iniciales del suelo y las finales
- Evaluar la posibilidad del uso de ozono como desinfectante de suelos

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Datos del cultivo: Material vegetal, siembra, plantación, marco de plantación.

El material vegetal para la realización de este ensayo es el pimiento California, de variedad Maestral. La germinación de las semillas se realizó en el semillero con una duración de 61 días. La fecha de trasplante fue el 16 de diciembre de 2016. El marco de plantación es de 1 metro entre líneas y 0,35 metros entre plantas situadas linealmente. La densidad es de 2,85 pl/m².

4.2 Localización del ensayo: Ubicación, superficie, preparación del suelo.

El centro está ubicado en el paraje del Hondón, en la pedanía del El Mirador, San Javier (Murcia) Polígono 2, Parcela 24, Recinto 3. La superficie total del centro es de 2,6 Ha.



Imagen nº1 Vista aérea Sigpac

El ensayo se ha llevado a cabo en el invernadero 2, con una superficie total de 300 m² cultivados.

Preparación del suelo: Antes de realizar el trasplante se realizó la desinfección con biosolarización en las zonas del ensayo que lo requerían (Testigo y Ozono 1). Después de 8 semanas con el suelo tapado (Desde el 1 de agosto hasta el 6 de octubre) se realizaron dos labores de subsolador, otras dos de rotovator y una última con gradas. Después se marcaron los carriles para el trasplante.

Tabla nº1 Labores realizadas para la preparación de la parcela

LABOR	HORAS
Subsolador	1

Rotovator	1
Gradas	1,5
Carriles	1,5

Figura nº1 PLANO DE ESTRUCTURACIÓN DEL ENSAYO

PUERTA	MÓDULO 2							PLANTAS/ TRATAMIENTO
	FILA	VARIEDAD / TRATAMIENTO						
CAMINO	1							36/34
	2							36/34
	3							36/34
	4							36/34
	5		X			X		36/34
	6				X		X	36/34
	7							36/34
	8							36/34
	9		X			X		36/34
	10				X		X	36/34
	11							36/34
	12							36/34
	13		X			X		36/34
	14				X		X	36/34
	15							36/34
	16	LINEA SIN PLANTAR						36/34
	17							36/34
	18							36/34
	19							36/34
	20							36/34
	21							36/34
	22							36/34
	23							36/34
	24							36/34

TESTIGO	BIOSOLARIZACION + RIEGO ESTÁNDAR
OZONO 1	BIOSOLARIZACION + OZONO EN RIEGO
OZONO 2	DESINFECCIÓN CON OZONO + OZONO EN RIEGO
	ZONA SISTEMA MIXTO

En el plano puede verse cómo se estructuró el ensayo. Cada uno de los tres tratamientos consta de 4 líneas de cultivo, de las cuales se obtuvieron muestras de 4 puntos diferentes de las dos líneas del centro para evitar posibles variaciones de unos tratamientos a otros. Cada uno de los puntos constaba de 10 plantas, por lo que se cogieron muestras de un total de 40 plantas por tratamiento para valorar los parámetros de producción y calidad.

4.3 Infraestructura existente

- Nave-almacén, de 420 m² para oficina, cabezal y sala de calderas.
- Nave de 170 m² para maquinaria agrícola.
- Tractor propio John Deere de 100 C.V.
- Red de riego con tuberías independientes para cada sector de riego.
- Embalse cubierto con capacidad para 4.000 m³
- Depósito de recogida de aguas pluviales
- Línea de calibrado y confección de frutas y hortalizas
- Cámara frigorífica de 20 m³
- Cabezal de riego automático con 28 sectores
- Invernadero multitúnel de 2.160 m² para cultivo en suelo
- Dos estaciones meteorológicas en invernadero y al aire libre
- Electrificación general mediante línea subterránea de A.T., de 800 m de longitud y un transformador de 100 kVA

4.4 Características agua y suelo. Riego y abonados. Consumo de agua y fertilizantes.

Tabla nº2 Características del suelo inicial tras la desinfección por biosolarización

Ph (extracto acuoso 1:2, a 25,83°C)	7,90	Potasio asimilable	1220 ppm
Conductividad (Extracto acuoso 1:2, 25°C)	1,83 mS/cm	Calcio asimilable	1760 ppm
Cloruros	5,30mEq/l	Magnesio asimilable	613 ppm
Sulfatos	6,57mEq/l	Materia Orgánica	5,48 %
Sodio	4,77mEq/l	Carbono orgánico	3,18%
Sodio asimilable	277 ppm	Hierro asimilable	7,30 ppm
Bicarbonatos	2,00mEq/l	Boro asimilable	2,70 ppm
Nitratos	377 ppm	Manganeso asimilable	0,63 ppm
Fosforo asimilable	426 ppm	Cobre asimilable	2,54 ppm
Potasio	5,63mEq/l	Zinc asimilable	16,6 ppm
Calcio	3,73mEq/l	Caliza total	66,2%
Magnesio	3,57mEq/l	Caliza activa	13,2%

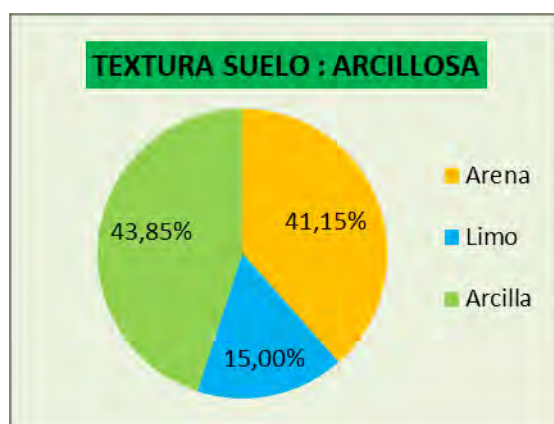


Imagen n°2 Textura suelo

Tabla n°3 Características del agua

Sodio	70,75 mg/l	Ph (23,5° C)	7,8
Potasio	5 mg/l	Conductividad eléctrica (25°C)	1,05 mS/cm
Calcio	76,74 mg/l	Boro	0,12 mg/l
Magnesio	45,01 mg/l	Sales solubles	0,67 g/l
Cloruros	115,8 mg/l	Presión osmótica	0,38 atm
Sulfatos	230,75 mg/l	Punto de congelación	-0,03°C
Carbonatos	< 5,00 mg/l	Dureza	37,66 ° FRANCESES
Bicarbonatos	126,9 mg/l	Ph corregido (pHc)	7,72
Nitratos	< 2,00 mg/l	Carbonato sódico residual (C.S.R)	-5,45 mEq/l
Nitrógeno Amoniacal	0,52 mg/l	Salinidad	0,67 g/l
Fosfatos	< 0,31 mg/l		

Riego y abonado: Los dos primeros riegos (plantación y enjuague) se realizaron sin abono, con una duración de 6 horas el primero y 1,5 horas el segundo. Esto se realizó en los tres tratamientos

En el período de abonado todos los tratamientos fueron abonados de igual manera: Se llevó a cabo un incremento de la CE de 0,5 mS/cm sobre el agua del pantano (0,8 al principio del cultivo-1.24 mS/cm al final) con Ca (NO₃) al 35%, KNO₃ al 18% y (KH₂ PO₄) al 35% y Nitrato de Magnesio Mg (NO₃)₂ al 12%, manteniendo un pH de 6 (pH del agua del pantano de 7,8) con aportaciones de HNO₃.

La diferencia entre ellos radica en que los tratamientos “Ozono 1” y “Ozono 2” llevan incorporado al riego entre un 5-10% de agua ozonizada pura.

El número de riegos y la duración de los mismos estuvieron determinados por el uso de sensores de humedad de alta precisión, por lo que éstos fueron los mismos en los tres tratamientos.

4.5 Sistema formación/entutorado y tratamientos fitosanitarios

Para el cultivo de pimiento con fecha de trasplante el 16 de diciembre, se requiere de invernadero y entutorado en espaldera.

Tabla nº 4 TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS (*)

FECHA APLICAC.	INCIDENCIA (JUSTIF.)	PRODUCTO COMERCIAL	MATERIA ACTIVA	DOSIS	TIPO DE APLICACIÓN	PLAZO SEG.
10/01/17	OÍDIO Y ARAÑA ROJA	AZUFRE MICRONIZADO P-300/100	AZUFRE 98,5%	20-30 KG/HA	ESPOLVOREO	N. P
12/01/17	PUDRICIONES RAÍZ/CUELLO	PREVICUR ENERGY	FOSETIL 31% + PROPAMOCARB 53%	2-2,5 L/HA	RIEGO	3
08/02/17	PULGONES	APHOX	PIRIMICARB 50%	0,10%	FOLIAR	3
28/0/17	OÍDIO, ARAÑA ROJA, ORUGAS Y SPODOPTERAS	KUMULUS + DELFIN	AZUFRE 80%+ BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32%	0,2-0,5% + 0,05-0,075%	FOLIAR	N. P

02/03/17	OÍDIO, ARAÑA ROJA, ORUGAS Y SPODOPTERAS	KUMULUS + DELFIN	AZUFRE 80%+ BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32%	0,2-0,5% + 0,05-0,075%	FOLIAR	N. P
28/04/17	MOSCA BLANCA	BOTANIGARD + NEEMAZAL	BEAUVERIA BASSIANA 10,6% + AZADIRACIN 1%	0,25 % + 0,15-0,3 %	FOLIAR	3
05/05/17	PULGONES	APHOX	PIRIMICARB 50%	0,10%	FOLIAR	3
08/05/17	MOSCA BLANCA	NEEMAZAL + FAIRY	AZADIRACIN 1%	0,15-0,3%	FOLIAR	3
29/05/17	OÍDIO	KUMULUS + RESIS	AZUFRE 80%	0,2-0,5%	FOLIAR	N. P
30/05/17	OÍDIO	KUMULUS + RESIS	AZUFRE 80%	0,2-0,5%	FOLIAR	N. P
03/06/17	OÍDIO	KUMULUS + RESIS	AZUFRE 80%	0,2-0,5 %	FOLIAR	N. P
24/06/17	PULGONES	APHOX	PIRIMICARB 50%	0,10%	FOLIAR	3
06/07/17	PULGONES	APHOX	PIRIMICARB 50%	0,10%	FOLIAR	3
11/07/17	PULGONES	APHOX	PIRIMICARB 50%	0,10%	FOLIAR	3

(*) Los tratamientos realizados por la acción de hongos solo fueron aplicados a la zona testigo, puesto que en los otros tratamientos se realizaron con agua ozonizada pura.

4.6 Datos Climáticos

El centro cuenta con una estación meteorológica de la red SIAM de La Región de Murcia (TP 52), por lo que los datos climatológicos son del mismo centro donde se realizan los ensayos.

Los registros obtenidos en el periodo del cultivo han sido inusuales en los primeros meses de cultivo para la zona. El clima durante los dos primeros meses tras su trasplante se ha mantenido cambiante, con temperaturas suaves durante determinados periodos y temperaturas mínimas extremas para la zona en otros, llegando en algunos casos a los 0°C e incluso la existencia de nieve, fenómeno insólito en esta zona del país. Las precipitaciones han sido escasas en días, pero abundantes en cantidad, llegando a superar los 300mm³/m² en varios días. Trascurrido este periodo, las temperaturas se estabilizaron tras el paso del invierno. Estos datos podrán observarse más detenidamente en los gráficos del clima (figuras anexo 9.2).

4.7 Diseño estadístico

El ensayo ha sido diseñado de tal manera que existan 4 líneas de cultivo por tratamiento. De las dos líneas centrales de cada uno, se han muestreado 4 puntos diferentes con 10 plantas cada uno

Los parámetros que han sido evaluados en este ensayo son:

- Producción (Kg/m²)
- Ingresos por hectárea
- Parámetros de calidad: Peso (Extra, primera, segunda, etc.), forma del pimiento, consistencia y coloración.
- Valoración del nivel de Hongos tras el efecto del agua ozonizada

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Parámetros evaluados

PIMIENTO (ROJO)

VARIEDAD: CALIFORNIA

Categoría EXTRA.

Fruto con buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento CALIFORNIA (cuadrados, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie).

Rojo: Calibre GG/G: 200 gr. a más.

Categoría PRIMERA.

Fruto con buena calidad estándar, color uniforme, buen estado sanitario del calibre GG. con un peso de más de 200 gr.

Categoría SEGUNDA.

Fruto con las mismas especificaciones de calidad de la Cat. I. Del calibre G. Con un peso de 160 gr a 200 gr.

Categoría TERCERA.

Fruto con las mismas especificaciones de calidad de la Cat. I. Del calibre M, con un peso entre 130 gr a 160 gr.

Categoría CUARTA.

Fruto podrido o con otros defectos que lo haga inservible para la comercialización, virosis.

Categoría QUINTA.

Fruto con las mismas especificaciones de calidad de la Cat. I. Del calibre MM. Con un peso de 90 gr a 130 gr.

Categoría SEXTA.

Todos los frutos para industria. Calibre P para destrío con un peso inferior a 90 gr.

5.2 Controles en recolección y post-cosecha

Durante las recolecciones, que tuvieron lugar semanalmente, se observaron las características de cada variedad en las variables que pueden afectar a su buena clasificación comercial como pueden ser una buena formación del fruto, el peso por fruto, la ausencia de daños por plagas o enfermedades y un dato muy importante es relacionar la calidad del fruto y su peso para obtener una buena producción por metro cuadrado, además de las fechas de la recolección para valorar su precocidad, dato este muy importante para su rentabilidad.

5.3 Ciclo productivo: calendario recolección

Las recolecciones se han dado semanalmente. La primera recolección se realizó la semana nº17 y finalizaron la semana nº31.

5.4 Producción total comercial, calidad y rentabilidad

En este apartado se van a presentar los datos más representativos de las recolecciones realizadas en este ensayo, datos de producciones, calidades, rentabilidades económicas de cada tratamiento.

Tabla nº5 PRODUCCIÓN FINAL DE CADA TRATAMIENTO

Tratamiento	Producción final (Kg/m ²)
TESTIGO	8,61
OZONO 1	7,93
OZONO 2	3,59

Tabla nº6 CLASIFICACIONES DE CALIDAD FINALES EN PORCENTAJE EN CADA TRATAMIENTO

	EXTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
TESTIGO	5,73	27,38	35,50	17,48	0,00	9,11	4,81
OZONO 1	13,06	29,79	32,59	16,78	0,00	4,75	3,62
OZONO 2	1,49	5,59	40,09	22,58	0,00	21,38	8,87

Tabla n°7 INGRESOS OBTENIDOS EN CADA TRATAMIENTO (aún no se dispone de todas las semanas de recolección)

Tratamiento	Ingresos (€/m ²)
TESTIGO	
OZONO 1	
OZONO 2	

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este ensayo se desarrollan a través del estudio de los datos obtenidos durante el ciclo de cultivo. Los resultados obtenidos durante el cultivo nos muestran la imposibilidad de utilizar el ozono, por ahora, como único desinfectante de suelo (la producción y a la calidad del cultivo ha sido muy inferior a la media).

En cambio, ha sido un suplemento bastante importante para nuestro cultivo. La zona desinfectada mediante biosolarización con la incorporación de ozono al agua de riego ha presentado una producción similar a la zona testigo. Hay que tener en cuenta, que esta zona no ha sido tratada con ningún producto fungicida durante todo el ciclo de cultivo, únicamente se le ha aplicado ozono vía foliar para el tratamiento de enfermedades fúngicas. Esto supone un ahorro bastante considerable de productos fitosanitarios. Su efecto ha sido verificado mediante el seguimiento de las plantas afectadas, por ejemplo, por *Botrytis cinérea*, y que han sido tratadas exclusivamente por agua ozonizada pura tanto por riego como foliar. Los beneficios, por tanto, de la utilización de agua ozonizada son múltiples, existiendo la posibilidad de eliminar residuos de nuestro cultivo utilizándola como alternativa a productos fitosanitarios destinados al tratamiento de enfermedades fúngicas. Este hecho sería de gran importancia en cultivos de ecológico y además en cualquier tipo de cultivo, teniendo en cuenta que, actualmente, el mercado de cualquier producto exige un límite de residuo.

La calidad de nuestro cultivo también se ha visto mejorada con la utilización de ozono (tratamiento “ozono 1”), por lo que a pesar de que la producción quedara ligeramente

por debajo del testigo, en los ingresos se ha visto compensado, igualándose ambos tratamientos (el tratamiento “ozono 2” ha sido descartado).

Se ha comprobado, mediante la realización de análisis de suelo, los efectos inmediatos que aporta el riego con ozono. Se tomaron muestras de suelo previas al riego con agua ozonizada para obtener el dato de hongos existentes en él. Tras la obtención de muestras, se aplicó un riego de 30 minutos con agua ozonizada pura. Acto seguido se volvieron a tomar muestras de suelo de los mismos puntos donde se habían tomado las anteriores. Los resultados de los hongos en suelo muestran una disminución con respecto al inicial (antes de la aplicación de ozono) del 75% en UFC de Fusarium y de un 50% de UFC de Pythium. Estos datos nos revelan la importancia del uso continuo de ozono en nuestro cultivo, para realizar una desinfección del suelo cada vez que realicemos nuestros riegos.

7. DIVULGACIONES

La divulgación de los resultados de este ensayo se ha realizado de diferentes formas, los agricultores interesados han venido a ver el ensayo durante su ciclo de ejecución, los técnicos de las cooperativas también han estado haciendo un seguimiento del cultivo con varias visitas durante el tiempo en que duró éste. Todo este trabajo ha sido plasmado en unos informes que han sido transferidos a los agricultores, técnicos y directivos de las cooperativas, a La Consejería de Agricultura y Agua de La Región de Murcia y a La Federación de Cooperativas de La Región de Murcia para llegar al máximo número de agricultores interesados (Fotografías en anexo de divulgación).

8. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la colaboración de los socios de las cooperativas, ya que sin su aportación de ideas a la hora de realizar el cultivo y su experiencia en él no habría sido posible realizar una buena Transferencia, a D^a Encarnación Mercader, Fernando Lozano y Antonio Luis Alcaraz (técnicos de las tres cooperativas) y al técnico de La O.C.A. de Torre Pacheco Antonio Pato Folgoso. Agradecer también a la empresa MEDIOAMBIENTAL S.L por su colaboración, asesoramiento de su equipo

técnico y por mantener a disposición del Centro la máquina generadora de Agua ozonizada.



9. ANEXOS

9.1 Anexo imágenes preparación parcela, evolución producción y obtención de muestras.



Imagen nº3 Preparación para desinfección por biosolarización



Imagen nº4 Semillero



Imagen nº5 Trasplante 16/12/2016



Imagen nº6 Estado plantación en la zona con desinfección mediante ozono 06/03/2017



Imagen nº7 Estado plantación en la zona con desinfección mediante biosolarización
06/03/2017



Imagen nº8 Estado plantación en la zona desinfectada con ozono 28/03/2017



Imagen nº9 Estado plantación en la zona desinfectada por biosolarización 28/03/2017



Imagen nº10 Tratamiento foliar con ozono en las zonas “Ozono 1” y “Ozono 2”



Imagen nº11 Planta dañada de *Botrytis cinérea* en la zona de riego con ozono



Imagen n°12 Planta dañada de Botrytis cinérea tras 3 tratamientos al cuello de la planta con ozono

9.2 Anexo gráficas climatología

Figura n°2 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE AGOSTO

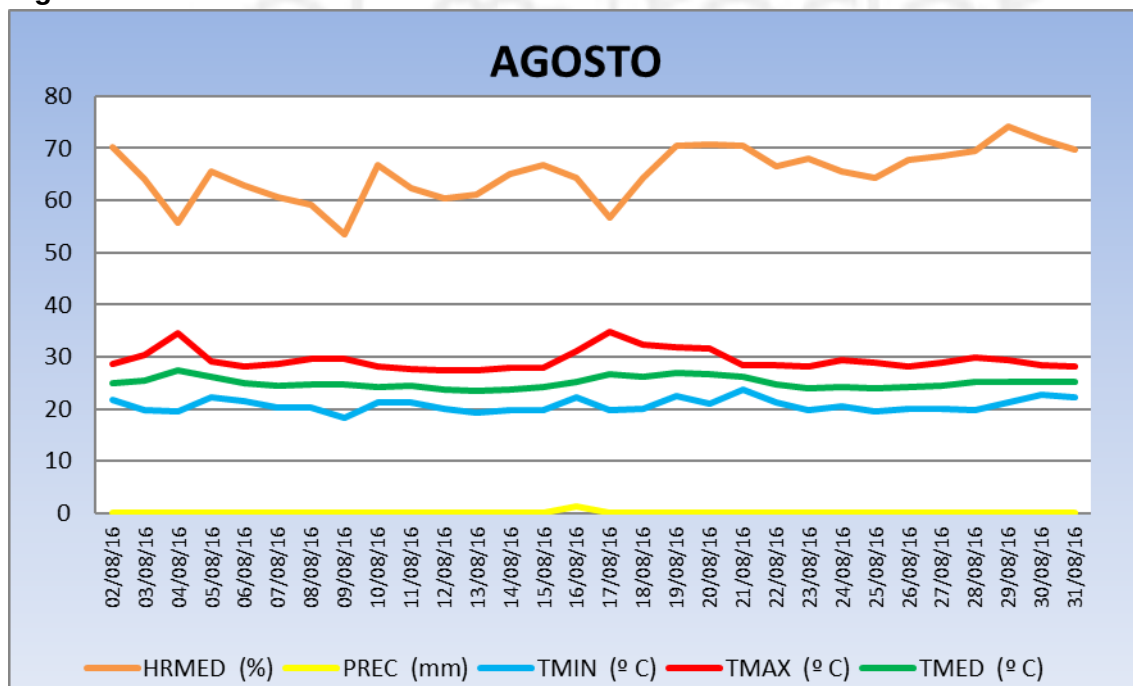


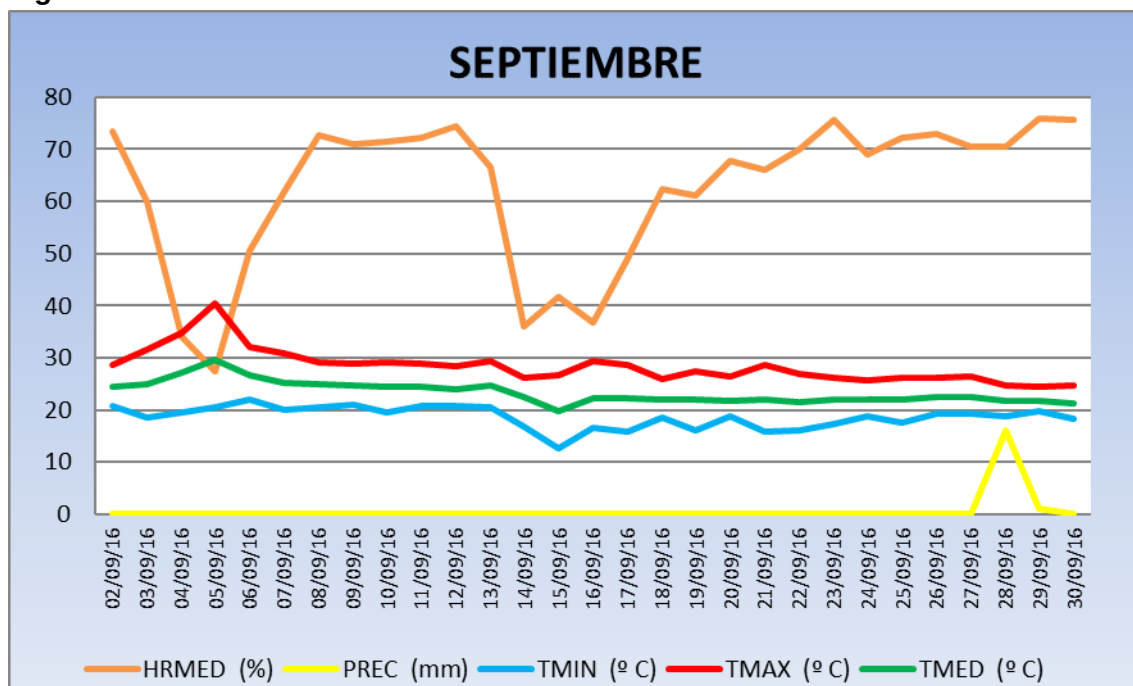
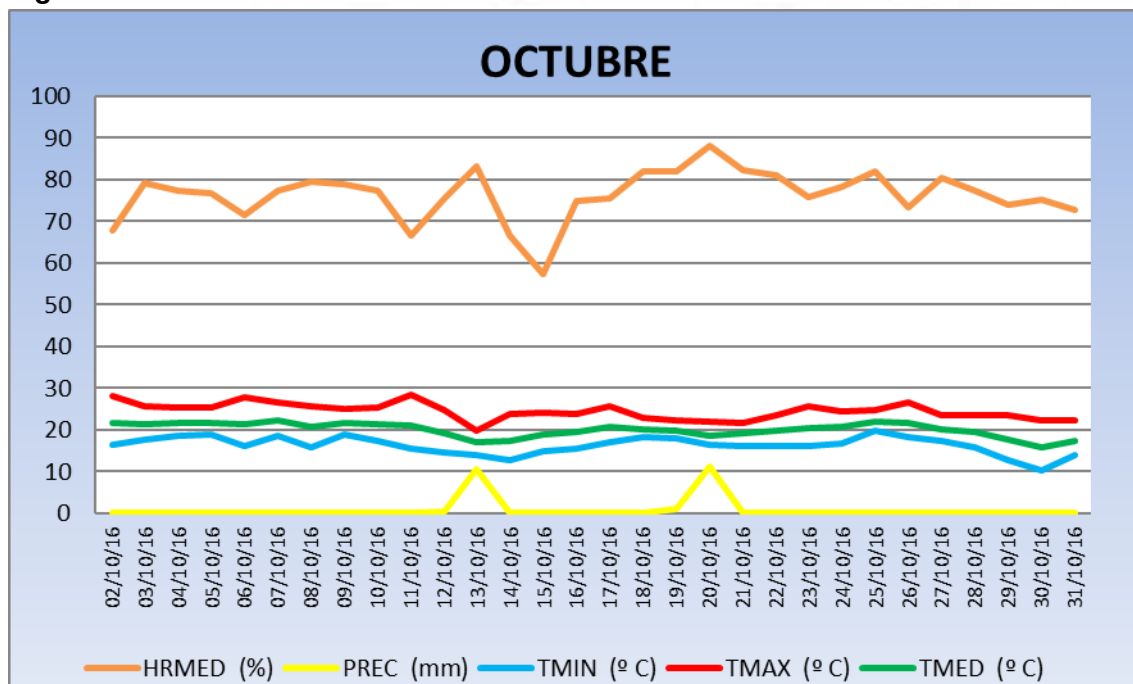
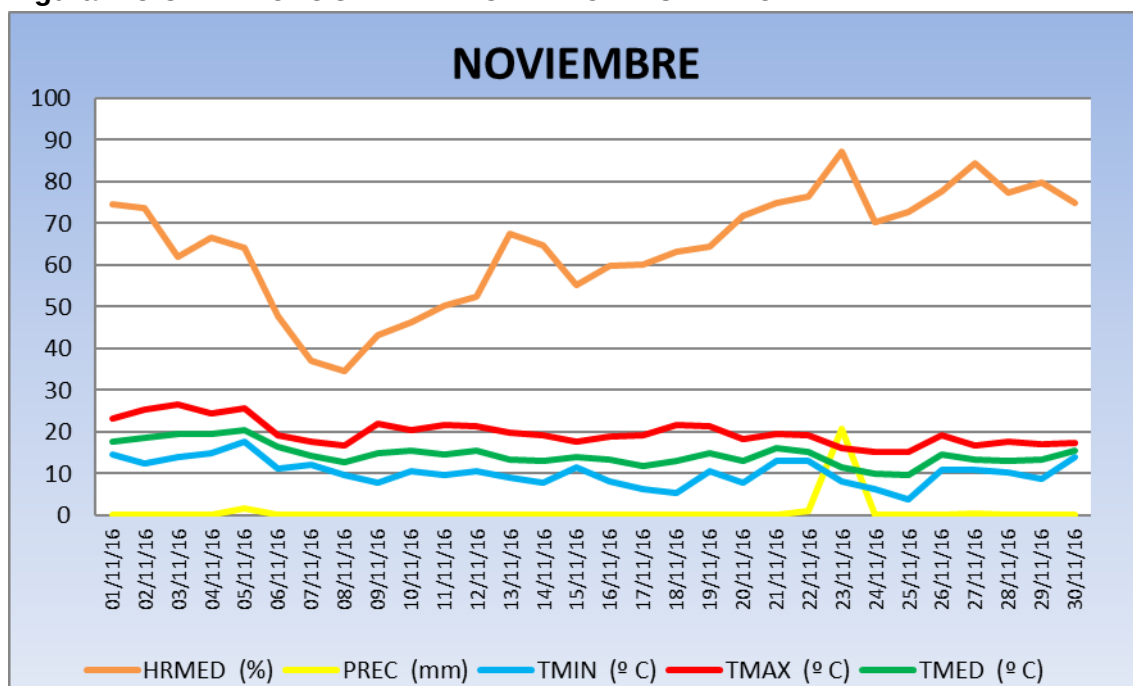
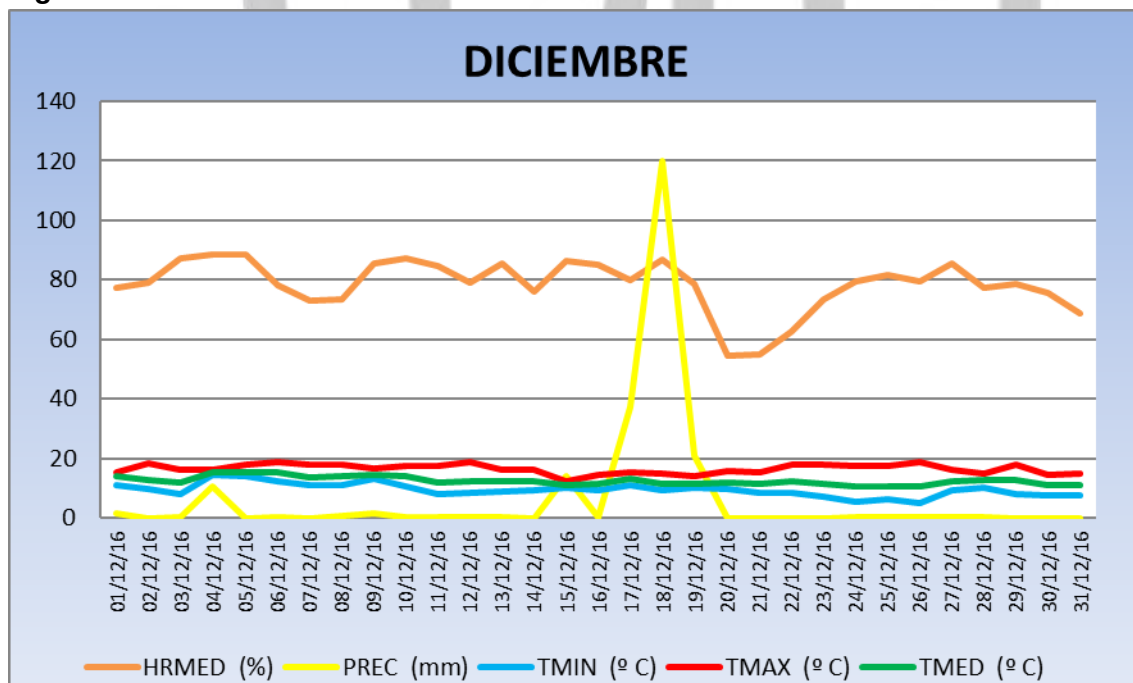
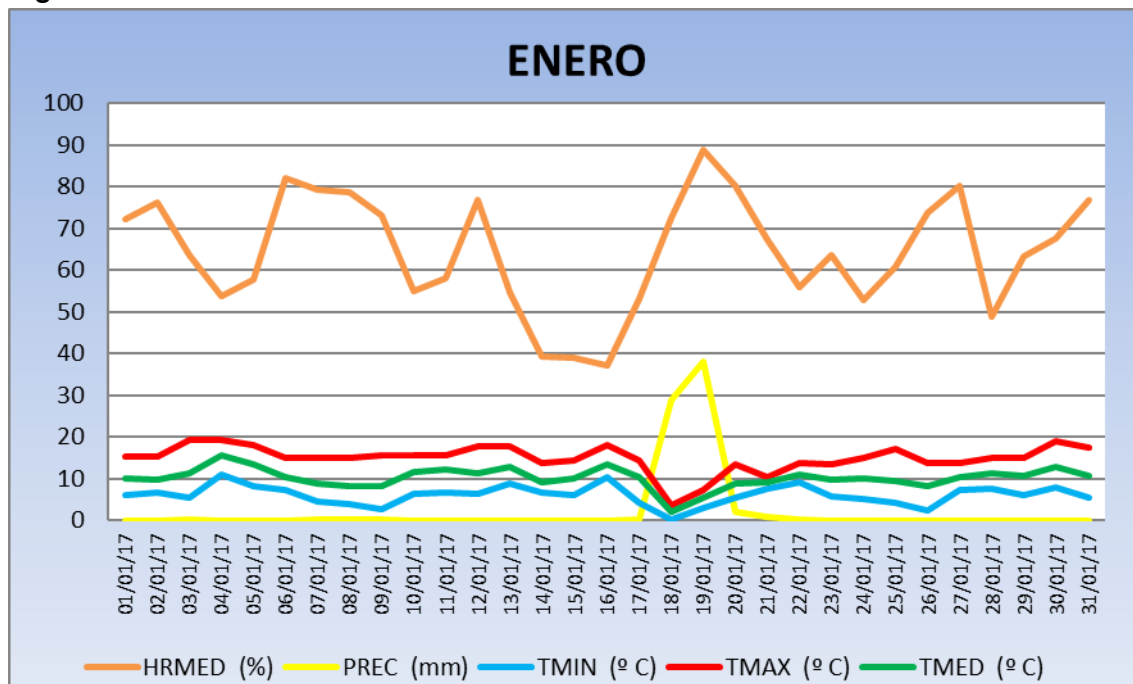
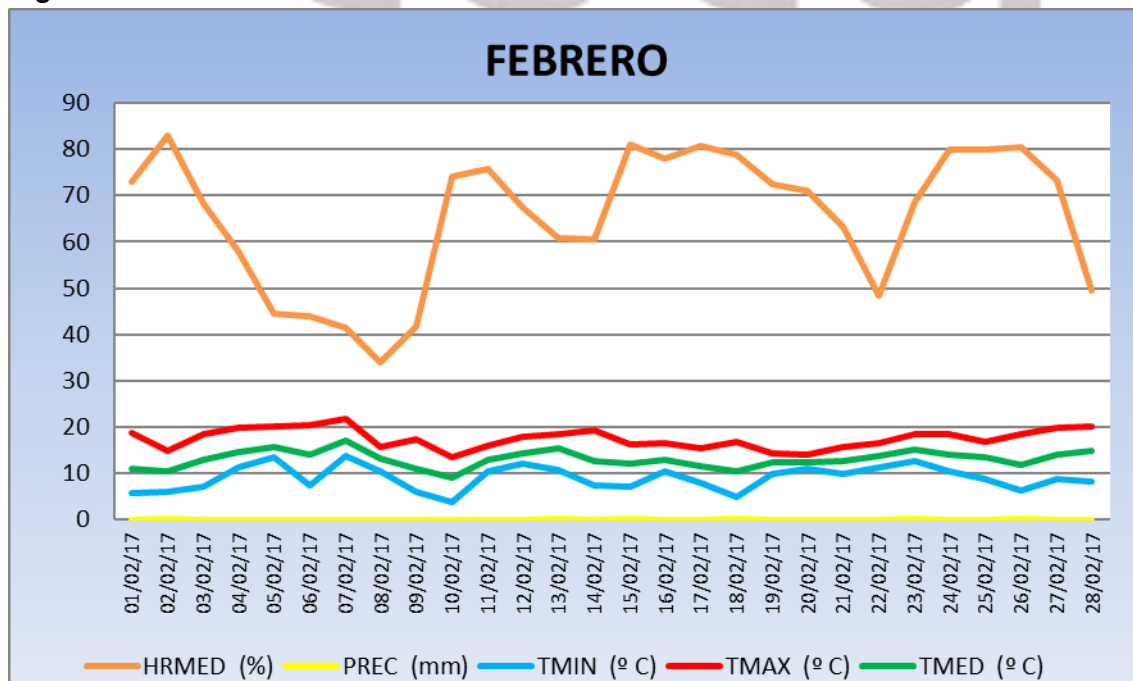
Figura n°3 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE SEPTIEMBRE**Figura n°4 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE OCTUBRE**

Figura n°5 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE NOVIEMBRE**Figura n°6 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE DICIEMBRE**

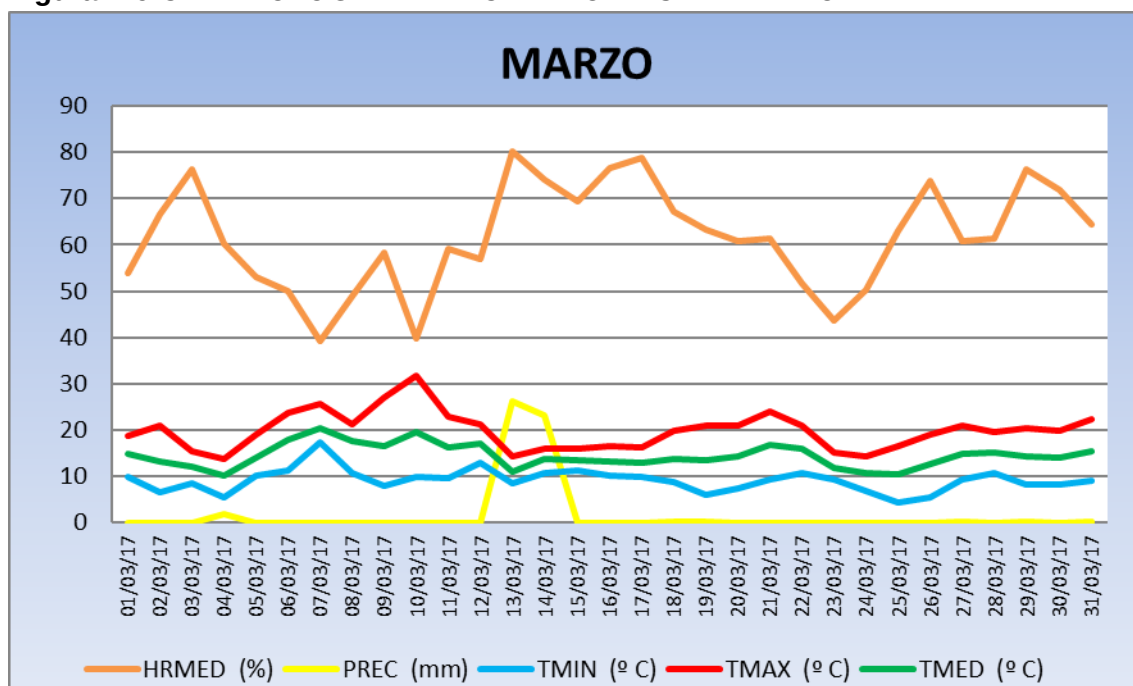
La HRMED se mantiene constante durante el mes. Las precipitaciones aumentan significativamente a partir del día de plantación y los días posteriores. Las máximas de temperatura permanecen por debajo de los 20°C todo el mes, y las temperaturas mínimas se aproximan a los 0°C.

Figura n°7 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE ENERO

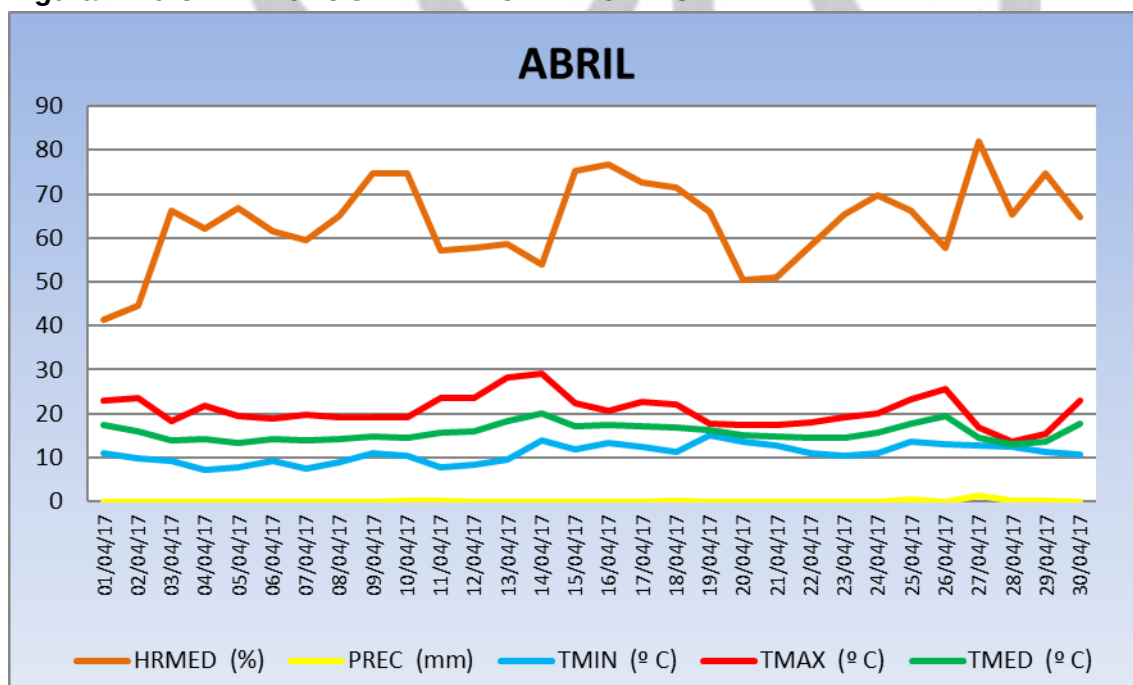
Este mes destaca por lluvias y nieve en los días 18-19 del mes, en los que la temperatura sufre un descenso hasta caer a los 0°C. La temperatura media no sobrepasa los 20°C durante todo el mes.

Figura n°8 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE FEBRERO

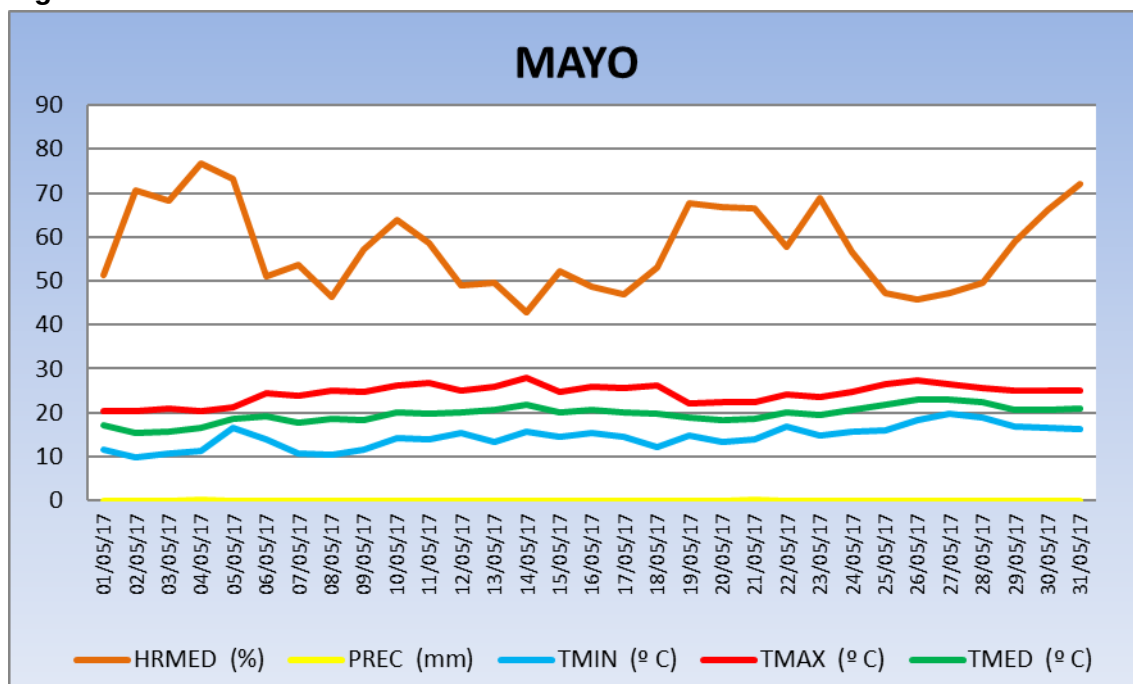
La HRMED sufre numerosos picos a lo largo del mes. La temperatura se mantiene en torno a los 10-20° de media. Precipitaciones inexistentes en este mes.

Figura n°9 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE MARZO

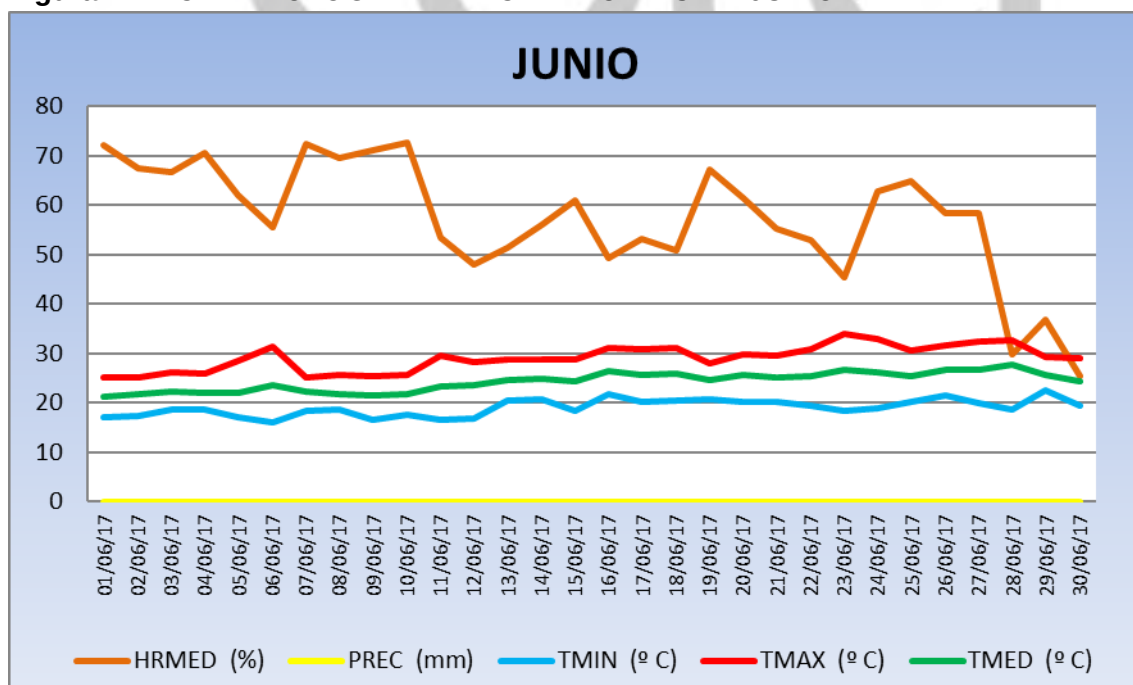
Mes característico por la subida de temperatura, en los que las máximas superan en algunos casos los 20°C. Precipitaciones escasas los días 13-15.

Figura n°10 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE ABRIL

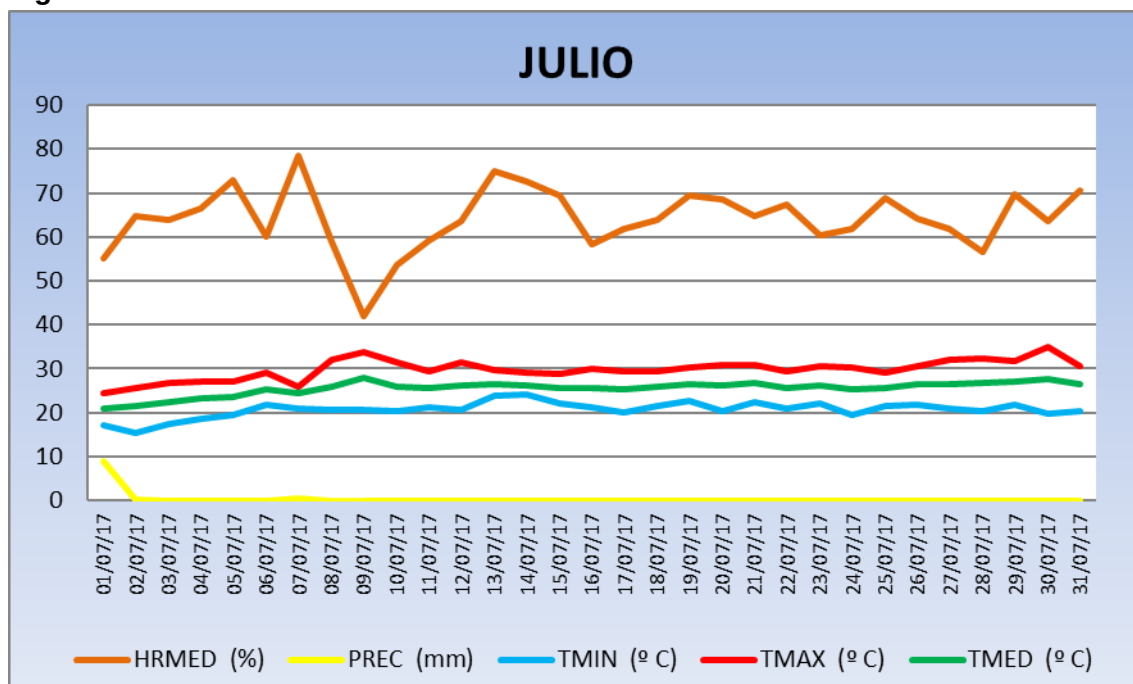
Se aprecian temperaturas suaves e inexistencia de lluvia. La humedad relativa media varía notablemente manteniéndose por encima del 50% desde el día de trasplante.

Figura n°11 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE MAYO

Se aprecian temperaturas suaves e inexistencia de lluvia durante todo el mes. Las temperaturas máximas no llegan en ningún caso a superar los 30°C, por lo que en general la temperatura se mantiene en torno a los 20°C.

Figura n°12 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE JUNIO

Se ve un aumento de la temperatura media acorde con la época de año a la vez de una inexistencia clara de precipitaciones. Respecto a la HRMED, hay un descenso notable final del mes, que coincide con el aumento de la temperatura.

Figura nº13 CLIMATOLOGÍA EN EL CENTRO MES DE JULIO

Precipitaciones escasas a principio de mes. La HRMED se dispone de manera homogénea entre el 55-80% (exceptuando una bajada cerca del 40% que coincide con un aumento significativo de temperatura). La temperatura máxima no supera los 35°, dándonos una media de la temperatura del mes en torno a los 25°C.

9.3 Anexo producción total, comercial, calidad y rentabilidad.

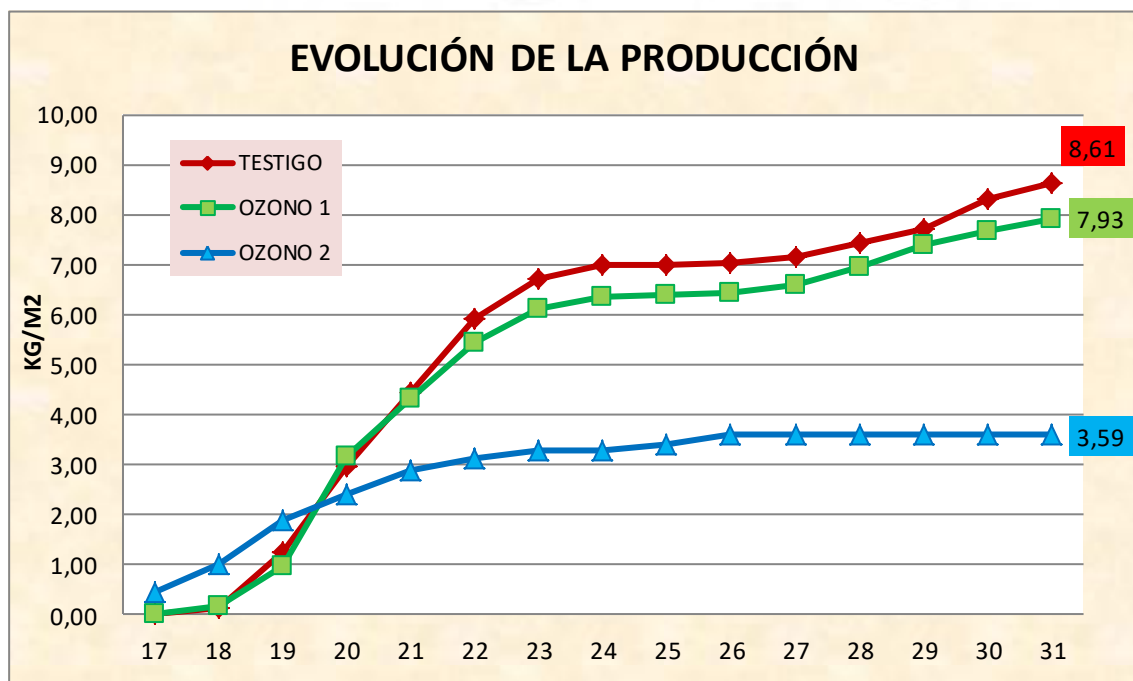
Figura nº14 EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LAS SEMANAS DE RECOLECCIÓN

Figura nº15 EVOLUCIÓN DEL PESO MEDIO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LAS SEMANAS DE RECOLECCIÓN

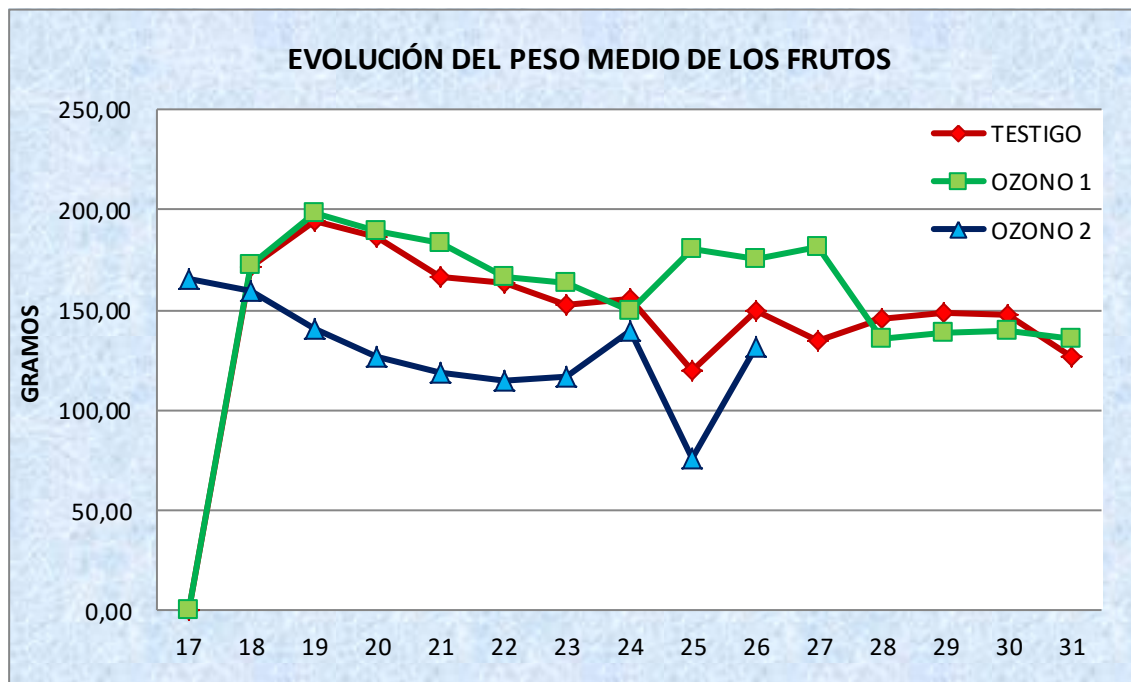


Figura nº16 EVOLUCIÓN EL NÚMERO DE FRUTOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LAS SEMANAS DE RECOLECCIÓN

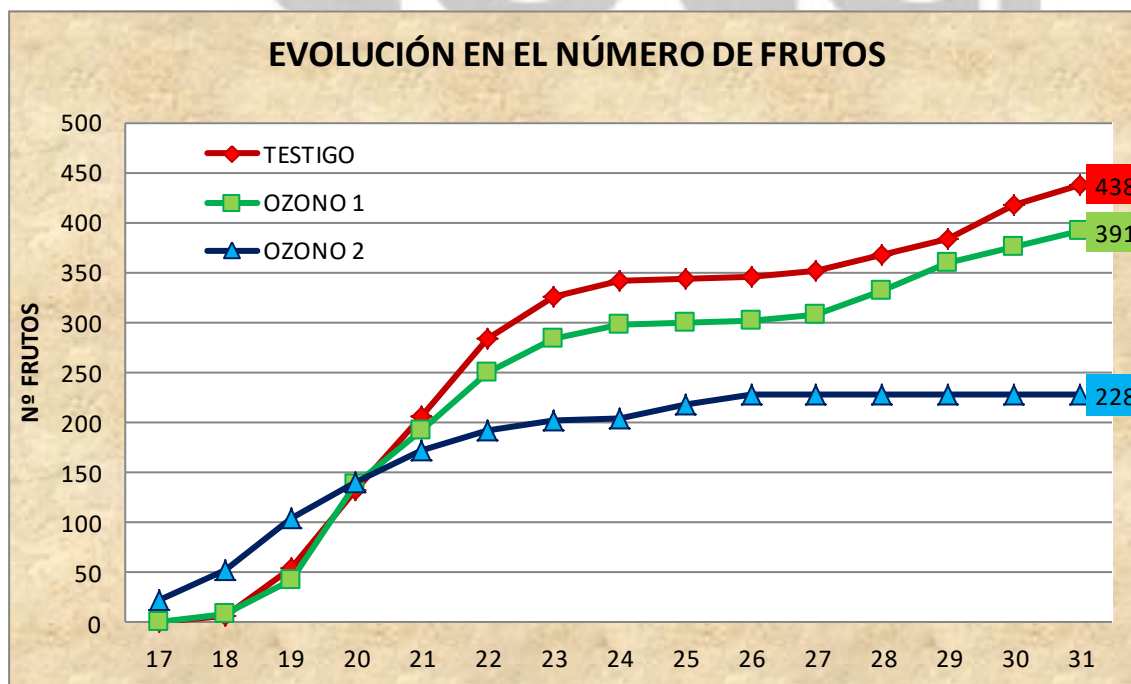


Figura n°17 CLASIFICACIONES EN CATEGORÍAS DE CALIDAD EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

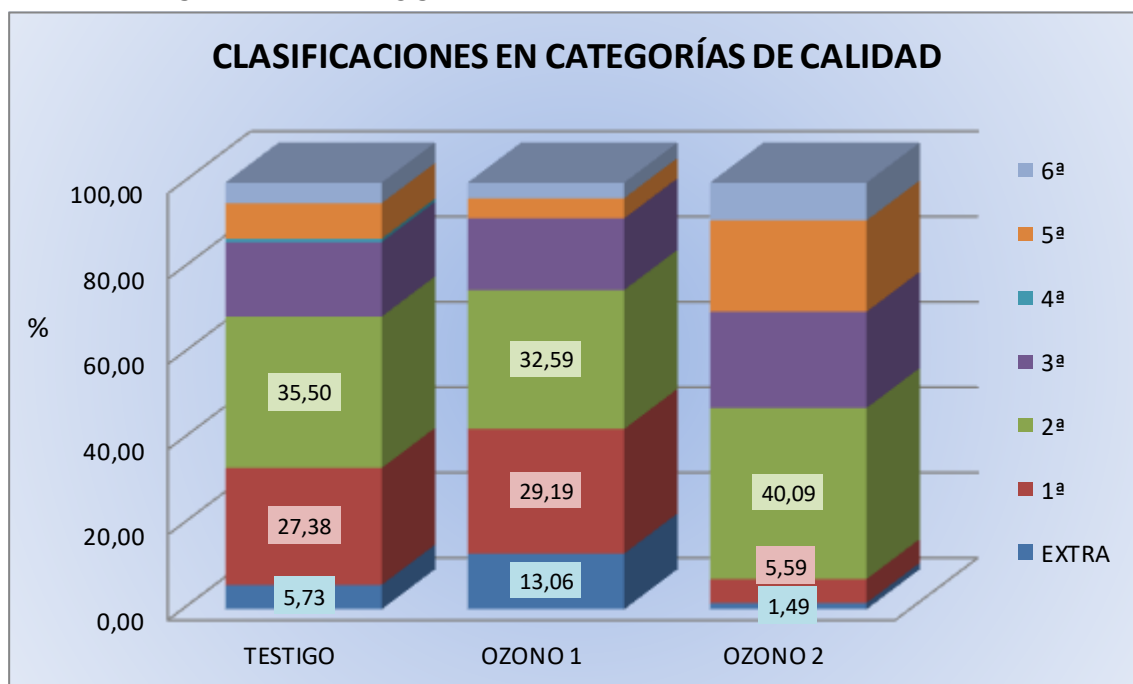
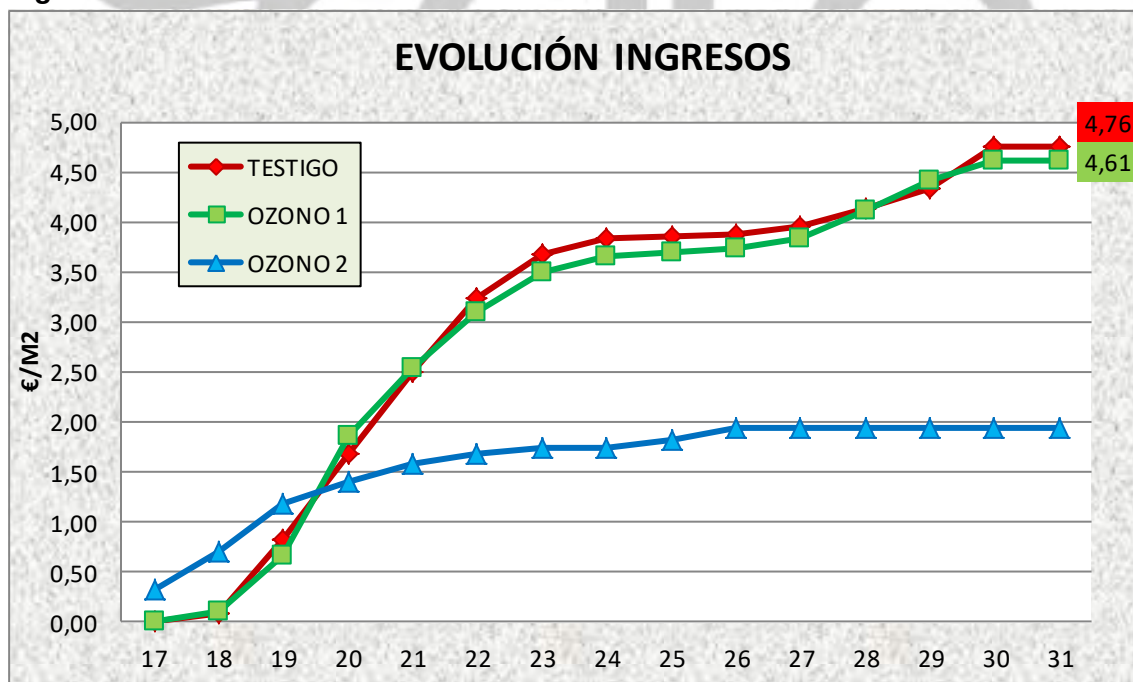


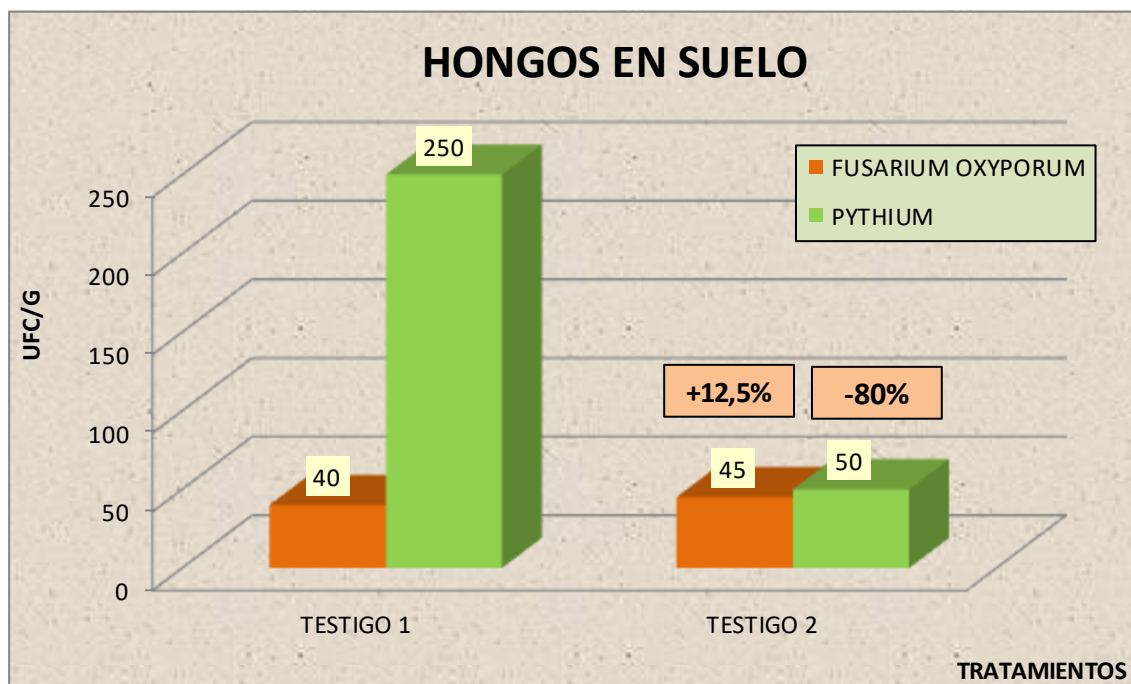
Figura n°18 INGRESOS OBTENIDOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS



9.4 Anexo gráficas de análisis

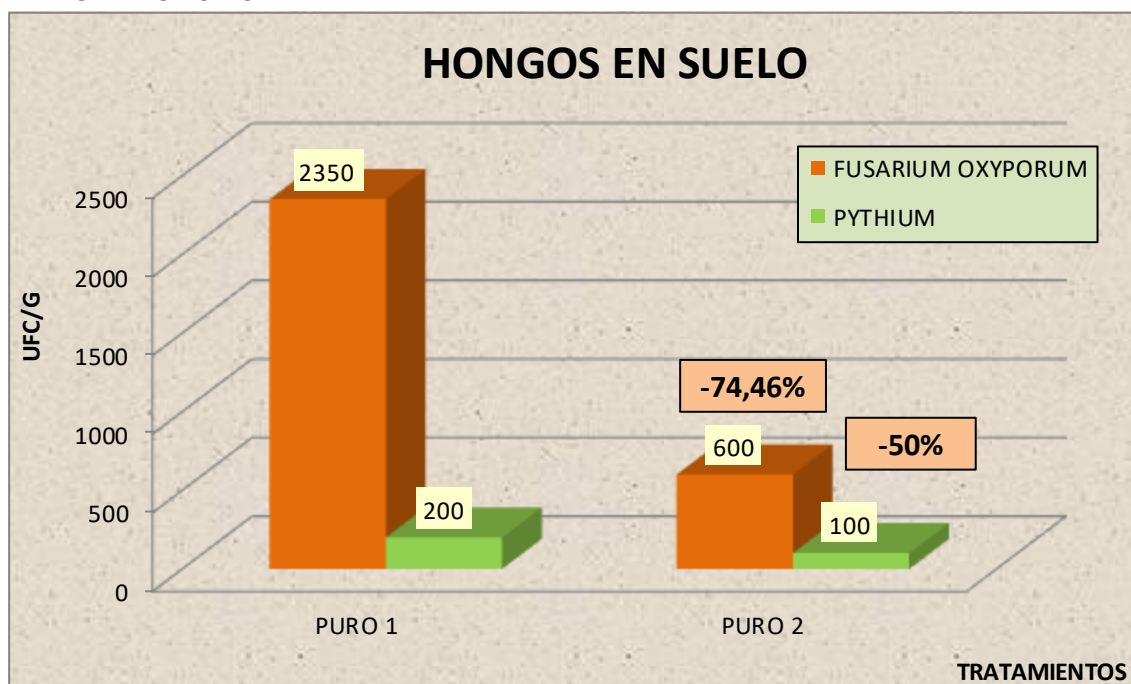
ANÁLISIS DE HONGOS

Figura nº19 EVOLUCIÓN HONGOS DE SUELO TRAS APLICACIÓN DE OZONO EN LA ZONA “OZONO 1”



El “testigo 1” muestra las UFC antes del tratamiento ozono. Una vez recogidas estas muestras se aplicó un riego con agua ozonizada pura. Tras este se volvieron a coger muestras para analizar, y el resultado se expone en el tratamiento denominado “Testigo 2”. En el caso de *Pythium* las UFC descienden en un 80%.

Figura n°20 EVOLUCIÓN HONGOS DE SUELO TRAS APLICACIÓN DE OZONO EN LA ZONA "OZONO 2"



El "puro 1" muestra las UFC antes del tratamiento ozono. Una vez recogidas estas muestras se aplicó un riego con agua ozonizada pura. Tras este se volvieron a coger muestras para analizar, y el resultado se expone en el tratamiento denominado "Ozono 2". Las UFC de *Fusarium* disminuyeron en un 74% y las de *Pythium* en un 50%.

ANÁLISIS FOLIAR

Figura n°21 COMPARATIVA PORCENTAJE DE NITRÓGENO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

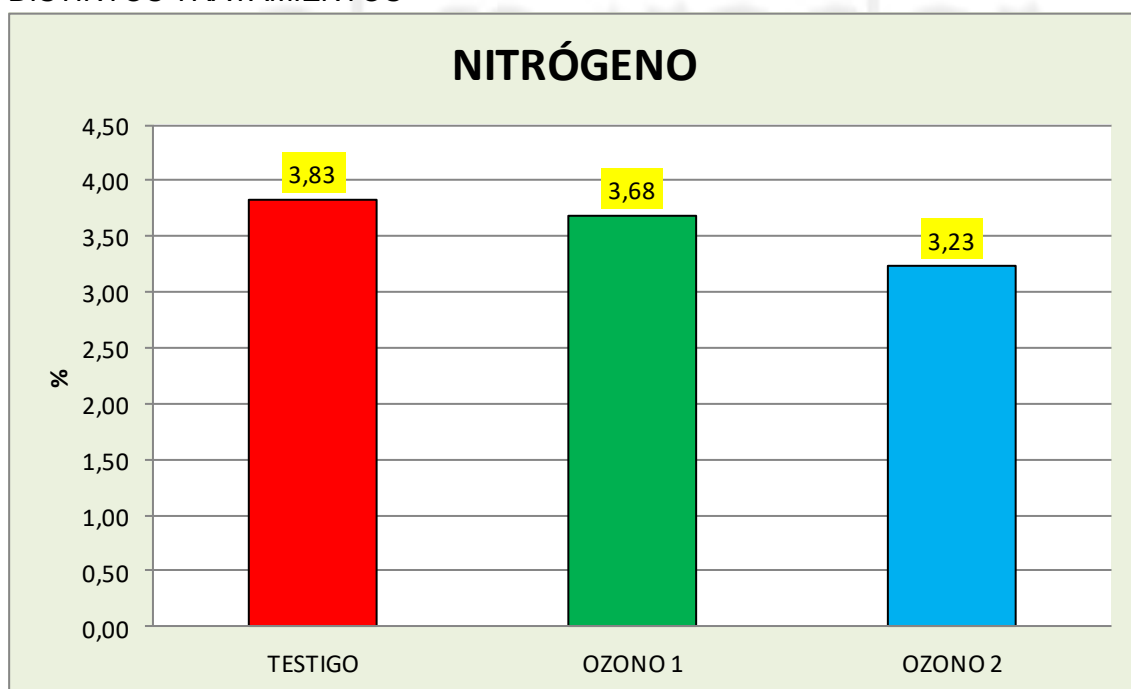


Figura n°22 COMPARATIVA PORCENTAJE DE POTASIO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

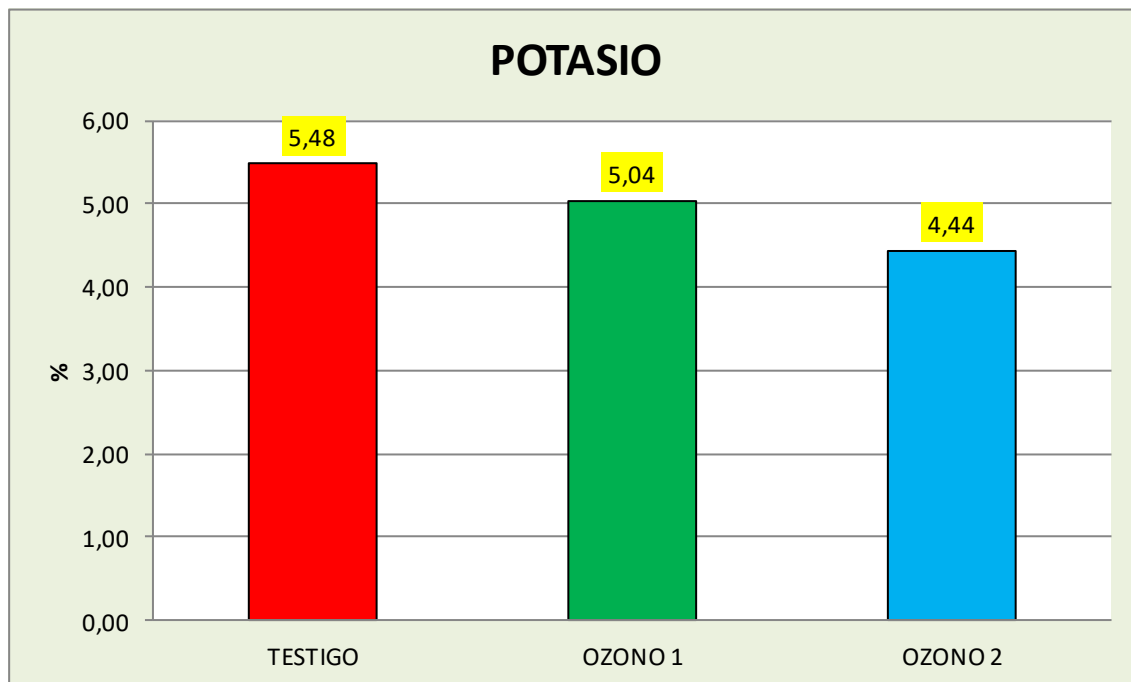


Figura n°23 COMPARATIVA PORCENTAJE DE FÓSFORO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

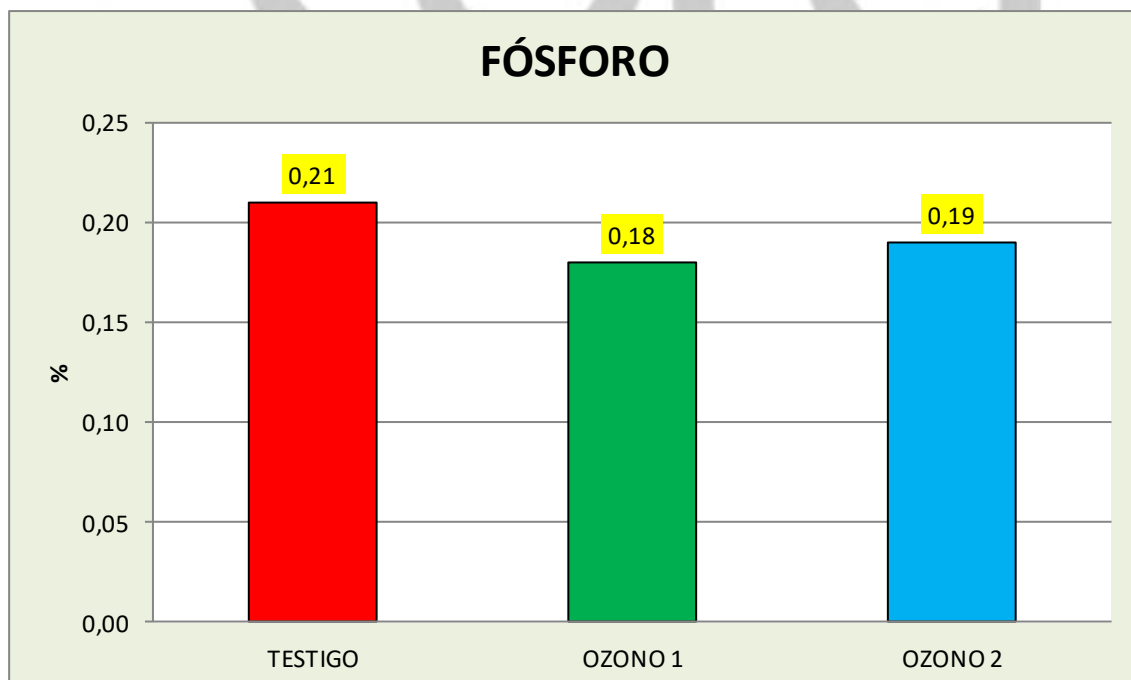


Figura n°24 COMPARATIVA PORCENTAJE DE CALCIO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

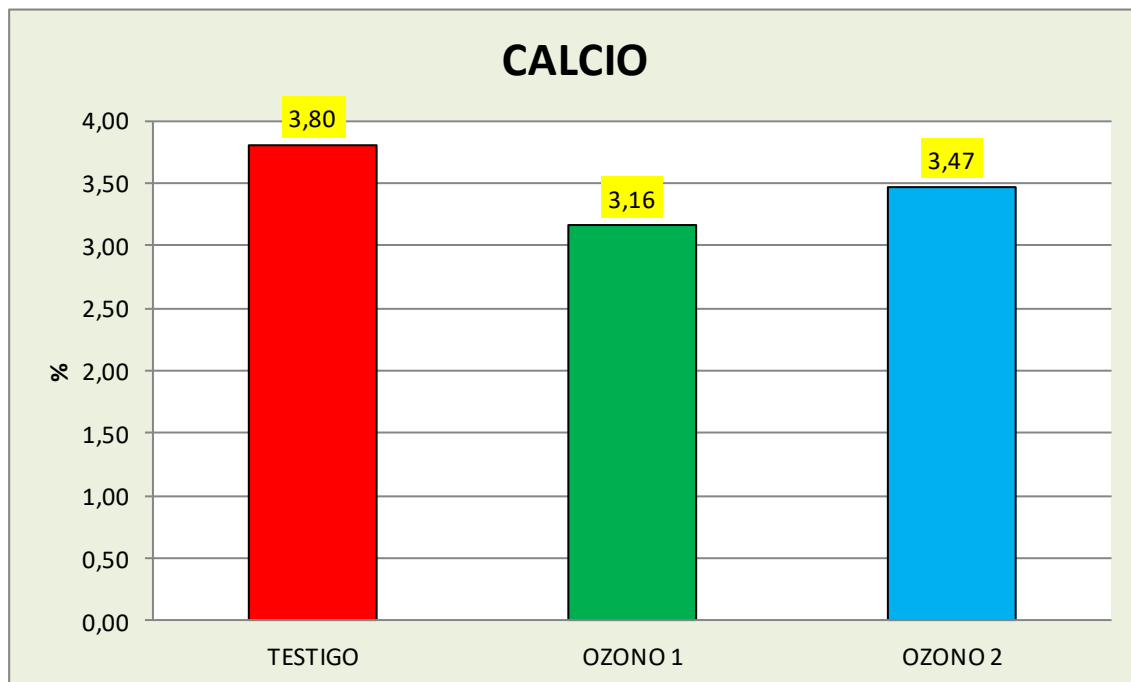


Figura n°25 COMPARATIVA PORCENTAJE DE MAGNESIO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

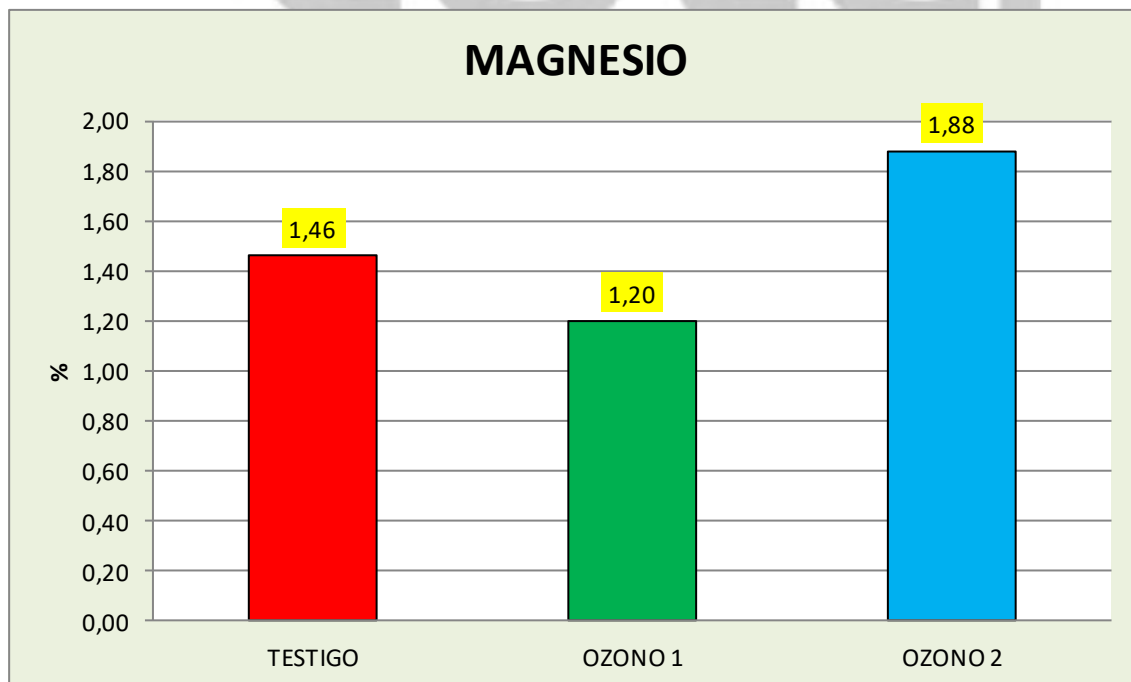


Figura n°26 COMPARATIVA PORCENTAJE DE SODIO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

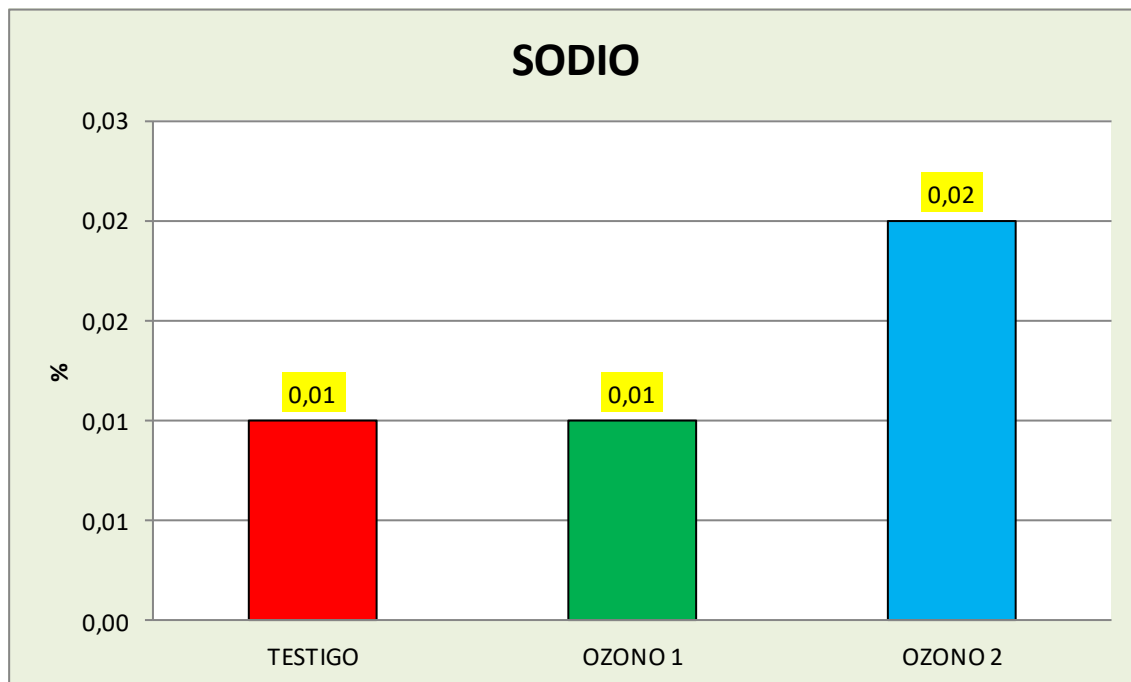


Figura n°27 COMPARATIVA BORO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

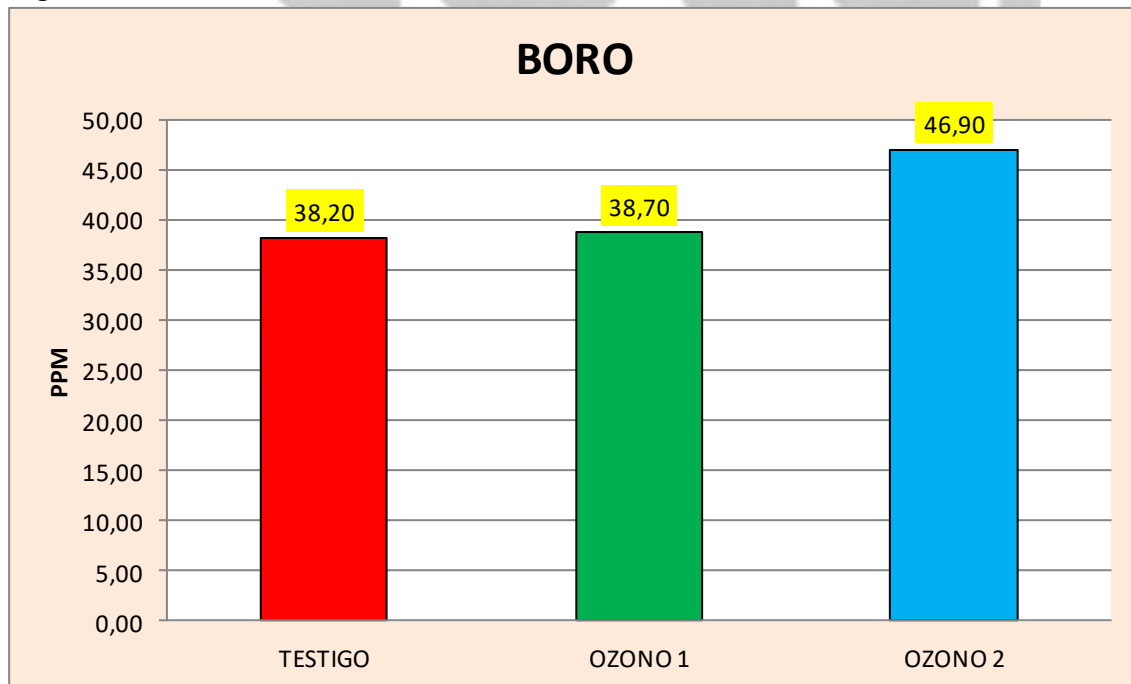


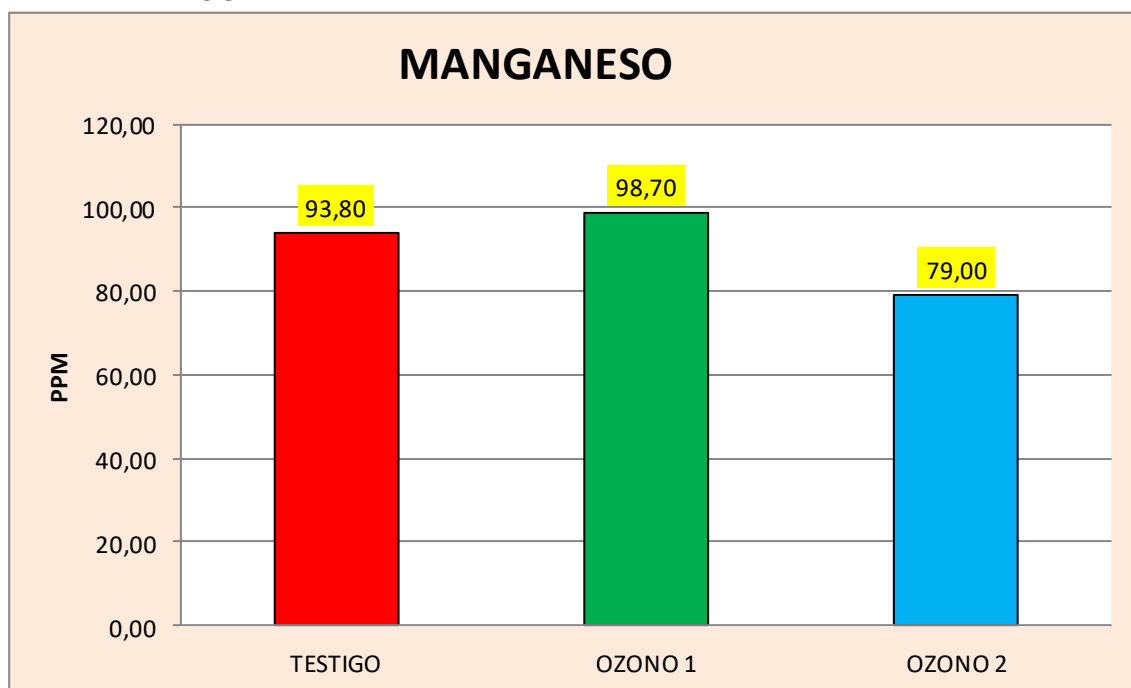
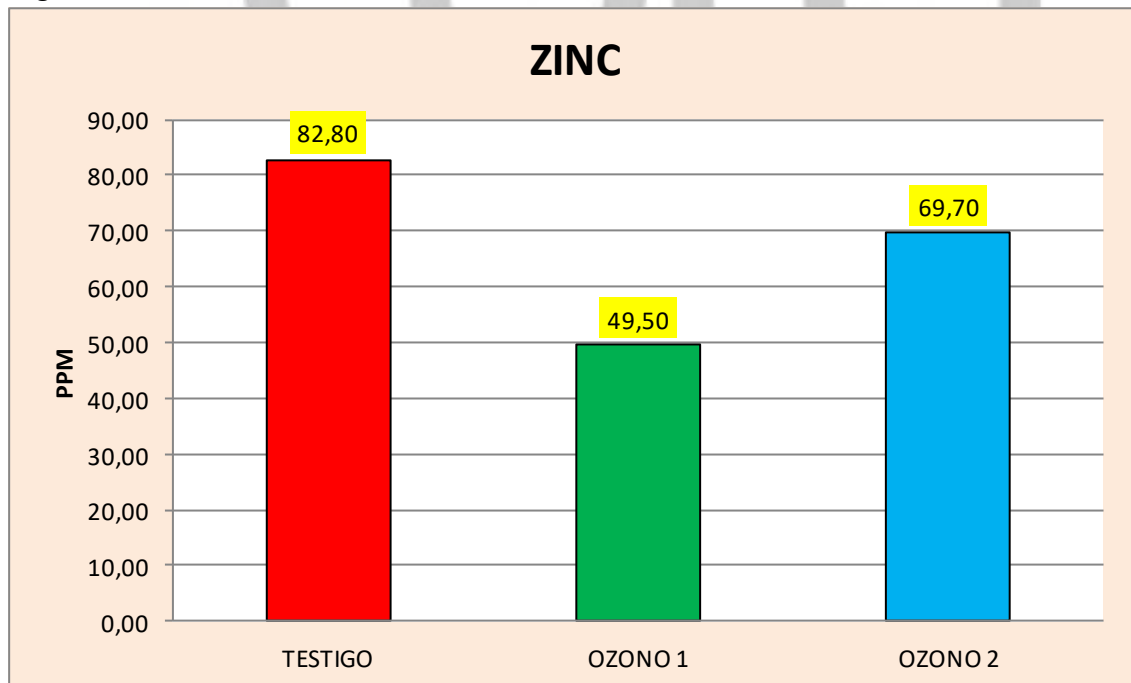
Figura n°28 COMPARATIVA MANGANESO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS**Figura n°29** COMPARATIVA ZINC EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

Figura nº30 COMPARATIVA HIERRO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

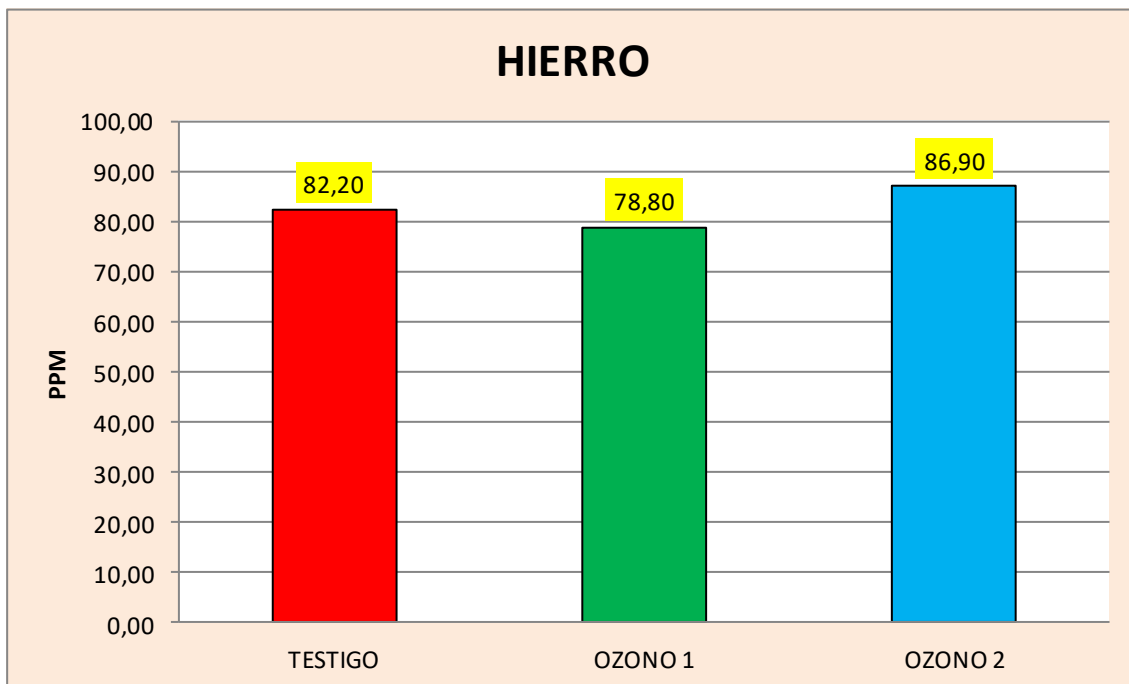


Figura nº31 COMPARATIVA COBRE EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

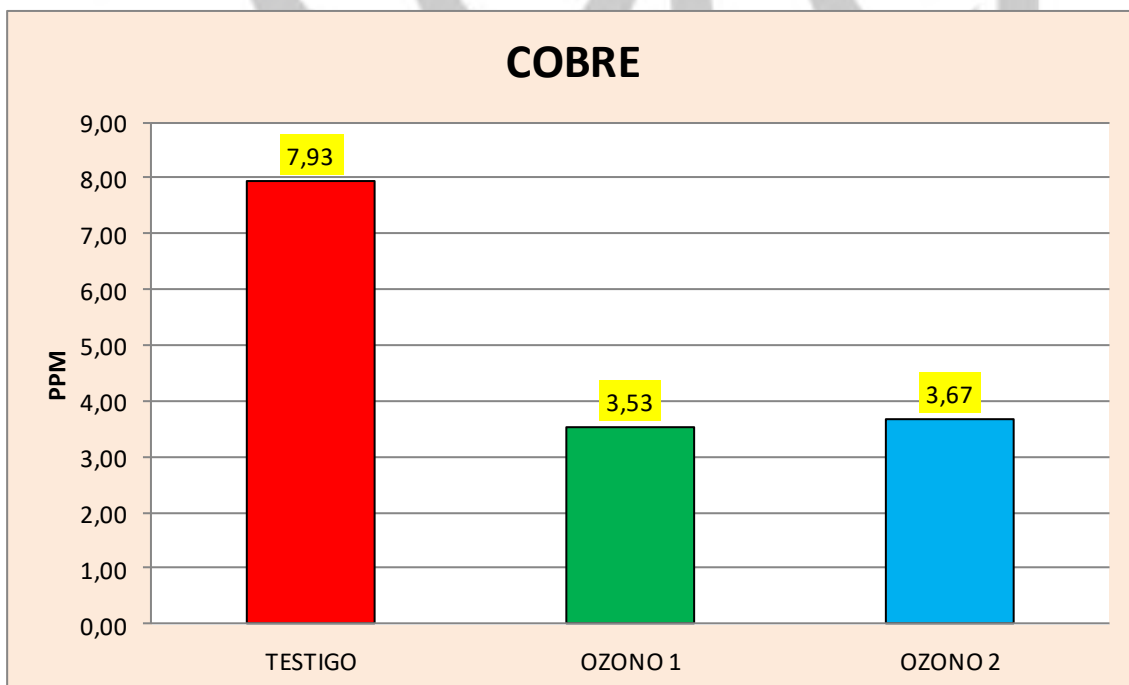
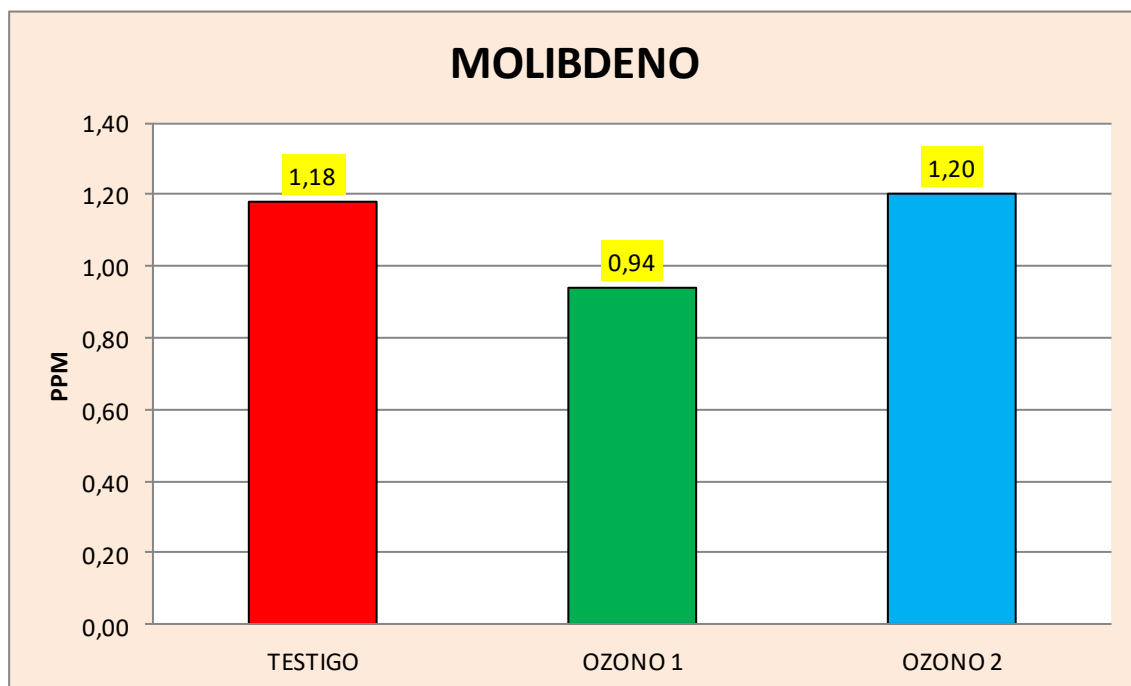


Figura n°32 COMPARATIVA MOLIBDENO EN HOJA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS



9.5 Divulgaciones



Imagen nº13 Técnico Hortamira con Agricultora ecológico



Imagen nº14 Técnicos Uruguay



Imagen nº15 Reportaje 7RM sobre utilización de agua ozonizada en agricultura



Imagen nº16 Agricultores interesados en el uso agrícola de agua ozonizada



Imagen nº17 Entrevista periódico “La Opinión” sobre los ensayos llevados a cabo en El Centro



Imagen nº18 Comerciales Bayer interesados en el uso agrícola de agua ozonizada

Handwritten signature of Pedro Mínguez Alcaraz in blue ink.

Fdo. Pedro Mínguez Alcaraz

Director Técnico de C.D.T.A. El Mirador