

INFORME ANUAL DE RESULTADOS

ENSAYO APLICACIÓN DE AGUA OZONIZADA EN RIEGO EN CULTIVO DE PIMIENTO INVERNADERO

- 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:** Octubre 2017-Agosto 2019
- Financiación:** A través del Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2014-2020 y del CDTA El Mirador.

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



Contenido

1. RESUMEN.	7
2. OBJETIVOS DEL ENSAYO.....	7
3. MATERIAL Y MÉTODOS.	8
3.1. Datos del cultivo: material vegetal, siembra, fecha de trasplante y marco de plantación.....	8
3.2. Superficie y estructuración del ensayo.	8
3.3. Riegos y abonados. Tratamientos.	10
3.4. Parámetros evaluados en el ensayo.....	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1. Parámetros de calidad y controles de recolección.	12
4.2. Resultados: Producción, calidad y rentabilidad económica.....	13
5. CONCLUSIONES.	15
6. DIVULGACIONES.....	17
7. AGRADECIMIENTOS.....	17
8. ANEXOS.	17
8.1 Imágenes del ensayo.....	17
8.2 Gráficos.	21
8.3 Análisis.....	26
8.4 DIVULGACIONES.....	28

1. RESUMEN.

Este ensayo se ha llevado a cabo con el objetivo de utilizar el agua ozonizada vía riego y foliar para el control de determinados patógenos (tanto radiculares como foliares). Puesto que el ozono es un producto que con un rango de actuación de entre 30-45 minutos, se han propuesto dos tratamientos vía riego: uno de ellos mediante el riego continuado, es decir, realizar un riego todos los días; y el otro día sí día no (con una carencia de un día entre riegos). Estos dos riegos diferenciados serán llevados a cabo con una zona Testigo sin ozono, y otra zona con la incorporación de agua ozonizada por riego. En total se ha fraccionado la parcela de ensayo en 4 subparcelas, con su riego independiente cada una.

Uno de los beneficios que desde el Centro hemos podido evaluar, es su potencial para el control de oídio. En las zonas con agua ozonizada vía riego, no se han aplicado tratamientos fitosanitarios para el control de esta enfermedad, únicamente hemos aplicado agua ozonizada pura vía foliar. Mediante su aplicación, hemos podido mantener el oídio en un nivel con bajo potencial de afección para la planta.

Evaluando los resultados, la zona con riego día sí día no, ha obtenido una producción similar con ozono y sin él. Las clasificaciones de calidad también han sido similares.

Lo destacable en este ensayo es que, con la incorporación de agua ozonizada como un abono más, hemos disminuido el consumo de abono. Siendo este consumo en abono menor, la producción ha sido similar. Se han realizado dos analíticas foliares en momentos donde la planta se encontraba más productiva y en ellos se puede ver cómo, a pesar de que hay una disminución de abono, no se han apreciado carencias ni de microelementos ni macroelementos.

Este hecho nos hace presuponer que la incorporación de agua ozonizada puede hacernos más asimilable aquello que incorporamos en el riego, puesto que el desarrollo radicular es mayor (anexo 6.1 imágenes del ensayo).

2. OBJETIVOS DEL ENSAYO.

Los objetivos que nos planteamos con este ensayo son los siguientes:

- Valorar si el agua ozonizada mejora el rendimiento del cultivo en cuanto a producción y calidad de esa producción.
- Observación y valoración en los cuatro tratamientos la sanidad vegetal del cultivo (incidencias por plagas y enfermedades)
- Evaluar si las zonas con agua ozonizada en riego presentan una mejora en el desarrollo radicular.
- Valorar si el acolchado potencia el efecto del agua ozonizada evitando que se evapore rápidamente.
- Evaluar la posibilidad de sustituir productos fitosanitarios contra oídio por agua ozonizada pura como tratamiento foliar.

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. Datos del cultivo: material vegetal, siembra, fecha de trasplante y marco de plantación.

El material vegetal utilizado para este ensayo ha sido el pimiento de tipo California, con diferentes variedades de maduración en amarillo y rojo. La fecha de trasplante fue el 12 de diciembre de 2017. El marco de plantación ha sido de 2,85 plantas/m² con una separación entre líneas de un metro. La siembra se llevó a cabo en semillero con una duración de 70 días.

3.2. Superficie y estructuración del ensayo.

El ensayo se llevó a cabo en el invernadero 2 del Centro. La superficie total fue de 572 m². En este ensayo se han realizado diferentes comparativas que se exponen a continuación:

- Ensayo de diferentes variedades de pimiento California en invernadero con dos tratamientos diferentes: Tratamiento testigo y tratamiento con agua ozonizada. Ambos tratamientos eran regados con una carencia de un día entre riegos.

➤ Ensayo de dos variedades de pimiento California en invernadero con cuatro tratamientos diferentes:

1. Tratamiento 1: sin ozono en riego + riego carencia de un día entre riegos
2. Tratamiento 2: sin ozono en riego + riego diario
3. Tratamiento 3: ozono en riego + riego carencia de un día entre riegos
4. Tratamiento 4: ozono en riego + riego diario

En el siguiente plano se puede apreciar la distribución del invernadero:

PUERTA	MÓDULO 2		PLANTAS/ TRATAMIENTO
	FILA	VARIEDAD / TRATAMIENTO	
C A M I N O	1		36/34
	2		36/34
	3		36/34
	4		36/34
	5		36/34
	6		36/34
	7		36/34
	8		
	9	36/34	
	10	36/34	
	11	36/34	
	12	36/34	
	13		
	14		36/34
	15		36/34
	16		36/34
	17		36/34
	18		
	19	36/34	
	20	36/34	
	21	36/34	
	22	36/34	
	23	36/34	
	24	36/34	

Imagen nº1 Plano de estructuración del ensayo

Tratamiento sin ozono en riego + Riego con una carencia de un día entre riegos
Tratamientos sin ozono en riego + Riego diario
Tratamiento con ozono en riego + Riego diario
Tratamiento con ozono en riego + Riego con una carencia de un día entre riegos

3.3. Riegos y abonados. Tratamientos.

Tanto el riego de plantación como el de enjuague fueron sin abono para todos los tratamientos del ensayo.

En cuanto a la fertilización, se siguió el protocolo convencional en la zona: Se llevó a cabo un incremento de la CE de 0,5 mS/cm sobre el agua del pantano (1,80 mS/cm) con Ca (NO₃) al 35%, KNO₃ al 18% y KH₂ PO₄ al 35% y Mg (NO₃)₂ al 12%, manteniendo un pH de 6 (pH del agua del pantano de 8,2) con aportaciones de HNO₃.

La diferencia entre los tratamientos radica en la incorporación de ozono en el riego. La dosis de ozono en cada riego fue de un 31,9%. Un dato muy importante en cuanto a la administración de agua ozonizada es, que al ser incorporada como un abono más a una dosis determinada, el abono administrado no es el mismo. Las zonas con ozono llevan un 31,9% menos de fertilizantes que las zonas sin él.

A continuación, se muestra una tabla con los tratamientos realizados en el ensayo:

PRODUCTO	INCIDENCIA	MATERIA ACTIVA	FECHAS APLICACIÓN	DOSIS	P.S
VELUM	NEMÁTODOS/OÍDIO	FLUOPYRAM 40%	28/12/2017	625 cc/Ha	3
LUNA DEVOTION	OÍDIO	FLUOPIRAM 25% + TRIADIMENOL 25%	06/03/2018	30-40 ml/Hl	3
			02/05/2018		
SERENADE	OÍDIO	BACILLUS SUBTILIS 15,67% (5,13X10 CFU/G)	26/03/2018	8 L/Ha	-
			04/04/2018		
			19/04/2018		
			10/07/2018		
			23/07/2018		

PLENUM	PULGÓN-MOSCA BLANCA	PIMETROZINA 50%	05/01/2018	0,05%	3
			10/01/2018		
			19/01/2018		
			07/03/2018		
			18/06/2018		
SPINTOR	ORUGA	SPINOSAD 48%	19/01/2018	20-25 CC/HL	3
PREVICUR	PUDRICIONES DE RAÍZ/CUELLO	FOSETIL 31% + PROPAMOCARB 53%	18/12/2017	(VER NOTA)	3
			29/12/2018		
			17/02/2018		
APHOX	PULGÓN	PIRIMICARB 50%	23/02/2018 17/05/2018 23/05/2018	0,1%	3
DELFIN	ORUGA	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32%	13/04/2018	0,05- 0,075%	N.P
NATURALIS	TRIPS Y MOSCA BLANCA	BEAUVERIA BASSIANA 2,3%	24/05/2018	150-200 ML/HL	N.P
NEEMAZAL	MOSCA BLANCA- TRIPS	AZADIRACTIN 1%	24/05/2018	0,15-0,3%	3
KUMULUS	OÍDIO/ARAÑA ROJA/ACAROS	AZUFRE 80%	21/06/2018	0,2-0,5%	N.P

Las zonas con ozono no fueron tratadas con ningún producto fitosanitario contra hongos, tanto vía radicular como foliar, mencionado en la tabla anterior. Éstas fueron tratadas exclusivamente con ozono, sin tener ninguna incidencia grave por este hecho.

3.4. Parámetros evaluados en el ensayo.

Los parámetros evaluados en este ensayo han sido los siguientes:

- Producción obtenida en cada uno de los tratamientos diferentes.
- Calidad de la producción obtenida.
- Posibles incidencias por plagas y/o enfermedades.
- Valoración, mediante análisis foliares, el estado nutricional de la planta.
- Valoración, mediante análisis de agua, los nutrientes aportados al cultivo.
- Valoración radicular al final del cultivo en los cuatro tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Parámetros de calidad y controles de recolección.

Las clasificaciones se han realizado según peso de los frutos, teniendo en cuenta que fueran frutos con buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento CALIFORNIA:

- Peso superior a 240 gramos
- Peso entre 200-240 gramos
- Peso entre 150-200 gramos
- Peso entre 120-150 gramos
- Peso entre 100-120 gramos
- Sexta: Pimientos con peso inferior a 90 gramos. Todos los frutos de industria
- Cuarta: Fruto podrido o con otros defectos que lo haga inservible para la comercialización, virosis.

Durante las recolecciones se tuvieron en cuenta todos estos parámetros a la hora de obtener la producción y la calidad de lo recolectado.

4.2. Resultados: Producción, calidad y rentabilidad económica.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros mencionados anteriormente.

Tabla nº1 Producción (Kg/m^2) de las variedades en la zona testigo y con ozono con el riego día sí día no.

	VARIETADES	TESTIGO	OZONO
VARIETADES ROJO	B	6,95	6,63
	C	6,10	6,38
	E	7,07	7,15
	F	6,87	6,74
	G	6,31	6,46
VARIETADES AMARILLO	A-A	7,25	6,99
	A-B	6,67	6,85
	A-C	7,85	7,98

Tabla nº2 Clasificaciones por categorías (Porcentaje) finales de cada variedad en los tratamientos Testigo y con ozono con el riego día sí día no.

		>240	240-200	200-150	150-120	CUARTA	120-100	SEXTA
VARIETADES ROJO	B-TESTIGO	17,74	14,66	37,87	17,87	0,00	4,61	7,25
	B-OZONO	14,86	26,83	35,28	13,04	0,00	6,73	3,26
	C-TESTIGO	4,44	16,15	44,47	18,91	0,00	8,09	7,94
	C-OZONO	1,00	22,10	37,28	20,01	0,00	8,67	10,94
	E -TESTIGO	17,84	30,37	31,91	10,88	0,00	3,59	5,41
	E-OZONO	21,26	31,43	32,99	6,61	0,00	2,09	5,61

	F-TESTIGO	14,75	29,51	39,12	9,43	0,00	2,90	4,28
	F-OZONO	14,32	26,97	41,40	7,72	0,00	3,31	6,28
	G-TESTIGO	15,33	26,21	41,17	12,47	0,00	2,00	2,82
	G-OZONO	11,76	26,20	35,43	17,75	0,00	5,11	3,75
VARIETADES AMARILLO	A-A TESTIGO	6,68	19,35	43,78	18,43	0,00	5,50	6,25
	A-A OZONO	6,70	18,59	46,57	19,75	0,00	3,98	4,42
	A-B TESTIGO	8,01	23,68	42,91	14,81	0,00	3,74	6,84
	A-B OZONO	21,98	26,69	31,13	11,75	0,00	2,56	5,89
	A-C TESTIGO	10,02	21,27	39,49	14,55	0,00	7,35	7,32
	A-C OZONO	14,34	27,46	31,24	14,73	0,00	7,53	4,70

Tabla nº3 Producción (Kg/m²) de dos variedades en la zona testigo y con ozono en el riego día sí día no y riego diario.

	TESTIGO+RIEGO DÍA SÍ DÍA NO	OZONO + RIEGO DÍA SÍ DÍA NO	TESTIGO + RIEGO DIARIO	OZONO + RIEGO DIARIO
A	6,64	7,00	7,27	5,82
D	6,35	5,56	7,21	6,53

Tabla nº4 Clasificaciones por categorías (Porcentaje) finales de dos variedades en los tratamientos Testigo y con ozono con el riego día sí día no y el riego diario.

	>240	240-200	200-150	150-120	CUARTA	120-100	SEXTA
A-TESTIGO + RIEGO DÍA SÍ DÍA NO	9,16	30,49	39,16	13,67	0,00	1,83	5,69

A-OZONO + RIEGO DÍA SÍ DÍA NO	17,07	24,80	40,41	11,13	0,00	3,26	3,33
A-TESTIGO + RIEGO DIARIO	13,87	31,37	39,01	8,55	0,00	3,55	3,65
A-OZONO + RIEGO DIARIO	15,86	36,61	34,55	7,55	0,00	2,31	3,12
D-TESTIGO + RIEGO DÍA SÍ DÍA NO	6,59	23,50	43,86	12,57	0,00	5,09	8,38
D-OZONO + RIEGO DÍA SÍ DÍA NO	9,06	15,25	44,81	22,17	0,00	4,02	4,70
D-TESTIGO + RIEGO DIARIO	11,12	27,71	37,85	15,93	0,00	1,95	5,44
D-OZONO + RIEGO DIARIO	5,78	22,74	36,53	20,68	0,00	4,85	9,41

5. CONCLUSIONES.

Tras la obtención de todos los resultados pertinentes en este ensayo, las conclusiones radican de su correcta valoración e interpretación.

Mayor desarrollo Radicular. En las imágenes de la 3-6 como se puede apreciar, se observa un desarrollo radicular superior en las zonas tratada con ozono, en cuanto a número de raíces principales y auxiliares.

Producción similar en las zonas tratadas con ozono y el testigo. Se puede observar que la producción se ha mantenido similar en los dos tratamientos tanto en las variedades de maduración en rojo como en las de maduración en amarillo. De igual manera, la calidad de la producción obtenida también se ha mantenido similar.

Desde El Centro, consideramos que los riegos han de realizarse con una carencia de un día puesto que, aunque regar todos los días supone una administración continua de agua ozonizada, bien es verdad que la duración de los riegos con este sistema tiene que ser inferior, y por lo que la cantidad de agua ozonizada también lo es.

Disminución de los aportes de abono en la zona tratada con ozono. En apartados anteriores se ha explicado que las zonas con agua ozonizada llevaban un porcentaje inferior de abono. Debido a esto, se realizaron diversos análisis tanto de agua como foliares para valorar la cantidad de abono que la planta recibía, por un lado, y la que finalmente la planta asimilaba. En el anexo de graficas de análisis se pueden apreciar los resultados obtenidos. En ningún caso, la disminución de abonado ha supuesto carencia alguna para las plantas tratadas con agua ozonizada. Esto puede ser debido a la capacidad que tiene el agua ozonizada para mejorar el estado de las raíces (como ya hemos mencionado anteriormente) y, por lo tanto, si el desarrollo radicular mejora, la planta se encontrará con mejores condiciones físicas para captar el abono que se le aporta. En este sentido hablamos más de calidad vegetal para que la planta puede asimilar correctamente lo que se le administra, que no de aportar más nutrientes que sin esa calidad no puede obtener.

Eliminación de los fitosanitarios contra oídio, ambas zonas de ensayo con agua ozonizada no han requerido el tratamiento con productos fitosanitarios, únicamente se les aplicó agua ozonizada pura vía foliar con la aparición de las primeras motas de oídio y realizando un seguimiento continuo y aplicaciones cuando lo requiriera el cultivo. El oídio en este ensayo no ha supuesto un problema por haber sido tratado con agua ozonizada, se ha conseguido mantener en equilibrio únicamente con esos tratamientos.

Por consiguiente, los mayores beneficios de uso de agua ozonizada en este ensayo han sido:

- No utilización de productos químicos para combatir problemas fúngicos, ahorro económico en fungicidas.
- Cultivo libre de residuos de estos productos.
- Mejora en el enraizado, mayor calidad vegetal.
- Reducción en abono (31,9%).

6. 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 cultivo, los técnicos de las cooperativas también han estado haciendo un seguimiento del cultivo con varias visitas durante el tiempo en que duró éste (Imágenes nº10 - nº14). 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.

7. 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. Agradecer también a la empresa ASP ASEPSIA por el asesoramiento de su equipo técnico y la aportación al ensayo de la máquina de agua ozonizada.

8. ANEXOS.

8.1 Imágenes del ensayo.





Imagen nº2 Estado del cultivo 03/04/2018



Imagen nº3 Raíces zona testigo con riego diario



Imagen nº4 Raíces en la zona de ozono con riego diario



Imagen nº8 Raíces en la zona Testigo con riego día sí día no



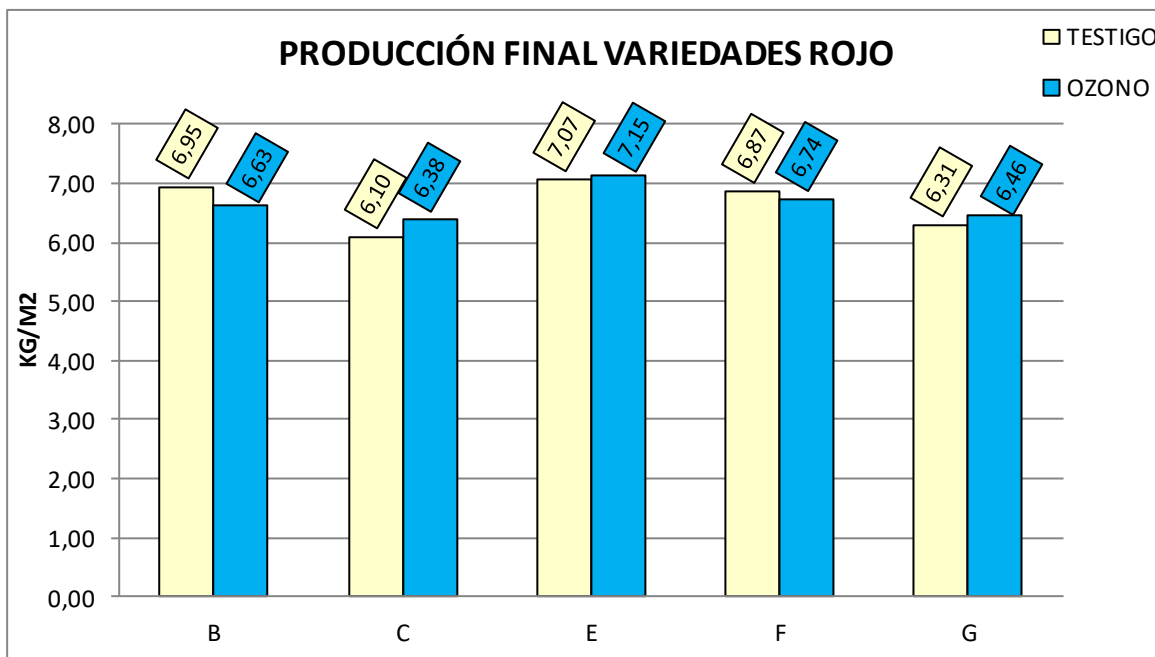
Imagen n^o9 Raíces en la zona Ozono con riego día sí día no



8.2 Gráficos.

■ **RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS VARIEDADES DE LA ZONA TESTIGO Y OZONO CON EL RIEGO DÍA SÍ DÍA NO**

FIGURA Nº1 PRODUCCIÓN DE LAS VARIEDADES DE ROJO EN LA ZONA TESTIGO Y OZONO CON EL RIEGO DÍA SÍ DÍA NO



En

esta figura se puede apreciar la producción final obtenida en las zonas Testigo y ozono realizando los riegos día sí día no, que es lo que habitualmente se realiza en El Centro.

FIGURA Nº2 PRODUCCIÓN DE LAS VARIETADES DE AMARILLO EN LA ZONA TESTIGO Y OZONO CON EL RIEGO DÍA SÍ DÍA NO

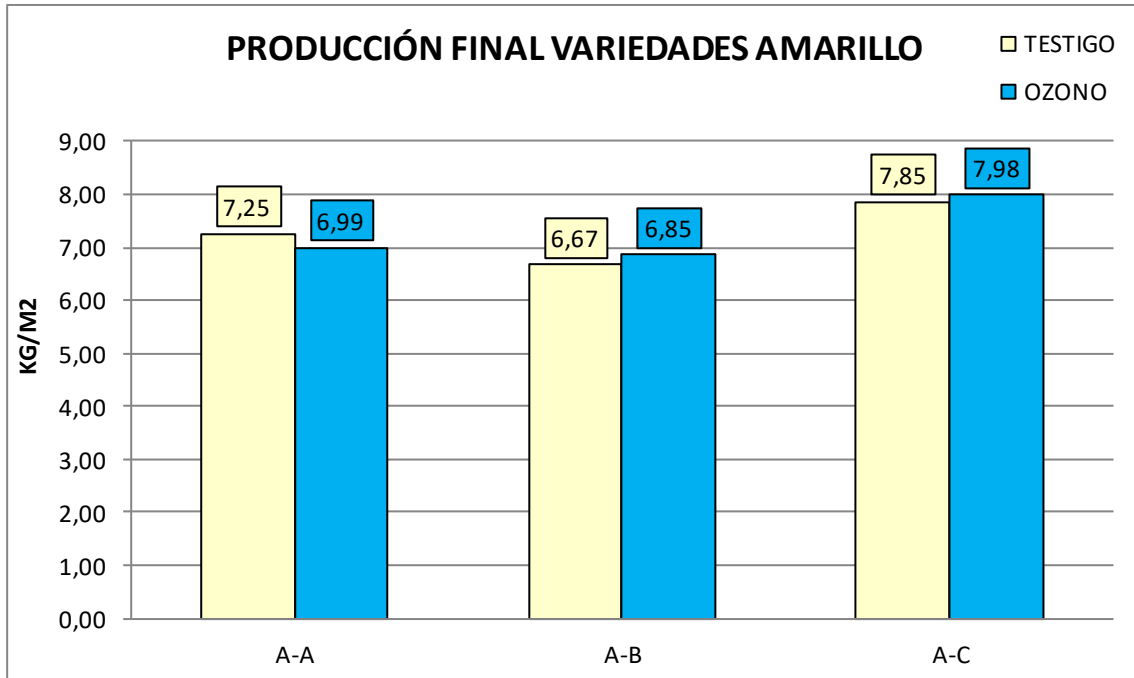
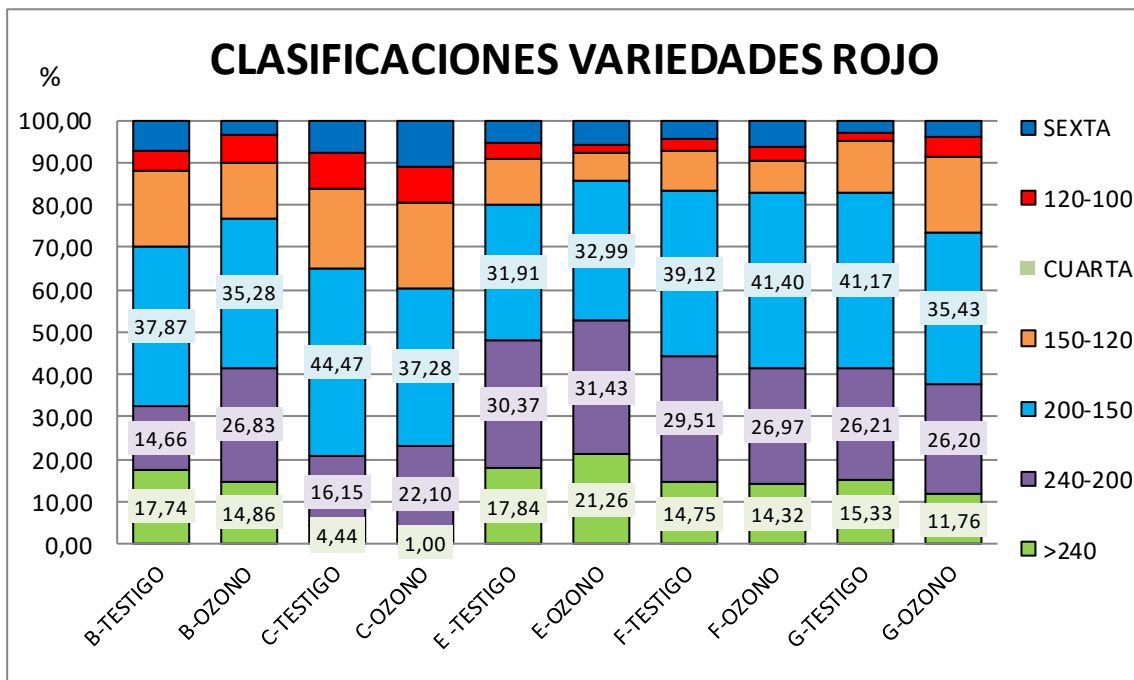
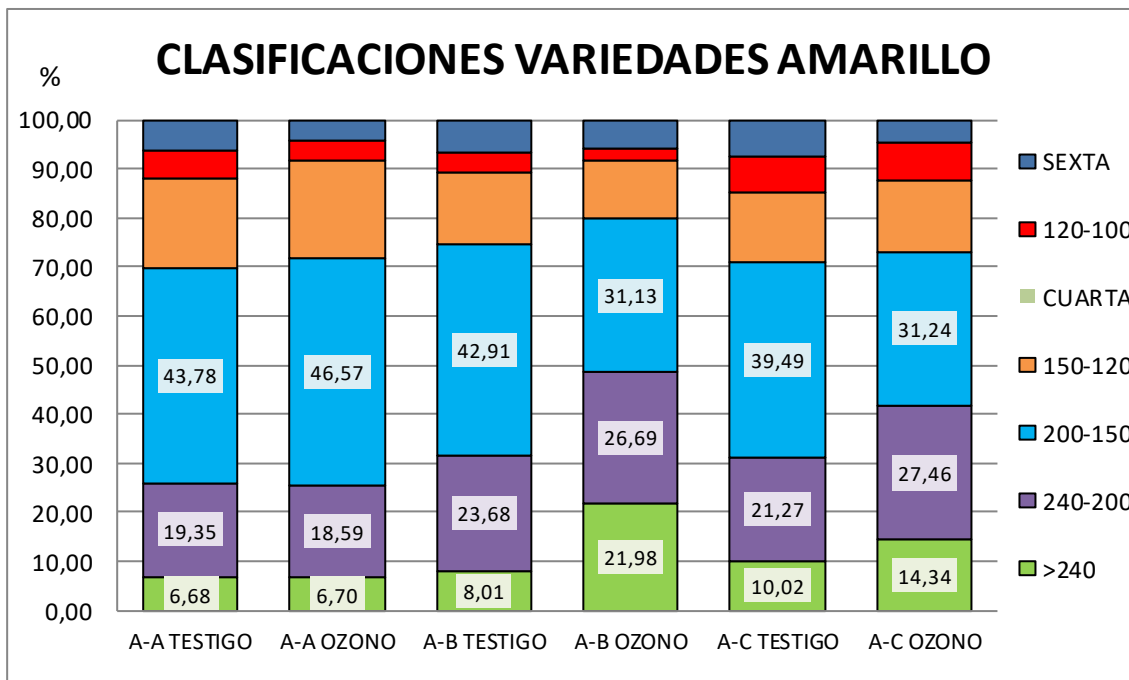


FIGURA Nº3 CLASIFICACIONES DE CALIDAD EN LAS VARIETADES DE ROJO OBTENIDAS EN LAS ZONA TESTIGO Y OZONO CON EL RIEGO DÍA SÍ DÍA NO



Actividades de Demostración y Transferencia 2019

FIGURA Nº4 CLASIFICACIONES DE CALIDAD EN LAS VARIEDADES DE AMARILLO OBTENIDAS EN LAS ZONA TESTIGO Y OZONO CON EL RIEGO DÍA SÍ DÍA NO



- **RESULTADOS OBTENIDOS EN DOS VARIEDADES DE MADURACIÓN EN ROJO EN LOS CUATRO TRATAMIENTOS: TESTIGO Y OZONO CON RIEGO DÍA SÍ DÍA NO Y TESTIGO Y OZONO CON RIEGO DIARIO**

FIGURA Nº5 PRODUCCIÓN DE LAS VARIEDAD A EN LA ZONA TESTIGO Y OZONO CON EL RIEGO DÍA SÍ DÍA NO Y EL RIEGO DIARIO

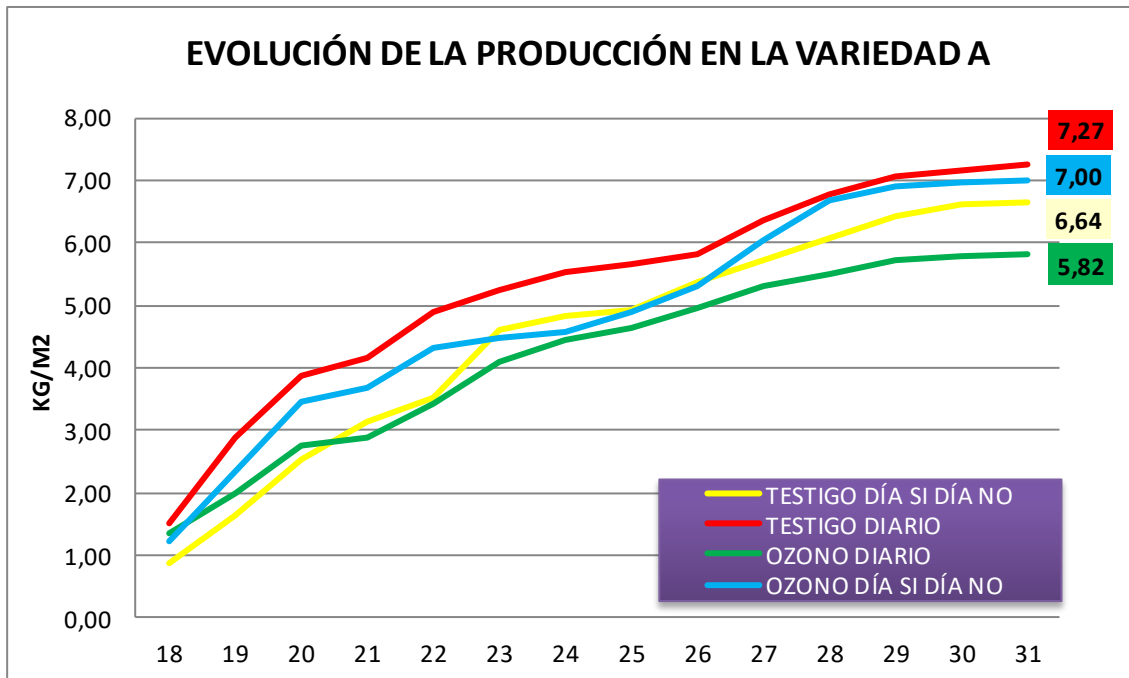
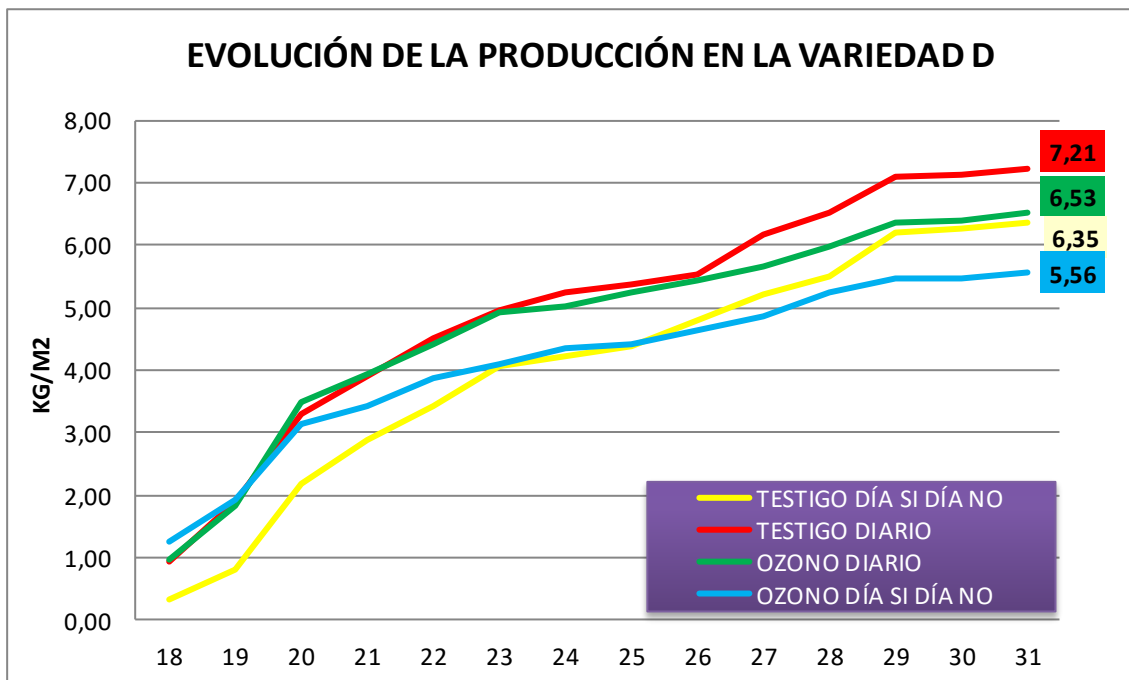


FIGURA Nº6 PRODUCCIÓN DE LAS VARIEDAD D EN LA ZONA TESTIGO Y OZONO CON EL RIEGO DÍA SÍ DÍA NO Y EL RIEGO DIARIO



Actividades de Demostración y Transferencia 2019

FIGURA Nº7 CLASIFICACIÓN OBTENIDA EN LA VARIEDAD **A** EN LA ZONA TESTIGO Y OZONO CON EL RIEGO DÍA SÍ DÍA NO Y EL RIEGO DIARIO

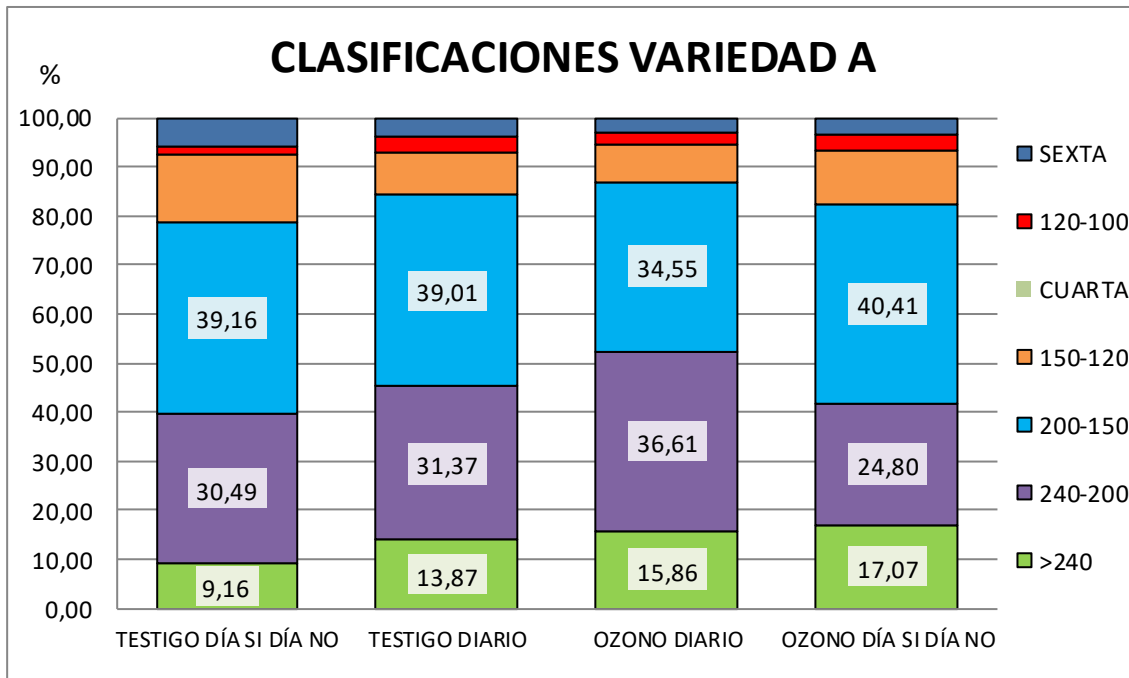
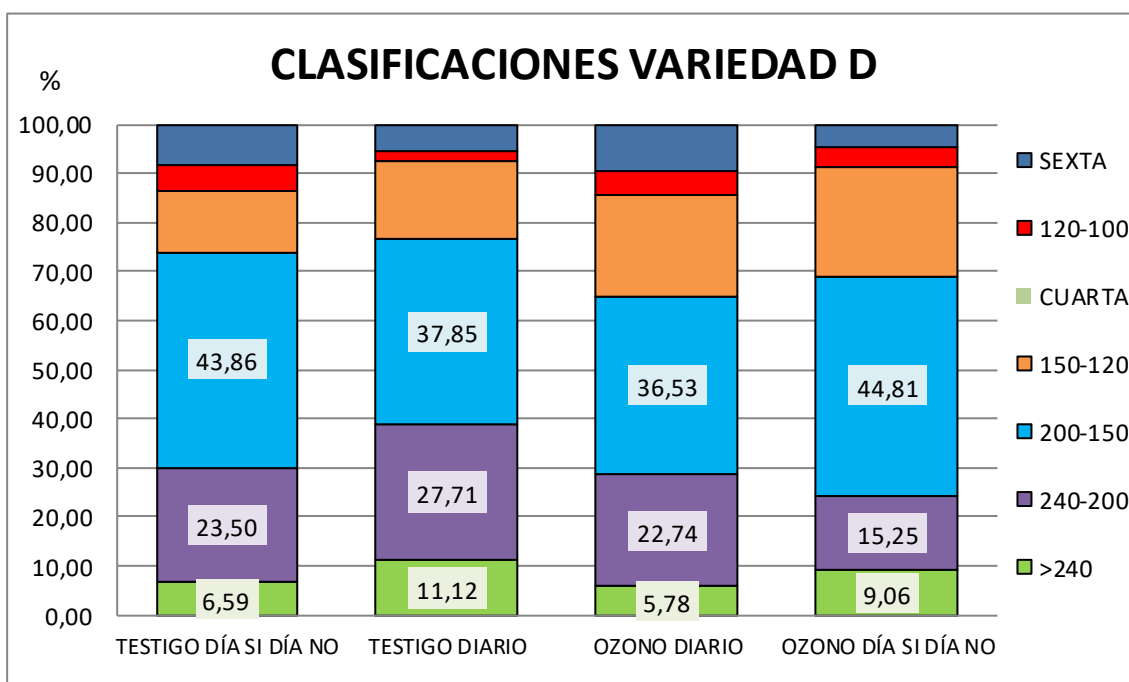


FIGURA Nº8 CLASIFICACIÓN OBTENIDA EN LA VARIEDAD **B** EN LA ZONA TESTIGO Y OZONO CON EL RIEGO DÍA SÍ DÍA NO Y EL RIEGO DIARIO



8.3 Análisis.

 RESULTADOS EN LAS ANALÍTICAS FOLIARES EL 06/04/2018

FIGURA Nº9 DETERMINACIONES DE LOS MACROELEMENTOS 06/04/2018

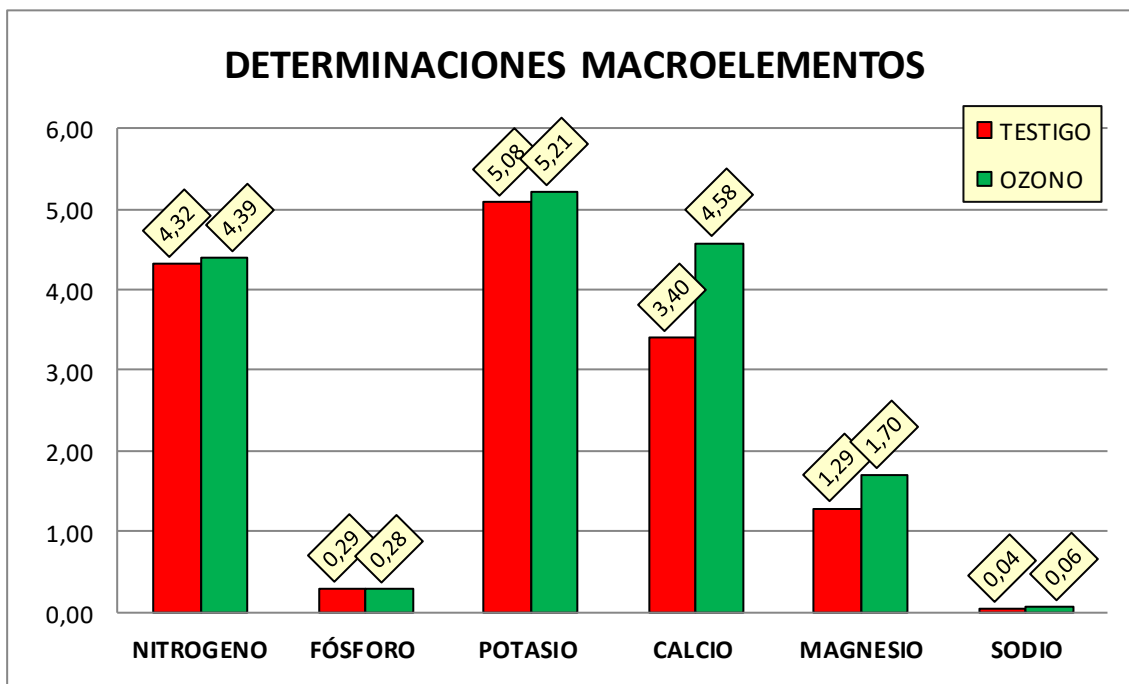
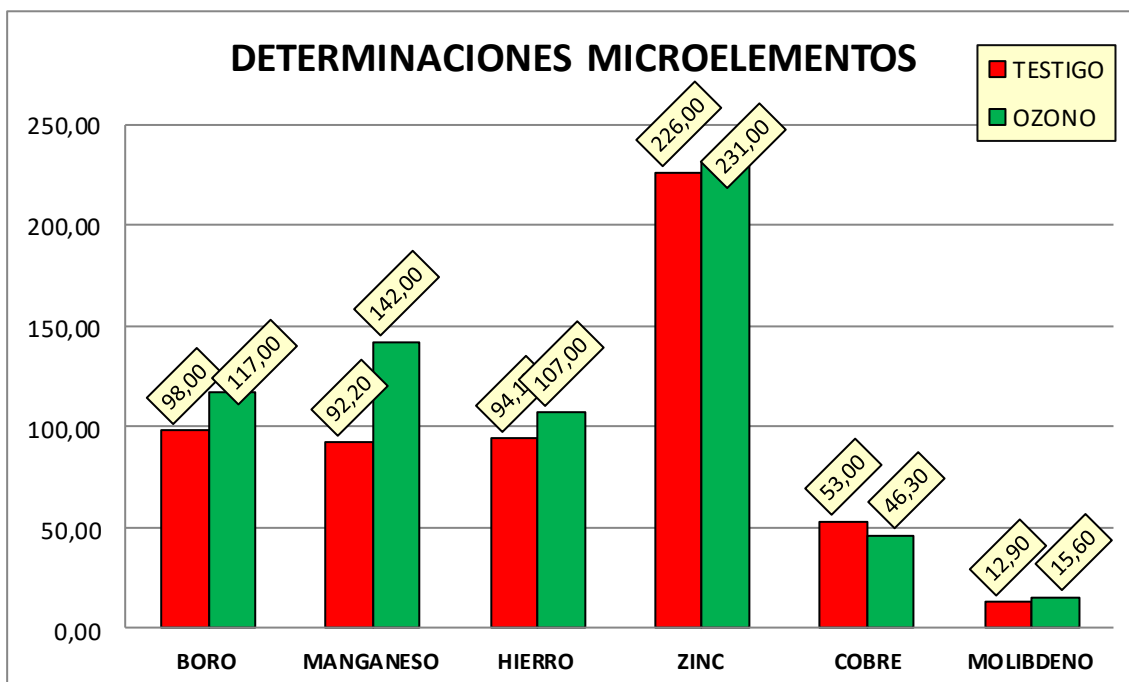


FIGURA Nº10 DETERMINACIONES DE LOS MICROELEMENTOS 06/04/2018



RESULTADOS EN LAS ANALÍTICAS FOLIARES EL 03/05/2018

FIGURA Nº11 DETERMINACIONES DE LOS MACROELEMENTOS 03/05/2018

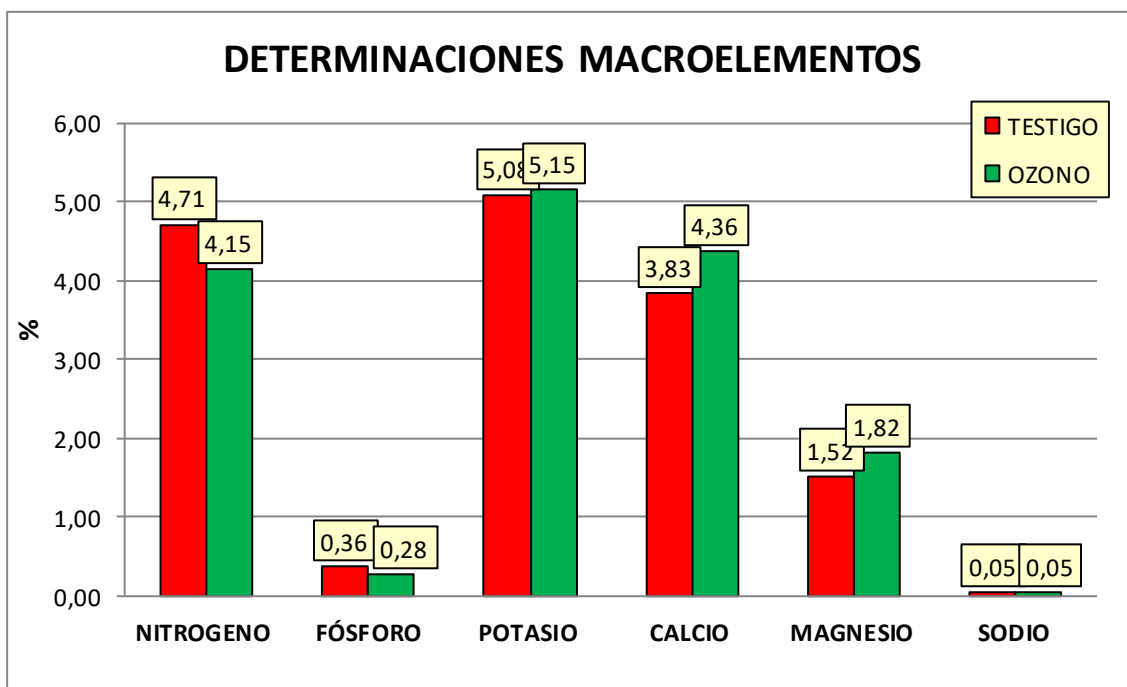
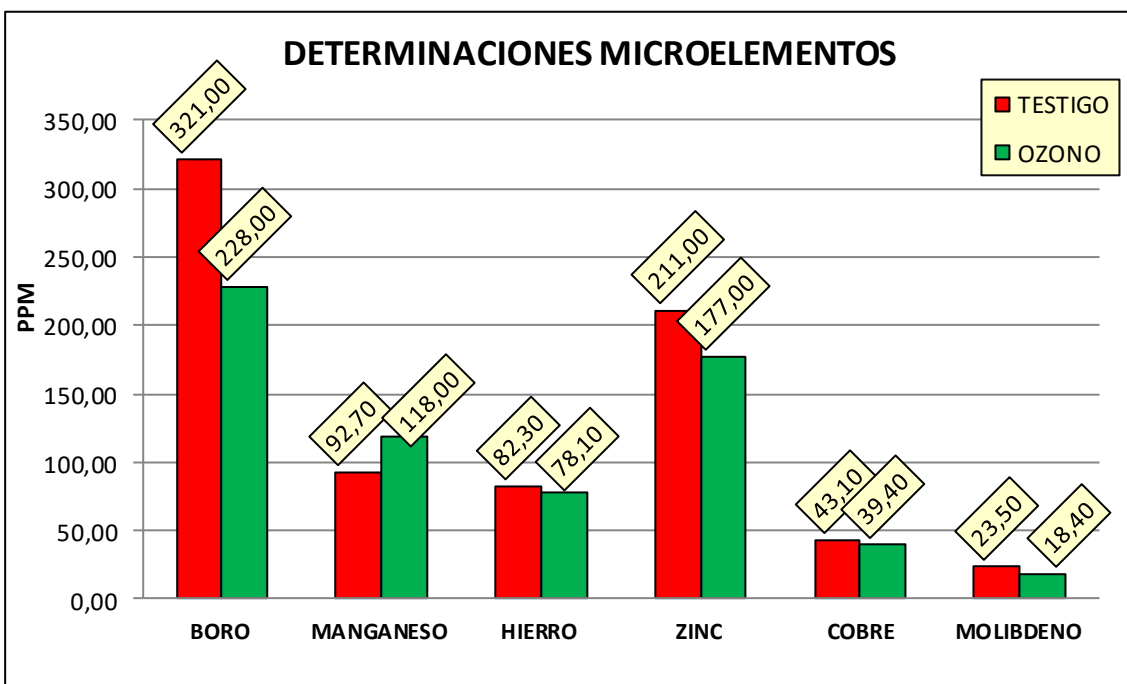


FIGURA Nº12 DETERMINACIONES DE LOS MICROELEMENTOS 03/05/2018



8.4 DIVULGACIONES.



Imagen nº10 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



Imagen nº11 TÉCNICOS I.N.I.A CHILE

Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica
Dirección General de Producción Agrícola, Ganadera y del Medio Marino
Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente

Código: 17CM11_1
Fecha: 11/11/2019



Imagen nº12 JORNADA TÉCNICA ASP ASEPSIA





Imagen nº13 GERENTE Y SOCIOS GREGAL S.COOP.





Imagen nº14 SOCIO S.A.T SAN CAYETANO

