

DISMINUCIÓN DEL APORTE DE FERTILIZANTES INORGÁNICOS EN EL CULTIVO DEL
FRESÓN POR LA INCORPORACIÓN DE SUSTRATOS AL SUELO

*P. CARMONA ZALVIDE¹⁾, J. ALDECOA CARRIÓN²⁾, A. GARCÍA SERRANO²⁾,
M. ROCA RAMÍREZ²⁾ y J.C. RUIZ PORRAS³⁾*

Mancomunidad Islantilla, Apdo 151, 21410 Isla Cristina (Huelva).⁽¹⁾

Laboratorio de Suelos de E.U.I.T.A. Cortijo de Cuarto. Apdo. 11043. 41014 Sevilla.⁽²⁾

Departamento de Suelos y Riego de C.I.F.A. Las Torres. Alcalá del Río (Sevilla).⁽³⁾

RESUMEN

Ante la importancia del cultivo del fresón en la provincia de Huelva y las repercusiones positivas sobre el medio socioeconómico y negativas sobre el suelo de cultivo (Felipó, 1995; Boixadera y Danés, 1995; Saña Vilaseca, 1995) y aguas subterráneas, se ha procedido a la aplicación de sustratos como mejoradores del suelo. Los agricultores ante un suelo arenosos y pobre efectúan una sobre dosificación de fertilizantes inorgánicos, lo que está ocasionando una contaminación de las aguas subterráneas por nitratos (Grande, 1995). Al objeto de evitar un elevado aporte de abonos inorgánicos se ha planteado aportar al suelo ciertos sustratos que mejoren la calidad de éste. Se ha aplicado, como sustratos orgánicos Compost de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Papelera y como sustratos inorgánicos Zeolita, todos a razón de 48 Tm/ha. Las experiencias se han llevado a cabo en dos fincas del sector productor onubense (Lepe y Cartaya), con dos tipos de suelo diferentes Cambisol Gleico y Regosol hidromórfico, denotándose únicamente mejoras, en cuanto al equilibrio de los cationes de cambio en el suelo Cambisol. Estadísticamente la producción no se ha encontrado afectada por las enmien-

das realizadas al suelo, no obstante se ha apreciado un aumento de producción en las parcelas que se les ha aportado el sustrato orgánico.

SUMMARY

Strawberry culture is of great importance in the province of Huelva (Spain) from a social and economical point of view. At the same time its implementation has caused some environmental problems due specially to the sandy contaminates to set through the soil and reach underground waters. The purpose of this experiment is to improve the soil physical and chemical characteristics by adding several substrata to it. So urban and paper industry residues compost and zeolite have been tried. The study was carried on two farms and two different treatments. Production has not been found statistically different in all the treatment but organic amended plots resulted in higher yields than control one.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del fresón constituye un importante factor de desarrollo económico en la provincia de Huelva, estableciéndose como primer productor de fresón a nivel europeo (López Aranda y Medina, 1996). La fuerte incidencia positiva que representa sobre el medio socioeconómico está a su vez repercutiendo negativamente sobre el suelo de cultivo, considerando a éste como recurso natural agotable en cuanto a la fertilidad química y biológica (Felipó, 1995; Saña Vilaseca, 1995).

La falta de coloides y de agregación en estos suelos arenosos, influye de forma decisiva en sus propiedades física-químicas, impulsando al agricultor en cultivos intensivos, ante un suelo pobre, a abusar de las dosis de fertilizantes y riegos. En base a estos hechos se ha enfocado el presente trabajo de aplicar sustratos edafológicos naturales que mejoren las propiedades física-químicas de los suelos y permitan reducir el aporte de fertilizantes inorgánicos.

La utilización de estos sustratos orgánicos se justifica, por una parte por el bajo coste de inversión por campaña y su fácil adquisición, por ubicarse una planta de compostaje de R.S.U. en el término municipal de Villarrasa (Huelva) y una Industria Papelera, en el término municipal de S. Juan del Puerto (Huelva) y por otra por las características física-químicas que presentan, que inciden positivamente sobre las propiedades del suelo.

Los efectos físico-químicos de la aplicación del abono orgánico sobre el suelo se han puesto de manifiesto por diferentes autores (Florensa *et al.*, 1986; Bourguignon, 1986; Fuentes Yagüe, 1994; Carmona *et al.*, 1997). El compost se utiliza en agricultura como enmendador de suelos con bajo contenido en materia orgánica, escasa fertilidad por baja capacidad de inter-

cambio catiónico y baja capacidad de retención hídrica. Experiencias desarrolladas con la vid apuntan incrementos de la producción, con la aplicación del compost frente a los testigos (Cuadros García, 1986).

El sustrato mineral que se ha utilizado es la Zeolita por las características físico-químicas que presenta y por la cualidad de permanecer inalterable en el terreno, conservándose para campañas sucesivas. Las propiedades más notables de las Zeolita para su uso en agricultura se han puesto de manifiesto en trabajos realizados Barrer y Whiteman (1967), Minato y Utada (1969), Pond y Mumpton (1983), Mumpton (1984), Barbarick *et al.* (1988) etc. Ensayos recientes de cultivos con Zeolita han obtenido óptimos resultados en plantaciones de tomate y fresas, reportando un alto incremento en el rendimiento y en la calidad de los frutos (Soca *et al.*, 1990).

El objetivo general del presente trabajo se ha dirigido a determinar las mejoras del suelo con el fin de disminuir el aporte de fertilizantes inorgánicos y evitar así una mayor contaminación de las aguas subterráneas y a su vez establecer los posibles incrementos de la producción de fresón de primera categoría y la calidad de éste. El presente proyecto ha sido financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía en la campaña 95/96.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las experiencias se han realizado en dos fincas de cultivo del fresón, localizadas en los términos municipales de Lepe (371 16' N - 71 10' W) y de Cartaya (371 20' N - 711 11' W).

En cada finca se delimitó una superficie de ensayo de 270 m² y se marcaron 12 parcelas elementales de 15 m de longitud, se procedió al azar para atribuir a cada parcela un tratamiento, bien sin aplicación de sustrato (testigo), con aporte de compost de R.S.U., lodos de celulosa o bien con zeolita y tres réplicas para cada una de ellas. La incorporación de los sustratos orgánicos al suelo de cultivo, compost de R.S.U. y lodos de celulosa, se efectuó en Agosto/95, una vez realizada las labores de desfonde y aireación del terreno. El sustrato mineral se incorporó a medida que se procedía al levantamiento de lomos en el mes de Septiembre/95. En ambas fincas se aportó la misma dosis de sustratos orgánicos e inorgánicos a razón de 48 Tm/ha. La plantación se efectuó en Octubre en la finca de Lepe y en Noviembre en la de Cartaya, en ambas con las misma variedad de fresón, Oso Grande, y a una densidad de plantación de 9.8 plantas por metro lineal. En cada finca se mantuvo el calendario de abonado y riego que efectúa normalmente el agricultor.

Las variables de estudio fueron las siguientes:

1. Meteorológicas: Temperatura ambiente y en el microtúnel (Termómetro de máxima y mínima) y Precipitaciones, con una periodicidad diaria.

2. Características Físico-Químicas del suelo de cultivo antes de aportar los sustratos y al finalizar la campaña.
3. Cultivo:
 - El volumen de agua de aportada y las Unidades de Fertilizantes incorporados a la plantación. Se ha registrado diariamente del consumo de agua y fertilizantes, mediante un contador de agua.
 - Producción de Fruta de primera clase. Semanalmente se recogían los frutos a mano de cada parcela elemental y se pesaban con una balanza digital electrónica (Mod. D-6.000-SX, Cobos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. *Variables Meteorológicas.* La temperatura máxima se ha alcanzado en el mes de Junio con 37°C en Cartaya y 36.1°C en Lepe, y las mínimas en Febrero con 3,4°C en Cartaya y 3.9 °C en Lepe. Con el microtunel se han elevado las temperaturas máximas ambientes, obteniéndose en Cartaya 29.9°C y en Lepe 31.1°C en el mes de febrero, con incrementos de temperatura de 6.8 y 4.7 °C, respectivamente.

Las precipitaciones ocurridas durante el cultivo han sido de 987.5 mm en Cartaya y de 942 mm en Lepe. Superando la media anual del sector de 472 mm. Estas altas precipitaciones han ocasionado una disminución del rendimiento en la zona productora de la Provincia de Huelva de hasta un 25% (López Aranda y Medina, 1996).

2. *Características Físico-Químicas del suelo de cultivo antes de aportar los sustratos y al finalizar la campaña.* En las tablas I y II, se especifica los datos de la analítica efectuada para las fincas de Lepe y Cartaya, respectivamente.

a) Finca de Lepe.

- Suelo. Se clasifica como Cambisol Gleico. Se parte de un suelo arenoso, con pH neutro, materia orgánica muy baja, descarbonatado y sin problemas de salinidad. La concentración de nutrientes son Muy Pobre para el Calcio, Potasio y Sodio, Medio para el Magnesio y Muy Alta de Fósforo. La Capacidad Total de Cambio es de 2.96 meq/100 g, presentado la siguiente proporción de Cationes de Cambio: 44.25% de Ca, 40.88 de Mg, 3.04 de K y 11.84% de Na. Encontrándose por tanto desequilibrada, con Ca muy bajo, elevado de Sodio y muy alto de Magnesio.
- Suelo tratado con compost de R.S.U. El pH continua neutro, la materia orgánica Oxidable muy baja, descarbonatados y sin problemas de salinidad. Se ha incrementa los niveles de Calcio, Potasio y Sodio, mientras que el de Magnesio ha disminuido. La Capacidad de Intercambio Catiónico se ha incrementado a 4.65 meq/100 g, aunque aun continua siendo baja. La proporción de los cationes de

cambio es de 66.1% de Ca, 12.5 de Mg, 6.2 de K y 15.2% de Na. Los cationes se encuentran en proporciones mas adecuadas que la del suelo sin aplicación del compost de R.S.U., aunque el porcentaje de Sodio es excesivo.

- Suelo tratado con compost de residuos de papelería. Al igual que el suelo tratado con R.S.U., la materia Orgánica Oxidable continúa muy baja, con pH neutro y sin problemas de salinidad. Se ha incrementado la concentración de Carbonatos en el suelo. Con respecto a los nutrientes, también se ha aumentado el nivel de Calcio y Sodio, continuando el Potasio como Muy Pobre. La C.I.C. ha aumentado hasta 4. La proporción de los cationes es: 61.97% de Ca, 20.89% de Mg, 3.2% de K y 13.84% de Na. A pesar de encontrarse más equilibrada, el Sodio se encuentra excesivamente alto.
- Suelo tratado con sustrato mineral. El pH ha descendido ligeramente, considerándose como ácido; y continúa con un contenido en Materia Orgánica muy baja, descarbonatados y sin problemas de salinidad. En el suelo se ha incrementado los niveles de Calcio, Potasio y Sodio, manteniéndose el Magnesio en condiciones similares. La Capacidad de Intercambio Catiónico ha aumentado considerablemente, variando de 3 a 11.73 meq/100 g. La proporción de los distintos cationes es de 64.4% de Ca, 18.8 % de Mg, 6.4% de K y 13.4% de Sodio. A excepción del Sodio, al resto de los cationes se pueden considerar en equilibrio.

En general, la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo ha sufrido un ligero incremento con los sustratos orgánicos, mientras que con la Zeolita, ha pasado de muy baja a normal para un suelo arenoso, por lo que con el sustrato mineral es con el que se ha obtenido mejoras en relación a la C.I.C. Con respecto a los cationes de cambio se ha producido una optimización del equilibrio con los distintos tipos de sustratos aplicados. En todos los tratamientos se ha producido un aumento del porcentaje de Calcio y de Magnesio a niveles adecuado, a excepción del tratamiento con R.S.U., que aún permanece bajo los niveles de Magnesio, el de Potasio se encuentra en relación adecuada y el único que aparece descompensado ha sido el Sodio, incrementándose de forma excesiva.

b) Finca de Cartaya.

- Suelo. Se clasifica como Regosol hidromórfico con textura arenosa, pH ácido, sin problemas de salinidad, materia orgánica Muy Baja y descarbonatado. La concentración de nutrientes es Muy alta para el Fósforo, Pobre de Sodio, Baja de Potasio y Muy Pobre de Calcio y Magnesio. La proporción de los distintos cationes es la siguiente: 56.82 % de Ca, 12.99% de K, 11.69 % de Mg y 18.50 % de Na. Los porcentajes de saturación de cationes están desequilibrados, siendo algo bajo el de Calcio y Magnesio, mientras que los de Potasio y Sodio se encuentran elevados.

- Suelo con aporte de Compost de R.S.U. El pH ha variado a neutro. Continúa con el contenido de materia orgánica Muy Baja y descarbo-natados. En relación a los nutrientes, el fósforo persiste Muy alto y el Calcio muy pobre, se han incrementado los contenidos de Magnesio, Potasio y Sodio. La Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo se ha elevado de 3.1 a 4.98 meq/100 g. La proporción de los cationes de cambio es la siguiente: 47.2 % de Ca, 16.5 % de Mg, 14.7 % de K y de 21.7 % de Na. Los cationes se encuentran aún más desequilibrados, se ha incrementado de forma excesiva el nivel de Sodio, variando de Pobre a Rico, mientras que el de Calcio se mantiene en concentraciones muy bajas.

Tabla 1.
Analítica de la Finca de Lepe.

	Testigo	R.S.U.	Celulosa	Zeolita.
Elementos inertes > 2 mm (%)	8,0	6,0	9,0	6,0
Arena (%)	90,75	86,0	89,0	73,5
Arcilla (%)	4,25	6,8	6,8	16,5
Limo (%)	5,0	7,2	8,2	10
Clasificación textura	Arenosa	are-fran	arena	fran-are
Capacidad de Campo		4,07	3,97	10,85
Punto de Marchitez Permanete		2,33	1,59	5,4
pH en agua (1:2)	7,04	7,22	7,73	6,41
pH en ClK (1:2)	6,75	7,02	7,58	6,08
Carbonatos (%)	0,0	0,0	0,87	0,0
Caliza activa (%)	0,0	0,0	0,62	0,0
Prueba de salinidad (pps) 1/5	0,11	0,137	0,198	0,25
Materia orgánica oxidable (%)	0,25	0,48	0,36	0,78
Nitrógeno total (%)	0,027	0,048	0,033	0,06
Fósforo asimilable (Olsen) (ppm)	62	78	96	123
Potasio asimilable (ppm)	45,0	115	55	205
Potasio de cambio (meq/100 g)	0,09	0,29	0,14	0,49
C. I. C. (meq/100 g)	3,0	4,65	4,26	11,73
Calcio de cambio (meq/100g)	1,31	3,07	2,64	4,78
Magnesio de cambio (meq/100g)	1,21	0,58	0,89	1,16
Sodio de cambio (meq/100 g)	0,35	0,706	0,59	1,08

- Suelo con aporte de compost de lodos de celulosa. pH Neutro y sin problemas de salinidad. La materia orgánica persiste Muy Baja, mientras que los carbonatos se han incrementado. Los contenidos en nutrientes son muy alto para el fósforo, Medio de Sodio, Normal de Potasio, Pobre de Magnesio y Muy Pobre de Calcio, de manera que se han incrementado los niveles de Magnesio, Potasio y Sodio. La C.I.C. ha pasado a ser de 4.6 meq/100g. La proporción de los distintos

caciones es la siguiente: 53.69% de Ca, 16.52 % de Mg, 12.39 % de K y 17.40 % de Na. En las distintas proporciones la de Magnesio es la única que ha mejorado, ya que la de Calcio ha disminuido, la de Potasio se mantienen en los mismos niveles y la de Sodio se ha incrementado considerablemente.

- Suelo con aporte del sustrato mineral. pH Neutro y sin problemas de salinidad. La materia orgánica, continua siendo Muy Baja y el suelo prosigue descarbonatado. Con respecto a los nutrientes, fósforo Muy Alto, Potasio Normal, Sodio Medio, Magnesio Pobre y Calcio Muy Pobre. Por tanto los que se han incrementado han sido el Magnesio, Potasio y Sodio. La Capacidad de Intercambio Catiónico se mantiene en los mismos niveles que sin la aplicación del sustrato. La proporción de los distintos cationes es la siguiente: 41.5 % de Ca, 23.55 % de Mg, 17.37 % de K y 18.93 % de Na. Los porcentajes de saturación de Potasio y Sodio se encuentran excesivamente altos, el Magnesio se ha incrementado de 11.69 a 23.55%, superando el nivel adecuado (20%). Mientras que el Calcio ha disminuido aún más. En consecuencia a excepción del Magnesio, el resto de los cationes se encuentran en un mayor desequilibrio.

Tabla 2.
Análítica del Suelo de Cartaya

	Testigo	R.S.U.	Celulosa	Zeolita.
Elementos inerte > 2 mm (%)	1,0	0,0	0,0	0
Arena (%)	90,0	80,0	85,5	87,0
Arcilla (%)	6,2	12,0	11,2	6,2
Limo (%)	3,8	6,0	6,3	6,8
Clasificación textura	Arenosa	arena-fran	arena-fran	arena-fran
Capacidad de Campo	6,36		4,94	3,75
Punto Marchitez Permante	6,04		2,41	1,92
pH en agua (1: 2)	7,43	7,43	7,7	7,02
pH en CLK (1: 2)	6,85	7,11	7,45	6,65
Carbonatos (%)	1,75	0,0	0,3	0,0
Caliza activa (%)	0,36	0,0	0,0	0,0
Prueba previa de salinidad (pps) 1/5	0,039	0,20	0,182	0,111
Materia orgánica oxidable (%)	0,63	0,52	0,51	0,54
Nitrógeno total (%)	0,016	0,052	0,037	0,031
Fósforo asimilable (Olsen) (ppm)	95	79	116	92
Potasio asimilable (ppm)	140	290	215	180
Potasio de cambio (meq/100 g)	3,1	0,73	0,57	0,45
C. I. C. (meq/100g)	0,57	4,98	4,6	3,3
Calcio de intercambio (meq/100 g)	0,4	2,35	2,47	0,49
Magnesio de cambio (meq/100 g)	0,107	0,82	0,76	1,04
Sodio de cambio (meq/100 g)		1,08	0,80	0,61

En relación a la Capacidad de Intercambio Catiónico, únicamente se denota un ligero incremento con los sustratos orgánicos por lo que en este sentido, la Zeolita, no ha actuado como mejorante del suelo. Con respecto a los cationes de cambio se ha producido, en general, en todos los tratamientos una disminución del porcentaje de Calcio, mientras que ha aumentado el Magnesio a niveles adecuado y a su vez también se han incrementado los niveles de Potasio y de Sodio de forma excesiva.

Los resultados obtenidos en ambas fincas son contradictorio, por una parte en los suelo de Lepe se consigue una mejora en la C.I.C. con el sustrato mineral, mientras que en Cartaya no se denota la aplicación de éste sustrato. Con respecto a los sustratos orgánicos, en el suelo de Lepe se aprecia un equilibrio más compensado de los cationes de cambio, mientras que en la finca de Cartaya los porcentajes se encuentran más desproporcionado que el testigo.

3. Cultivo:

3.1. Fertirrigación

El volumen de agua aportada ha sido diferente en las dos fincas de cultivo (Tabla III), en Lepe se ha suministrado 3.701 m³/ha, mientras que en Cartaya el volumen ha sido de 2.641 m³/ha

El calendario de abonado y el aporte de éstos ha sido diferente en las dos

Tabla 3.
Volumen de agua (m³/ha) aplicado

	Lepe	Cartaya
Octubre	296,3	0,0
Noviembre	267	125,42
Diciembre	62,81	36,64
Enero	60,87	62,24
Febrero	215,19	147,5
Marzo	613,92	461,06
Abril	889,94	969,83
Mayo	578,34	443,35
Junio	715,55	394,67
Total	3.700,92	2.641,47

fincas, en Lepe no se comenzó a aplicar fertilizantes hasta el mes de Enero, mientras que en Cartaya se inició posterior a la plantación, en el mes de Noviembre. El aporte de Unidades de Fertilizantes en cobertera ha sido inferior en la finca de Lepe, en total se ha aplicado 116 U.F. de N/ha, 38.5 U.F. de P/ha, 107.7 U.F. de K/ha y 38.3 U.F. de Ca/ha. Y en la fina de Cartaya

se ha aportado 136.6 U.F. de N/ha, 47.8 U.F. de P/ha, 218.3 U.F. de K/ha y 78 U.F. de Ca/ha (Tabla IV).

Tabla 4.
U. de F aplicadas por hectárea

	Lepe				Cartaya			
	N	P	K	Ca	N	P	K	Ca
Oct.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nov.	0,0	0,0	0,0	0,0	5,61	8,00	1,32	0,0
Dic.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,60	5,90	6,00	2,21
Enero	3,9	0,88	2,44	1,61	19,3	0,0	16,7	0,0
Feb.	6,1	2,04	5,48	4,86	18,0	7,54	24,6	15,2
Mar.	24,8	7,92	21,9	24,4	35,3	0,0	53,4	24,8
Abril	48,95	13,95	38,66	2,78	39,36	0,0	70,04	24,80
Mayo	14,07	3,13	9,87	4,62	17,45	26,40	46,25	11,02
Junio	18,57	10,61	29,26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	116	38,54	107,7	38,3	136,6	47,84	218,3	77,98

3.2. Producción de Fruta de primera clase.

La media de gramos por planta de fruta de primera clase, para cada tratamiento, obtenidos mensualmente durante el cultivo, en ambas fincas se indican en la tabla V.

- Lepe

Al objeto de estudiar las diferencias de producción de fruta de primera clase entre los distintos tratamientos, parcelas sin aportar sustratos, con aporte de compost de R.S.U., lodos de celulosa y zeolita, se ha aplicado Anova "one way" (Statgraphic Plus, 7.1), no obteniéndose diferencias significativas entre el testigo y los tipos de sustratos aplicados. Las medias de los gramos acumulados de fruta de primera de las distintas replicas han sido, para el testigo 495.74, compost de celulosa 545.74, de 507.02 para el de R.S.U. y de 448.18 para el tratamiento con el sustrato mineral.

Por los resultados obtenidos, se puede concluir que, estadísticamente, el aporte de los diferentes sustratos no ha influido en la producción, sin embargo se denota un incremento de ésta con el aporte de lodos de celulosa.

- Cartaya

Aplicando el mismo estadístico para estudiar las posibles diferencias de producción de fruta de primera por planta con respecto al sustrato utilizado, se ha obtenido que no existen diferencias significativas. Las medias de los gramos acumulados de fruta de primera de las distintas replicas han sido, para el testigo 484.26, compost de celulosa 494.8, de 499.85 para el de R.S.U. y de 454.78 para el tratamiento con Zeolita.

Tabla 5.
Gramos de fruta de primera por planta

	Lepe				Cartaya			
	R.S.U.	Cel.	Zeolita	Tes.	R.S.U.	Cel.	Zeolita	Tes.
Ene	17,61	7,18	22,1	26,25	0	0	0	0
(s)	(3,19)	2,23	1,94	2,4				
Feb.	1,6	2,11	1,4	1,82	0	0	0	0
(s)	(0,22)	(0,31)	(0,35)	(0,03)				
Mar.	69,25	66,72	75,32	38,84	23,12	19,83	29,14	21,03
(s)	(5,02)	(10,63)	(4,05)	(0,03)	(8,48)	(5,25)	(5,34)	(1,02)
Abr.	306,74	259,88	247,65	285,76	223,7	198,74	193,8	208,69
(s)	(28,79)	(44,13)	(29,13)	(22,29)	(36,4)	(25,36)	(23,03)	(9,96)
May.	28,34	64,96	15,52	37,82	179,14	199,7	156,03	185,07
(s)	(4,94)	(6,45)	(2,34)	(2,83)	(37,21)	(28,97)	(5,32)	(7,15)
Jun.	85,15	153,47	86,21	105,24	73,82	76,5	75,53	69,95
(s)	(14,7)	(2,77)	(1,44)	(36,06)	(29,3)	(26,34)	(5,06)	(15,75)
Total	507,21	554,32	448,18	495,73	499,35	494,81	454,78	484,84

En ambas fincas no se ha obtenido diferencias estadísticas de la producción en relación con la enmienda realizada en el suelo. Sin embargo, con los tratamientos de sustratos orgánicos se obtienen producciones superiores al testigo; tanto en Lepe como en Cartaya, mientras que con el sustrato mineral siempre son inferiores a las producciones del testigo.

Las producciones en Lepe han sido ligeramente superior a las de Cartaya con el aporte de los sustratos orgánicos, posiblemente por la mejora que ha sufrido el suelo, en la que se han encontrado en equilibrio óptimo los cationes de cambio. Sin embargo, con el sustrato mineral en Lepe, también se ha apreciado una mejora del suelo y no ha incidido en la producción. Por tanto la aplicación del sustrato mineral no ha ocasionado incrementos en la producción.

CONCLUSIONES

El suelo de la finca de Lepe, Cambisol Gleico, ha sufrido mejoras con el aporte de los sustratos orgánicos, denotándose en un aumento de la C.I.C. y un equilibrio más óptimo de los cationes de cambio. Por el contrario, en la finca de Cartaya, Regosol hidromórfico, a pesar de aumentar los sustratos orgánicos la C.I.C., no se ha apreciado una mejora en el equilibrio de los cationes de cambio.

Estadísticamente, en cada una de las fincas, la producción no se ha encontrada afectada por la aplicación de los sustratos, sin embargo se ha

denotado un mayor rendimiento en los tratamientos con sustratos orgánicos y por el contrario inferior con el inorgánico. En la finca de Lepe la producción de los tratamientos con sustratos orgánicos ha sido algo superior a la de Cartaya, pudiéndose achacar a la mejora que ha sufrido el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRER, R.M. y WHITEMAN, J.L. 1967. Intracrystalline sorption of sulphur and phosphorus by some porous crystals. *J. Chem. Soc. Am.* (1): 13-18
- BARBARICK, K.A., LAI T.M., Y EBERI D.D. 1988. Response of sorghum-sudangrass in soils amended with phosphate rock and NH₄-Exchanged zeolite. (Clinoptilolite). *Technical bulletin* 1-62.
- BOIXADERA, J Y DANÉS, R. 1995. Realidad y futuro de la aplicación de residuos orgánicos en la agricultura. En *Gestión y utilización de los residuos urbanos para la agricultura*. Ed. Aedos. 121- 128.
- BOURGUIGNON, C. 1986. El compostaje de materias orgánicas y su aplicación en la fertilización orgánica. *II. Cong. Agr. Biol.* 63-69.
- CARMONA ZALVIDE, P., ALDECOA, J., GARCÍA SERRANO, A., ROCA RAMIREZ, M. Y RUIZ PORRAS J.C. 1997. Evaluación de la dosis de riego y de fertilización en el cultivo del fresón, en suelos tratados con sustratos orgánicos. En: *Nutrición Mineral de las plantas en la agricultura sostenible*. Ed. Junta de Andalucía. Dirección General de investigación y Formación Agraria. 302-311.
- CUADROS GARCÍA, 1986. El compostaje de Residuos Urbanos orgánicos y su aplicación. *II. Cong. Agr. Biol.* 71-87.
- FELIPÓ, M.T. 1995. Reutilización de residuos urbanos y posible contaminación. En *Gestión y utilización de los residuos urbanos para la agricultura*. Ed. Aedos. 27- 36.
- FLORENSA, P. 1986. Aplicación del compost de Residuos Urbanos como abono Orgánico. *II Cong. Agr. Biol.* 89 - 96.
- FUENTES YAGÜE, J.L. 1994. La Fertilización en una agricultura alternativa. *Mint. Agr. Pesca y Alim.* 10/93 HD.
- GRANDE, J. A. 1995. *Contaminación de aguas subterráneas en el sector costero occidental de Huelva*. Serv. Publ. Universidad de Huelva. 341 pp.
- LOPEZ ARANDA, J.M. y MEDINA J.J. 1996. Breve repaso del cultivo de la fresa en Europa. *Agrocosta '96*, 6-21.
- MINATO, H. y UTADA, M.C. 1969. Zeolite, clays of Japan *Geol. Survey, Japan.* 121-134
- MUMPTON, F A. 1984. *The role of natural zeolites in agriculture*. Ed. Westview Press, Colorado.
- POND W.G. Y MUMPTON. 1983. The role of natural zeolites in agriculture and aquaculture. *Zeo-Agriculture.* 3-23
- SAÑA VILASECA, J. 1995. La gestión de la fertilidad de los suelos. En *Gestión y utilización de los residuos urbanos para la agricultura*. Ed. Aedos. 129- 135.
- SOCA, M., BELTRAN, R., VIERA, J., ARIAS, E. y MORENO, E. 1990. Efectividad de la zeolita en el mejoramiento de los suelos y la respuesta de cultivo. *XI Congreso Latinoamericano de la ciencia del suelo.* 207