



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Trabajo Fin de Grado

**Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y de los Sistemas
Biológicos**

**EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD POSTCOSECHA DE
NECTARINA ATINEA Y LIMON FINO TRAS SU
FERTIRRIGACIÓN ALTERNATIVA CON SULFATO
CÁLCICO MICRONIZADO**

Autor: Alejandro Vidal García

Director: Dr. Francisco Artés Hernández

Co-Director: Prof. Dr. Francisco Artés Calero

Julio, 2017



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
GRUPO DE POSTRECOLECCIÓN Y REFRIGERACIÓN
Dpto. Ingeniería de Alimentos y del Equipamiento Agrícola
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica
Pº Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena. Murcia. España
www.upct.es/qpostref



FRANCISCO ARTÉS HERNÁNDEZ, DR. ING. AGRÓNOMO, PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD DEL ÁREA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS Y DEL EQUIPAMIENTO AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA Y FRANCISCO ARTÉS CALERO, DR. ING. AGRÓNOMO, CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD DEL ÁREA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS Y DEL EQUIPAMIENTO AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado **EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD POSTCOSECHA DE NECTARINA ATINEA Y LIMON FINO TRAS SU FERTIRRIGACIÓN ALTERNATIVA CON SULFATO CÁLCICO MICRONIZADO**, llevado a cabo por D. Alejandro Vidal García en el Área de Tecnología de Alimentos de esta Universidad, para la obtención del Título de **Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y de los Sistemas Biológicos**, por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica de Cartagena, ha sido realizado bajo nuestra dirección.

Lo que certificamos en Cartagena a 17 de julio de 2017

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo, mostrar mi agradecimiento a mis Directores Dr. Francisco Artés Hernández y Prof. Dr. Francisco Artés Calero, por haberme permitido participar en este Proyecto de Investigación que me ha permitido adquirir muchos conocimientos pero, sobre todo, por su apoyo incondicional, dirección y colaboración durante estos meses de trabajo.

Agradezco también a la empresa Sulfato Cálcico del Mediterráneo S.L. su gran ayuda, con mención especial para D. Francisco Torralba Alcid y D. Pedro Joaquín Artés García. También lo hago extensivo a las empresas Frutas Esther S.A. y Frugarva S.L y en particular al Ing. Agrónomo D. Jorge Gómez y al Ing. Técnico Agrícola D. José Manuel Martínez, por ceder las fincas y dar todas las facilidades para la realización de los ensayos. Destaco también la colaboración de todos los operarios que han hecho posible la realización de los mismos.

Para realizar los análisis de densidad radicular he contado con la imprescindible dirección y total apoyo del Ing. Agrónomo D. José María De la Rosa del Departamento de Producción Vegetal de la UPCT, a quien expreso mi gran agradecimiento. Para el seguimiento de las aportaciones de fertilizantes he recibido la ayuda del Ing. Técnico Agrícola D. Antoliano Riquelme al que expreso mi gratitud.

A todos mis compañeros e integrantes del Grupo de Postrecolección y Refrigeración de la Universidad Politécnica de Cartagena les agradezco su ayuda desinteresada. Destaco sobre todo a Elena Collado, José Martínez y Jhonatan Santos por colaborar en la realización de los análisis físico-químicos y de respiración de los frutos.

Por último, quiero dar las gracias a mi familia, destacando a mis padres que han estado apoyándome enormemente durante este largo camino y a mis amigos y novia por estar siempre a mi lado cuando los he necesitado, por ayudarme y darme ánimos a lo largo de mi Carrera que ahora culmino.

RESUMEN

El objetivo principal del presente Trabajo ha sido evaluar el efecto de la fertilización innovadora con CaSO_4 micronizado (SC), aplicado en riego localizado por goteo, sobre la producción, calidad global y comportamiento postcosecha de la nectarina extratemprana Atinea y del limón Fino. Dicho efecto se ha comparado con una fertilización convencional con $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ (NC) en el caso del limón y de la nectarina y con un Testigo sin fertilización cálcica (NP) en la nectarina.

Se ha efectuado un seguimiento en campo del cultivo, realizando diversos análisis del agua, suelo, foliar y del fruto durante su maduración, así como del protocolo de aplicación del SC en fertirrigación. Llevadas a cabo las correspondientes recolecciones, se determinó la producción del cultivo y se efectuaron las determinaciones físicas y químicas (peso, calibre, color, firmeza, pH, sólidos solubles totales, acidez titulable e índice de madurez), actividad respiratoria y emisión de etileno de los frutos recolectados.

Seguidamente se estudió el comportamiento postrecolección y la evolución de la calidad de las nectarinas provenientes de los tres tratamientos de fertilización cálcica a lo largo de una frigoconservación en aire a $1\text{ }^\circ\text{C}$ y 90 % HR durante 15 días, seguida de una comercialización durante 3 días a $15\text{ }^\circ\text{C}$ y 70 % HR. En los limones se realizó una frigoconservación en aire a $2\text{ }^\circ\text{C}$ y $7\text{ }^\circ\text{C}$ y 80-85 % HR durante 21 días, seguida de una comercialización durante 3 días a $20\text{ }^\circ\text{C}$ y 60-65 % HR. Se han efectuado determinaciones de los antes citados parámetros físicos, químicos y fisiológicos, evaluaciones sensoriales y de las pérdidas de peso durante ambas etapas de la postrecolección. Los principales resultados han sido los siguientes: en las nectarinas abonadas con SC se han reducido las alteraciones por “hueso roto” y por rajado o “cracking” respecto a las de los frutos de NC y NP respectivamente: De hecho, en las nectarinas abonadas con SC de los 1.622 frutos cosechados el 13,62 % presentaban “hueso roto”, en las abonadas con NC de los 1.538 frutos cosechados el 25,61 % presentaban dicha alteración y en las abonadas con NP de los 1386 frutos cosechados el 13,05 % presentaba la alteración. De estos datos se deduce que las nectarinas con SC presentaron una mayor producción de frutos y una disminución de dicha alteración.

En los limones se ha observado una mayor producción de los limoneros abonados con SC (de 30 a 35 Kg por árbol) respecto a los abonados con NC.

Tras la frigoconservación de las nectarinas se confirmó la beneficiosa influencia del abonado cálcico frente al Testigo para reducir alteraciones (enrojecimiento de la pulpa y hueso roto y dañado). Los resultados con el SC fueron mejores que los del NC y que los del Testigo en ramaleo, con una media de 4,21 en SC respecto a una media de 3,78 en NC y un 4,14 en Testigo. En apariencia visual fue un 4,33 en SC, frente a un 4,12 en NC y un 4,23 en Testigo. En huesos dañados y rotos, el SC fue superior con un 25,68% y un 1,83% respectivamente, frente al 39,81% y 2,77% en NC y el 40,74% y el

5,55% en Testigo. Respecto al enrojecimiento interno de la pulpa los mejores valores fueron para el SC con un 49,54 %, frente a un 64,81 % en NC y un 66,67 % en Testigo.

En los limones se observó tras la frigoconservación que los abonados con SC y NC apenas presentaban diferencias significativas en cuanto a las alteraciones con valores ligeramente superiores en los abonados con NC.

Finalizada la comercialización, la apariencia visual y la firmeza de las nectarinas fue elevada y similar en los tres abonados. Casi no se detectó cracking, trips, ramaleo y oídio, confirmándose la elevada calidad de los frutos almacenados y el buen cultivo efectuado. Se ratificó la influencia favorable del abonado cálcico para preservar la calidad inicial de las nectarinas así fertilizadas, que mostraron menores valores de ablandamiento del ápice (36,67 % en SC frente al 50 % en NC y 45,13 % en Testigo), deformaciones del fruto (22,1 % en SC, frente al 25,88 % en NC y 28,82 % en Testigo), enrojecimiento de la pulpa (42,63 % en SC frente a 47,32 % en NC y 44,14 % en Testigo) y huesos dañados y rotos, que en la del SC presentaban valores de 24,38% y 3,52 % respectivamente frente a los 35,71 % y 4,64 % del NC y los 27,02 % y 4,50 % del Testigo.

Tras la comercialización de los limones, sucedió igual que en la frigoconservación, y entre frutos de ambos abonados, tampoco se observaron diferencias significativas en las alteraciones.

La nectarina Atinea tiene a 20 °C un comportamiento climatérico con una baja actividad respiratoria (en ningún tratamiento fertilizante alcanzó 35 mL CO₂ / kg * h) y muy baja emisión de etileno (4,59, 7,70 y 7,69 µL C₂H₄ / kg * h para los frutos de [Ca (NO₃)₂], CaSO₄, y Testigo respectivamente). Este comportamiento fisiológico favorece su supervivencia comercial.

No se detectaron diferencias significativas en las pérdidas de peso de las nectarinas procedentes de los tres abonados tras la conservación y tras la comercialización, que fueron siempre del orden del 4-5 %. En consecuencia, se considera que el tipo de fertilización no ha tenido influencia digna de mención sobre ellas durante la supervivencia comercial de los frutos.

En los limones tampoco se apreciaron diferencias significativas en las pérdidas de peso tras la conservación y tras la comercialización entre ambos tratamientos con unas pérdidas totales en torno al 9-10 %.

Finalmente cabe destacar la ventaja que aporta el SC respecto al NC debido a la problemática medioambiental que supone el abonado con compuestos nitrogenados, a la posibilidad de utilizar el SC en cultivos orgánicos o ecológicos y el considerable menor precio de este abono natural.

ABSTRACT

The main objective of this work was to evaluate the effect of the innovative fertilization with micronized CaSO_4 (SC), applied in drip irrigation, on the production, overall quality and post - harvest behavior of the extratemprana nectarine Atinea and of the fine lemon. This effect was compared to a conventional fertilization with $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ (NC) in the case of lemon and nectarine and with a Control without calcium fertilization (NP) in nectarine.

A follow - up was carried out in the field of the crop, carrying out different water, soil, foliar and fruit analysis during its maturation, as well as the protocol of SC application in fertirrigation. Once fruit was harvested, the physical and chemical determinations (weight, caliber, color, firmness, pH, total soluble solids, titratable acidity and maturity index), respiratory activity and ethylene emission were determined. The postharvest behavior and the evolution of the nectarine quality from the three treatments of calcium fertilization along a cold storage at 1 °C and 90 % RH for 15 days, followed by a commercialization for 3 days at 15 °C and 70 % RH was studied. Chilling storage was performed in air at 2 °C and 7 °C and 80-85 % (RH) for 21 days, followed by commercialization for 3 days at 20 °C and 60-65 % RH. Determinations of the aforementioned physical, chemical and physiological parameters, sensory and weight loss assessments have been made during both post-harvest stages. The main results have been the following: in the nectarines fertilized with SC, the alterations by "broken bone" and by cracking or "craking" have been reduced with respect to the fruits of NC and NP respectively: In fact, in the nectarines subscribed With SC of the 1,622 fruits harvested, 13.62 % presented "broken bone", in the subscriptions with NC of the 1,538 fruits harvested, 25.61 % presented this alteration and in the subscribers with NP of the 1386 fruits harvested on 13, 05 % had the alteration. From these data it is deduced that the nectarines with SC presented a greater production of fruits and a decrease of this alteration.

In the lemons it has been observed a greater production of the lemon subscribers with SC (of 30 to 35 kg per tree) with respect to the subscribers with NC.

After the cold preservation of the nectarines, the beneficial influence of the calcium fertilizer on the control treatment was confirmed to reduce alterations (redness of the pulp and broken and damaged bone). The results with the SC were better than those of the NC and those of the control in ramaleo, with a mean of 4.21 in SC with respect to a mean of 3.78 in NC and a 4.14 in control. In visual appearance it was a 4.33 in SC, compared to a 4.12 in NC and a 4.23 in control. In broken and damaged bones, SC was higher with 25.68 % and 1.83% respectively, compared to 39.81 % and 2.77 % in NC and 40.74% and 5.55% in control. Regarding the internal redness of the pulp, the best values were for SC with 49.54 %, compared to 64.81 % in NC and 66.67 % in control.

In the lemons, it was observed after the cold storage that the subscribers with SC and NC had only significant differences in the alterations with slightly higher values in the subscribers with NC.

After the commercialization, the visual appearance and the firmness of the nectarines was high and similar in the three subscribers. Almost no cracking, thrips, ramaleo and powdery mildew were detected, confirming the high quality of the stored fruits and the good cultivation carried out. The favorable influence of the calcium fertilizer to preserve the initial quality of the nectarines thus fertilized, which showed lower values of softening of the apex (36.67 % in SC versus 50 % in NC and 45.13 % in Witness), deformations of the fruit (22.1 % in SC, compared to 25.88% in NC and 28.82 % in control), redness of the pulp (42.63 % in CS versus 47.32 % in NC and 44.14 % In control) and damaged and broken bones, which in the SC had values of 24.38 % and 3.52 %, respectively, compared to 35.71 % and 4.64 % of NC and 27.02 % and 4 , 50 % of the control.

After the lemons commercialization, it happened as in the cold preservation, and between fruits of both subscribers, neither was observed significant differences in the alterations.

Nectarine Atinea had a climacteric behavior with a low respiratory activity at 20 °C (no fertilizer treatment reached 35 mL CO₂ / kg * h) and very low emission of ethylene (4.59, 7.70 and 7.69 µL C₂H₄ / Kg * h for fruits of [Ca (NO₃)₂], CaSO₄, and Witness respectively). This physiological behavior favors their commercial survival.

There were no significant differences in weight losses of nectarines from the three subsections after preservation and after marketing, which were always in the order of 4-5 %. Consequently, it is considered that the type of fertilization has not had an influence worthy of mention on them during the commercial survival of the fruits.

No significant difference in weight losses after preservation and after marketing was observed in lemons, with a total loss of 9-10 %.

Finally, it is worth mentioning the advantage of the SC in relation to the NC due to the environmental problems of the fertilizer with nitrogen compounds, the possibility of using SC in organic or organic crops and the considerable lower price of this natural fertilizer.

INDICE GENERAL

1. ANTECEDENTES	1
1.1 Interés del estudio	1
1.2 El calcio como nutriente	1
1.3 Abonado cálcico	3
2. OBJETO DE ESTUDIO	4
3. MATERIAL Y MÉTODOS	5
3.1 Material vegetal	5
3.2 Abonado	6
3.3 Trabajo experimental en campo	6
3.3.1 Distribución e identificación de los diferentes tratamientos	7
3.3.2 Sistema de riego	8
3.3.2.1 Nectarina	8
3.3.2.2 Limón	10
3.3.3 Aplicación de abonado	11
3.3.3.1 Nectarina	11
3.3.3.2 Limón	11
3.3.4 Estado del cultivo durante la experiencia	12
3.3.4.1 Nectarina	12
3.3.4.2 Limón	15
3.3.5. Muestreo y análisis químicos	16
3.4 Conservación postrecolección	17
3.4.1 Nectarina	18
3.4.2 Limón	20

3.5 Análisis y determinaciones de la calidad postcosecha	21
3.5.1 Rendimiento del cultivo	22
3.5.2 Alteraciones de la fruta tras la cosecha.....	22
3.5.3 Peso	32
3.5.4 Calibre ecuatorial y longitudinal.....	33
3.5.5 Color	35
3.5.6 Firmeza	36
3.5.7 Sólidos solubles totales	38
3.5.8 pH.....	39
3.5.9 Acidez titulable	40
3.5.10 Índice de madurez	42
3.5.11 Actividad respiratoria.....	42
3.5.12 Emisión de etileno.....	45
3.5.13 Pérdida de peso durante la conservación frigorífica	46
3.5.14 Análisis sensorial	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1 Rendimientos de producción	49
4.1.1 Nectarina.....	49
4.1.2 Limón	50
4.2 Análisis químicos	50
4.2.3 Análisis de suelo y del crecimiento radicular	50
4.2.4 Análisis de agua de riego	60
4.2.5 Análisis de hojas	60
4.3 Caracterización física-química de la nectarina y del limón.....	61
4.3.1 Peso	61
4.3.1.1 Nectarina	61

4.3.1.2 Limón.....	62
4.3.2 Calibre longitudinal y ecuatorial.....	63
4.3.2.1 Nectarina.....	63
4.3.2.2 Limón.....	64
4.3.3 Color.....	65
4.3.3.1 Nectarina.....	65
4.3.3.2 Limón.....	67
4.3.4 Firmeza.....	67
4.3.4.1 Nectarina.....	67
4.3.4.2 Limón.....	68
4.3.5 pH.....	69
4.3.5.1 Nectarina.....	69
4.3.5.2 Limón.....	69
4.3.6 Acidez titulable.....	70
4.3.6.1 Nectarina.....	70
4.3.6.2 Limón.....	71
4.3.7 Sólidos solubles totales.....	72
4.3.7.1 Nectarina.....	72
4.3.7.2 Limón.....	73
4.3.8 Índice de madurez.....	74
4.3.8.1 Nectarina.....	74
4.3.8.2 Limón.....	75
4.4 Comportamiento de los frutos tras la cosecha.....	75
4.4.1 Inicio de la conservación.....	75
4.4.1.1 Nectarina.....	75
4.4.1.2 Limón.....	77

4.4.2 Tras la conservación refrigerada.....	78
4.4.2.1 Nectarina.....	78
4.4.2.2 Limón.....	80
4.4.3 Tras la comercialización.....	81
4.4.3.1 Nectarina.....	81
4.4.3.2 Limón.....	83
4.5 Actividad respiratoria en nectarina.....	84
4.6 Emisión de etileno en nectarina.....	87
4.7 Evolución de la calidad postrecolección tras la frigoconservación y comercialización de la nectarina Atinea y del limón Fino.....	90
4.7.1 Pérdida de peso.....	90
4.7.1.1 Nectarina.....	90
4.7.1.2 Limón.....	91
4.7.2 Color.....	92
4.7.2.1 Nectarina.....	92
4.7.2.2 Limón.....	94
4.7.3 Firmeza.....	94
4.7.3.1 Nectarina.....	94
4.7.3.2 Limón.....	95
4.7.4 Valores de pH.....	96
4.7.4.1 Nectarina.....	96
4.7.2.2 Limón.....	97
4.7.5 AT.....	98
4.7.5.1 Nectarina.....	98
4.7.5.2 Limón.....	98
4.7.6 SST.....	99

4.7.6.1 Nectarina.....	99
4.7.6.2 Limón.....	100
4.7.7 SST/ AT.....	101
4.7.7.1 Nectarina.....	101
4.7.7.2 Limón.....	101
4.7.8 Análisis sensorial.....	102
5. CONCLUSIONES.....	105
6. BIBLIOGRAFÍA.....	107
ANEJO I. Análisis de agua de riego.....	112
ANEJO II. Análisis de suelo.....	113
ANEJO III. Análisis de las hojas.....	118

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Nectarinas Atinea el 6 de mayo de 2017, justo antes de la cosecha.....	5
Fotografía 2. Árbol de limonero Fino seleccionado y limones cosechados.....	6
Fotografía 3. Saco de 20 kg de Sulfato Cálcico comercial.....	6
Fotografía 4. Distribución de las filas correspondientes a cada tratamiento. (1. Sulfato cálcico, 2. Nitrato cálcico, 3. Testigo).....	7
Fotografía 5. Esquema del sistema de riego en El Aguilucho. Se aprecian las distintas parcelas y sus sectores (se puede observar que se está regando en el 1, 2 y 3), objeto de las experiencias.....	8
Fotografías 6,7, 8. Sistema de fertirrigación en la explotación de Frutas Esther S.A.....	9
Fotografías 9, 10, 11, 12. Sistema de fertirrigación en la explotación agrícola El Aguilucho de FRUGARVA S.L.....	10
Fotografía 13. Estado de la plantación de nectarinos Atinea el 14 de enero de 2017, fecha en la que comenzaron las aportaciones cálcicas.....	12
Fotografía 14. Estado de la plantación de nectarinos Atinea, el 17 de febrero de 2017.	

.....	12
Fotografía 15. Estado de la plantación de nectarinos Atinea, el 11 de marzo de 2017.....	13
Fotografía 16. Estado de la plantación de nectarinos Atinea, el 13 de abril de 2017...	14
Fotografía 17. Estado de la plantación de nectarinos Atinea, el 6 de mayo de 2017...	14
Fotografía 18. Estado de la plantación de limoneros Fino el día 22 de marzo de 2017, fecha en que se efectuó la cosecha.....	15
Fotografía 19. Recolección del limón Fino y posterior descarga en el almacén de FRUGARVA S.L.....	16
Fotografía 20. Diferencias entre los diversos frutos dobles contados de cada tratamiento.....	17
Fotografía 21. Nectarinas Atinea en bandejas con alveolos listas para su conservación frigorífica.....	18
Fotografía 22. Bandejas con nectarinas Atinea en el interior de la cámara de refrigeración.....	19
Fotografía 23. Cajas con mallas de limones Fino en el interior de la cámara de refrigeración.....	21
Fotografía 24. Nectarina Atinea con trips moderado (izqda.) y con oidio leve (dcha.).....	22
Fotografía 25. Nectarina Atinea con oidio moderado (arriba) cracking extremo (izqda.) y ramaleo extremo (dcha.).....	23
Fotografía 26. Nectarina Atinea con hueso roto (izqda.) y pedúnculo rajado (dcha.).....	23
Fotografía 27. Enrojecimiento interno de nectarina Atinea en una escala graduada para los diferentes tratamientos de abonado.....	24
Fotografía 28. Daño por frío (picado o “pitting”) grave.....	25
Fotografía 29. Ramaleo sobre el flavedo.....	26
Fotografía 30. Ramaleo y golpe.....	26
Fotografía 31. Oleocelosis moderada	27
Fotografía 32. Adustiosis severa.....	27
Fotografía 33 Pie de rey digital (Mitutoyo Corporation, Japón).	33
Fotografía 34. Fotocolorímetro de reflexión CR-300 (Minolta) para determinación del color de la epidermis de limones y nectarinas.	36
Fotografía 35. Medida de firmeza con una prensa universal o texturómetro	38

Fotografía 36. Medición de los SST con un refractómetro digital Atago.....	39
Fotografía 37. PHmetro Crison para analizar la acidez de las muestra	40
Fotografía 38. Autobureta Metrohm 716 para valoración de la acidez titulable	41
Fotografía 39. Cromatógrafo de gases Shimadzu GC-14 utilizado para medir la actividad respiratoria y la emisión de etileno	44
Fotografía 40. Montaje para la determinación de la actividad respiratoria y de la emisión de etileno	46
Fotografía 41. Balanza Sartorius empleada para determinar las pérdidas de peso en los frutos	46
Fotografía 42. Proceso de separación de raíces	53
Fotografía 43. Raíces clasificadas por grosores.....	54
Fotografía 44. Muestras preparadas para meter en estufa.....	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de comercialización de melocotones y nectarinas.....	34
Tabla 2. Valores de comercialización de limones	34
Tabla 3: Intervalos de firmeza recomendados para la comercialización y el consumo de nectarinas	37
Tabla 4. Ácidos predominantes en diversas frutas	40
Tabla 5: Clasificación de productos hortícolas de acuerdo a sus tasas de respiración .	43
Tabla 6: Clasificación de productos hortofrutícolas de acuerdo a su tasa de producción de etileno (Kader, 1992)	45
Tabla 7. Valores de Ca asimilable en el suelo del cultivo de nectarinos para cada tratamiento de abonado	51
Tabla 8. Valores de N orgánico en el suelo para cada tratamiento de abonado	51
Tabla 9.- Descripción de las diferentes muestras recogidas	51
Tabla 10. Valores de Ca y N presentes en el agua de riego	60
Tabla 11. Valores de Ca y N orgánico total presentes en las hojas	61
Tabla 12: Clasificación de variedades de nectarina en función de la acidez.....	71
Tabla 13. Evaluación de la calidad de las nectarinas al inicio de la conservación	76
Tabla 14. Incidencia de fisiopatías, apariencia, firmeza, así como los de daños mecánicos en los limones al inicio de la conservación.....	77
Tabla 15. Evaluación de alteraciones en nectarina Atinea a la salida de la conservación refrigerada a 1 °C y 90 % HR tras 15 días	79
Tabla 16. Incidencia de fisiopatías, apariencia, firmeza, y daños mecánicos en los limones tras la salida de la conservación	80
Tabla 17. Evaluación de alteraciones en nectarina Atinea a la salida de la comercialización refrigerada a 15 °C y 70 % HR tras 3 días.....	82
Tabla 18. Incidencia de fisiopatías, apariencia, firmeza y daños mecánicos en los limones tras la comercialización.....	83
Tabla 19. Pérdidas de peso (%) a la salida de conservación a 1 °C y 90 % HR	90
Tabla 20. Pérdidas de peso (%) tras la comercialización y pérdidas totales.....	91
Tabla 21. Pérdidas de peso (%) tras salida de conservación a 2 °C y 7 °C 85 % HR...	91
Tabla 22. Pérdidas de peso (%) tras la comercialización y pérdidas totales.....	92

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Peso acumulado de fruta en cada una de las sucesivas recolecciones	49
Gráfica 2. Peso de la cosecha de cada uno de los árboles de cada tratamiento	50
Gráfica 3. Peso medio del fruto y desviaciones típicas de la nectarina Atinea recolectada en cada cosecha (el 6 de mayo fue la primera cosecha comercial).....	62
Gráfica 4. Peso medio de limón Fino en la recolección	62
Gráfica 5. Diámetro ecuatorial de la nectarina Atinea en las distintas recolecciones	63
Gráfica 6. Diámetro longitudinal de la nectarina Atinea en las distintas recolecciones....	64
Gráfica 7. Diámetro ecuatorial de limón Fino en la recolección	65
Gráfica 8. Diámetro longitudinal de limón Fino en la recolección.....	65
Gráfica 9. Evolución del color (expresado en °Hue) en nectarina Atinea en las distintas recolecciones.....	66
Gráfica 10. Evolución de color (expresado en Croma) en nectarina Atinea en las distintas recolecciones.....	66
Figura 11. Parámetros de color L*, °Hue y Chroma de los limones sometidos a distintos tratamientos postrecolección.....	67
Gráfica 12: Firmeza de la nectarina Atinea en las distintas recolecciones	68
Gráfica 13: Evolución de la firmeza inicial del limón Fino.....	68
Gráfica 14. Valores del pH de la nectarina Atinea	69
Gráfica 15. Valores de pH inicial de limón Fino.....	70
Gráfica 16. Acidez titulable de la nectarina Atinea en las distintas recolecciones.....	71
Gráfica 17. Valores iniciales de acidez titulable del limón Fino	72
Gráfica 18.Sólidos solubles totales presentes en nectarinas Atinea durante la maduración	73
Gráfica 19. Valores iniciales de los °Brix del limón Fino	73
Gráfica 20. Índice de madurez o relación SST/AT de la nectarina Atinea.....	74
Gráfica 21. Índice de madurez inicial o relación SST/AT de limón Fino.	75
Gráfica 22. Evolución de la actividad respiratoria (mL CO ₂ / kg * h) a 20 °C de las nectarinas Atinea cosechadas precozmente el 26 de abril de 2017 en el estado E1 (recolección anticipada no comercial)	85
Gráfica 23. Evolución de la actividad respiratoria (mL CO ₂ / kg * h) a 20 °C de las nectarinas Atinea cosechadas precozmente el 11 de mayo de 2017 en el estado E2 (segunda recolección comercial).....	86
Gráfica 24. Evolución de la actividad respiratoria (mL CO ₂ / kg * h) a 20 °C de las nectarinas Atinea cosechadas precozmente el 17 de mayo de 2017 en el estado E3 (cuarta recolección comercial).....	86
Gráfica 25. Evolución de la actividad respiratoria (mL CO ₂ / kg * h) a 20 °C de las	

nectarinas Atinea cosechadas en el estado de madurez comercial el 24 de mayo de 2017 en el estado E4 (última recolección comercial)	87
Gráfica 26. Evolución de la emisión de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$) a 20 °C de las nectarinas Atinea E1 cosechadas precozmente el 26 de abril de 2017.	88
Gráfica 27. Evolución de la emisión de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$) a 20 °C de las nectarinas Atinea E2 cosechadas en la segunda recolección en estado comercial	89
Gráfica 28. Evolución de la emisión de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$) a 20 °C de las nectarinas Atinea E3 cosechadas en la cuarta recolección el 17 de mayo de 2017	89
Gráfica 29. Evolución de la emisión de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$) a 20 °C de las nectarinas Atinea E4 cosechadas en la última recolección el 24 de mayo de 2017.....	90
Gráfica 30. Evolución del color (expresado como °Hue) en nectarinas Atinea, , tras una conservación de 15 días a 1 °C y 90 % HR y un periodo de comercialización de 3 días a 15 °C y 70 %HR.....	93
Gráfica 31. Evolución del color (expresado como Croma) en nectarinas Atinea, tras un periodo de conservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y un periodo de comercialización de 3 días a 15 °C y 70 % HR.....	93
Gráfica 32. Parámetros de color L*, °Hue y Chroma de los limones sometidos a distintos tratamientos postrecolección.....	94
Gráfica 33. Evolución de la firmeza en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 14 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 3 días a 15 °C y 70 % HR	95
Gráfica 34. Evolución de la firmeza en limón Fino tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 21 días a 2 °C y 7 °C y 85 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 5 días a 20 °C y 65 % HR.....	96
Gráfica 35. Evolución del pH en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 14 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 3 días a 15 °C y 70 % HR	97
Gráfica 36. Evolución del pH en limón Fino tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 21 días a 2 °C y 7 °C y 85 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 5 días a 20 °C y 65 % HR.....	97
Gráfica 37. Evolución de la acidez en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 4 días a 15 °C y 70 % HR	98
Gráfica 38. Evolución de la acidez en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 4 días a 15 °C y 70 % HR	99
Gráfica 39. Evolución de los sólidos solubles totales en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 4 días a 15 °C y 70 % HR.....	100
Gráfica 40. Evolución de los sólidos solubles totales en limón Fino tras la cosecha, tras	

un periodo de frigoconservación de 21 días a 2 °C y 7°C y 85 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 5 días a 20 °C y 65 % HR.....	100
Gráfica 41. Evolución del cociente SST/AT o Índice de Madurez en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 4 días a 15 °C y 70 %HR	101
Gráfica 42. Evolución del SST/ATT en limón Fino tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 21 días a 2 °C y 7 °C y 85 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 5 días a 20 °C y 65 % HR.....	102
Gráfica 43. Análisis sensorial tras 15 días de conservación a 1 °C y 90 % HR de la nectarina Atinea.	103
Gráfica 44. Análisis sensorial tras 3 días de comercialización a 15 °C y 70 % HR de la nectarina Atinea	104

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de hoja de toma de datos empleada para la evaluación de las alteraciones en nectarina Atinea	31
Figura 2: Hoja de evaluación de parámetros de calidad físico-química y de las alteraciones de los limones	32
Figura 3: Coordenadas de color en el sistema Hunter Lab	36
Figura 4. Modelo de hoja de cata empleada para la realización del análisis sensorial de las nectarinas.....	48
Figura 5.- Densidad radicular de raíces de diferentes grosores (menores de 0,5, entre 0,5 y 1,5 y entre 1,5 y 3 mm) para cada perfil de suelo (0-10 y 10-20 cm), en cada distancia al emisor (0, 15, 30 y 45 cm) y para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de tres repeticiones ± ES. Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación	55
Figura 6.- Densidad radicular de raíces de diferentes grosores (menores de 0,5, entre 0,5 y 1,5 y entre 1,5 y 3 mm) para los perfiles: 0-10 cm (izquierda) y 10-20 cm (derecha) y para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones ± ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas a 0, 15, 30 y 45 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación.....	56
Figura 7.- Densidad radicular de raíces de diferentes grosores (menores de 0,5, entre 0,5 y 1,5 y entre 1,5 y 3 mm) para diferentes distancias al emisor: 0, 15, 30 y 45 cm y para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones ± ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas en los perfiles 0-10 y 10-20 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación.....	56
Figura 8.- Densidad radicular de raíces de diferentes grosores (menores de 0,5, entre 0,5 y 1,5 y entre 1,5 y 3 mm) y para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones ± ES (cada repetición es la media de	

las medidas realizadas en los perfiles 0-10 y 10-20 cm y a las distancias del emisor de 0, 15, 30 y 45 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación.....57

Figura 9.- Valores de conductividad eléctrica de suelo (extracto 1:5) en las profundidades 0-10 cm (arriba) y 10-20 cm (abajo), en las distancias al emisor de 0, 15, 30 y 45 cm y en los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de tres repeticiones \pm ES. Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación.....58

Figura 10.- Valores de conductividad eléctrica de suelo (extracto 1:5) en las profundidades 0-10 cm (izquierda) y 10-20 cm (derecha) y en los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones \pm ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas a 0, 15, 30 y 45 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significancia.....58

Figura 11.- Valores de conductividad eléctrica de suelo (extracto 1:5) a diferentes distancias del emisor: 0, 15, 30 y 45 cm y en los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones \pm ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas en los perfiles 0-10 y 10-20 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significancia.....59

Figura 12.- Valores de pH de suelo (extracto 1:5) para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones \pm ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas en los perfiles 0-10 y 10-20 cm y a las distancias del emisor de 0, 15, 30 y 45 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significancia59

1. ANTECEDENTES

1.1 Interés del estudio.

En el presente trabajo, realizado en la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) a través de un contrato de I+D colaboración con Sulfato Cálcico del Mediterráneo S.L, se ha estudiado el comportamiento del abonado con sulfato cálcico (CaSO_4) micronizado (SC) en fertirrigación respecto al abonado convencional con nitrato cálcico [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$] (NC). Para ello se han seleccionado dos frutales; el nectarino extratemprano Atinea y el limonero Fino o Primofiori. Se han elegido estos dos cultivos por su gran interés económico en la Región de Murcia.

La contaminación de las aguas causada, en determinadas circunstancias, por la producción agrícola intensiva es un fenómeno cada vez más acusado que se manifiesta, especialmente, en un aumento de la concentración de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas, así como a la eutrofización de los embalses, estuarios y aguas litorales. De hecho, entre las fuentes difusas que contribuyen a la contaminación de las aguas, la más importante actualmente es la aplicación excesiva o inadecuada de los fertilizantes nitrogenados (RD 261/1996, revisado septiembre 2015). La contaminación de las aguas subterráneas por nitratos constituye uno de los principales problemas de la contaminación de las aguas subterráneas en España. Por ello es de gran importancia reducir los aportes de nitratos en la agricultura desde el punto de vista medioambiental lo que se ha tenido en cuenta en el desarrollo del presente trabajo al considerar el interés del empleo del SC. Pero para poder ser alternativa al NC es preciso que la aplicación del SC se pueda llevar a cabo en buenas condiciones y que no afecte a la producción ni a la calidad de los cultivos que se abonen, ni al sistema de fertirrigación utilizado. Por ello se acomete este trabajo.

1.2 El calcio como nutriente

El calcio (Ca^{++}) es el quinto elemento mineral más abundante en la corteza terrestre con un 3,6-4,2 % (Barba et al., 1991). El Ca^{++} suele ser bastante abundante en los suelos agrícolas españoles, pero al estar presente bajo formas químicas cuya solubilidad es reducida, la disponibilidad del Ca^{++} en la solución del suelo suele ser generalmente baja, por lo que hay que prestarle mucha atención para conseguir su movilización. Sus formas minerales más frecuentes son: carbonatos, fosfatos, sulfatos y algunos silicatos, presentando los dos primeros una solubilidad muy variable y siendo bastante insolubles el resto (Monge et al., 1995).

Este elemento suele ser el catión más abundante en el complejo de cambio del suelo, pero la proporción utilizable depende del grado de saturación. El contenido de iones totales en la solución del suelo varía según el mismo pero en torno al 60-80 % del total de estos iones se encuentra como Ca^{++} . Pero las raíces aprovechan menos del 3 % del Ca^{++} disponible, siendo generalmente suficiente para cumplir con la demanda.

El Ca^{++} mejora la estructura del suelo mediante la floculación de arcillas y en la interacción con el Mg^{++} actúa sobre la absorción del Na^+ y amortigua efectos tóxicos del Al^{+++} y del Na^+ (Ventura, 2016). Es conocido que el Ca^{++} tiene un efecto moderador de los efectos indeseables de la salinidad y, muy en especial, del catión Na^+ en el suelo. Ello es debido a que al ser el bivalente desplaza monovalente (Na^+) del complejo de cambio y mejora la agregación de los suelos salinos. En consecuencia, se puede reducir los efectos tóxicos del Na^+ sobre las plantas en esos suelos salinos mediante una mayor actividad sobre todo del Ca^{++} y, en menor medida, de otros diversos cationes (P, Fe, Mn, Mg, etc).

La absorción del Ca^{++} por la planta es pasiva y no requiere una fuente de energía. Se transporta por la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, su absorción, está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta, por lo cual llega con más dificultad a los órganos con baja tasa de transpiración (frutos y hojas jóvenes). El Ca^{++} no se desplaza fácilmente en las plantas y tiende a acumularse en los órganos viejos. Los síntomas de deficiencia se manifiestan primero en los extremos de los tallos.

El contenido de Ca en las plantas varía entre el 0,1 y el 5 % de su peso seco, dependiendo de la especie, del órgano y de las condiciones de crecimiento (Monge et al., 1995). Se encuentra principalmente en las paredes celulares o en el apoplasto, también se acumula en las vacuolas, siendo baja la acumulación de Ca^{++} en el citosol (Marschner, 2002). Es un elemento necesario para los procesos metabólicos normales de las plantas, para el crecimiento continuo del brote apical de los meristemos de la raíz participando en la translocación de los carbohidratos, juega un papel importante en la utilización del N por las plantas y como constituyente de la pared celular. El Ca se encuentra en la planta tanto en forma mineral soluble como insoluble (oxalato, pectato, fosfato y carbonato). Como oxalato de calcio se encuentra constituyendo las membranas celulares. En plantas jóvenes el Ca se encuentra en el protoplasma y en las membranas celulares. En plantas adultas se encuentra en las vacuolas en forma de oxalato. Como pectato de calcio da estabilidad a las paredes celulares. (<http://www.fagro.mx/nutricion-vegetal.html>)

El Ca activa una gran cantidad de enzimas que participan en el desarrollo vegetal, junto con el Mg y el K. Ayuda a neutralizar los ácidos orgánicos en la planta y contribuye a mejorar la resistencia a enfermedades. Su principal papel fisiológico es el de activar el crecimiento de los sistemas radiculares jóvenes. La división y el alargamiento celular también son regulados por el Ca^{++} . Es el principal catión presente en la lámina media de las paredes celulares, en la cual el pectato de calcio es el principal componente. Es de fundamental importancia para la permeabilidad de la membrana y el mantenimiento de la pared celular. Es un elemento fundamental, que forma parte de hojas, frutos, tallos y raíces en proporciones importantes (% en materia seca): Raíces y tallos, 1, 2; Hojas, 0,9; Ramas, 0,6 y Frutos, 0,2 (Vang-Petersen, 1980; Monge, 1995)

Los problemas de falta de Ca^{++} en las frutas se presentan incluso en suelos con contenidos adecuados del elemento, y muchas veces están relacionados con desequilibrios con otros cationes como Mg^{++} y K^+ . Estos son más fácilmente absorbidos por los pelos radicales de las raíces y transportados a las hojas y frutos vía floema. Ambos nutrimentos pueden moverse desde esos órganos a otras partes de la planta en respuesta a la demanda metabólica. En contraste, la absorción de Ca^{++} es más restringida y puede ser afectada por exceso de K^+ y Mg^{++} en el suelo (Molina, 2002).

El suministro adecuado de Ca^{++} que garantice un buen contenido en la fruta también está relacionado con un mejor comportamiento de la misma durante el almacenamiento postcosecha. De hecho, la incidencia de enfermedades postcosecha puede ser prevenida cuando hay suficiente Ca^{++} en la fruta. (Molina, 2002)

1.3 Abonado cálcico

En la actualidad, el compuesto más usado en la fertilización cálcica en la mayoría de cultivos tradicionales es el NC, obtenido de síntesis industrial, siendo el SC, también denominado “yeso agrícola”, una forma en la que se puede incorporar Ca^{++} en la fertilización mineral de los cultivos. Es de reseñar que el SC presenta las notables ventajas de ser un compuesto natural obtenido mediante la molienda de la roca mineral natural de yeso, apto por tanto para uso en cultivos ecológicos, para lo que está certificado, y tener un considerable menor precio que otros fertilizantes cálcicos. Además, puede ayudar a reducir el grave problema de contaminación por nitratos que sufren muchas zonas de España y, particularmente, el sureste peninsular, como está ocurriendo en el entorno del Mar Menor en la Región de Murcia. Sin embargo, presenta el inconveniente de la relativa dificultad de su incorporación en los sistemas agrícolas habituales de riego localizado por presentar una baja solubilidad,

solo 2,9 g/L para tamaños de partículas menores a 0,5 mm (Pérez-Pastor y De La Rosa, 2014). Por ello se han de desarrollar formas de presentación y protocolos adecuados de uso en fertirrigación que superen esas restricciones y se adapten bien a cada instalación.

Es conveniente para la óptima aplicación en fertirrigación del SC controlar la temperatura del agua de los tanques de abonado, puesto que si es demasiado baja se pueden acentuar los problemas de solubilidad. Otro factor de importancia es la necesidad de adicionar el producto de forma lenta a los tanques de abonado y en continua agitación para evitar procesos de sedimentación.

En cuanto a la composición química de los dos tipos de abonados cálcicos comentados, el NC aporta el 14,5 % de N en forma nítrica, en torno al 1 % en forma amoniacal y un 27 % de CaO totalmente soluble. Por su parte, el SC aporta un 0,01 % de N en forma nítrica y un 29,38 % de CaO.

2. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente trabajo aborda como objetivo primordial la evaluación del efecto de la fertilización con SC en la formulación comercial de Yescal, preparado por Sulfato Cálcico del Mediterráneo S.L., aplicado en régimen de riego localizado por goteo, sobre la calidad global de la nectarina extratemprana Atinea, de pulpa amarilla y epidermis roja y sobre el limón Fino. Dicho efecto se ha evaluado comparativamente con la aplicación del NC y en el caso de la nectarina con lo sucedido a un Testigo sin abonado cálcico.

Se ha llevado a cabo la evaluación de los atributos de calidad más representativos de los frutos a lo largo del periodo de recolección comercial habitual. Igualmente se efectuó la determinación de los atributos físico-químicos de calidad transcurridos unos períodos habituales en la industria especializada de exportación para la conservación y transporte frigorífico y para la venta al detalle. Además, en las nectarinas se han efectuado a cabo determinaciones de la actividad respiratoria y de la emisión de etileno del fruto para conocer su comportamiento fisiológico además de un estudio particular de las raíces del suelo de ambas parcelas, las abonadas con SC y las abonadas con NC.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Material vegetal

Las nectarinas extratempranas Atinea (*Prunus persica* var. *nectarina*) empleadas en el ensayo (Fotografía 1) se cosecharon en una finca propiedad de Frutas Esther S.A., situada en la Vega Media del Segura, en el Término Municipal de Archena (Murcia). La primera recolección tuvo lugar el 6 de mayo y se extendió hasta el 22 de mayo de 2017 fecha en la que se produjo la última cosecha. Para el presente estudio se ha seleccionado una parcela en plena producción, cultivada sobre el patrón 272-4NJ. Es de epidermis color rojo intenso y pulpa amarilla, con forma redonda, sin punta, con pocos problemas de hueso roto y de cracking. Tiene un calibre dominante A (viverosvipesa.com, 2016).



Fotografía 1: Nectarinas Atinea el 6 de mayo de 2017, justo antes de la cosecha.

Los limones Finos (*Citrus limon*) (Fotografía 2) empleados en el ensayo se cosecharon en una finca propiedad de FRUGARVA S.A. en la explotación agrícola denominada El Aguilucho, situada en el Término Municipal de Alhama de Murcia. La recolección tuvo lugar el 22 de marzo de 2017.

Para los ensayos de campo en limón Fino se ha dispuesto de dos parcelas con una superficie análoga e igual número de árboles, seleccionadas de acuerdo con los técnicos de la Empresa. Las referidas parcelas han debido reunir las características idóneas para los ensayos a efectuar, siguiendo las recomendaciones efectuadas. El fruto es esférico u ovalado, con un pezón corto, de corteza lisa y delgada. La pulpa es jugosa con alto contenido en zumo y pocas semillas. El árbol es vigoroso, productivo y posee espinas.



Fotografía 2: Árbol de limonero Fino seleccionado y limones cosechados

3.2 Abonado

El cultivo de nectarina Atinea y limón Fino fue abonado con SC y con NC mediante riego por goteo en fertirrigación. La empresa Sulfato Cálculo del Mediterráneo S.L. ha aportado el SC comercial (Fotografía 3) denominado (Yescal) cuya composición es del 18 % de CaSO_4 como riqueza mínima y 30 % de CaO . El $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ que se ha aportado en ambas explotaciones de la marca AICL, de Fuentes S.L., con una riqueza en N total del 15,5 % y del 27 % de CaO .



Fotografía 3: Saco de 20 kg de Sulfato Cálculo comercial

3.3 Trabajo experimental en campo

Con este trabajo se pretende valorar en campo la posibilidad de utilizar el SC en unos cultivos de nectarinos Atinea y de limoneros Finos ambos en plena producción.

La función esencial del SC en el mismo será actuar como un corrector de Ca^{++} en el suelo y se aportará en fertirrigación por goteo, aplicándolo periódicamente al cultivo, siguiendo las pautas habituales para este cultivo en la zona. También se trató de estudiar el efecto de la utilización de SC respecto al NC para el crecimiento radicular del suelo en el cultivo de nectarina.

3.3.1 Distribución e identificación de los diferentes tratamientos.

En las parcelas seleccionadas se tomaron 5 filas de árboles de su interior, al objeto de evitar la influencia de cultivos adyacentes, y se tuvo en cuenta en la selección de los 5 árboles por tratamiento evitar el efecto, por lo que los 2 primeros árboles de cada fila fueron descartados.

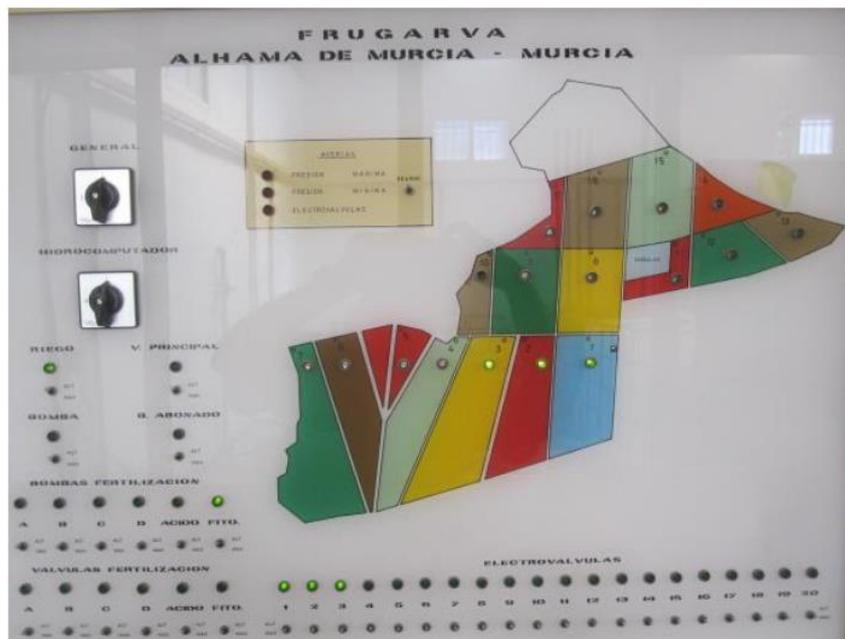
El sector seleccionado en la explotación de nectarinos Atinea tiene una superficie de unas 14 has con un número total de árboles de 7.276 y fue plantado en 2008 con un marco de plantación de 6 x 3,2 m. La distribución de cada tratamiento se puede observar en la Fotografía 4. El Testigo, sin fertilización cálcica añadida a la habitual, consta de una línea compuesta por 26 árboles en total, el tratamiento (NC) cuenta con dos líneas con un total de 52 árboles. Se efectuó así para adaptarse a las posibilidades que ofrecía la explotación comercial, sin dificultar en exceso el trabajo en ella. Por su parte, la de (SC) cuenta con 7.276 árboles en total, de los cuales se tomaron 2 líneas para llevar a cabo su seguimiento.

Toda la superficie se encuentra techada bajo malla, otorgándole una protección contra el posible granizo y los vientos, con lo que se pretende reducir el ramaleo y los daños por granizo.



Fotografía 4: Distribución de las filas correspondientes a cada tratamiento. (1: Sulfato cálcico, 2: Nitrato cálcico, 3: Testigo) (Google Maps, 2017)

Las parcelas seleccionadas para llevar a cabo el ensayo en los limoneros se encuentran situadas en el paraje denominado El Aguilucho en la ladera de la Sierra de Carrascoy, en Alhama de Murcia. Las dos parcelas 1 (que incluye los sectores 1, 2 y 3, abonados con SC y 2 (que incluye los sectores 4, 5 y 6, abonados con NC del ensayo cuentan con una superficie de 24 ha, con un total de 5.000 árboles en cada parcela, a un marco de plantación de 6 por 8 m, teniendo un total de 208 árboles por ha. La Fotografía 5 recoge un esquema de la distribución de las parcelas y sectores.



Fotografía 5: Esquema del sistema de riego en El Aguilucho. Se aprecian las distintas parcelas y sus sectores (se puede observar que se está regando en el 1, 2 y 3), objeto de las experiencias

3.3.2 Sistema de riego.

3.3.2.1 Nectarina:

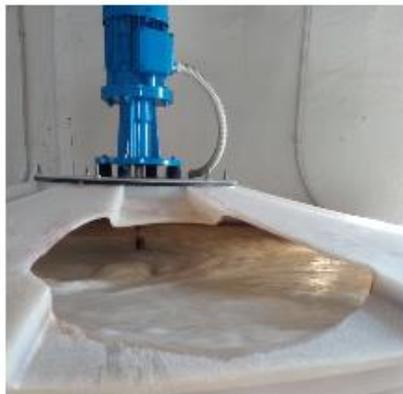
La red de riego para cada fila de árboles tiene 2 tuberías de polietileno de 16 mm, que cuentan como media con 2,3 goteros integrados por árbol, del tipo autocompensante, con un caudal medio de 1,9 L/h cada uno.

El CaSO_4 se ha incorporado a los nectarinos a través del sistema de riego localizado por goteo de la explotación, mediante una bomba inyectora, al igual que el

resto de fertilizantes habituales. Para ello, la explotación agrícola dispone de un cabezal centralizado de riego que cuenta con los siguientes elementos:

- Un depósito o cuba de mezclas de 2.000 L, para preparar la solución nutritiva a inyectar.
- Un agitador eléctrico que mediante un eje rígido hace girar una hélice en el fondo de la cuba de mezclas. El electro agitador entraba en funcionamiento al aportar el SC y se mantenía durante toda la aplicación.
- Una bomba inyectora con 1,2 kg de presión de agua, con un volumen de inyección de hasta 1.000 L/h.

Para incorporar el NC al sector seleccionado de 2 filas de 26 árboles cada una, se ha extraído una tubería de riego desde la tubería general, que se ha hecho llegar hasta esos 52 nectarinos, puesto que ambos están bastante próximos al cabezal y se ha evitado así que se produzca una caída significativa de la presión.



Fotografías 6, 7 y 8: Sistema de fertirrigación en la explotación de Frutas Esther S.A.

3.3.2.2 Limón:

La incorporación del SC a los limoneros se ha efectuado a través del sistema de riego (Fotografías 9, 10, 11 y 12), que está constituido por los siguientes elementos:

- depósito de mezclas de 1.000 L para preparar la solución madre a inyectar.
- agitador de hélice, a una distancia del fondo de unos 2-3 cm (Fotografías 5 y 9).
- bomba inyectora de 250 L/h.



Fotografías 9, 10, 11 y 12: Sistema de fertirrigación en la explotación agrícola El Aguilucho de FRUGARVA S.L.

3.3.3 Aplicación de abonado

3.3.3.1 Nectarina:

Se ha bloqueado todos los posibles aportes de Ca en los sectores de ensayo de cultivos distintos del $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ y del CaSO_4 para evitar posibles interferencias que puedan alterar los resultados, ya que se ha pretendido valorar en campo el Ca que asimila el cultivo.

La primera aplicación de ambos se efectuó el 20 de enero de 2017, cuando se inició el periodo de abonado de los nectarinos. En cuanto al CaSO_4 , se aplicaron 25 kg (3,43 g/árbol) semanalmente desde el 20 de enero hasta el 31 de marzo, donde se empezó a aplicar 50kg semanales (6,87g/árbol, siguiendo un protocolo de 15 minutos de pre-riego, seguido de 2 horas de abonado y de 30 minutos de post-riego, al duplicar la dosis la duración del riego también se duplicó. El número de árboles a regar era de 7.276 es decir, 520 árboles/ha. Se aplicaron 593 kg de calcio como CaSO_4 . Los árboles a regar de las dos filas de NC fue de 56 y la cantidad aportada de $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ fue de 6,8 kg, repartidos en 17 riegos de 400 g cada uno, en un total de 17 riegos, por lo se aplicaron 7,14 g/árbol.

Durante la campaña se aumentó o disminuyó la dosis de CaSO_4 , a semejanza de lo que sucedía con el $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$, según el criterio sobre fertilización de la Dirección Técnica de Frutas Esther S.A.

3.3.3.2 Limón:

Respecto al abonado llevado a cabo en los limones en la finca del Aguilucho, se aportaron 25 kg/semana de SC y 115 kg/semana de NC durante 52 semanas haciendo un total 1.300 kg de SC, mientras que en el caso del NC se aportaron 6.000 kg. El ensayo estuvo dividido en dos sectores de 24 ha cada uno, con 208 árboles/ha. El $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ presenta una riqueza del 27% por lo tanto, supuso 47,32 UF/ha y 227,14 g/árbol mientras que el CaSO_4 tuvo una riqueza del 29,38% dando unas 11,36 UF/ha y 54,56 g/árbol. La diferencia entre los kg de uno y otro tratamiento se debe a la baja solubilidad que presenta el SC de 2,9 g/L y a que la bomba inyectora es de 250 L/h y tiene el inconveniente de que cada cierto tiempo se calienta y tiene que hacer una pausa de 2 minutos por lo que la duración del riego total es de 15 min de prerriego solo con agua más 2 horas de riego y otros 45 min de post-riego.

Las dosis de $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ fueron aumentando o disminuyendo según el criterio de fertilización de la Dirección Técnica de FRUGARVA S.L.

3.3.4 Estado del cultivo durante la experiencia

3.3.4.1 Nectarina:

Mediante la documentación gráfica se aporta la información correspondiente al aspecto experimental del cultivo de nectarinos Atinea durante su evolución (Fotografía 13, 14, 15, 16 y 17).



Fotografía13: Estado de la plantación de nectarinos Atinea el 14 de enero de 2017, fecha en la que comenzaron las aportaciones cálcicas



Fotografía 14: Estado de la plantación de nectarinos Atinea, el 17 de febrero de 2017.



Fotografía 15: Estado de la plantación de nectarinos Atinea, el 11 de marzo de 2017.



Fotografía 16: Estado de la plantación de nectarinos Atinea, el 13 de abril de 2017.



Fotografía 17: Estado de la plantación de nectarinos Atinea, el 6 de mayo de 2017

Como se puede apreciar en las diferentes Fotografías aportadas, no se aprecian diferencias visuales en la evolución del cultivo entre los tres tipos de abonados (NC, SC y Testigo). El desarrollo de los árboles marcados, para llevar un seguimiento más controlado, fue homogéneo y similar durante todo el ensayo.

3.3.4.2 Limón:

Mediante la documentación gráfica se aporta la información correspondiente al aspecto experimental del cultivo de limón Fino en la época de su recolección (Fotografías 18 y 19)



Fotografía 18: Estado de la plantación de limoneros Fino el día 22 de marzo de 2017, fecha en que se efectuó la cosecha.



Fotografía 19: Recolección del limón Fino y posterior descarga en el almacén de FRUGARVA S.L.

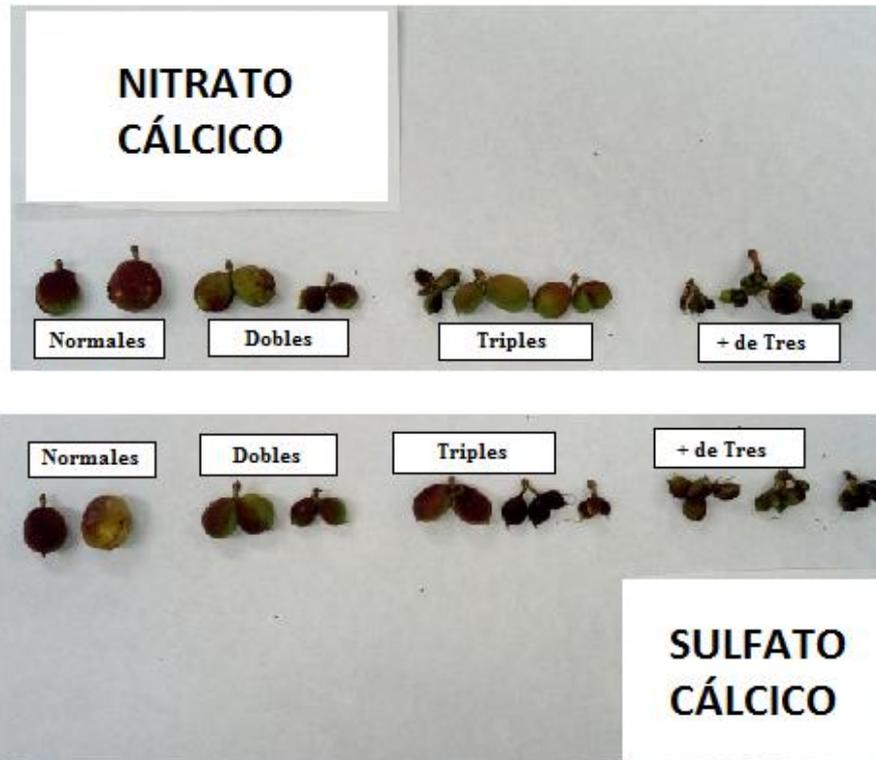
3.3.5. Muestreo y análisis químicos

Se tomaron muestras del agua de riego del embalse, del suelo, de las hojas de los nectarinos de los sectores tratados con NC, SC y Testigo, con objeto de realizar los ensayos analíticos pertinentes para conocer los niveles del Ca en el suelo y hojas a lo largo de la campaña de estudio. También se tomaron las muestras de frutos correspondientes a ambos sectores para efectuar su caracterización y su análisis físico-químico.

También se optó por contabilizar la cantidad de frutos dobles que se obtuvieron en 2 árboles de los tratamientos de SC y NC con el objeto de apreciar alguna diferencia significativa, y se procedió a hacer una escala de los diferentes tipos de frutos que se observaron en el momento del conteo. (Fotografía 20)

Sobre las muestras de agua, de hojas y de se efectuaron diversos análisis químicos en los laboratorios de Ecosur S.L., situado en Lorquí (Murcia).

Por su parte, en los laboratorios y Planta Piloto del Grupo de Postrecolección y Refrigeración de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la UPCT se efectuaron los análisis físico-químicos y de calidad de los frutos, así como los ensayos tanto de la conservación frigorífica como de la comercialización de las nectarinas.



Fotografía 20: Diferencias entre los diversos frutos dobles contados de cada tratamiento.

3.4. Conservación postrecolección

La conservación de los frutos a bajas temperaturas influye en diferentes procesos biológicos como son:

- **Respiración:** Es el principal proceso de deterioro de los frutos y es atenuado por las bajas temperaturas, que logran disminuir la tasa respiratoria y la pérdida excesiva de agua, así como la velocidad de las reacciones bioquímicas y enzimáticas (Guerra, 1996).

- **Deshidratación:** Las pérdidas de peso en los frutos se incrementan como consecuencia de la transpiración después de la cosecha y significa una disminución de la calidad y aceptabilidad y pérdidas económicas. Las pérdidas de peso suelen ocasionar mermas superiores al 5 % durante la comercialización y al 7 % en la conservación frigorífica durante tres meses y posterior comercialización (Jiménez-Cuesta y col., 1983). Las condiciones de baja humedad provocan un incremento de la transpiración y por tanto una elevada pérdida de agua, lo que acelera la senescencia del fruto y una marcada pérdida de la calidad, tanto por la aparición de arrugas en la corteza así como por el encogimiento y ablandamiento (Guerra, 1996).

- Pérdida de la calidad y senescencia: En la post-cosecha, los frutos evolucionan hacia la senescencia con pérdidas de calidad, ablandamiento, pérdida de acidez, vitamina C y características organolépticas (sabor y comestibilidad). La velocidad de reacción de los procesos metabólicos, que llevan a la pérdida de calidad, se duplica por cada 10 °C de aumento de la temperatura y en el tramo de 0 a 10 °C puede llegar incluso a sextuplicarse (Martínez- Jávega, 1997).

- Podredumbres: La aplicación del frío disminuye los riesgos de aparición y desarrollo de ciertos agentes causantes de alteraciones como bacterias, hongos y levaduras (Tuset, 1987, Mosqueda, 1995; Saucedo y Arévalo, 1997 y Galán, 1999).

Aunque es importante señalar que el frío puede disminuir la acción de los microorganismos, pero no inhibe la germinación de esporas de los patógenos que contaminan a las frutas. Para reducir la incidencia de alteraciones patológicas durante el almacenamiento frigorífico se deben tomar una serie de medidas higiénicas y profilácticas que van desde evitar el máximo de heridas y golpes en la recolección y transporte al almacén, pasando por una periódica limpieza y desinfección de las cajas de campo, línea de manipulación, almacén y cámaras frigoríficas y se completan con un tratamiento fungicida aplicado a la fruta (Tuset, 1999).

3.4.1 Nectarina:

Tras la recolección efectuada del 15 de mayo de 2017, cumpliendo con los criterios comerciales, se tomaron frutos de cada uno de los tres tratamientos (NC, SC y Testigo) para su conservación frigorífica. Los frutos fueron colocados en bandejas con alveolos (Fotografía 21). El número de bandejas empleado fue de 10 por cada tratamiento.



Fotografía 21: Nectarinas Atinea en bandejas con alveolos listas para su conservación frigorífica

Se realizó una conservación frigorífica a $1 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ y 90 % HR (inicio 15 de mayo de 2017) durante un periodo de 15 días (salida de conservación a $1 \text{ }^\circ\text{C}$, el 30 de mayo de 2017). Transcurrido este tiempo se llevó a cabo un periodo adicional de 3 días a $15 \text{ }^\circ\text{C}$ y 70 % HR para simular la comercialización y venta al detalle (salida de comercialización a $15 \text{ }^\circ\text{C}$, el 2 de junio de 2017). En la Fotografía 16 se puede observar la disposición de las bandejas de nectarinas para su conservación en el interior de la cámara de refrigeración de la Planta Piloto de la UPCT.



Fotografía 22: Bandejas con nectarinas Atinea en el interior de la cámara de refrigeración

Es esencial controlar la temperatura de frigoconservación puesto que las nectarinas son susceptibles de sufrir una alteración fisiológica denominada daños por frío cuando son almacenadas a temperaturas entre 2 y $7 \text{ }^\circ\text{C}$, que ha sido denominado “el rango de la muerte” (Crisosto et al., 1997; Crisosto y Valero, 2006).

En los días 0 (inicial), 15 (fin de conservación) y 18 (fin de comercialización) se determinaron los siguientes parámetros:

- Análisis físico-químicos en los que se determinaron color, firmeza, pH, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) e índice de madurez (SST/AT).
- Pérdida de peso tras la conservación y la comercialización.
- Evaluación de alteraciones.
- Análisis sensorial

3.4.2 Limón:

Tras la recolección el 22 de marzo de 2017, para facilitar la supervivencia comercial de los limones, se aplicó un tratamiento en duchadora (“drencher”) consistente en Textar I, concentrado emulsionable (E.C.) a base de imazalil 22,5 % p/v; en una dosis de 0,20 bravatia (R), propiconazol 10 % p/v; dosis al 0,60 % Textar COAD 23P 5A, coadyuvante a base de peróxido al 23 % y peracético al 5 %; Dosis: 0,50 %.

Seguidamente, tras el secado al aire ambiente de los limones en la propia Empresa, se trasladaron los frutos a la Planta Piloto de la UPCT. Siguiendo criterios comerciales, se tomaron frutos de los dos tratamientos (NC y SC) para su conservación frigorífica. Los frutos fueron colocados en mallas (Fotografía 22). El número de mallas empleado fue de 20 por cada tratamiento separando las 20 mallas en dos temperaturas (2 y 7 °C) seleccionadas por ser las más habituales durante la distribución comercial, por lo que 10 mallas de cada tratamiento fueron puestas a 2 °C y otras 10 a 7 °C con el objetivo de tener 5 mallas de cada tratamiento y diferente temperatura para cada una de las salidas previstas de conservación y comercialización.

Se realizó una conservación frigorífica a 2 °C y 7 °C con un 80-85% HR (inicio 23 de marzo de 2017) durante un periodo de 21 días (salida de conservación, el 12 de abril de 2017). Transcurrido este tiempo se llevó a cabo un periodo adicional de 5 días a 20 °C y un 60-65 % HR para simular la comercialización y venta al detalle (salida de comercialización a 20 °C, el 17 de abril de 2017). En la Fotografía 23 se puede observar la disposición de las cajas de limones para su conservación en el interior de la cámara de refrigeración de la Planta Piloto de la UPCT.



Fotografía 23: Cajas con mallas de limones Fino en el interior de la cámara de refrigeración

En los días 0 (inicial), 21 (fin de conservación) y 26 (fin de comercialización) se evaluaron los siguientes parámetros:

- Análisis físico-químicos en los que se determinaron color, firmeza, pH, SST, AT y SST/AT.
- Pérdida de peso tras la conservación y la comercialización.
- Evaluación de alteraciones.
- Análisis sensorial

3.5 Análisis y determinaciones de la calidad postcosecha

Para llevar a cabo los análisis físico-químicos correspondientes se tomaron al azar muestras de 10 frutos de cada uno de los tratamientos de abonado en el caso de las nectarinas mientras que en el caso de los limones se tomaron 5 mallas de 20 limones de cada malla y para cada temperatura.

Los parámetros medidos fueron peso, diámetro ecuatorial, diámetro longitudinal, firmeza, color, pH, AT, SST y cociente SST/AT.

3.5.1 Rendimiento del cultivo

Para cuantificar el rendimiento del cultivo se llevó a cabo el pesado mediante báscula de todos los frutos recolectados, expresado en kg. En cada recolección se pesaron los frutos de cada uno de los 5 árboles previamente seleccionados de cada tratamiento, obteniendo los valores medio y acumulado.

3.5.2 Alteraciones de la fruta tras la cosecha

Existen una serie de alteraciones comunes de la nectarina, que tienen lugar en la precosecha como son el rajado o cracking, daños por trips (*Frankliniella occidentalis*), oídio (*Sphaerotheca pannosa*), ramaleo y hueso roto. Cabe destacar que este año se ha observado una relativamente fuerte incidencia de rajado del pedúnculo del fruto debido principalmente a una ola de calor que hubo a principios de mayo. A continuación se muestran unas imágenes con las alteraciones citadas.



Fotografía 24: Nectarina Atinea con trips moderado (izqda.) y con oídio leve (dcha.)



Fotografía 25: Nectarina Atinea con oidio moderado (arriba) cracking extremo (izqda.) y ramaleo extremo (dcha.)



Fotografía 26: Nectarina Atinea con hueso roto (izqda.) y pedúnculo rajado (dcha.)

Uno de los principales problemas postcosecha que tiene lugar durante el almacenamiento refrigerado de las nectarinas es la aparición de desórdenes fisiológicos conocidos como daños por frío. Son muy variados y generalmente internos (se manifiestan en la pulpa). Los más frecuentes son el pardeamiento interno, la harinosidad y el enrojecimiento interno de la pulpa y en menor medida la transparencia de la pulpa. En el pardeamiento interno los tejidos dañados se oscurecen adquiriendo tonos marrones como consecuencia de la oxidación de compuestos fenólicos. La harinosidad o lanosidad se caracterizan por una pulpa pastosa, con pérdida de jugosidad y brillo. El enrojecimiento interno o sangrado se caracteriza por un enrojecimiento de coloración excesiva en las variedades que presentan normalmente un enrojecimiento de la pulpa alrededor del hueso. (Artés y Fernández-Trujillo, 1999; Lurie y Crisosto, 2005; Almenar et al., 2013).



Fotografía 27: Enrojecimiento interno de nectarina Atinea en una escala graduada para los diferentes tratamientos de abonado.

En cítricos, los daños pueden mostrar diversas sintomatologías (Grierson, 1986; Wardovskiy y col., 1986). El más común es el picado (“pitting”) en el que áreas discretas de la piel colapsan formando lesiones hundidas. Las mismas tienden a juntarse, siendo la demarcación entre las lesiones y el tejido epidérmico sano muy

definida. Estos mismos autores plantean que a temperaturas cercanas a 0 °C, ocurre un escaldado superficial en lugar del picado.

La susceptibilidad de los cítricos a bajas temperaturas depende de la especie y variedad, siendo los pomelos y limones los más sensibles (Guerra, 1996). Además influyen numerosos factores tanto previos a la cosecha como posteriores a ella. Entre ellos se incluyen: el patrón, condiciones ambientales, tratamientos durante el cultivo, condición del árbol y madurez de la fruta. Una recolección cuidadosa también es importante.

A continuación se muestran una serie de alteraciones del limón Fino que fueron observadas en las sucesivas caracterizaciones que se llevaron a cabo.



Fotografía 28: Daño por frío (picado o “pitting”) grave



Fotografía 29: Ramaleo sobre el flavedo.



Fotografía 30: Ramaleo y golpe



Fotografía 31: Oleocelosis moderada.



Fotografía 32: Adustiosis severa.

Para identificar las alteraciones de las nectarinas y limones se han llevado a cabo tres evaluaciones de calidad para cada uno de los tres tratamientos de abonado correspondiendo a los siguientes momentos y fechas:

- Primero: Al inicio de conservación

- Segundo: A la salida de la conservación tras 11 días a 1 °C y 90 % HR (nectarina) y 21 días a 2 °C y 7 °C respectivamente con un 80-85% de HR (limones).

- Tercero: A la salida de la comercialización tras 3 días a 15 °C y 70 % HR (nectarinas) y 5 días a 20°C y un 60-65 % HR (limones) .

En cada evaluación de las nectarinas se midieron parámetros de firmeza, ablandamiento del ápice, cracking, trips, ramaleo, hueso roto, hueso dañado, oídio, deformaciones, podredumbres, enrojecimiento interno de la pulpa y apariencia visual. En las evaluaciones de los limones, se midieron parámetros de firmeza, apariencia, podredumbres, daños por frío, peteca, ramaleo, golpes, oleocelosis, adustiosis y piojo.

Para cuantificar cada uno de los parámetros anteriormente citados en las nectarinas, se aplicó una escala específica en su evaluación, como se exponen a continuación.

- Apariencia visual

1: Muy mala, 2: Mala, 3: Regular (límite aceptable de comercialización), 4: Buena, 5: Muy Buena

- Firmeza

1: Muy blando, 2: Blando, 3: Moderada (límite aceptable de comercialización), 4: Firme, 5: Muy firme

- Trips, ramaleo y cracking

1: Extremo, 2: Severo, 3: Moderado (límite aceptable de comercialización), 4: Leve, 5: Ausencia

- Oídio y otras podredumbres

1: Extremo, 2: Severo, 3: Moderado, 4: Leve (límite aceptable de comercialización), 5: Ausencia

- Ablandamiento del ápice, enrojecimiento interno de la pulpa y huesos rotos o dañados

1: Presencia, 2: Ausencia

- Deformaciones

1: Extrema, 2: Moderada (límite aceptable de comercialización), 3: Ausencia

Para los limones se tomó una escala específica para su evaluación diferenciándola de las nectarinas en la que todos los parámetros van de la escala del 1 al 5 siendo:

- Apariencia visual

1: Muy mala, 2: Mala, 3: Regular (límite aceptable de comercialización), 4: Buena, 5: Muy buena

- Firmeza

1, Muy blando, 2: Blando, 3: Moderado (límite aceptable de comercialización), 4: Firme, 5: Muy Firme

- Daños por el frío

1, Ausencia, 2: Leve (límite aceptable de comercialización), 3: Moderado, 4: Severo, 5: Extremo

- Peteca

1, Ausencia, 2: Leve (límite aceptable de comercialización), 3: Moderado, 4: Severo, 5: Extremo

- Ramaleo

1, Ausencia, 2: Leve, 3: Moderado (límite aceptable de comercialización), 4: Severo, 5: Extremo

- Golpes

1, Ausencia, 2: Leve, 3: Moderado (límite aceptable de comercialización), 4: Severo, 5: Extremo

- Oleocelosis

1, Ausencia, 2: Leve, 3: Moderado (límite aceptable de comercialización), 4: Severo, 5: Extremo

- Adustiosis

1, Ausencia, 2: Leve, 3: Moderado (límite aceptable de comercialización), 4: Severo, 5: Extremo

- Araña roja

1, Ausencia, 2: Leve, 3: Moderado (límite aceptable de comercialización), 4: Severo, 5: Extremo

- Piojo blanco

1, Ausencia, 2: Leve, 3: Moderado (límite aceptable de comercialización), 4: Severo, 5: Extremo

Los resultados que se obtuvieron para la firmeza, cracking, trips, oídio, ramaleo, apariencia visual y podredumbres se representan expresados con valores entre 1 y 5 en función de la escala de evaluación citada anteriormente. Los resultados de cada parámetro van acompañados de la desviación estándar. Por su parte, los valores para el ablandamiento del ápice, las deformaciones, el enrojecimiento de la pulpa y los huesos rotos y dañados se representan cómo % del total de frutos analizados en cada ocasión.

En los limones, los resultados que se obtuvieron para la firmeza, apariencia, podredumbres, daños por frío, peteca, ramaleo, golpes, oleocelosis, adustiosis y piojo se ofrecen expresados con valores entre 1 y 5 en función de la escala de evaluación citada anteriormente. Los resultados de cada parámetro van acompañados de la desviación estándar.

En la Figura 1 se presenta la hoja de evaluación de las alteraciones de los tres tratamientos en nectarina Atinea.

Fecha:												Número:	
Peso:		Tratamiento:										Anotaciones:	
Firmeza	Pedúnculo rajado	Ablandamiento ápice	Cracking	Trips	Ramaleo	Hueso ro to	Hueso dañado	Oídio	Deformaciones	Apariencia visual	Podridos		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													

Apariencia visual:

- 1- Muy mala
- 2- Mala
- 3- Regular (lim. comercial)
- 4- Buena
- 5- Muy buena

Firmeza:

- 1- Muy blando
- 2- Blando
- 3- Moderada (límite)
- 4- Firme
- 5- Muy firme

Escala de daños:

Trips, ramaleo, cracking, oídio y podridos

- 1- Extremo
- 2- Severo
- 3- Moderado
- 4- Leve (límite)
- 5- Ausencia

Abland. Ápice, hueso roto y dañado, P.r.

- 1- Presencia
- 2- Ausencia

Deformaciones

- 1- Extrema
- 2- Moderada (límite)
- 3- Ausencia

Figura 1. Modelo de hoja de toma de datos empleada para la evaluación de las alteraciones en nectarina Atinea.

En la Figura 2 se presenta la hoja de evaluación de las alteraciones de los dos tratamientos en limón Fino.

							Hoja de evaluación de limones											Empresa:		
							Día:		Estado de conservación:											
							Tratamiento:													
							Observaciones:													
Nº de Caja	Nº de fruto	Apariencia (1-5)	Firmeza (1-5)	Calibre ecuát (mm)	Calibre polar (mm)	Podredumbres (sn)	Daño por frío (1-5)	Petea (1-5)	Ramaleo (1-5)	Golpes (1-5)	Oleocelosis (1-5)	Adustosis (1-5)	Araña roja (1-5)	Pejo blanco (1-5)	SST (°brix)	pH	AT- gNaOH utiliz	Observaciones		
	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
	6																			
	7																			
	8																			
	9																			
	...																			
	30																			
	31																			
	32																			
	33																			
	34																			
	35																			
	36																			
	37																			
	38																			
	39																			
	40																			
Media (%)																				
% (1-5)																				

Figura 2: Hoja de evaluación de parámetros de calidad físico-química y de las alteraciones de los limones.

3.5.3 Peso.

El pesado se realizó con una balanza (Gram precisión, Barcelona, España) calibrada en cada muestreo. En nectarinas se realizaron un total de 7 mediciones de peso en diferentes fechas comprendidas entre el 6 de mayo y el 30 de mayo, tomando para cada medición 10 frutos. Se obtuvo un valor medio de los pesos individuales de los frutos y su correspondiente desviación estándar.

En los limones se realizaron 3 mediciones en diferentes fechas comprendidas entre el 23 de marzo y el 17 de abril, tomando para cada medición 100 limones de cada tratamiento dividido en 5 muestras de 20 limones. Se obtuvo el valor total de los frutos.

3.5.4 Calibre ecuatorial y longitudinal.

Para realizar la medida de los diferentes calibres (Fotografía 33) se empleó un pie de rey digital (Mitutoyo Corporation, Japón).



Fotografía: 33 Pie de rey digital (Mitutoyo Corporation, Japón).

Los valores de diámetro mínimo y máximo ecuatorial del fruto, permitidos para la comercialización de nectarinas se recogen en la Tabla 1, junto con la clasificación de cada calibre y su peso.

Tabla 1. Valores de comercialización de melocotones y nectarinas. Fuente: Reglamento UE N° 543/2011 de la Comisión, de 7 de junio de 2011.

	código	diámetro o		peso	
		de (mm)	a (mm)	de (g)	a (g)
1	D	51	56	65	85
2	C	56	61	85	105
3	B	61	67	105	135
4	A	67	73	135	180
5	AA	73	80	180	220
6	AAA	80	90	220	300
7	AAAA	> 90		> 300	

Los valores de diámetro mínimo y máximo ecuatorial del fruto, permitidos para la comercialización de limones se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de comercialización de limones. Fuente: Reglamento UE N° 543/2011 de la Comisión, de 7 de junio de 2011.

	Código de calibre	Diámetro (mm)
Limonos	0	79 - 90
	1	72 - 83
	2	68 - 78
	3	63 - 72
	4	58 - 67
	5	53 - 62
	6	48 - 57
	7	45 - 52

3.5.5 Color.

Tomando como base la teoría de los colores oponentes de Hering, que dice que la respuesta de los conos rojos, verdes y azules se re-mezclan en sus codificadores opuestos a medida que se desplazan a lo largo del nervio óptico hasta el cerebro, Hunter desarrolló en 1948 el sistema L^* , a^* , b^* (Calvo y Durán, 1997). Tanto la escala de color L , a , b de Hunter como la CIE L^* , a^* , b^* emanan del sistema CIE XYZ. Sin embargo, la CIE recomienda el uso de CIE L^* , a^* , b^* . La coordenada L^* recibe el nombre de luminosidad o claridad y, puede tomar valores entre 0 y 100. Las coordenadas colorimétricas a^* y b^* forman un plano perpendicular a la coordenada L^* . La a^* define la desviación del punto acromático correspondiente a la luminosidad hacia el rojo si a^* es positiva, y hacia el verde si a^* es negativa. La coordenada b^* define la desviación hacia el amarillo si b^* es positiva, y hacia el azul si b^* es negativa (Gilabert, 1992).

El conjunto a^* , b^* recibe el nombre de cromaticidad y junto con L^* definen el color del estímulo (en coordenadas cartesianas o rectangulares); esto corresponde al término de cromaticidad que no indica explícitamente ni el tono ni la saturación. Este inconveniente se soluciona definiendo C (croma) y H (tono) (Francis y Clydesdale, 1975). El tono, H° , varía entre 0 y 360° y para los estímulos acromáticos ($a^* = b^* = 0$) es una magnitud indefinida. Ambos términos (C , H°) también definen la cromaticidad del color de un estímulo y, junto con la L^* , determinan las coordenadas cilíndricas del espacio CIE Lab, siendo muy parecidas a las coordenadas del sistema Munsell. La especificación numérica del color psicofísico en este sistema viene dada por las tres magnitudes: L^* (luminosidad), C (croma) y H° (tono), en este orden. Se debe tener además en cuenta que si bien la caracterización del color se logra mediante las coordenadas de L^* , a^* y b^* , el objetivo principal de la colorimetría es la determinación objetiva de las diferencias de color (Schmidhofer, 1994).

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5} \quad \text{Cromaticidad o tono de color}$$

$$H^* = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{Índice de saturación}$$

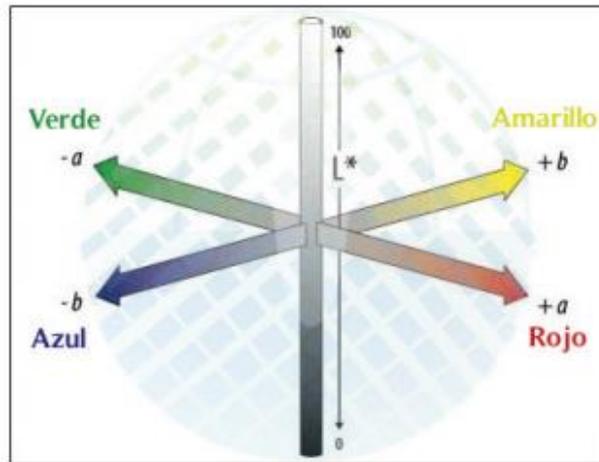


Figura 3: Coordenadas de color en el sistema Hunter Lab.



Fotografía 34: Fotocolorímetro de reflexión CR- (Minolta) para determinación del color de la epidermis de limones y nectarinas.

3.5.6 Firmeza.

La importancia de la firmeza radica en que se considera uno de los parámetros más importantes para determinar tanto la calidad como el efecto de la manipulación postcosecha y del envasado-embalado del producto (Kays, 1997). En efecto, la firmeza de la pulpa está directamente relacionada con la madurez de la muestra.

Algunas variedades de nectarinas se mantienen firmes después de madurar, por lo que se admite en ellas que la firmeza llegue a $5 \text{ kg} / 0,5\text{cm}^2$ si tienen un alto

contenido en azúcares. En la Universidad de California (en Davis) se proponen los intervalos de firmeza referidos en la Tabla 3.

Tabla 3: Intervalos de firmeza recomendados para la comercialización y el consumo de nectarinas (Crisosto, 1996)

Intervalos de firmeza	Características del producto
45-55 N	Valores usuales en líneas de manipulación y clasificación en California
> 53 N	Si llega así al punto de venta, debe ser madurada a 20 – 25 °C, 90-95 % HR, dependiendo del nivel de rotación de existencias y grado de reblandecimiento de cada variedad. Firmeza y temperatura son la base de un plan de maduración
< 35 N	Aumenta la susceptibilidad a magulladuras
22-27 N	Valor límite para transporte a punto de venta. Si es inferior, el fruto es demasiado susceptible a magulladuras
9-13 N	Valor óptimo “listo para comer”

La firmeza de la pulpa de las nectarinas se determinó utilizando una prensa universal con un texturómetro (CT3 4500, Middleboro, MA 02346, USA), (Fotografía 35). Se midió la resistencia que ofrecía la pulpa desprovista de la epidermis a la penetración de una probeta de 8 mm en 10 mm de profundidad y con una velocidad de penetración de 2,4 mm/s. La forma de operar consistió en tomar dos medidas en la parte ecuatorial del fruto obteniendo un valor medio de las dos lecturas. Previamente a cada medida se retiró la epidermis con ayuda de un pelador, ya que si se efectuara directamente la medida sin retirarla se producen errores en la medición debido a la resistencia y elasticidad de ésta.



Fotografía 35. Medida de firmeza con una prensa universal o texturómetro.

En los limones la disminución de la firmeza del fruto en el proceso de desarrollo se ocasiona por el proceso de hidrólisis enzimática de pectina de la pared celular, debido a la reducción del contenido de polisacáridos de la pared celular; (Landanilla, 2008). La reducción de la firmeza durante el desarrollo y la maduración en limón también está asociada a cambios en los almidones, los cuales son especialmente abundantes en el albedo, aunque también están presentes en el flavedo. A medida que la fruta crece y madura, disminuyen por el metabolismo.

En nuestro caso la firmeza del limón no fue medida con el Texturómetro sino que se procedió a realizarla subjetivamente por apreciación al tacto con los criterios adecuados y la hoja de alteraciones expuesta en la Figura 1.

3.5.7 Sólidos solubles totales.

Puesto que los azúcares son los componentes mayoritarios en el zumo de la fruta, el análisis de SST puede utilizarse como un estimador del contenido en azúcares en la muestra (Mitcham y Kader 1996). La técnica más común de medición de este parámetro, basada en la refractometría, requiere de instrumentos relativamente baratos.

En las experiencias que se recogen en el presente Trabajo los SST se analizaron con un refractómetro digital (Atago N1 pocket, Tokio, Japón) (Fotografía 36) a 20 °C y se expresaron en °Brix. Estos miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido.



Fotografía 36: Medición de los SST con un refractómetro digital Atago.

3.5.8 pH.

El pH se midió mediante un pH-metro (Basic 20 Crison, Barcelona, España) (Fotografía 37). Previamente a la medición se llevó a cabo un calibrado del equipo. Para obtener el zumo de la nectarina se empleó una licuadora (Moulinex, Barcelona) mientras que para obtener el zumo de limón se utilizó un exprimidor (Tristar CP-2251, Madrid).



Fotografía 37: pH metro Crison para analizar la acidez de las muestras

3.5.9 Acidez titulable.

La acidez es el otro factor fundamental que afecta al sabor. La fruta contiene diferentes ácidos orgánicos libres o en forma de nutrientes, siendo el predominante en el caso de las nectarinas el málico y en el caso de los limones el cítrico por lo que fueron ambos los que se tomaron como referencia para realizar la titulación. Por ello, para el cálculo se aplicó el factor ácido meq cuyo valor para el ácido málico es 0,067 y para el ácido cítrico 0.064 como recoge la Tabla 4 (Van Gorsel et al., 1992; Mitcham y Kader, 1996).

Tabla 4. Ácidos predominantes en diversas frutas. (Mitcham y Kader, 1996)

Ácido	Fórmula Wt	Equivalente Wt	Factor meq. de ácido	Productos
Cítrico	192,12	64	0,064	Bayas, cítricos, piña
Málico	134,09	67,05	0,067	Manzana, pera, melocotón
Tartárico	150,08	75,04	0,075	Uva

Al igual que en el caso de la medición de los contenidos en SST y el pH, para medir la AT de la fruta se obtendrá primero el zumo de ésta mediante una licuadora (Moulinex, Barcelona) y en el caso de los limones mediante un exprimidor (Tristar CP-2251, Madrid).

Para efectuar los análisis de la (AT) se recurrió a un valorador automático o autobureta (Metrohm, 716, DMS Titrino, Suiza) como se aprecia en la Fotografía 38. La AT se expresó como g de ácido málico/100 mL (%) en el caso de las nectarinas y como g de ácido cítrico/100mL (%) en el caso de los limones y se obtuvo por titulación con NaOH 0,1 N de 1 mL del zumo diluido en 49 mL de agua llevando el pH a 8,1 en ambos caso.



Fotografía 38: Autobureta Metrohm 716 para valoración de la acidez titulable

La fórmula empleada para determinar la AT se expone a continuación.

$$\text{g ácido málico/100 ml} = \frac{[(\text{Fac_meq} \times V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times f_{\text{NaOH}})]}{V_m} / 100$$
siendo

Fac_meq = Factor Acid meq

V_{NaOH} = Volumen de NaOH 0,1 N empleado

N_{NaOH} = Normalidad de NaOH

fNaOH = Factor de corrección del NaOH

V_m = Volumen de la muestra de zumo

3.5.10 Índice de madurez.

La relación o cociente entre el contenido en SST (°Brix) y la AT (% de ácido cítrico o málico), se denomina índice de madurez y es característico del grado de madurez de la fruta, el cual aumenta durante la maduración de los frutos (Barreiro y Sandoval, 2006).

Para determinar el índice de madurez se llevaran a cabo mediciones por los productores, manipuladores y el personal de control de calidad. La medida de estos índices debe ser sencilla, fácil de realizar durante la manipulación y con equipos relativamente baratos que den unos resultados objetivos y preferiblemente no destructivo (Crisosto et al. 1994).

3.5.11 Actividad respiratoria.

La actividad respiratoria se define como el volumen de O₂ consumido por el producto por unidad de peso y de tiempo (mL O₂ / kg * h) o bien el volumen de CO₂ emitido por unidad de peso y de tiempo (mL CO₂ / kg * h) (Kader, 2007).

La nectarina es un fruto climatérico, siendo el etileno el responsable de regular los principales cambios durante la maduración, entre los que se destacan el incremento en la tasa respiratoria (Akbulak y Eris, 2004), SST, cambios en el color de la epidermis y pulpa, disminución en la acidez total titulable y en la resistencia o firmeza de la pulpa (Altube et al., 2001). La nectarina está catalogada como un fruto climatérico, debido a que presenta un incremento en su tasa respiratoria después de que alcanza la madurez fisiológica y se prolonga hasta la senescencia del fruto. Sin embargo, los limones, como todos los cítricos están catalogados como frutos no climatéricos (Kader, 2002).

Es importante destacar que la actividad respiratoria está fuertemente ligada a la temperatura. En las nectarinas cuando la temperatura de almacenamiento es de 5 °C su tasa de respiración es considerada moderada, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5: Clasificación de productos hortícolas de acuerdo a sus tasas de respiración (Kader, 1992)

Clase	Rango a 5°C (41°F) (mg CO ₂ /kg-hr)*	Productos
Muy baja	<5	Nueces, dátiles, frutas y hortalizas secas
Baja	5-10	Manzana, cítricos, uva, kiwi, ajo, cebolla, papa (madura), camote, betabel, apio, arándano, melón honeydew, papaya, persimonio, piña, sandía
Moderada	10-20	Chabacano, banana, cereza, durazno, nectarina, pera, ciruela, higo, col, zanahoria (sin hojas), lechuga "iceberg", pimiento, tomate, papa (inmadura), pepino, aceituna, rábano (sin hojas), calabacita, arándano azul, melón cantalup, celeriac, mango
Alta	20-40	Fresa, zarzamora, frambuesa, coliflor, zanahoria (con hojas), poro, aguacate, lechugas, fríjol lima, rábano (con hojas)
Muy Alta	40-60	Alcachofa, Germinados, Brócoli, Col de Bruselas, flores cortados, cebollín, oca, ejote, endivia, berro, col de hoja
Extremadamente Alta	>60	Espárragos, champiñón, perejil, chícharo, espinaca, maíz dulce

*Calor vital (Btu/ton/24 horas) = mg CO₂/kg-hr x 220.

Calor vital (kcal/1000 kg/24 horas) = mg CO₂/kg-hr x 61.2.

La tasa respiratoria se determinó siguiendo un sistema cerrado a una temperatura de 20 °C y una HR entorno al 70-80 %. Los frutos fueron pesados e introducidos en frascos de diferentes volúmenes cerrados herméticamente durante un periodo de tiempo comprendido entre 45 min y 1 hora. Trascurrido este periodo de tiempo se extrajeron las muestras gaseosas, tomando un 1 mL de aire del espacio de cabeza de cada frasco. Finalmente se determinó el volumen de CO₂, expresado en mL CO₂ / kg * h, emitido por los frutos mediante un cromatógrafo de gases (Shimadzu GC-14, Tokio Japón) (Fotografía 39) provisto de un detector de conductividad térmica a 200 °C. Se utilizó He (flujo de 15 mL min⁻¹) como gas portador y una columna Chromosorb 102 (2 m x 1/8" SS Supelco, Inc; Penn., EEUU).



Fotografía 39: Cromatógrafo de gases Shimadzu GC-14 utilizado para medir la actividad respiratoria y la emisión de etileno

Para determinar la actividad respiratoria y la emisión de etileno durante los ensayos con nectarinas se recurrió a frutos tomados siempre al azar de 4 momentos de recolección diferentes, obteniendo así 4 gráficas de emisión de CO₂ y otras 4 de emisión de etileno. Las muestras de aire extraídas para analizar de cada tratamiento fueron tomadas por triplicado en cada frasco durante un intervalo desde 5 hasta 11 días consecutivos. Una vez transcurridos estos días la fruta era sustituida por fruta nueva (siguiente estado de madurez), este procedimiento se llevó a cabo durante 5 semanas.

El primero de los estados de madurez E1, fue cosechado antes de iniciar el periodo de recolección y presentaba un valor medio de peso por fruto de $102,33 \pm 8,14$ g colocando en cada frasco 3 frutos debido a su reducido peso. En la segunda recolección E2, presentaba un valor medio de peso por fruto de $113,73 \pm 17,83$ g colocando en cada frasco 2 frutos. En la cuarta recolección E3, presentaba un valor medio de peso por fruto de $104,24 \pm 17,55$ g colocando en cada frasco dos frutos. Finalmente en la sexta recolección E4 presentaba un valor medio de peso por fruto de $99,7 \pm 14,18$ g.

3.5.12 Emisión de etileno.

El método empleado para la determinación de la producción de etileno fue el del sistema cerrado, y se utilizaron los mismos frascos de la actividad respiratoria al igual que las mismas condiciones de temperatura. La emisión de etileno se realizó con un cromatógrafo de gases (Shimadzu GC-14, Tokio Japón) provisto de un detector FID (Fotografía 40). El patrón que se utilizó para analizar las muestras contenía una concentración en C₂H₄ de 1 ppm.

Al igual que en la actividad respiratoria las muestras se tomaron por triplicado, expresándose en $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} \cdot \text{h}$, durante un intervalo de 5-11 días consecutivos. Este ensayo tuvo una duración de 5 semanas.

El experimento se llevó a cabo en una cámara a 20 °C y a dicha temperatura la nectarina tiene habitualmente una tasa de producción de etileno alta como se ve en la Tabla 6.

Tabla 6: Clasificación de productos hortofrutícolas de acuerdo a su tasa de producción de etileno (Kader, 1992)

Clase	Rango a 20°C (68°F) ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg}\cdot\text{hr}$)	Productos
Muy baja	Menos de 0.1	Alcachofa, espárrago, coliflor, cerezo, cítricos, uva, jujube, fresa, granada, hortalizas de hoja verde, raíces y tubérculos, papa, la mayoría de las flores cortadas
Baja	0.1-1.0	Arándanos, pepino, berenjena, oca, aceituna, pimiento(bell y chile), persimonia, pina, melón casaba, calabaza, frambuesa, tomate de árbol, sandia
Moderada	1.0-10.0	Plátano, higo, guayaba, melón honeydew, litchi, mango, plátano macho, tomate
Alta	10.0-100.0	Manzana, chabacano, aguacate, melón cantalup, feijoa, fruta kiwi (madura), nectarina, papaya, durazno, pera, ciruela
Extremadamente Alta	>100.0	Chirimoya, sapote mamey, granada china, sapotes



Fotografía 40. Montaje para la determinación de la actividad respiratoria y de la emisión de etileno

3.5.13 Pérdida de peso durante la conservación frigorífica.

Para cuantificar las variaciones de peso que tuvieron lugar durante la conservación frigorífica se procedió al pesado mediante una balanza (Sartorius Digital Scale CPA160001S, Alemania) (Fotografía 41) de los frutos al inicio de la conservación, tras finalizar la conservación refrigerada y tras finalizar la comercialización. Mediante este procedimiento se cuantificaron las pérdidas de peso expresadas en % del peso fresco inicial, sufridas por los frutos durante la conservación y la comercialización.



Fotografía 41. Balanza Sartorius empleada para determinar las pérdidas de peso en los frutos

3.5.14 Análisis sensorial.

En las nectarinas, los parámetros más usados para caracterizar la calidad de los frutos son: contenido de azúcares, firmeza y coloración. Existen muchos valores límite para lo que se considera blando, duro, aceptable, dulce o no, ácido, etc. (Constantino, 1997).

El análisis sensorial de las nectarinas se realizó tras finalizar la conservación a 1 °C y 90 % HR y tras finalizar el periodo de comercialización de la fruta a 15 °C y 70 % HR.

Todos los parámetros se evaluaron en una escala de 1 a 5, siendo el valor 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Cada tratamiento se presentó a los evaluadores codificado con las letras A, B y C (SC, Testigo y NC, respectivamente) para evitar que estuvieran condicionados en su evaluación.

La Figura 4 muestra la hoja de cata presentada a los evaluadores para el análisis sensorial de los tres tratamientos en nectarina.

HOJA DE CATA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE NECTARINAS

Evaluador:

Producto

Fecha

Estado de Conservación

MUESTRA	A	B	C	D
Aceptabilidad				
Apariencia visual (1-5)				
Aroma (1-5)				
Firmeza (1-5)				
Sabor (1-5)				
Dulzor (1-5)				
Aceptación Global (1-5)				
Alteraciones				
Deformaciones (1-5)				
Ablandamiento ápice (1-5)				
Cracking (1-5)				
Ramaleo (1-5)				
Trips (1-5)				
Oídio (1-5)				
Podridos (1-5)				
Hueso roto (1-5)				
Hueso dañado (1-5)				
Enrojecimiento interno pulpa (1-5)				

Escalas de puntuación:

Escala de aceptabilidad (1-5)

- 1: muy malo
- 2: malo
- 3: aceptable como límite comercial
- 4: bueno
- 5: muy bueno

Escala de alteraciones (1-5)

- 1: ausencia
- 2: leve presencia
- 3: aceptable como límite comercial
- 4: moderada presencia
- 5: extremada presencia

Observaciones del catador:

Figura 4. Modelo de hoja de cata empleada para la realización del análisis sensorial de las nectarinas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

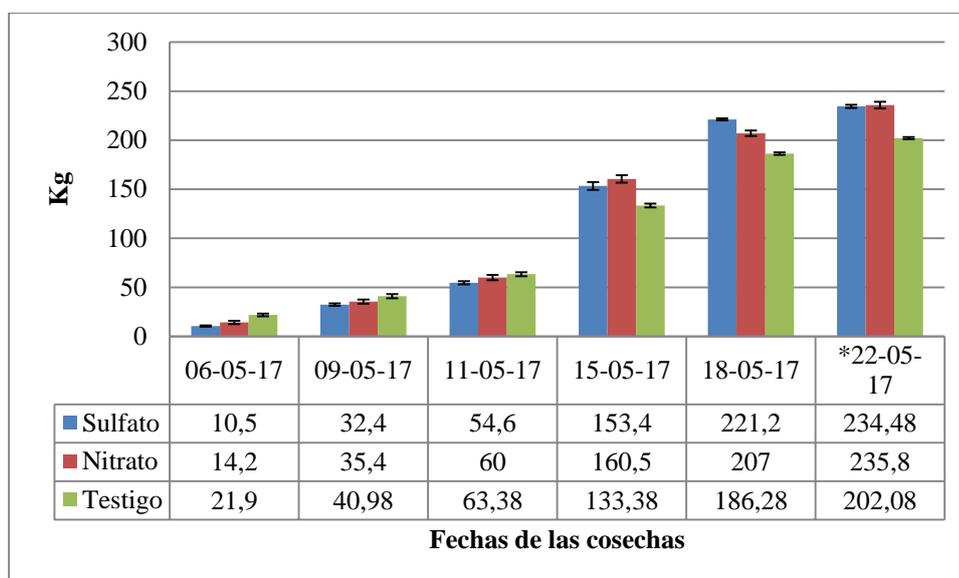
4.1 Rendimientos de producción

4.1.1 Nectarina:

De cada tratamiento (NC, SC y Testigo) se recolectaron las nectarinas de los mismos 5 árboles por tratamiento, que previamente habían sido seleccionados para cuantificar la cantidad de fruta que se obtenía en cada recolección. Con el sumatorio de cada recolección se obtuvo el valor total de la producción en cada tratamiento.

En el tratamiento NC se cosecharon 46,49 kg de frutos por árbol, mientras que en el SC se obtuvo 46,74 kg de fruta por árbol. Ambos resultados se consideraron similares, con una diferencia significativa con respecto del Testigo del cual se obtuvieron 40,35 kg de fruta por árbol. En total de los 5 árboles de cada tratamiento se obtuvieron 235,8 kg de NC, 234,48 de SC y 202,8 de T.

En la Gráfica 1 se puede ver la evolución de los kg de fruta en cada una de las 6 recolecciones que tuvieron lugar durante la campaña de estudio. Cabe reseñar que tanto el tratamiento NC como el SC, fueron algo inferiores en rendimiento productivo durante las primeras recolecciones respecto al Testigo, sin embargo durante las últimas recolecciones su rendimiento productivo disminuyó hasta igualarse prácticamente con los otros dos tratamientos.



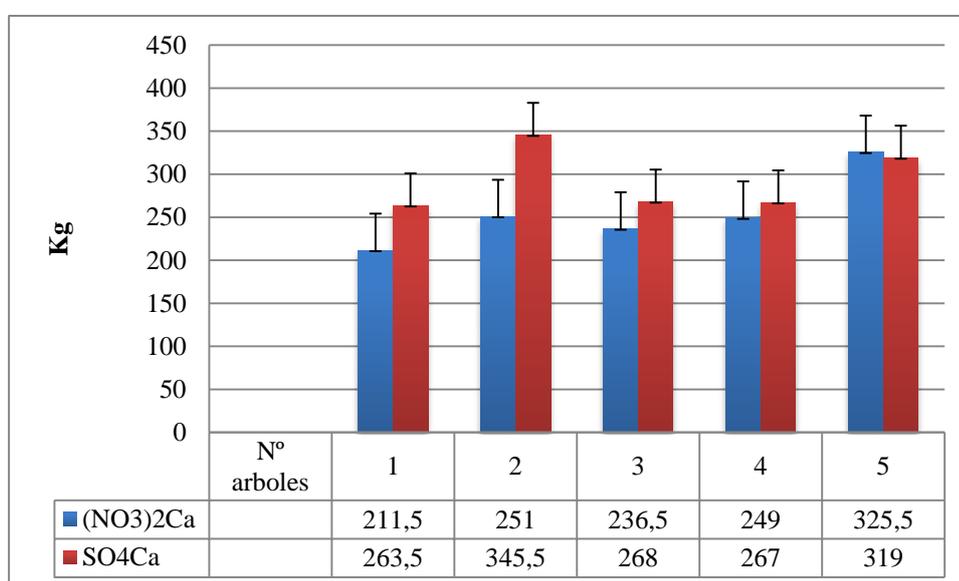
*Peso total de cada tratamiento

Gráfica 1. Peso acumulado de fruta en cada una de las sucesivas recolecciones.

4.1.2 Limón:

En el caso de los limones Fino se realizó una única cosecha en la cual se recolectaron todos los frutos de cada uno de los 5 árboles de cada tratamiento. En el tratamiento NC se obtuvo como media 252,06 kg de fruta por árbol, mientras que en el SC se obtuvo 290,75 kg de fruta por árbol, por lo tanto no hay diferencia significativa entre ambos tratamientos.

En la Gráfica 2 se puede observar la diferencia que hubo entre cada uno de los árboles de cada tratamiento. Cabe destacar que la producción en los árboles abonados con SC fue significativamente mayor con respecto a los árboles abonados con NC, teniendo una producción total de 1463 kg y 1273,5 kg respectivamente.



Gráfica 2. Peso (Kg) de la cosecha de cada uno de los árboles de cada tratamiento.

4.2 Análisis químicos

4.2.3 Análisis de suelo y estudio del crecimiento radicular

Los resultados analíticos completos realizados a las muestras de suelo tomadas el 24 de marzo de 2017 aparecen recogidos en el Anejo II, al final del presente Trabajo. En la Tabla 7 y 8 se muestran los datos de Ca asimilable y de N orgánico.

Tabla 7. Valores de Ca asimilable en el suelo del cultivo de nectarinos para cada tratamiento de abonado

Calcio asimilable (Ca)						
Sulfato cálcico			Nitrato cálcico			
Fecha	meq /100g	kg/ha (CaO)	mg/ kg	meq/ 100g	kg/ha (CaO)	mg/ kg
24/03	12	6,068	-	11	6,164	-

Tabla 8. Valores de N orgánico en el suelo para cada uno de los tratamientos de abonado

N orgánico total				
Fecha	Sulfato cálcico		Nitrato cálcico	
	g/100g	Kg/ha	g/100g	Kg/ha
24/03	0.09	2.119	<0,05	<1.305

En relación con este análisis, se observa que se trata de un suelo franco arcilloso de textura fina en el caso de los suelos correspondientes a SC y NC, mientras que el suelo Testigo es franco y de textura media. En ambos suelos la conductividad eléctrica está dentro de unos valores normales, es pobre en materia orgánica (C y N), presentando carencia de N orgánico en el suelo de NC, rico en caliza y también rico en Ca^{++} y Cu^{++} asimilables en el caso del suelo de SC y Testigo y normal en el caso del NC.

En cuanto al crecimiento radicular, el 8 de junio de 2017 se recogieron muestras de suelo (con barrena y con ayuda de una “paleta”) en el perfil 0-10 cm y 10-20 cm y distanciadas del bulbo húmedo (en horizontal) a 0, 15, 30 y 45 cm. Este muestreo se repitió en 3 árboles representativos del T1 (NC) y otros 3 árboles del T2 (SC). En total se recogieron 48 muestras de suelo (Tabla 9).

Tabla 9.- Descripción de las diferentes muestras recogidas

Nº	Código	Tratamiento	Árbol	Profundidad (cm)	Distancia al bulbo (cm)
1	P_1_0-10_0	T ₁	1	0-10	0
2	P_1_0-10_15	Ca(NO ₃) ₂	1	0-10	15
3	P_1_0-10_30		1	0-10	30
4	P_1_0-10_45		1	0-10	45
5	P_1_10-20_0		1	10-20	0
6	P_1_10-20_15		1	10-20	15

7	P_1_10-20_30		1	10-20	30
8	P_1_10-20_45		1	10-20	45
9	P_1_0-10_0		2	0-10	0
10	P_2_0-10_15		2	0-10	15
11	P_2_0-10_30		2	0-10	30
12	P_2_0-10_45		2	0-10	45
13	P_2_10-20_0		2	10-20	0
14	P_2_10-20_15		2	10-20	15
15	P_2_10-20_30		2	10-20	30
16	P_2_10-20_45		2	10-20	45
17	P_3_0-10_0		3	0-10	0
18	P_3_0-10_15		3	0-10	15
19	P_3_0-10_30		3	0-10	30
20	P_3_0-10_45		3	0-10	45
21	P_3_10-20_0		3	10-20	0
22	P_3_10-20_15		3	10-20	15
23	P_3_10-20_30		3	10-20	30
24	P_3_10-20_45		3	10-20	45
25	SP_1_0-10_0	T ₂	1	0-10	0
26	SP_1_0-10_15	NaSO ₄	1	0-10	15
27	SP_1_0-10_30		1	0-10	30
28	SP_1_0-10_45		1	0-10	45
29	SP_1_10-20_0		1	10-20	0
30	SP_1_10-20_15		1	10-20	15
31	SP_1_10-20_30		1	10-20	30
32	SP_1_10-20_45		1	10-20	45
33	SP_1_0-10_0		2	0-10	0
34	SP_2_0-10_15		2	0-10	15
35	SP_2_0-10_30		2	0-10	30
36	SP_2_0-10_45		2	0-10	45
37	SP_2_10-20_0		2	10-20	0
38	SP_2_10-20_15		2	10-20	15

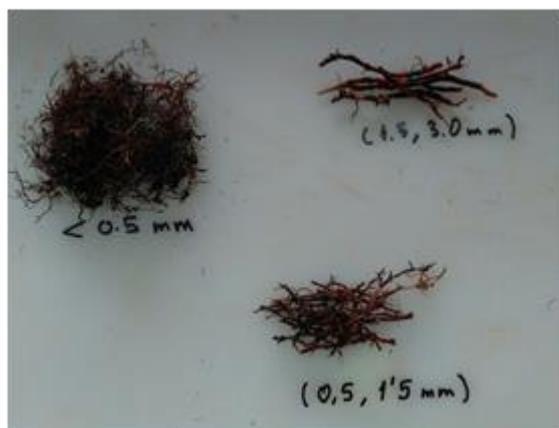
39	SP_2_10-20_30	2	10-20	30
40	SP_2_10-20_45	2	10-20	45
41	SP_3_0-10_0	3	0-10	0
42	SP_3_0-10_15	3	0-10	15
43	SP_3_0-10_30	3	0-10	30
44	SP_3_0-10_45	3	0-10	45
45	SP_3_10-20_0	3	10-20	0
46	SP_3_10-20_15	3	10-20	15
47	SP_3_10-20_30	3	10-20	30
48	SP_3_10-20_45	3	10-20	45

Las muestras de suelo se dispusieron en bolsas de plástico previamente rotuladas y se transportaron al laboratorio del Departamento de Producción Vegetal de la UPCT, donde se pesaron las muestras de suelo (peso fresco) y se separaron las raíces (Fotografía 42).



Fotografía 42. Proceso de separación de raíces

Posteriormente, las raíces se limpiaron minuciosamente y se clasificaron por grosores (menores de 0.5 mm, entre 0.5 y 1.5 mm y entre 1.5 y 3 mm de grosor) (Fotografía 42).



Fotografía 43. Raíces clasificadas por grosores

Posteriormente las raíces se secaron en estufa a 60 °C hasta peso constante y se pesaron con balanza de precisión. La densidad radicular para cada grosor se determinó a partir del peso seco de raíces, el peso seco del suelo de cada muestra y la densidad aparente. El suelo se secó también en estufa. Las muestras secas de suelo se utilizaron, además, para medir la conductividad eléctrica y el pH en el extracto 1:5.



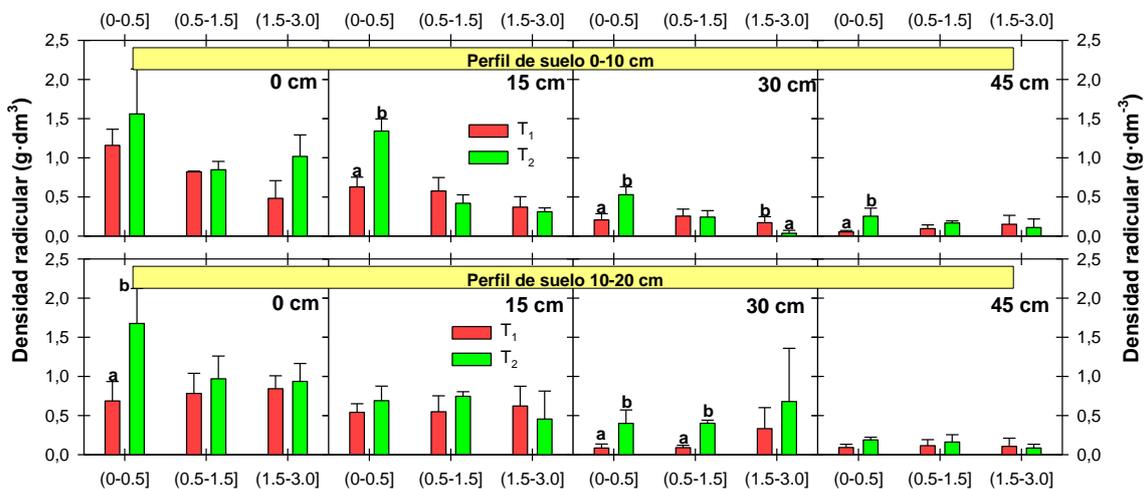
Fotografía 44. Muestras preparadas para meter en estufa

Los resultados se sometieron a un estudio estadístico. Se calculó el error estándar de cada medida y se realizó comparación de medias mediante el análisis de varianza (ANOVA) a un 95 % de significancia.

En cuanto a los resultados obtenidos, se pretendió diferenciar el efecto de los tratamientos en la densidad radicular y en el grosor de las raíces en función de la profundidad y de la distancia al emisor.

La Figura 5 representa la densidad radicular referida a cada tipo de raíz (<0.5, entre 0.5 y 1.5 y entre 1.5 y 3.0 mm), en los perfiles de suelo 0-10 y 10-20 cm y a diferentes distancias del emisor (0, 15, 30 y 45 cm).

La densidad radicular referida a raíces de menor diámetro fue mayor en SC en todos los puntos estudiados, siendo las diferencias significativas en los puntos: (15, -5), (30, -5), (45, -5), (0, -15) y (30, -15). Las raíces de diámetros superiores no presentaban diferencias claras (Figura 5).



*T1= Nitrato cálcico; T2= Sulfato cálcico

Figura 5.- Densidad radicular de raíces de diferentes grosores (menores de 0.5, entre 0.5 y 1.5 y entre 1.5 y 3 mm) para cada perfil de suelo (0-10 y 10-20 cm), en cada distancia al emisor (0, 15, 30 y 45 cm) y para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de tres repeticiones \pm ES. Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación.

Las diferencias entre tratamientos se vieron más claras cuando no se tuvo en cuenta la variable distancia al emisor (Figura 6). La densidad radicular referente a raíces de diámetro pequeño (menor de 0.5 mm) fue significativamente superior en SC y las diferencias se mantuvieron en los perfiles 0-10 y 10-20 cm. No se encontraron diferencias significativas en raíces de mayor tamaño.

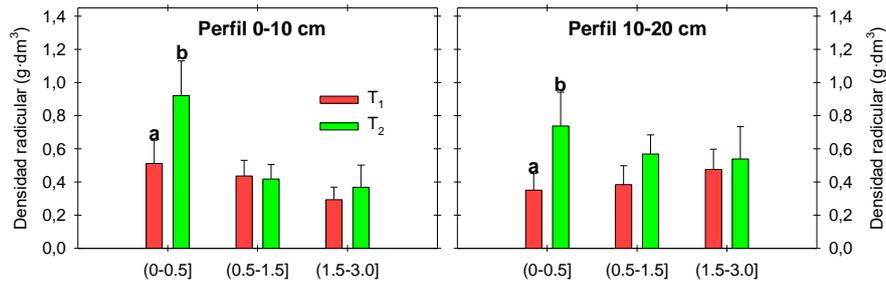
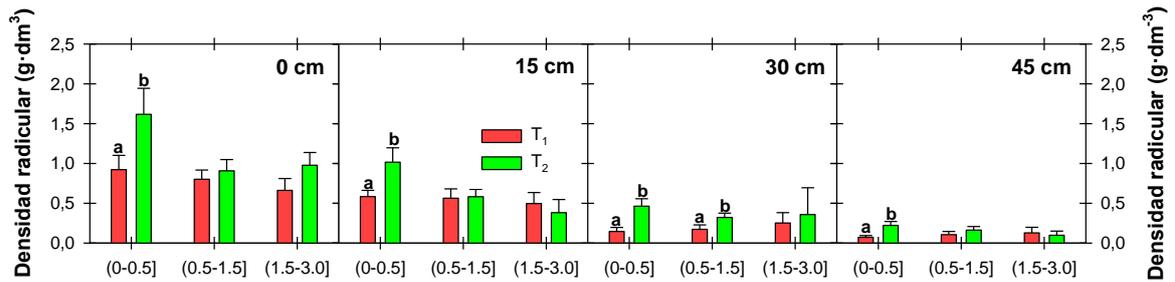


Figura 6.- Densidad radicular de raíces de diferentes grosores (menores de 0.5, entre 0.5 y 1.5 y entre 1.5 y 3 mm) para los perfiles: 0-10 cm (izquierda) y 10-20 cm (derecha) y para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones \pm ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas a 0, 15, 30 y 45 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación.

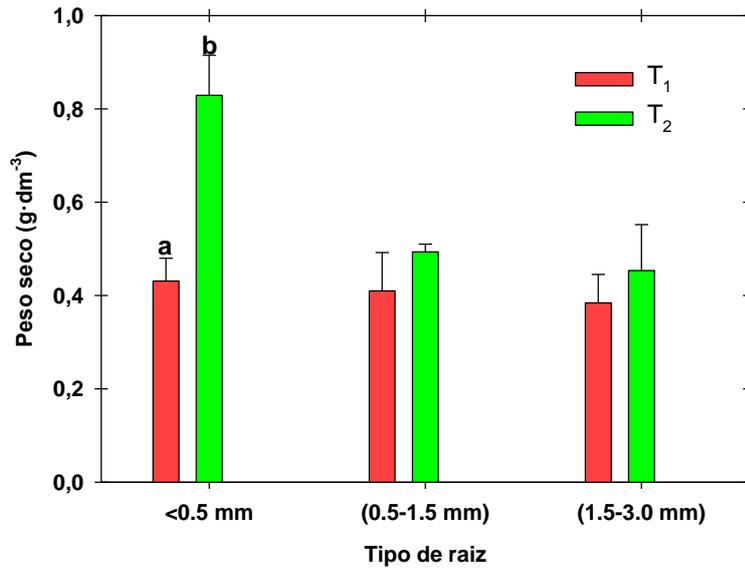
La densidad radicular referida a raíces de menor diámetro (menores de 0.5 mm) fue significativamente superior en todas las distancias al emisor. Las raíces de diámetros superiores no presentaron diferencias claras entre tratamientos (Figura 7).



*T1= Nitrato cálcico; T2= Sulfato cálcico.

Figura 7.- Densidad radicular de raíces de diferentes grosores (menores de 0.5, entre 0.5 y 1.5 y entre 1.5 y 3 mm) para diferentes distancias al emisor: 0, 15, 30 y 45 cm y para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones \pm ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas en los perfiles 0-10 y 10-20 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación

Si se fijan las variables profundidad y distancia al emisor se obtienen resultados más claros. La densidad radicular de raíces de pequeño diámetro fue de 0,43 y 0,83 $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ para los tratamientos T1 y T2, respectivamente (Figura 8). Las diferencias fueron significativas y suponen un incremento del 90 % en T2



*T1= Nitrato cálcico; T2= Sulfato cálcico.

Figura 8.- Densidad radicular de raíces de diferentes grosores (menores de 0.5, entre 0.5 y 1.5 y entre 1.5 y 3 mm) y para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones \pm ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas en los perfiles 0-10 y 10-20 cm y a las distancias del emisor de 0, 15, 30 y 45 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación.

En cuanto a la conductividad eléctrica, se analizó en el extracto 1:5 en los mismos puntos de medida que las variables anteriores. La conductividad presentó valores significativamente superiores en NC en los puntos de medida: (15, -5), (30, -5) (0, -15), (15,-15) y (30-15) (Figura 9).

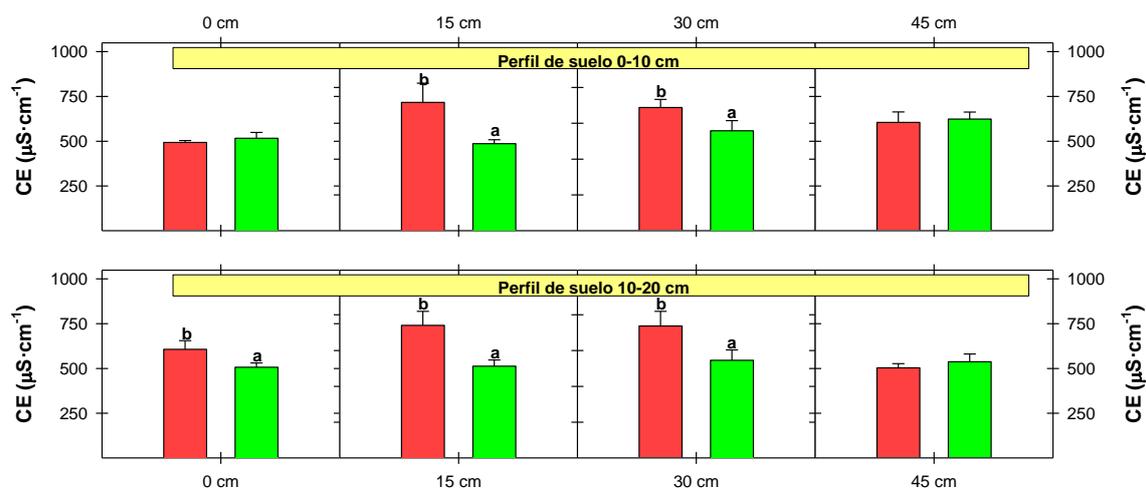
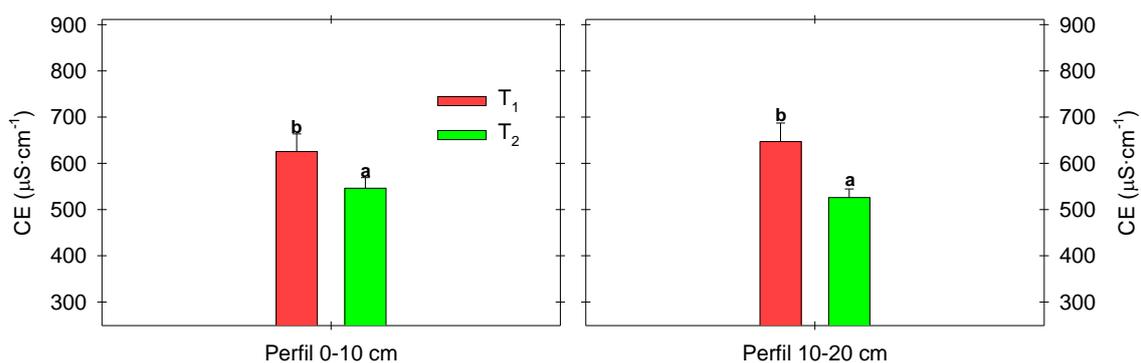


Figura 9.- Valores de conductividad eléctrica de suelo (extracto 1:5) en las profundidades 0-10 cm (arriba) y 10-20 cm (abajo), en las distancias al emisor de 0, 15, 30 y 45 cm y en los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de tres repeticiones \pm ES. Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significación.

Cuando se fijó la variable “distancia al emisor” (Figura 10) se encontraron diferencias claras y estables. En ese caso, la conductividad eléctrica en NC fue significativamente superior a la encontrada en SC. La conductividad eléctrica en NC fue 626 y 647 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, mientras que en T2 fue de 546 y 530 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para los perfiles de suelo 0-10 y 10-20 cm, respectivamente.



*T1= Nitrato cálcico; T2= Sulfato cálcico.

Figura 10.- Valores de conductividad eléctrica de suelo (extracto 1:5) en las profundidades 0-10 cm (izquierda) y 10-20 cm (derecha) y en los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones \pm ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas a 0, 15, 30 y 45 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significancia.

Al analizar la conductividad eléctrica en cada distancia al emisor, sin tener en cuenta los diferentes perfiles de suelo, se observó que el NC fue significativamente superior al SC a 15 y 30 cm del emisor, mientras que a la distancia al emisor de 0 y 45 cm no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

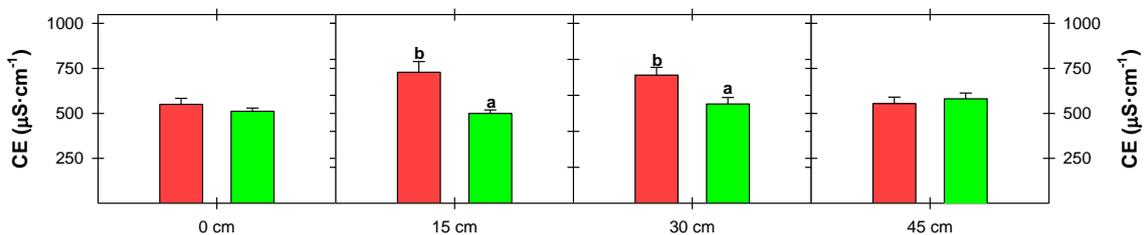


Figura 11.- Valores de conductividad eléctrica de suelo (extracto 1:5) a diferentes distancias del emisor: 0, 15, 30 y 45 cm y en los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones \pm ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas en los perfiles 0-10 y 10-20 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significancia.

Finalmente, si no se tienen en cuenta las variables profundidad ni distancia al emisor se encuentran valores de conductividad eléctrica de 636 y 536 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para los tratamientos de NC (T1) y de SC (T2), respectivamente. Estas diferencias son significativas, lo que supone que cuanto mayor es la conductividad eléctrica mayor será la concentración salina y por lo tanto, mayores serán los problemas de toxicidad del suelo generando un gradiente osmótico en el suelo que provocará que el agua del suelo este menos disponible para el cultivo.

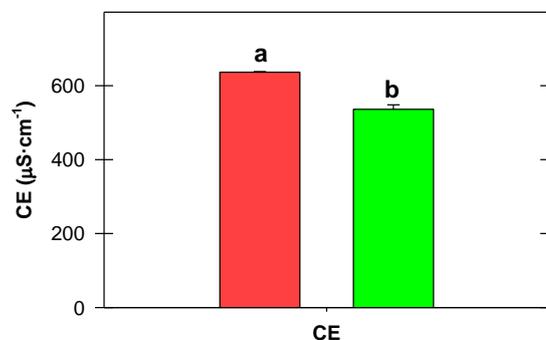


Figura 12.- Valores de pH de suelo (extracto 1:5) para los tratamientos T1 (rojo) y T2 (verde). Cada barra representa el valor medio de 3 repeticiones \pm ES (cada repetición es la media de las medidas realizadas en los perfiles 0-10 y 10-20 cm y a las distancias del emisor de 0, 15, 30 y 45 cm). Letras diferentes indican diferencias significativas según ANOVA al 95 % de significancia.

Por lo tanto, una vez analizados todos los resultados obtenidos pudimos afirmar que el suelo abonado con SC generó una mayor densidad radicular de raíces de menos de 0,5 mm de grosor en las diferentes profundidades estudiadas y a diferentes distancias del emisor. En cambio, las raíces de mayor grosor no han presentado diferencias claras entre los tratamientos.

En referencia a la conductividad eléctrica el SC presentó valores significativamente más altos de conductividad a 15 y 30 cm, tanto en el perfil 0-10 cm como en el 10-20 cm. En cambio, la conductividad del suelo no mostró diferencias significativas a 0 y 45 cm del emisor.

4.2.4 Análisis del agua de riego

Seguidamente se ofrecen los resultados analíticos de Ca y de N (Tabla 10) extraídos del análisis del agua de riego realizado el 24 de marzo. El análisis completo se adjunta en el Anejo I del presente Trabajo.

Tabla 10. Valores de Ca y N presentes en el agua de riego

Fecha	Calcio (Ca)		Nitratos (NO ₃)	
	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L
24/03	71	3.5	<0.5	<0.01

Una vez realizado el análisis del agua de riego, se puede destacar la baja calidad global que muestra para esa finalidad. Se puede decir que la dureza y la conductividad son bastante elevadas y los valores correspondientes al Na y a los cloruros también son elevados, por ello el agua presenta un alto riesgo de salinización. Sin embargo son favorables los datos obtenidos referentes al contenido en Ca, nitratos y sulfatos.

4.2.5 Análisis de hojas

Los análisis pertinentes realizados a las muestras foliares tomadas el 17 de febrero, y el 8 de mayo de 2017 aparecen recogidos en el Anejo III, al final del presente trabajo. En la Tabla 11 se muestran los datos de Ca y N orgánico total.

Tabla 11. Valores de Ca y N orgánico total presentes en las hojas

Tratamiento	Ca (g/100g)			N orgánico total (g/100g)		
	SC	NC	Testigo	SC	NC	T
Fecha						
17/02	0,60	0,67	0,61	3,63	3,53	3,40

Los niveles de Ca^{++} al inicio de los aportes cálcicos, según la toma de muestras realizada el 17 de febrero de 2017, fueron similares en los tres tratamientos de abonado, incluido el Testigo sin abonado cálcico (Tabla 12). Ello fue muy probablemente debido a la riqueza en Ca del suelo, como han mostrado los análisis correspondientes. Por su parte, los niveles de N orgánico total fueron también bastante similares, aunque ligeramente superiores en las hojas de árboles abonados con CaSO_4 . Los valores más bajos del N en las hojas del Testigo se justifican muy probablemente por el bajo contenido en el suelo de este elemento, según los análisis efectuados (Tabla 12).

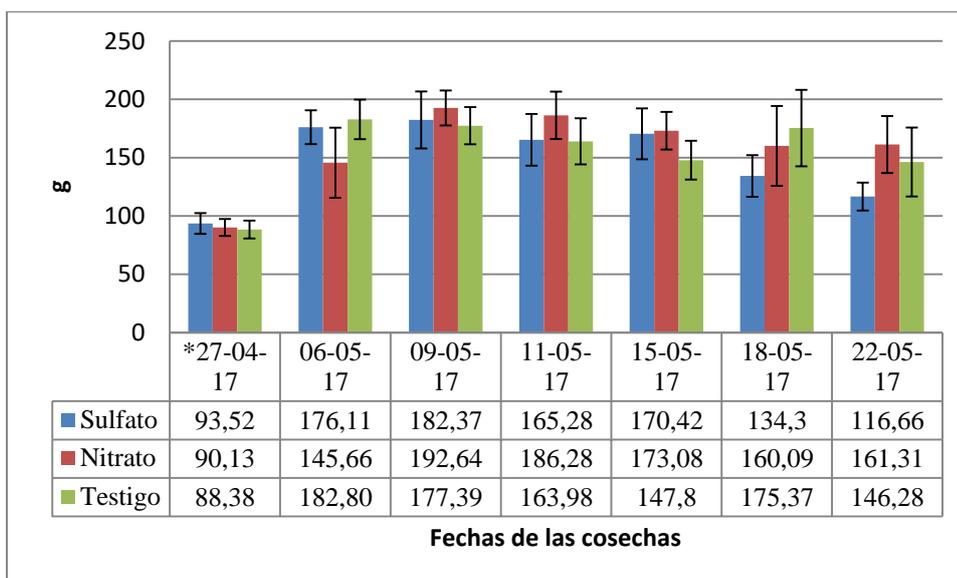
4.3 Caracterización física-química de la nectarina y del limón

4.3.1 Peso

4.3.1.1 Nectarina:

En la Gráfica 3 se aprecia como existe una evolución en el peso del fruto en el árbol en fecha anterior a la primera recolección comercial que tuvo lugar el 6 de mayo. El peso medio del fruto durante el periodo de recolección comercial (desde el 6 hasta el 22 de mayo) fue de $155,56 \pm 18,23$ g para el tratamiento de SC, de $169,07 \pm 22,29$ g para el NC y de $164,97 \pm 21,03$ g para el Testigo. Por tanto, no se apreciaron diferencias significativas en el peso entre los diferentes tratamientos en el curso de recolección.

Los frutos pueden ser clasificados para su comercialización mediante la asignación de un código establecido por el Reglamento UE N° 543/2011, el cual clasifica estos frutos atendiendo a su calibre ecuatorial o a su peso. Respecto a los resultados de pesos se está ante unas nectarinas con código A o AA que van en un rango desde 135 hasta 180 g y desde 180 hasta 220 g respectivamente.

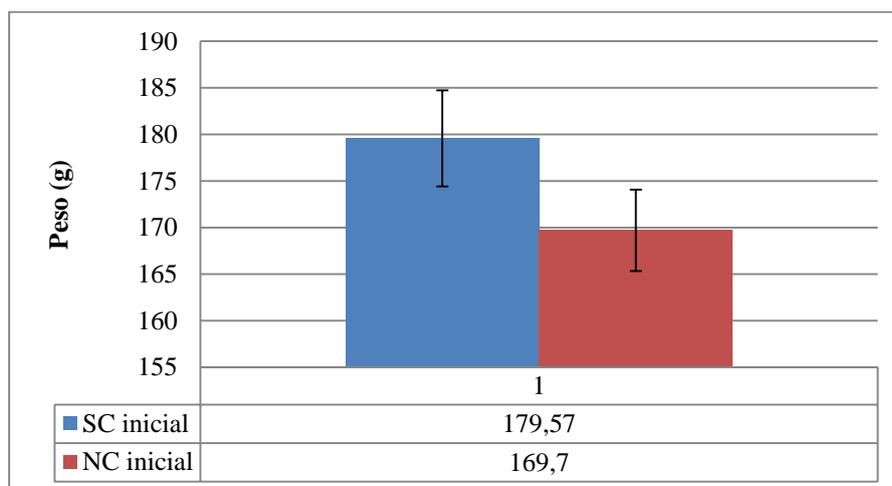


* Recolección anticipada no comercial

Gráfica 3. Peso medio (g) y desviaciones típicas de la nectarina Atinea recolectada en cada cosecha (el 6 de mayo fue la primera cosecha comercial)

4.3.1.2 Limón:

Como se observa en la Gráfica 4, el peso medio del fruto en la recolección fue de $179,57 \pm 5,16$ g para el abonado de SC y de $169,7 \pm 4,37$ g para el NC. Por lo que se apreció una mínima diferencia significativa.



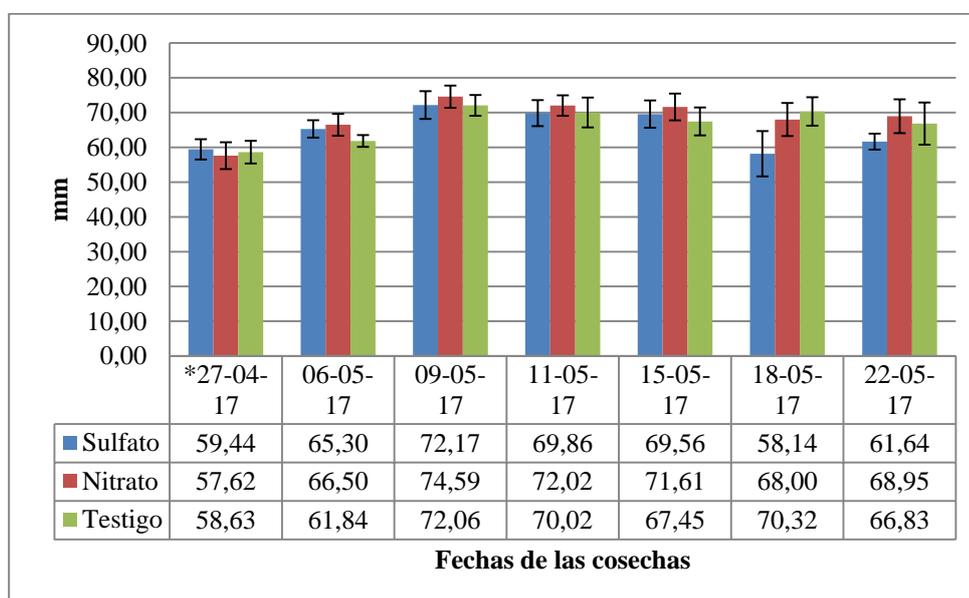
Gráfica 4. Peso medio de limón Fino en la recolección

4.3.2 Calibre longitudinal y ecuatorial

4.3.2.1 Nectarina:

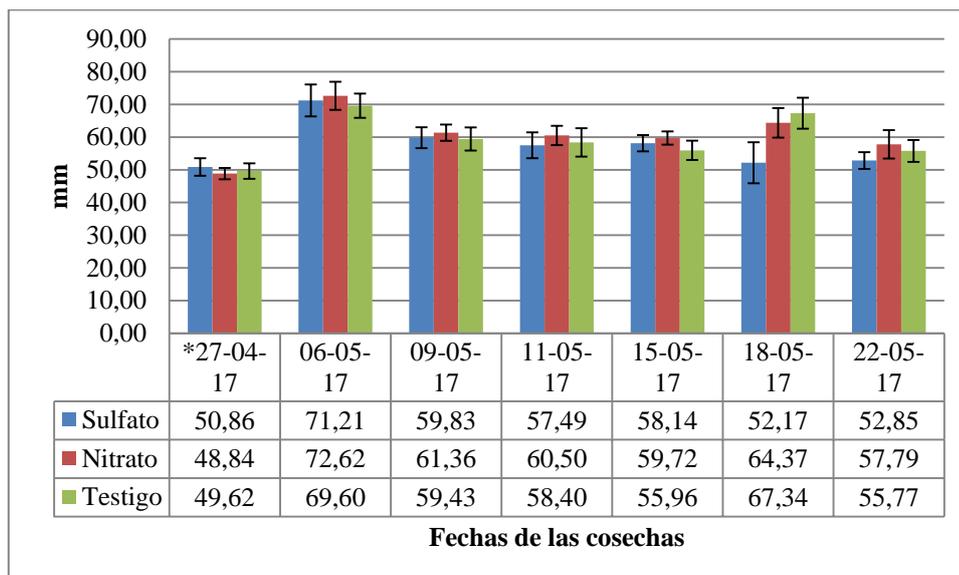
Como era de esperar, ocurrió lo mismo que con el peso, y es que se produjo una evolución del calibre desde el inicio de la recolección hasta la tercera o cuarta recolección, a partir de ese momento se produjo un leve descenso de los calibres en las siguientes recolecciones (Gráficas 5 y 6). Entre la primera recolección y en la última, el 6 de mayo y el 22 de mayo respectivamente, se obtuvo un valor de $70,22 \pm 3,72$ mm de calibre ecuatorial y $32,55 \pm 3,28$ mm de calibre longitudinal del tratamiento NC. Para el tratamiento SC se obtuvo un valor de $65,92 \pm 3,6$ mm de calibre ecuatorial y $58,29 \pm 3,68$ mm de calibre longitudinal mientras que para el Testigo se obtuvo un valor de calibre ecuatorial y longitudinal de $68,00 \pm 3,59$ mm y $60,84 \pm 3,72$ mm respectivamente. Por cuanto antecede se puede decir que no se apreciaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

Respecto a los resultados en calibre ecuatorial se está ante unas nectarinas con códigos A o B del Reglamento UE N° 543/2011, con un rango desde 67 hasta 73 mm o 61 hasta 67 mm respectivamente.



* Recolección anticipada no comercial

Gráfica 5. Diámetro ecuatorial de la nectarina Atinea en las distintas recolecciones



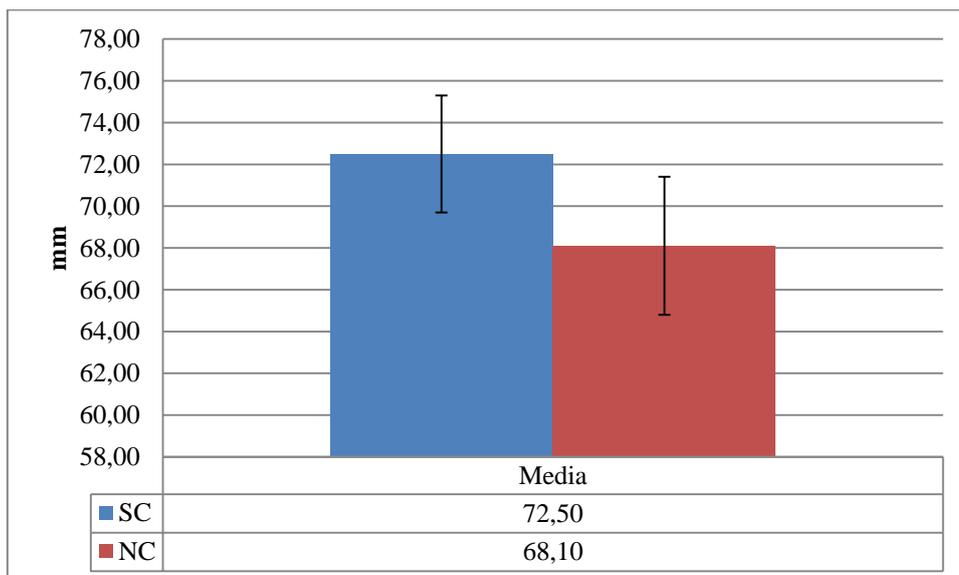
* Recolección anticipada no comercial

Gráfica 6. Diámetro longitudinal de la nectarina Atinea en las distintas recolecciones

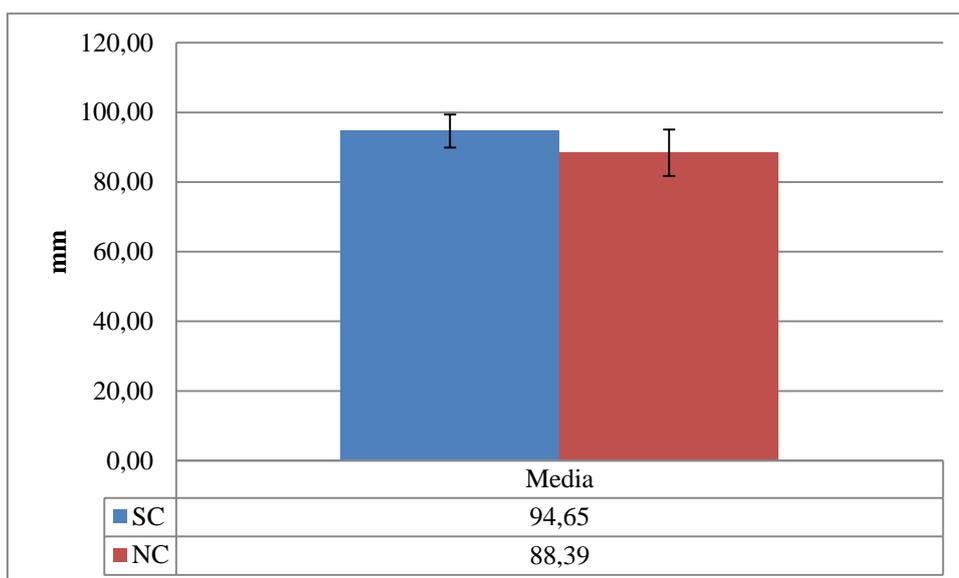
4.3.2.2 Limón:

En la recolección el 22 de marzo de 2017, se obtuvo un valor medio de $68,10 \pm 3,30$ mm de calibre ecuatorial y $88,39 \pm 9,24$ mm de calibre longitudinal del tratamiento NC. Para el tratamiento de SC se obtuvo un valor de $72,49 \pm 2,79$ mm de calibre ecuatorial y $94,65 \pm 3,80$ mm de calibre longitudinal. Por tanto no se apreciaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (Gráficas 7 y 8)

Los frutos pueden ser clasificados para su comercialización mediante la asignación de un código establecido por el Reglamento UE N° 543/2011, el cual clasifica estos frutos atendiendo a su calibre ecuatorial o a su peso. Respecto a nuestros resultados estaríamos ante unos limones con código 2 que va desde 68 hasta 78 mm.



Gráfica 7. Diámetro ecuatorial de limón Fino en la recolección



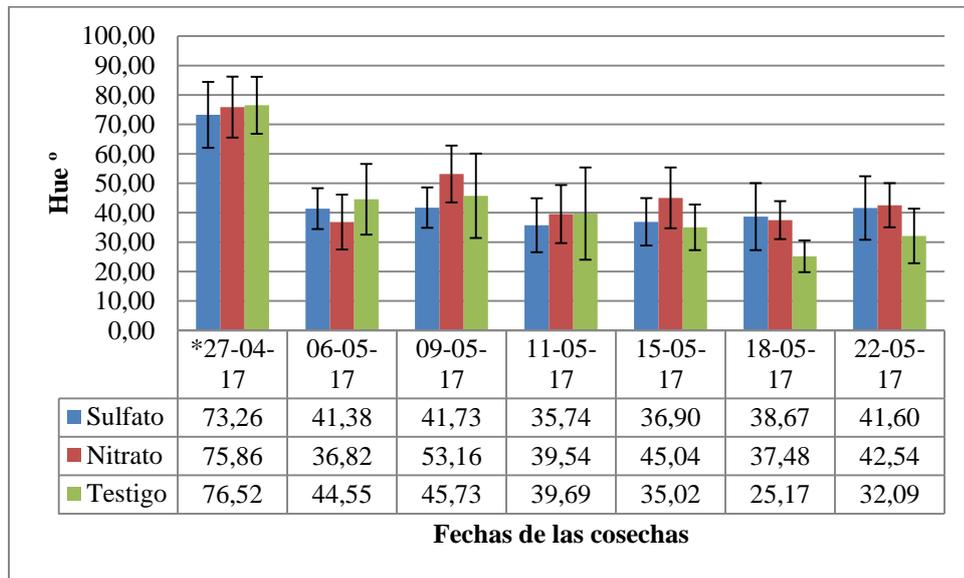
Gráfica 8. Diámetro longitudinal de limón Fino en la recolección

4.3.3 Color

4.3.3.1 Nectarina:

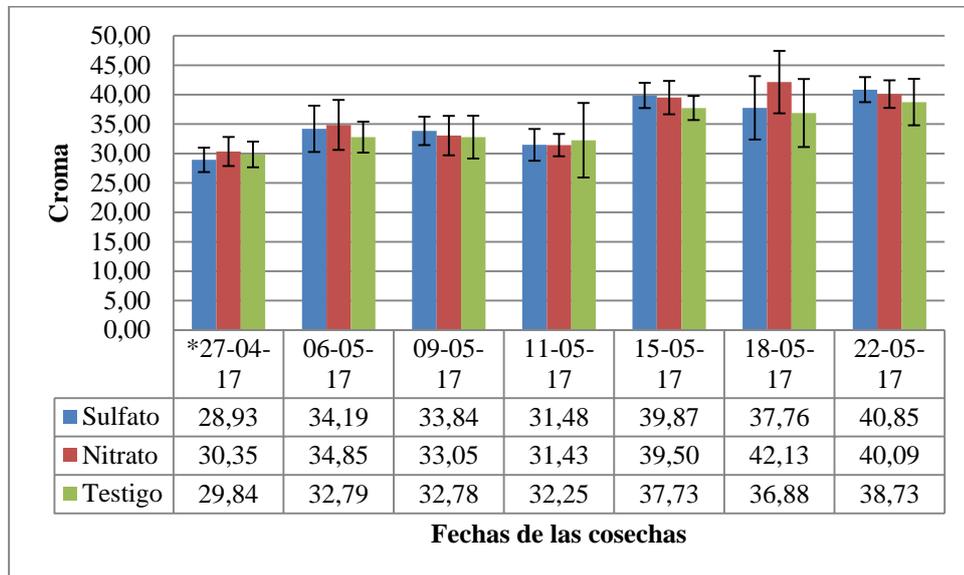
No se observaron diferencias significativas en el color medido en los parámetros L^* , Cromo (C) y Hue^o entre los diferentes tratamiento (Gráfica 9 y 10). Tan solo destacó que, como se esperaba, se apreció un cambio en la coloración de los frutos, adquiriendo tonalidades progresivamente más rojo intenso conforme avanzaban las cosechas maduración. Destacar que el día 27 de abril no está dentro de las recolecciones comerciales, sino que se cosecho ese día con el objetivo de tener valores más

representativos y ver la evolución que tiene el fruto desde periodos anteriores a la comercialización.



* Recolección anticipada no comercial

Gráfica 9. Evolución del color (expresado en °Hue) en nectarina Atinea en las distintas recolecciones

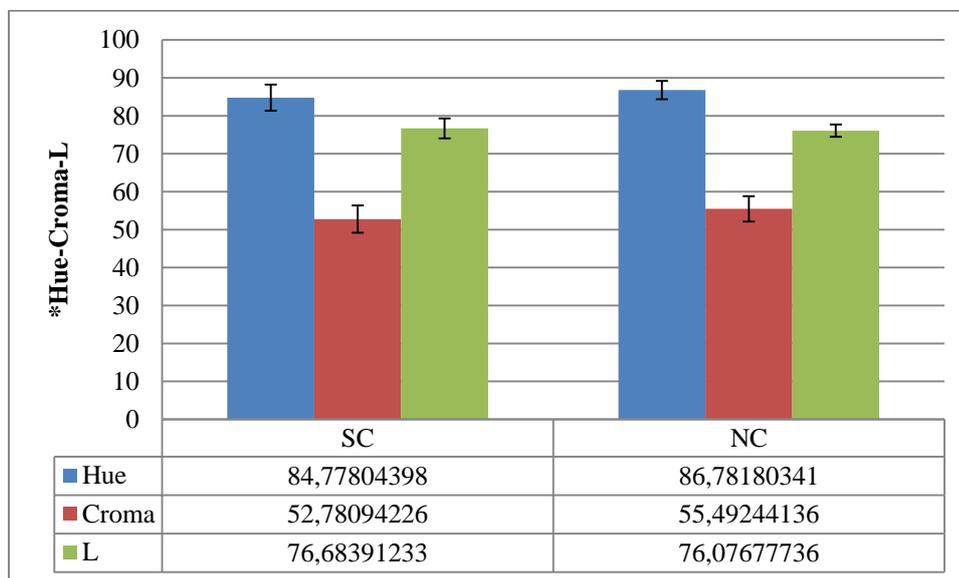


* Recolección anticipada no comercial

Gráfica 10. Evolución de color (expresado en Cromo) en nectarina Atinea en las distintas recolecciones

4.3.3.2 Limón:

No se observaron diferencias significativas en el color medido en los parámetros L*, Cromo (C) y Hue° entre los diferentes tratamiento (Gráfica 11).

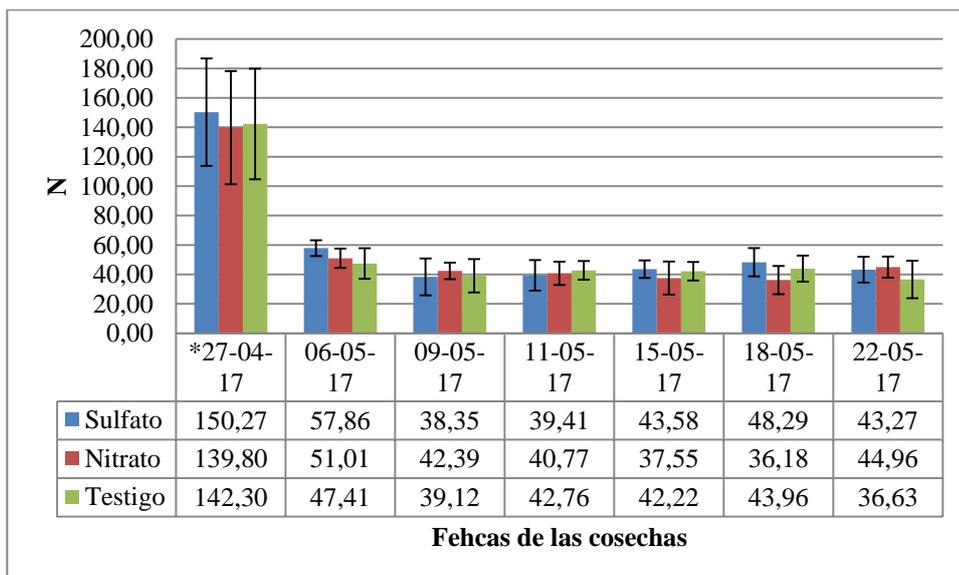


Gráfica 11. Parámetros de color L*, Hue y Chroma de los limones sometidos a distintos tratamientos postrecolección

4.3.4 Firmeza

4.3.4.1 Nectarina:

Respecto a los resultados de la firmeza (Gráfica 12), se apreció como disminuyó desde un valor inicial (27 de abril) de $139,80 \pm 38,45$ N para el NC, de $150,27 \pm 36,52$ N para el SC y de $142,30 \pm 37,59$ N para el Testigo hasta un valor correspondiente con la primera recolección comercial (6 de mayo) de $51,01 \pm 6,58$ N para el NC, de $57,86 \pm 5,40$ N para el SC y de $47,41 \pm 10,33$ N para el Testigo. Fue desde esa fecha cuando la firmeza tendió a estabilizarse durante las diferentes recolecciones que tuvieron lugar posteriormente. Al igual que ocurría con los anteriormente citados parámetros físico-químico, no se aprecian diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

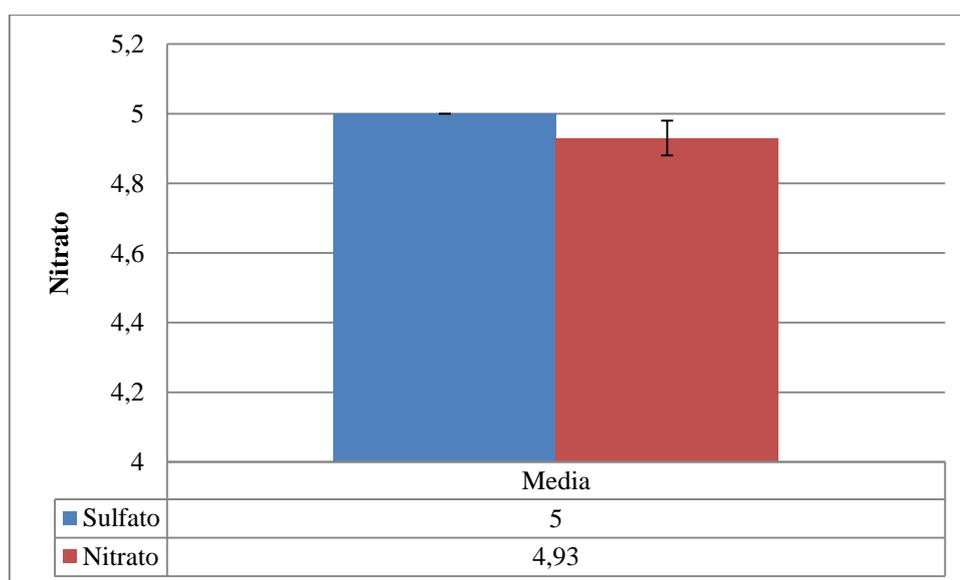


* Recolección anticipada no comercial

Gráfica 12: Firmeza de la nectarina Atinea en las distintas recolecciones

4.3.4.2 Limón:

Respecto a los resultados de la firmeza en limón utilizamos un criterio diferente al empleado en las nectarinas, donde en ese caso los valores se situaron en una escala del 1 al 5, siendo 5 una firmeza muy buena. Como observamos en la gráfica, los valores fueron muy similares, $5 \pm 0,0$ en SC y $4,93 \pm 0,05$ en NC, por lo tanto existe una mínima diferencia significativa (Gráfica 13).

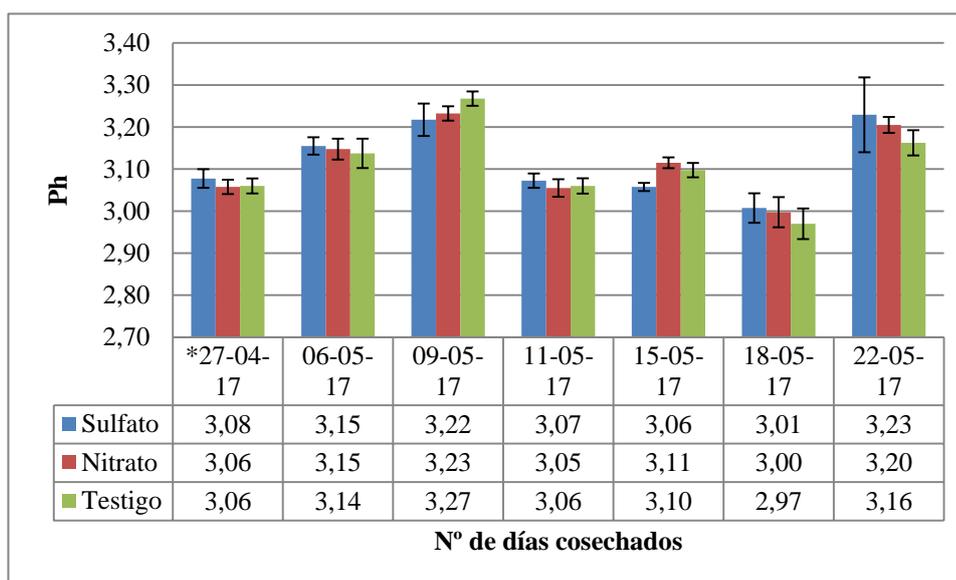


Gráfica 13: Evolución de la firmeza inicial del limón Fino

4.3.5 pH

4.3.5.1 Nectarina:

Los valores de pH de la fruta se situaron en el rango de 3 a 3,27 (Gráfica 14) concretamente tuvimos unos valores medios de $3,12 \pm 0,02$ para el NC, $3,12 \pm 0,03$ para el SC y $3,11 \pm 0,02$ para el Testigo. Estos valores se consideraron normales comparados con otras variedades de nectarina como Soraya con un valor de 3,5 de pH o como Flariva con un valor de 3,72 (Guardiola, 2016). Cabe añadir que no se apreciaron por lo general diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de abonado.

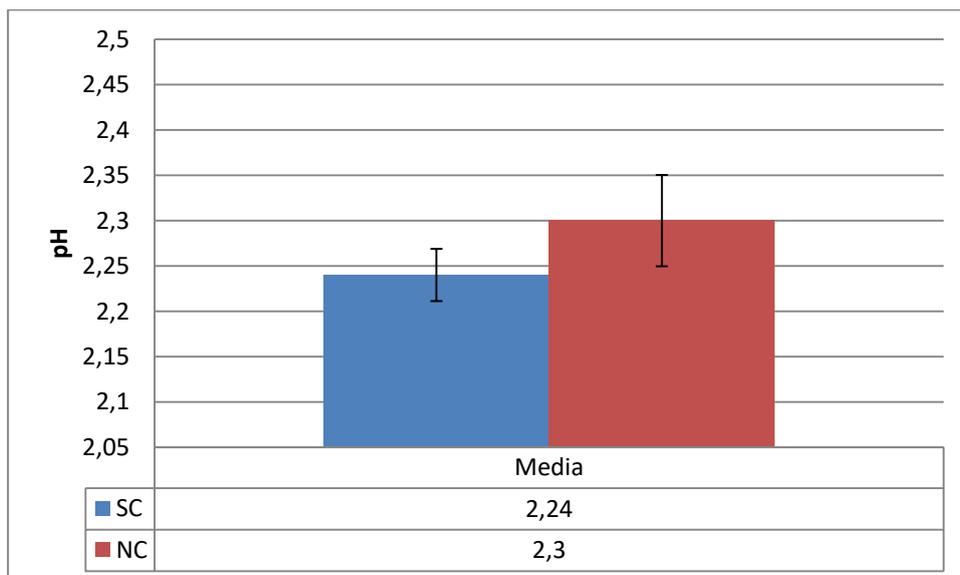


* Recolección anticipada no comercial

Gráfica 14. Valores del pH de la nectarina Atinea

4.3.5.2 Limón:

Los valores que se obtuvieron para el pH se mantuvieron estables a lo largo del periodo ensayado para ambos tipos de abonados. Durante el periodo postcosecha no se observaron diferencias entre ambos tratamientos de abonado.



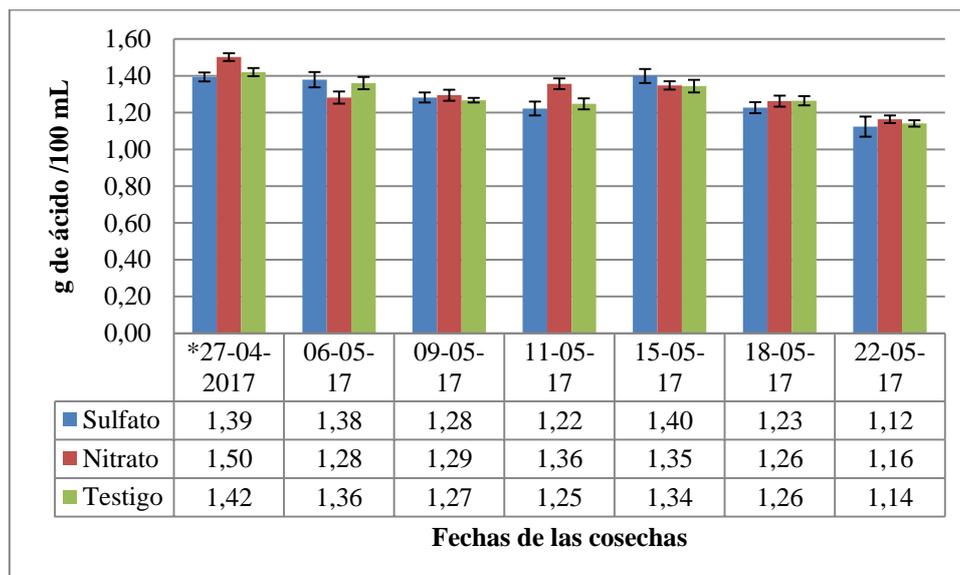
Gráfica 15. Valores de pH inicial de limón Fino.

4.3.6 Acidez titulable

4.3.6.1 Nectarina:

En cuanto a la AT, se obtuvieron los siguientes resultados: para el NC se obtuvo un valor medio de $1,28 \pm 0,03$ g/ 100 mL, para el SC un valor de $1,27 \pm 0,04$ g/mL y por último para el Testigo un valor de $1,27 \pm 0,02$ g/ 100mL. Se observó en la gráfica 15, como los valores medios entre los diferentes tratamientos fueron similares, sin diferencias significativas por lo general entre los tres tratamientos.

Iglesias y Echeverría (2009) realizaron una clasificación de variedades de melocotón y nectarina en función de la acidez del fruto que va desde fruta subácida/muy dulce con valores de AT < 3,3 g/L a muy ácida > 10 g/L. Concretamente la nectarina Atinea aquí estudiada, con un valor en un rango desde 1,26 hasta 1,31 g/L de AT se clasificaría como muy ácida, lo que es muy frecuente en las variedades más precoces o extratempranas.



* Recolección anticipada no comercial

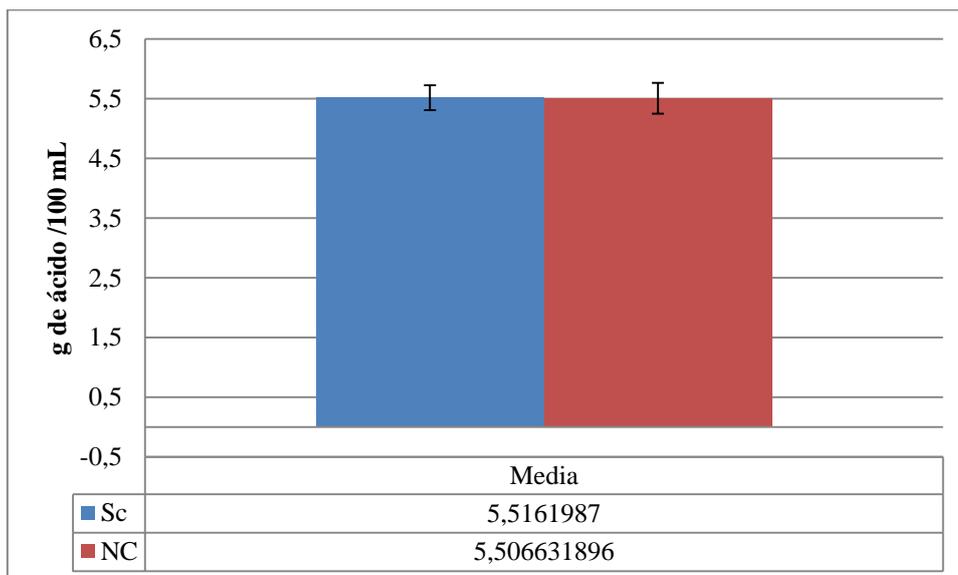
Gráfica 16. Acidez titulable de la nectarina Atinea en las distintas recolecciones

Tabla 12: Clasificación de variedades de nectarina en función de la acidez (Iglesias y Echeverría, 2009)

Grupo	Acidez titulable (g. ac. má./l)	Acidez titulable (meq./100 ml.)
Subácida / muy dulce	<3,3	<5
Dulce / semidulce	3,3-6	5-9
Equilibrada	6-8	9-12
Ácida	8-10	12-15
Muy ácida	>10	>15

4.3.6.2 Limón:

Con respecto a la acidez titulable (AT), no se observaron variaciones significativas (Gráfica 17) ni en los frutos abonados con SC ni con NC.



Gráfica 17. Valores iniciales de acidez titulable del limón Fino

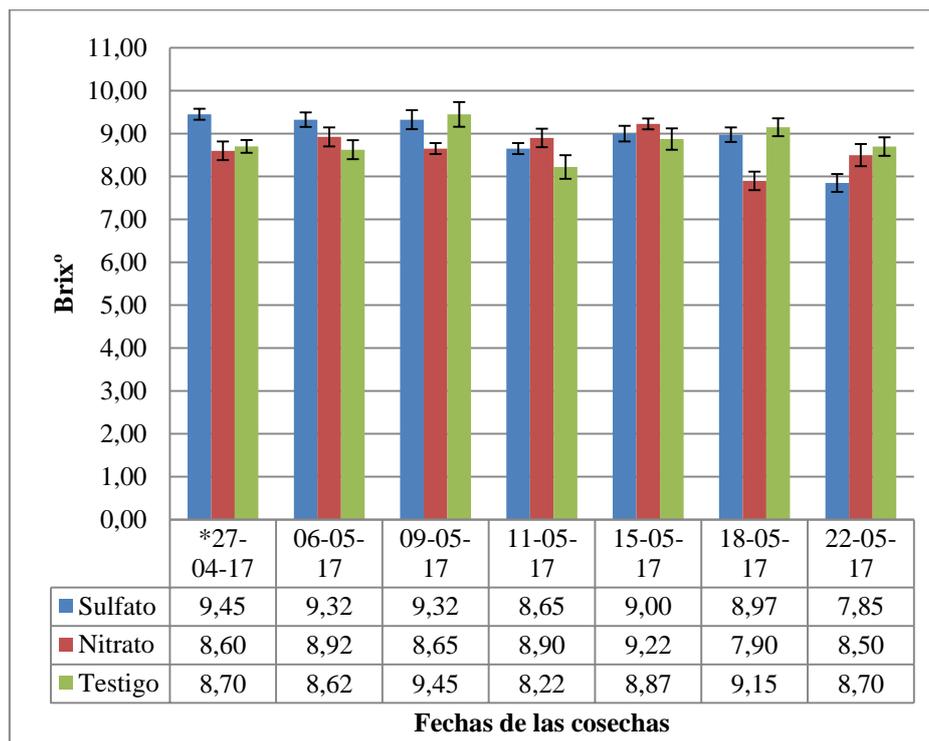
4.3.7 Sólidos solubles totales

4.3.7.1 Nectarina:

Los SST determinados antes del periodo de recolección presentaron un valor en torno a 8,8 °Brix en los tres tratamientos fertilizantes. Sin embargo, en las recolecciones se observaron que los °Brix se mantuvieron estables sin apenas variaciones, todo lo contrario a lo que se esperaba, ya que cuanto mayor grado de maduración mayor son los °Brix.

Se obtuvieron valores medios (Gráfica 18) para el tratamiento NC de $8,67 \pm 0,19$ °Brix, para el SC de $8,83 \pm 0,18$ °Brix y para el Testigo $8,82 \pm 0,24$ °Brix. No se encontraron diferencias entre los SST.

En otros estudios llevados a cabo por la empresa Planasa se ve que las variedades extratempranas, como Garminata N2-87, presenta valores de 9.33 °Brix o la Flariva N2-117 con 10,71 °Brix. Ambos resultados se encuentran ligeramente por encima de la nectarina Atinea del presente Trabajo.

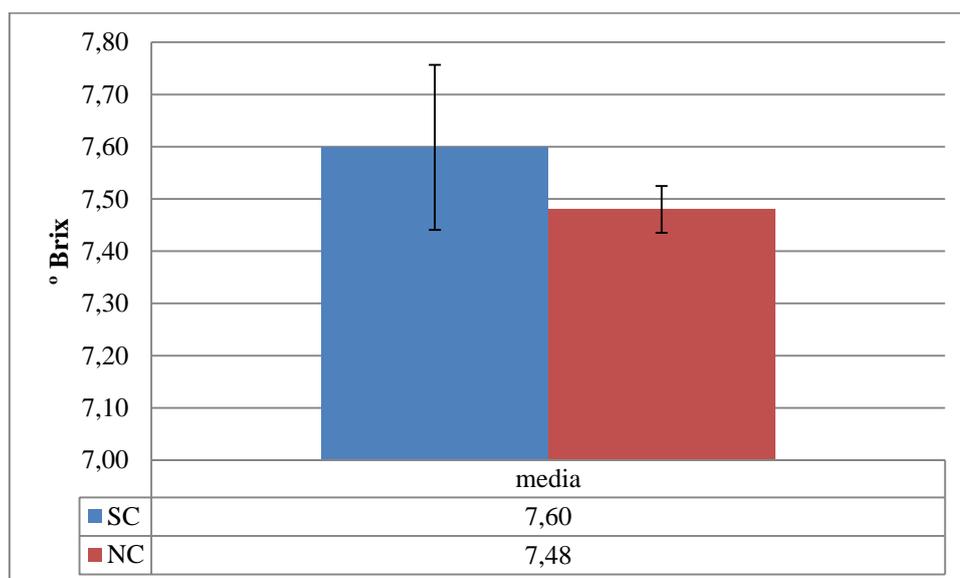


* Recolección anticipada no comercial

Gráfica 18. Sólidos solubles totales presentes en nectarinas Atinea durante la maduración

4.3.7.2 Limón:

Con respecto a los °Brix, no se observaron variaciones significativas a lo (Gráfica 19) ni en los frutos abonados con SC ni con NC.

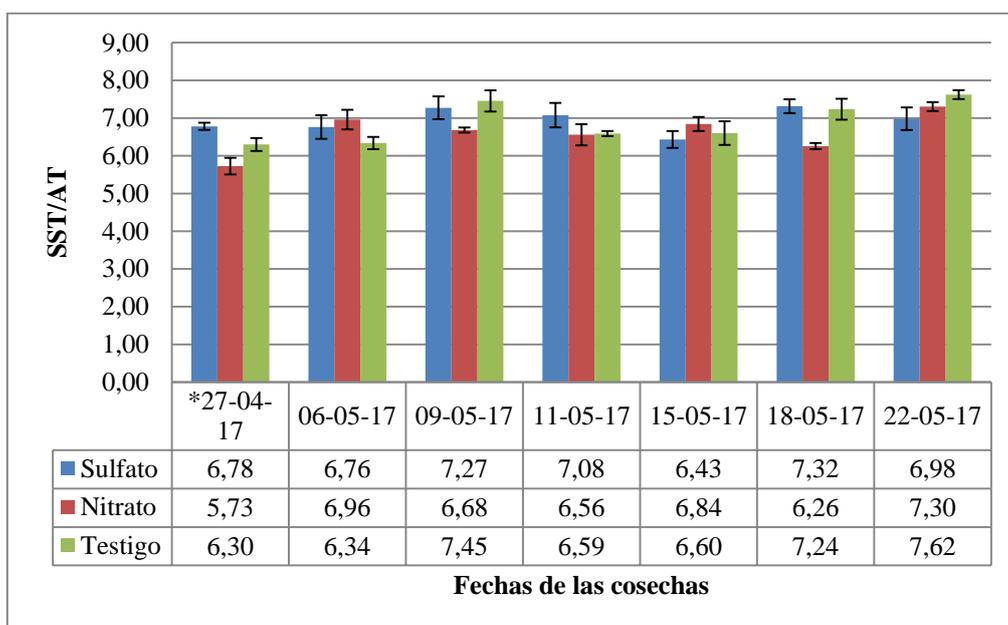


Gráfica 19. Valores iniciales de los °Brix del limón Fino

4.3.8 Índice de madurez

4.3.8.1 Nectarina:

Con los datos obtenidos de SST y AT, se obtuvo el valor del Índice de Madurez (cociente SST/AT) (Gráfica 17). Los resultados medios obtenidos fueron de $6,76 \pm 0,14$ para el NC, de $6,97 \pm 0,27$ para el SC y de $6,96 \pm 0,18$ para el Testigo. En cuanto a la comparación con otros estudios (Falagán et al., 2016) obtuvieron un índice de madurez de la nectarina Viowhite 5 de $6,99 \pm 0,07$, algo superior, pero en el mismo rango que el aquí se ha determinado para la Atinea. Por su parte, Zavala (2006) en variedades más tardías como Venus obtuvieron un valor de 9,1 y en María Dolce 9,1, ambos valores muy por encima del obtenido en el presente Trabajo. Esto se debió a que la variedad Atinea fue recolectada con una acidez bastante alta junto con unos SST relativamente bajos lo que hizo que el valor de SST/AT fuese inferior a las variedades tardías antes mencionadas.

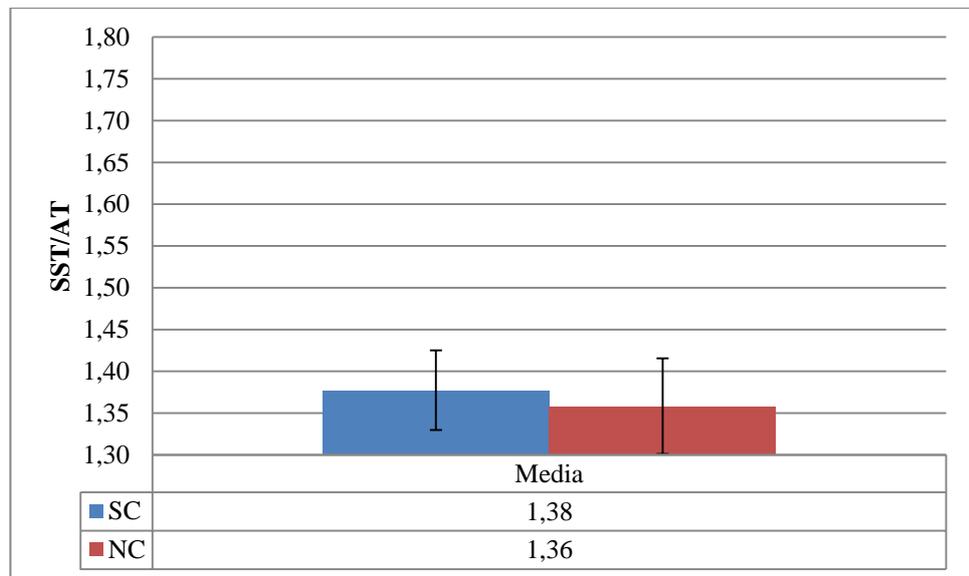


* Recolección anticipada no comercial

Gráfica 20. Índice de madurez o relación SST/AT de la nectarina Atinea

4.3.8.2 Limón:

Como sucede con las nectarinas con los datos obtenidos sobre los SST y la AT, se obtiene el valor del Índice de Madurez (Gráfica 21). No se aprecian diferencias significativas entre los frutos de SC y NC.



Gráfica 21. Índice de madurez inicial o relación SST/AT de limón Fino.

4.4 Comportamiento de los frutos tras la cosecha

4.4.1 Inicio de la conservación

4.4.1.1 Nectarina:

Como comentarios más relevantes respecto de los análisis de calidad de las nectarinas se puede decir que la apariencia visual inicial estuvo marcada por un número importante de frutos con el pedúnculo rajado, cuya incidencia en los tres tratamientos fue considerable. Además es reseñable que hubo diferencias favorables poco significativas en el SC con respecto al NC y al T, en cracking, trips y ramaleo, siendo más significativa la alteración del pedúnculo rajado en NC y T que en SC.

Sin embargo, en las nectarinas fertilizadas con SC se apreció que el ablandamiento del ápice afectó al 13,33 % de los frutos, siendo considerablemente inferior al detectado en las abonadas con NC el (23,33 %) y en las Testigo (20 %). En relación con las deformaciones de los frutos los valores más bajos sucedieron en las nectarinas abonadas con SC en las cuales se apreció en el 20 % frente al 36,67 %

detectado en las abonadas con NC y el 43,33 % en las Testigo. En relación con el enrojecimiento de la pulpa los valores más bajos fueron para las nectarinas fertilizadas con SC con el 10 %, frente al 20 % en el NC y testigo. En cuanto al rajado del pedúnculo los valores más bajos se encontraron en las nectarinas abonadas con SC con un 10 % frente a un 36,67 % en las abonadas con NC y un 20% en las Testigo.

Por último en el conjunto de hueso roto y dañado, en las nectarinas fertilizadas con SC ascendió al 10 % en hueso dañado y al 6,67 % en hueso roto, algo inferior al que mostraron las abonadas con NC que fue del 26,67 % en hueso dañado y 13,33 % en hueso roto y también al 23,33 % de hueso dañado que sucedió en las nectarinas Testigo.

Como comentario más relevante de estos resultados se puede reseñar que, sin duda, el abonado con Ca favoreció la reducción de daños en el fruto de nectarina (ablandamiento del ápice, deformaciones y hueso roto y dañado). Estos resultados han sido contrastados con los obtenidos en trabajos realizados en la anterior campaña (2016) sobre los mismos tratamientos y se confirma que los frutos provenientes de árboles tratados con SC presentan una mayor calidad global que los tratados con NC.

Tabla 13. Evaluación de la calidad de las nectarinas al inicio de la conservación.

Tratamientos	Sulfato cálcico		Nitrato cálcico		Testigo	
	Resultado	D. Típica	Resultado	D. Típica	Resultado	D. Típica
Firmeza	4,80	0,81	4,9	0,40	4,6	1,22
Ablandamiento %	13,33	-	26,33	-	20	-
Cracking	5	0	4,6	0,77	4,86	0,73
Trips	4,9	0,55	4,86	0,5	4,73	0,82
Ramaleo	4,10	1,22	4	1,20	3,83	1,34
Oídio	5	0	4,9	0,54	5	0
Deformaciones %	20	-	36,67	-	43,33	-
Apariencia visual	4,33	1,06	4,33	0,80	3,72	1,30
Podrido	0	0	0	0	0	0
Hueso dañado %	10	-	26,67	-	23,33	-
Hueso roto %	6,67	-	13,33	-	0	-
Pedúnculo Rajado %	10	-	36,67	-	20	-

Enrojecimiento interno %	10	-	20	-	20	-
---------------------------------	----	---	----	---	----	---

* Análisis correspondientes a 30 frutos por tratamiento

4.4.1.2 Limón:

Respecto a los análisis de calidad de los limones se puede decir que la apariencia visual y la firmeza en la cosecha (al inicio de la conservación) fueron muy buenas y similares en los dos tratamientos de fertilización. Además es destacable que hubo diferencias favorables poco significativas en el SC con respecto al NC, en, trips y adustiosis, siendo más significativo el ramaleo en SC respecto al NC.

Como comentario más relevante de estos resultados se puede reseñar que, sin duda, el abonado con Ca favoreció la reducción de daños en el limón y que, en general, los resultados obtenidos con el SC fueron algo superiores a los del NC.

Tabla 14. Incidencia de fisiopatías, apariencia, firmeza, así como los de daños mecánicos en los limones al inicio de la conservación (intensidades en cada repetición).

Tratamiento: Sulfato cálcico										
Intensidad (*)	Apariencia %	Firmeza %	Daños por frío %	Peteca %	Ramaleo %	Golpe %	Oleocelosis %	Adustiosis %	Araña %	Piojo %
1	0	0	100	100	73	95	100	97	88	100
2	0	0	0	0	16	3	0	2	10	0
3	3	0	0	0	9	2	0	1	2	0
4	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0
5	85	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento: Nitrato cálcico										
1	0	0	100	100	53	94	97	92	86	100
2	0	0	0	0	24	3	1	3	10	0
3	4	0	0	0	23	3	2	4	2	0
4	25	6	0	0	0	0	0	0	2	0
5	71	94	0	0	0	0	0	1	0	0

* Apariencia visual y Firmeza: - 1: Muy mala, 2: Mala, 3: Regular (límite aceptable de comercialización), 4: Buena, 5: Muy buena

Daños por el frío, Peteca, Ramaleo, Golpes, Oleocelosis, Ajustiosis, Araña roja y Piojo blanco:- 1, Ausencia, 2: Leve (límite máximo permitido para considerar un fruto con suficiente calidad comercial), 3: Moderado, 4: Severo, 5: Extremo

4.4.2 Tras la conservación refrigerada.

4.4.2.1 Nectarina:

La Tabla 15 resume los resultados de la evaluación de la calidad de las nectarinas tras los 15 días de conservación refrigerada a 1 °C y 90 % HR.

Como comentarios más relevantes respecto de estos análisis se puede decir que la apariencia visual y la firmeza al término de la conservación refrigerada fueron muy buenas y similares en los tres tratamientos de fertilización. Además es de destacar que apenas hubo cracking, trips, y podredumbre por oídio, lo que de nuevo indica la elevada calidad intrínseca de los frutos almacenados y el buen cultivo efectuado.

Por su parte, en las nectarinas fertilizadas con SC se apreció que el ablandamiento del ápice afectó al 15,98 % de los frutos, considerablemente inferior al detectado en las abonadas con NC el 23,14 % y similar al detectado en las Testigo 15,74 %. En relación con las deformaciones de los frutos los tres tratamientos tuvieron unos valores similares de 39,53 % en el caso del SC, 37,03 % en el caso del NC y 39,81 % en el caso del Testigo. En el enrojecimiento de la pulpa los valores más bajos sucedieron en las nectarinas fertilizadas con SC con el 49,54 %, frente al 64,81 % en las abonadas con NC y el 66,67 % en las Testigo. En cuanto al rajado del pedúnculo los valores más bajos se encontraron en las nectarinas abonadas con SC son un 6,42 % frente a un 10,68 % en las abonadas con NC y un 10,18 % en las Testigo. Por último en el conjunto de hueso roto y dañado, en las nectarinas fertilizadas con SC ascendió al 25,68 % en hueso dañado y al 1,83 % en hueso roto, inferior al que mostraron las abonadas con NC que fue del 39,81 % en hueso dañado y 2,77 % en hueso roto y también al 40,74 % de hueso dañado y 5,55 % de hueso roto que sucedió en las nectarinas Testigo.

Tabla 15. Evaluación de alteraciones en nectarina Atinea a la salida de la conservación refrigerada a 1 °C y 90 % HR tras 15 días

Tratamientos	Sulfato		Nitrato		Testigo	
N° frutos	109		108		108	
	Resultado	D.Típica	Resultado	D.Típica	Resultado	D.Típica
Firmeza	4,89	0,54	4,93	0,28	4,94	0,30
Ablandamiento del ápice%	15,98	-	23,14	-	15,74	-
Cracking	4,88	0,56	4,93	0,39	4,95	0,34
Trips	4,98	0,19	4,88	0,50	4,94	0,428
Ramaleo	4,21	0,93	3,78	1,37	4,14	1,22
Oídio	4,97	0,13	4,95	0,16	4,89	0,24
Deformaciones. %	39,53	-	37,03	-	39,81	-
Apariencia visual	4,33	0,78	4,12	0,87	4,23	0,80
Podridos	4,96	0,38	4,95	0,34	4,98	0,19
Hueso dañado. %	25,68	-	39,81	-	40,74	-
Hueso roto. %	1,83	-	2,77	-	5,55	-
Pedúnculo Rajado%	6,42	-	10,18	-	10,18	-
Enrojecimiento interno%	49,54	-	64,81	-	66,67	-

Estos resultados confirman la beneficiosa influencia del abonado cálcico para reducir alteraciones en las nectarinas (ablandamiento del ápice, enrojecimiento de la pulpa y hueso roto y dañado). Además fue apreciable que los resultados obtenidos con el SC fueron mejores que los del NC y el Testigo, en ablandamiento del ápice, ramaleo y hueso dañado y roto y enrojecimiento interno de la pulpa y similares a las nectarinas Testigo en ablandamiento del ápice, ramaleo, deformaciones, siendo superior a estas en presencia de hueso roto y dañado y sobre todo en el enrojecimiento de la pulpa. Estos datos han sido contrastados con el trabajo realizado el 2016 sobre los mismos tratamientos y se puede confirmar que los frutos procedentes de árboles abonados con SC presentaron en general una mayor calidad global que los tratados con NC.

4.4.2.2 Limón:

Respecto a los análisis de calidad de los limones después de la conservación refrigerada, se dedujo que la apariencia visual y la firmeza fueron mejores en los limones abonados con NC respecto a los de SC, siendo mayor la diferencia en los limones almacenados a 7°C. En esta ocasión no hubo diferencias significativas en ramaleo en los limones almacenados a 7°C en el SC con respecto al NC, mientras que si se apreciaron diferencias significativas en los limones almacenados a 2°C.

Tabla 16. Incidencia de fisiopatías, apariencia, firmeza, así como los de daños mecánicos en los limones tras a la salida de la conservación (intensidades en cada repetición).

Tratamiento: Sulfato cálcico 2°C										
Inten- sidad (*)	Apariencia %	Firmeza %	Daños por frío%	Peteca %	Ramaleo %	Golpes %	Oleocelosis %	Adustiosis %	Araña %	Piojo %
1	0	0	83	100	51	98	95	98	88	100
2	0	0	11	0	33	0	5	1	9	0
3	12	1	6	0	13	2	0	1	3	0
4	43	37	0	0	3	0	0	0	0	0
5	45	62	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento: Sulfato cálcico 7°C										
1	0	0	95	100	55	97	96	92	81	100
2	0	0	5	0	31	2	3	6	12	0
3	11	1	0	0	14	1	1	2	7	0
4	33	33	0	0	0	0	0	0	0	0
5	56	66	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento: Nitrato cálcico 2°C										
Inten- sidad (*)	Apariencia %	Firmeza %	Daños por frío%	Peteca %	Ramaleo %	Golpes %	Oleocelosis %	Adustiosis %	Araña %	Piojo %
1	0	0	88	100	62	99	92	94	85	100
2	0	0	10	0	25	0	8	1	10	0
3	9	0	2	0	13	0	0	3	5	0
4	25	11	0	0	0	1	0	1	0	0
5	66	89	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento: Nitrato cálcico 7°C										
1	0	0	100	100	61	100	93	96	83	100

2	0	0	0	0	29	0	6	4	14	0
3	5	2	0	0	10	0	1	0	2	0
4	35	32	0	0	0	0	0	0	1	0
5	60	66	0	0	0	0	0	0	0	0

* Apariencia visual y Firmeza: - 1: Muy mala, 2: Mala, 3: Regular (límite aceptable de comercialización), 4: Buena, 5: Muy buena

Daños por el frío, Peteca, Ramaleo, Golpes, Oleocelosis, Adustiosis, Araña roja y Piojo blanco: - 1, Ausencia, 2: Leve (límite máximo permitido para considerar un fruto con suficiente calidad comercial), 3: Moderado, 4: Severo, 5: Extremo

4.4.3 Tras la comercialización.

4.4.3.1 Nectarina:

Al término de la comercialización, la apariencia visual y la firmeza fue elevada (muy buena y firme respectivamente) y similar en los tres tratamientos de fertilización (Tabla 18). De nuevo es muy reseñable que casi no se detectó cracking, trips, ramaleo y podredumbre por oídio, confirmándose la elevada calidad de los frutos almacenados y el buen cultivo efectuado.

Sin embargo, en relación con el ablandamiento del ápice, en las nectarinas abonadas con SC se apreció que fue del 36,67 %, un valor algo inferior al evaluado en las fertilizadas con NC 50 % y en las Testigo 45,13 %. En relación con las deformaciones de los frutos los valores más bajos sucedieron en las nectarinas abonadas con SC en las cuales se apreció en el 22,1 % frente al 25,88 % detectado en las abonadas con NC y el 28,82 % en las Testigo. En el enrojecimiento de la pulpa los valores más bajos sucedieron de nuevo en las nectarinas fertilizadas con SC en las cuales se apreció en el 42,63 % de los frutos frente al 47,32 % en las abonadas con NC y el 44,14 % en las Testigo. En cuanto al rajado del pedúnculo los valores más bajos se encontraron en las nectarinas abonadas con SC con un 7,01 % frente a un 7,14 % en las abonadas con NC y un 9,90 % en las Testigo. Por último en el conjunto de hueso roto y dañado, en las nectarinas fertilizadas con SC ascendió al 24,38 % en hueso dañado y 3,52 % en hueso roto, mientras en las abonadas con NC fue del 35,71 % en hueso dañado y 4,64 % en hueso roto y en las Testigo el 27,02 % de hueso dañado y 4,50 % en hueso roto. Por lo tanto podemos observar, como las nectarinas tratadas con SC reducen la alteración de hueso dañado o roto, consiguiendo con ello, un mayor número de frutos en óptimas condiciones.

Estos datos han sido contrastados con el trabajo realizado el 2016 sobre unos tratamientos muy similares y se puede confirmar que los frutos procedentes de árboles abonados con SC presentaron en general una mayor calidad global que los tratados con NC.

Tabla 17. Evaluación de alteraciones en nectarina Atinea a la salida de la comercialización refrigerada a 15 °C y 70 % HR tras 3 días

Tratamientos	Sulfato		Nitrato		Testigo	
Nº frutos	114		112		111	
	Resultados	D.Típica	Resultados	D.Típica	Resultados	D.Típica
Firmeza	4,75	0,92	4,68	0,71	4,72	0,68
Ablandamiento %	36,67	-	50	-	45,13	-
Cracking	4,75	0,80	4,83	0,62	4,98	0,18
Trips	5	-	5	-	5	0
Ramaleo	4,15	1,12	4,2	1,34	4,26	1,18
Oídio	4,78	0,59	4,82	0,20	4,83	0,21
Deformaciones %	22,1	-	25,88	-	28,82	-
Apariencia visual	4,25	1	4,22	0,99	4,26	0,89
Podridos	4,92	0,5	5	-	4,95	0,34
Hueso dañado %	24,38	-	35,71	-	27,02	-
Hueso roto %	3,52	-	4,64	-	4,50	-
Pedúnculo. Rajado%	7,01	-	7,14	-	9,90	-
Enrojecimiento interno %	42,63	-	47,32	-	44,14	-

Se puede comentar sobre estos resultados que tras la comercialización se ha ratificado la influencia favorable del SC para preservar la calidad inicial de las nectarinas, que mostraron menor ablandamiento del ápice, deformaciones del fruto, enrojecimiento de la pulpa y huesos rotos y dañados, así como de rajado peduncular.

4.4.3.2 Limón:

Respecto a los análisis de calidad de los limones después de la comercialización refrigerada, se apreció que en ambos tratamientos, tanto el SC como el NC la calidad global de los frutos fue mayor en los almacenados a 7 °C que la de los almacenados a 2 °C. Esto se debió a que los daños por frío de los limones se manifiestan tras un almacenamiento de varias semanas a temperaturas inferiores a 12 ° o 13 °C. Los síntomas más frecuentes son depresiones irregulares de la piel (picado y peteca), degeneración o descomposición (necrosis) de tejidos epidérmicos con alteración del color rosáceo y canela (adustiosis) y pardeamientos internos (membranosis) o superficiales (escaldadura). También a veces, se produce un debilitamiento de la resistencia a daños mecánicos y a los ataques microbianos no solo por deterioro de los tejidos, sino también por la exudación de metabolitos que, al desorganizarse la estructura celular, pasa a los espacios intercelulares y facilitan el desarrollo fúngico (Artés, 1999). La susceptibilidad de los cítricos a bajas temperaturas depende de la especie y variedad, siendo pomelos y limones los más sensibles (Guerra, 1996).

En los ensayos que se presentan se observó que la firmeza y la apariencia de los limones abonados con NC fueron ligeramente superiores a los abonados con SC. Respecto al resto de las alteraciones, en ambos tratamientos NC y SC no se aprecian diferencias significativas.

Tabla 18. Incidencia de fisiopatías, apariencia, firmeza y daños mecánicos en los limones tras la comercialización (intensidades en cada repetición).

Tratamiento: Sulfato cálcico 2°C										
Intensidad (*)	Apariencia %	Firmeza %	Daños por frío %	Peteca %	Ramaleo %	Golpes %	Oleocelosis %	Adustiosis %	Araña %	Piojo %
1	0	0	81	100	56	97	90	95	89	100
2	0	0	13	0	29	3	9	3	7	0
3	14	2	6	0	15	0	1	2	4	0
4	55	55	0	0	0	0	0	0	0	0
5	31	43	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento: Sulfato cálcico 7°C										
1	0	0	93	100	47	96	89	95	91	100
2	0	0	6	0	38	4	9	4	7	0
3	17	2	1	0	14	0	2	1	2	0
4	51	52	0	0	1	0	0	0	0	0
5	32	46	0	0	0	0	0	0	0	0

Tratamiento: Nitrato cálcico 2°C										
Inten- sidad (*)	Apariencia %	Firmeza %	Daños por frío%	Peteca %	Ramaleo %	Golpes %	Oleocelosis %	Adustiosis %	Araña %	Piojo %
1	0	0	83	100	62	92	95	96	87	100
2	0	0	11	0	26	6	4	3	11	0
3	9	6	2	0	12	2	1	3	2	0
4	40	34	0	0	0	0	0	0	0	0
5	51	60	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento: Nitrato cálcico 7°C										
1	1	1	94	100	65	97	97	97	80	100
2	0	0	6	0	29	2	2	2	15	0
3	0	1	0	0	6	1	1	0	5	0
4	44	38	0	0	0	0	0	0	0	0
5	55	60	0	0	0	0	0	1	0	0

* Apariencia visual y Firmeza: - 1: Muy mala, 2: Mala, 3: Regular (límite aceptable de comercialización), 4: Buena, 5: Muy buena

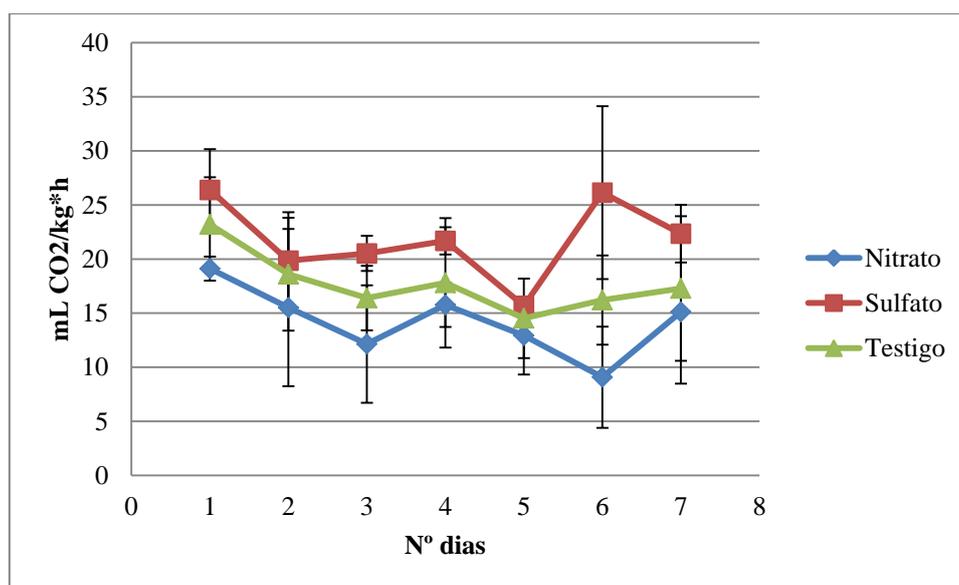
Daños por el frío, Peteca, Ramaleo, Golpes, Oleocelosis, Adustiosis, Araña roja y Piojo blanco:- 1, Ausencia, 2: Leve (límite máximo permitido para considerar un fruto con suficiente calidad comercial), 3: Moderado, 4: Severo, 5: Extremo

4.5 Actividad respiratoria

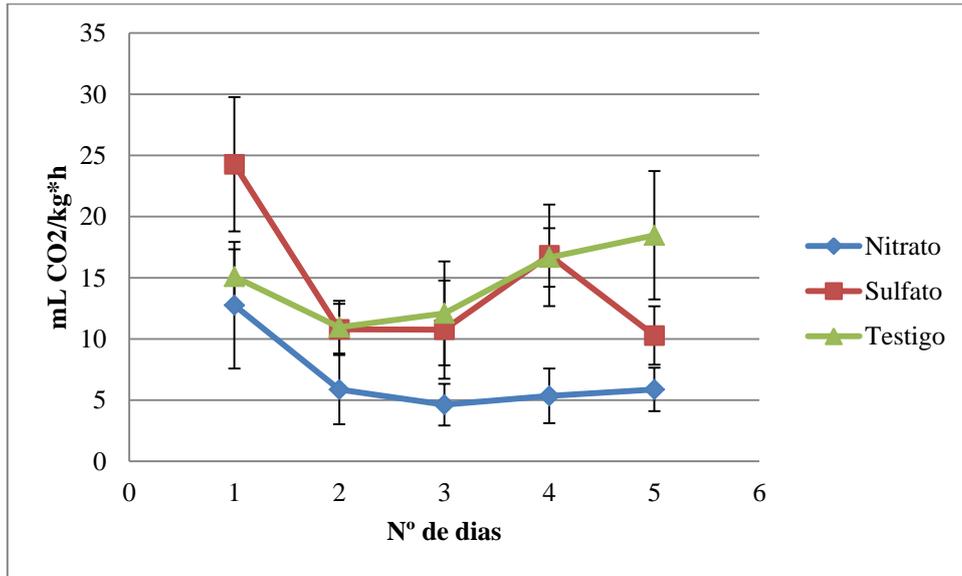
La actividad respiratoria de los frutos del estado E1 que correspondía a la recolección no comercial (Gráfica 22) descendió desde unos valores medios en torno a 23 mL CO₂ / kg * h hasta los 15 mL CO₂ / kg * h. Este descenso tuvo lugar de manera similar en los tres tratamientos. Por su parte en el estado E2, correspondiente a la segunda recolección comercial, (Gráfica 23), se observó que el SC presentaba al inicio de la conservación una mayor concentración de CO₂ con respecto al NC y al Testigo pero en los días posteriores se observó como el SC y el Testigo adquirían valores medios similares, a diferencia de lo que ocurrió con el NC, que empezó con unos valores de CO₂ bajos y se mantuvo así a lo largo de la conservación. En el estado E3, correspondiente a la 4 recolección comercial, (Gráfica 24), hay que citar que, a diferencia de lo que ocurrió en el estado E2 los valores más altos de concentración del CO₂ correspondieron en este caso al Testigo en lugar del SC, mientras que los valores del NC permanecían bajos con unos valores de concentración media de 5

mLCO₂/kg*h. Por último, en el estado E4, última recolección comercial, se observó el inicio del climaterio en los frutos de SC y Testigo (Gráfica 25) y en los NC siguieron sin manifestar el climaterio. Cabe destacar que, se observaron en algunos botes frutos podridos y eso produjo picos de CO₂ debido a que cuando el fruto se rompe o presenta algún daño fisiológico se produce un incremento de la respiración.

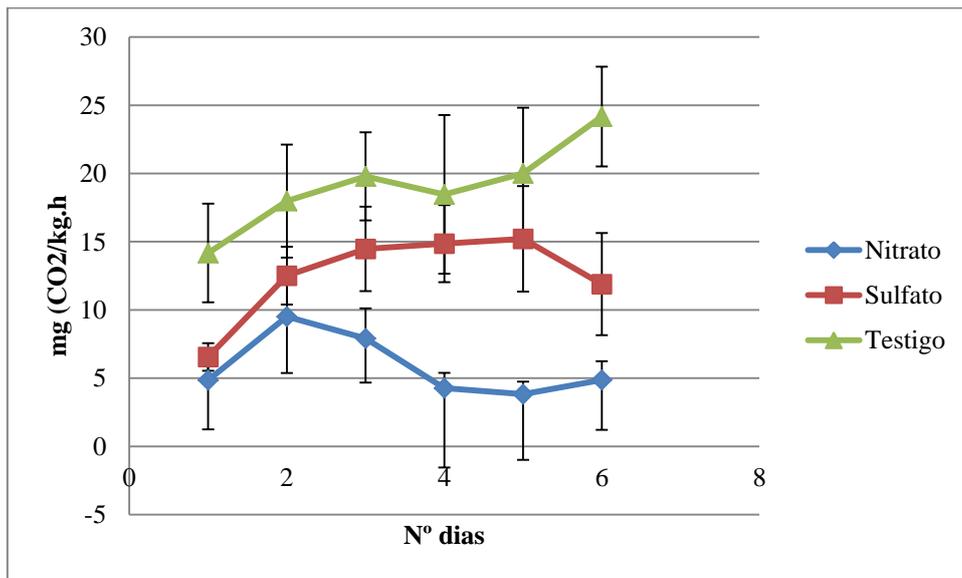
Según Crisosto y Kader (2000), la nectarina tiene un valor medio de actividad respiratoria comprendido entre 2 y 3 mL CO₂ / kg * h a 0 °C, 8 y 12 mL CO₂ / kg * h a 10 °C y de 32 y 55 mL CO₂ / kg * h a 20 °C. Sin embargo la nectarina Atinea aquí estudiada, bajo ninguno de los 3 tratamientos fertilizantes aplicados alcanzó el mínimo de 35 mL CO₂ / kg * h, siendo el valor medio más alto de 27 mL CO₂ / kg * h, por lo que se trata de una variedad con una tasa de respiración baja. Además, las condiciones de almacenamiento afectan a la respiración y las temperaturas altas conducen a una tasa de respiración más rápida; por cada 10 °C que aumenta de la temperatura, la velocidad de respiración se duplicará o incluso triplicará (Kader, 1992)



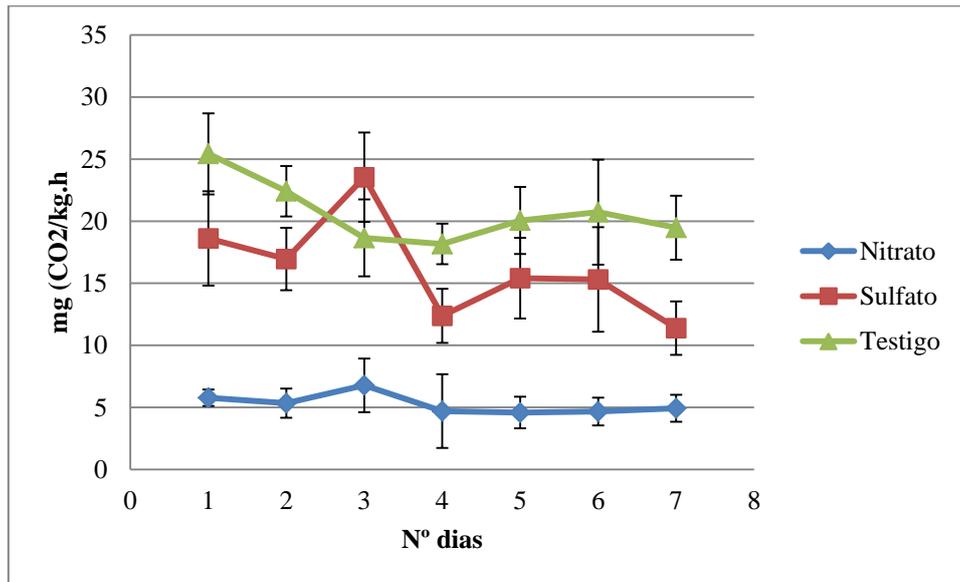
Gráfica 22. Evolución de la actividad respiratoria (mL CO₂ / kg * h) a 20 °C de las nectarinas Atinea cosechadas precozmente el 26 de abril de 2017 en el estado E1 (recolección anticipada no comercial)



Gráfica 23. Evolución de la actividad respiratoria (mL CO₂ / kg * h) a 20 °C de las nectarinas Atinea cosechadas precozmente el 11 de mayo de 2017 en el estado E2 (segunda recolección comercial)



Gráfica 24. Evolución de la actividad respiratoria (mL CO₂ / kg * h) a 20 °C de las nectarinas Atinea cosechadas precozmente el 17 de mayo de 2017 en E3 (cuarta recolección comercial)



Gráfica 25. Evolución de la actividad respiratoria (mL CO₂ / kg * h) a 20 °C de las nectarinas Atinea cosechadas en el estado de madurez comercial el 24 de mayo de 2017 en el estado E4 (última recolección comercial)

4.6 Emisión de etileno

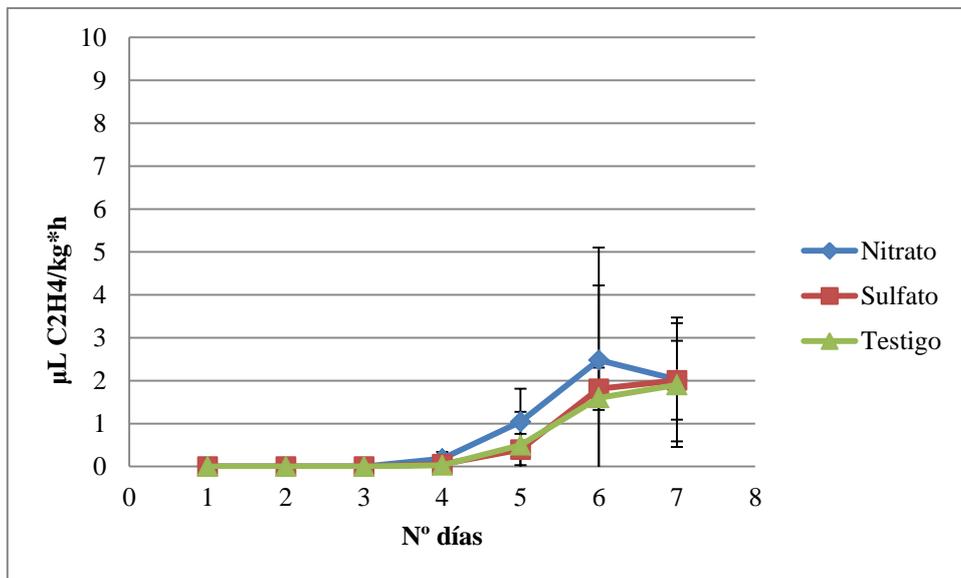
En las cuatro gráficas representadas a continuación observamos como la emisión de etileno fue variando en función del tiempo. En la Gráfica 26 los frutos del primer estado de madurez E1 permanecieron constantes durante los 4 primeros días del ensayo con valores de 0, lo que se consideró un estado totalmente preclimatérico, pero en los siguientes días se produjo un ligero aumento de la emisión de etileno, momento denominado mínimo climatérico.

En la Gráfica 27, la emisión de etileno sufrió un aumento levemente en el NC y en el SC, mientras que en el Testigo se observó que a partir del día 4 se produjo un aumento significativo, esto se debió a que a partir de ese día se identificó que uno de los frutos de los botes se había podrido, con el consiguiente aumento por tanto de su actividad metabólica.

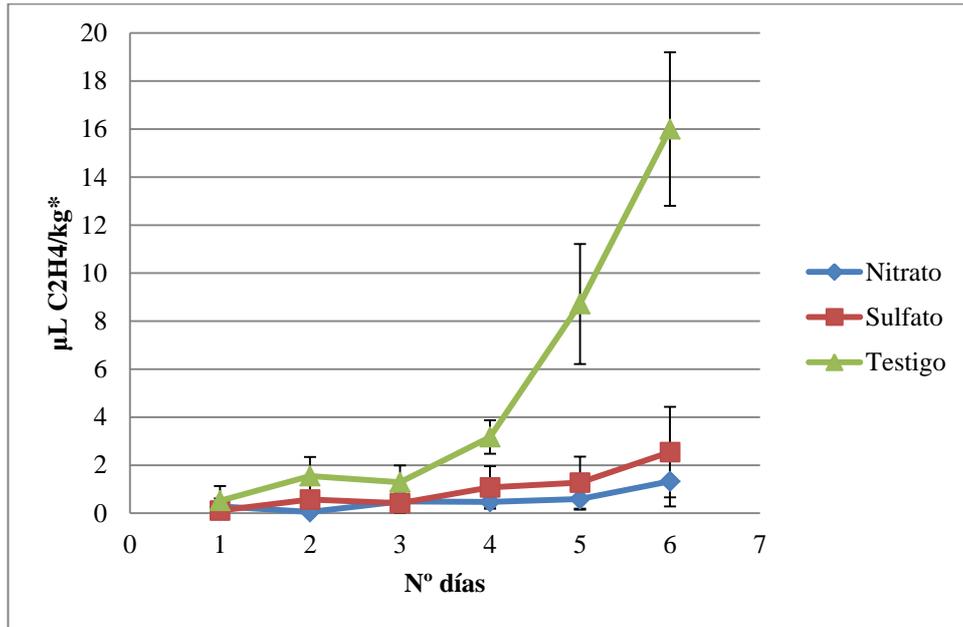
Se observaron unos valores de etileno medio en la Gráfica 28, mayores que en las gráficas posteriores debido a que el fruto se encontraba ya en su fase climatérica. En este caso se apreció como los valores máximos de los tres tratamientos estaban dentro de un rango de etileno de 4,6 hasta 7,7 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$.

En la Gráfica 29, se observó un aumento más acentuado de la emisión del etileno en el SC y en el Testigo con respecto al NC. Se alcanzaron unos valores máximos

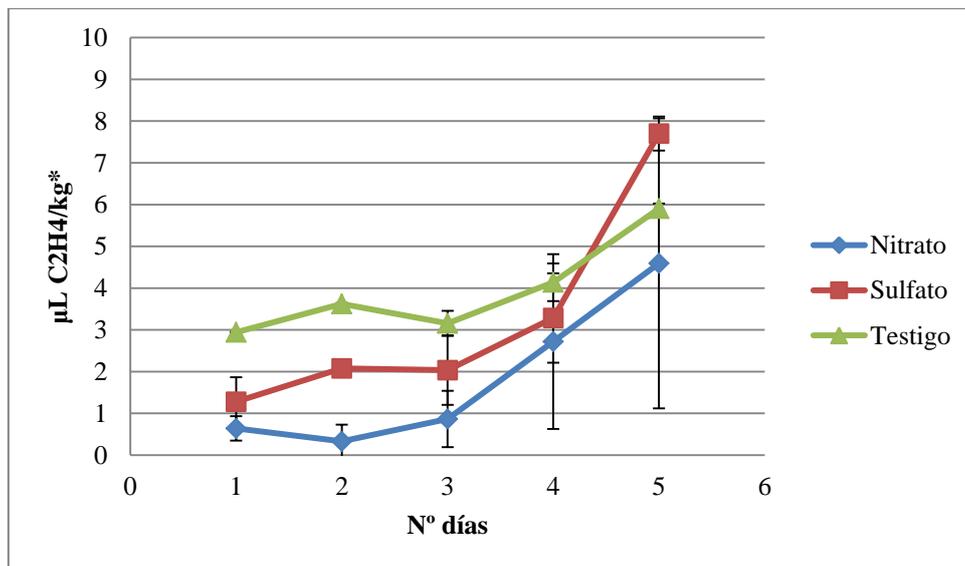
(exceptuando el Testigo de la gráfica 27 debido a la podredumbre del fruto) de $7,70 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$ y de $7,69 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$ para el SC y el Testigo respectivamente, mientras que el valor correspondiente al NC fue de $4,59 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$. Estos valores fueron inferiores a los valores fijados por Kader (1992) para nectarinas, las cuales según este autor presenta un rango de emisión de etileno a 20°C entre 10 y $100 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$. Por tanto, con lo expuesto para la actividad respiratoria, se observó que la nectarina Atinea es muy baja emisora de etileno, lo que favorece también su supervivencia comercial.



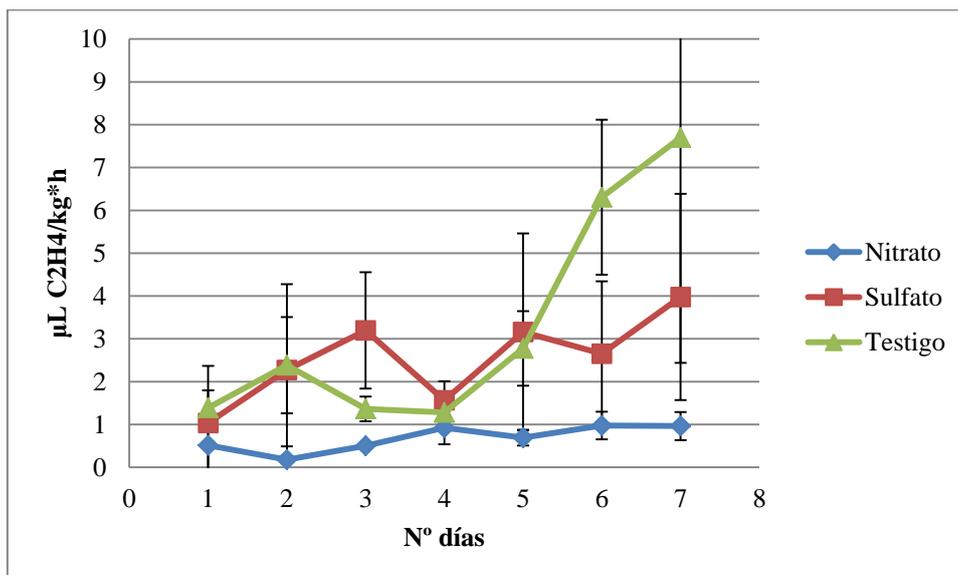
Gráfica 26. Evolución de la emisión de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$) a 20°C de las nectarinas Atinea E1 cosechadas precozmente el 26 de abril de 2017.



Gráfica 27. Evolución de la emisión de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$) a 20°C de las nectarinas Atinea E2 cosechadas en la segunda recolección en estado comercial.



Gráfica 28. Evolución de la emisión de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$) a 20°C de las nectarinas Atinea E3 cosechadas en la cuarta recolección el 17 de mayo de 2017



Gráfica 29. Evolución de la emisión de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{kg} * \text{h}$) a $20\text{ }^\circ\text{C}$ de las nectarinas Atinea E4 cosechadas en la última recolección el 24 de mayo de 2017

4.7. Evolución de la calidad postrecolección tras la frigoconservación y comercialización de la nectarina Atinea y del limón Fino

4.7.1 Pérdida de peso

4.7.1.1 Nectarina:

En relación con las pérdidas de peso una vez transcurridos los 15 días de conservación a $1\text{ }^\circ\text{C}$ y 90 % de HR, se recogieron en la Tabla 19 los resultados obtenidos sobre las 10 bandejas conservadas para cada uno de los tres tratamientos de abonado.

Tabla 19. Pérdidas de peso (%) a la salida de conservación a $1\text{ }^\circ\text{C}$ y 90 % HR

Pérdidas de peso	Tratamiento		
	Sulfato	Testigo	Nitrato
Tras 15 días de conservación	$3,60 \pm 0,72$	$3,95 \pm 0,63$	$3,39 \pm 0,70$

Como se observó, las diferencias en las pérdidas de peso entre los diferentes tratamientos fueron mínimas, en un rango de valores desde 3,39 hasta 3,95 %, por lo tanto no hubo diferencias significativas entre tratamientos fertilizantes.

Una vez transcurrieron los 3 días adicionales de comercialización a 15 °C, en la Tabla 20 se recogieron los resultados obtenidos sobre las 5 bandejas mantenidas en éstas condiciones una vez conservadas en refrigeración para cada uno de los tres tratamientos de abonado.

Tabla 20. Pérdidas de peso % tras la comercialización y pérdidas totales

pérdidas de peso	Tratamiento		
	Sulfato	Testigo	Nitrato
Tras la conservación	3,60 ± 0,72	3,95 ± 0,63	3,39 ± 0,70
Tras la comercialización	0,55 ± 0,09	1,12 ± 0,39	0,62 ± 0,20
Totales	4,15 ± 0,405	5,07 ± 0,51	4,01 ± 0,21

Tras los 3 días a 15 °C se produjeron unas pérdidas similares entre los diferentes tratamientos, del orden del 0,55 al 1,12 %.

Una vez realizado el sumatorio de pérdidas, se observó que las pérdidas totales se encontraban en un intervalo entre 4,01 y 5,07 % para los tres tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos. Comparando estos valores con los obtenidos en el año anterior en la misma variedad de nectarinas (Pérez, 2016) se deduce que se encontraban dentro de un intervalo normal, ya que en ese trabajo se determinaron unas pérdidas de peso del 4,01 % tras una comercialización similar. Por lo tanto, no se observaron diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos.

4.7.1.2 Limón:

En el caso de los limones una vez transcurridos los 21 días de conservación a 2°C y 7°C y 85% de HR se recogen en la Tabla 22 los resultados obtenidos sobre las 5 mallas conservadas para cada uno de los dos tratamientos de abonado.

Tabla 21. Pérdidas de peso % tras la salida de conservación a 2 °C y 7°C y 85 % HR

Tratamiento	Sulfato		Nitrato	
Temperatura	2°C	7°C	2°C	7°C
Pérdidas de peso	5,44 ± 1,67	5,78 ± 2,38	3,81 ± 1,4	4,26 ± 2,23

Como se observó, las diferencias en las pérdidas de peso entre los diferentes tratamientos fueron mínimas, en un rango de valores de 3,72 a 3,97 % a 2 °C y de 3,97 a 4,26 %, por lo tanto no hay diferencias significativas entre tratamientos fertilizantes.

Una vez transcurridos los 5 días adicionales de comercialización a 20 °C y 65 % HR, en la Tabla 22 se recogieron los resultados obtenidos de las pérdidas totales que sufrieron los limones tras los 21 días conservación y los 5 días de comercialización.

Tabla 22. Pérdidas de peso tras la comercialización y pérdidas totales

Tratamiento	Sulfato		Nitrato	
	2°C	7°C	2°C	7°C
Temperatura				
% Pérdidas de peso				
Tras la conservación	3,72 ± 1,25	3,97 ± 1,75	3,81 ± 1,4	4,26 ± 2,23
Tras la comercialización	5,45 ± 1,66	5,78 ± 2,38	6,85 ± 1,75	6,6 ± 1,14
Totales	9,17 ± 1,46	9,75 ± 2,1	10,66 ± 1,58	10,86 ± 1,69

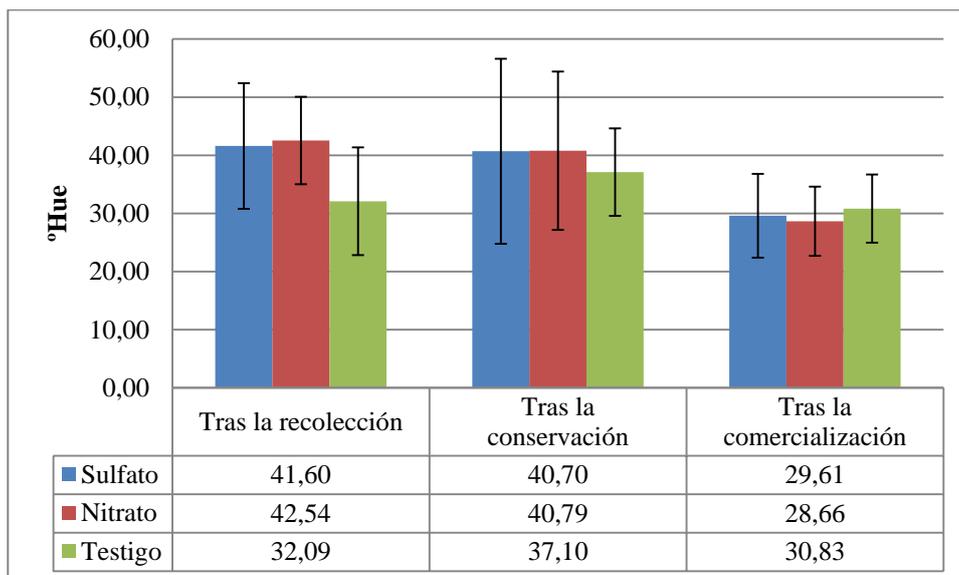
Tras los 5 días a 20 °C tuvieron lugar unas pérdidas similares entre los diferentes tratamientos, del orden del 5,45 al 6,85 %.

Una vez realizado el sumatorio de pérdidas, se observó que las pérdidas totales se encontraban en un intervalo entre 9,17 % y 10,86 % para los dos tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos. Comparando estos valores con los obtenidos en el año anterior en la misma variedad de limones (Artés, 2016) se observó que en esta ocasión hay un ligero aumento en las pérdidas de peso, ya que en el año pasado se determinaron unas pérdidas de peso del 7,27 % tras una comercialización similar. Podemos afirmar que no se encontraron diferencias significativas entre los dos tratamientos empleados.

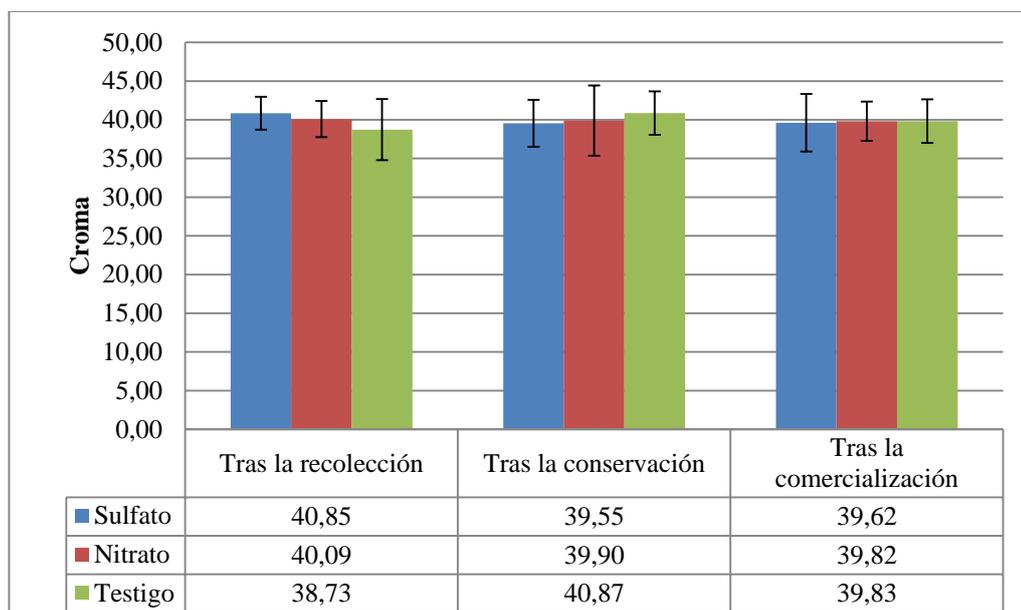
4.7.2 Color

4.7.2.1 Nectarina:

No se apreciaron diferencias significativas en el color medido en los parámetros L*, Croma (C) y °Hue entre los diferentes tratamientos (Gráfica 30 y 31). Se apreció un cambio en la coloración de los frutos adquiriendo tonos progresivamente más rojo a medida que avanza la conservación, lo que se considera normal a medida que avanza la maduración en las nectarinas.



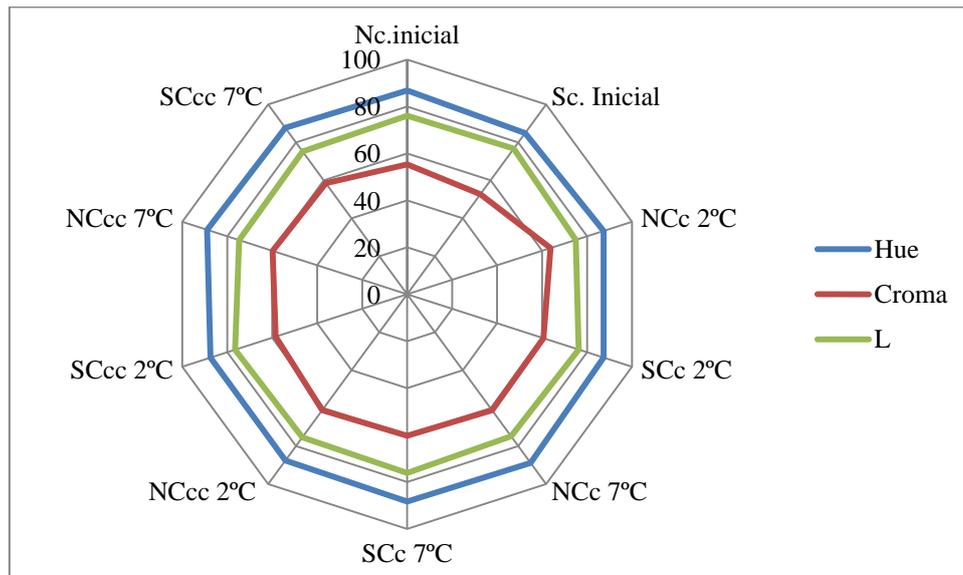
Gráfica 30. Evolución del color (expresado como °Hue) en nectarinas Atinea, tras una conservación de 15 días a 1 °C y 90 % HR y un periodo de comercialización de 3 días a 15 °C y 70 %HR.



Gráfica 31. Evolución del color (expresado como Cromina) en nectarinas Atinea, tras un periodo de conservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y un periodo de comercialización de 3 días a 15 °C y 70 % HR

4.7.2.2 Limón:

Los datos obtenidos de los parámetros de color L* (luminosidad), °Hue (tono de color) y Cromo (Gráfica 32), mostraron que entre ambos tipos de abonados y durante toda la vida postcosecha de los limones no se habían producido diferencias significativas.

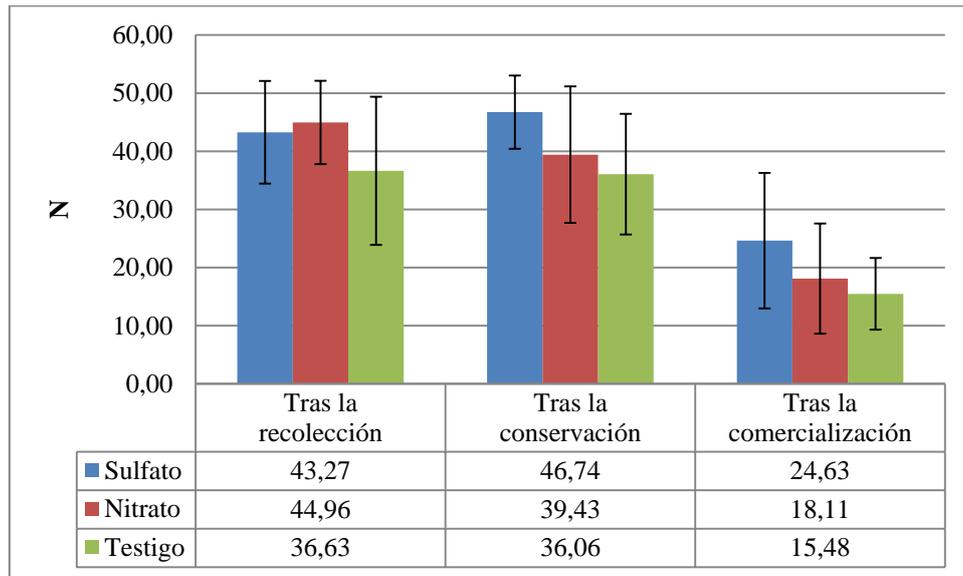


Gráfica 32. Parámetros de color L*, °Hue y Chroma de los limones sometidos a distintos tratamientos postrecolección

4.7.3 Firmeza

4.7.3.1 Nectarina:

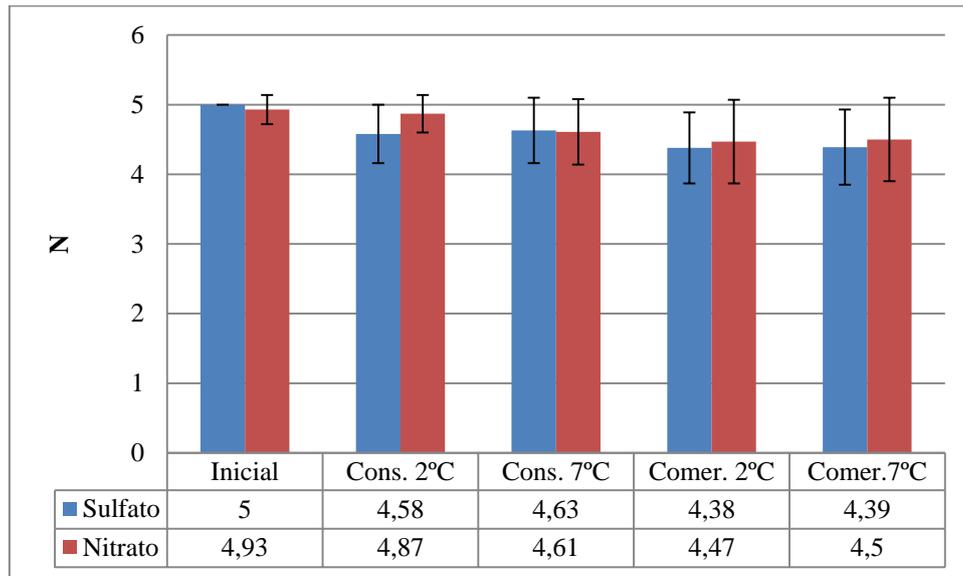
Como pudimos ver en la Gráfica 33, los valores de la firmeza tras la recolección y tras la conservación fueron similares en los 3 tratamientos con apenas diferencias significativas, pero tras la salida de la comercialización se produjo un fuerte descenso, colocándose en valores (N) de, $24,63 \pm 11,65$ en SC, $18,11 \pm 9,47$ en NC y $15,48 \pm 6,16$ en Testigo. Hubo diferencias significativas entre los valores obtenidos en la comercialización y los valores iniciales de la recolección en NC y en el Testigo, pero no en el SC.



Gráfica 33. Evolución de la firmeza (N) en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 14 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 3 días a 15 °C y 70 % HR

4.7.3.2 Limón:

Como pudimos observar en todo momento y en ambos tipos de fertilización los frutos estaban aptos para la comercialización y venta, mostrando valores superiores a 4,3 en una escala de 1 a 5. La firmeza en el momento de la recolección fue significativamente mayor en los frutos abonados con SO_4Ca , pero seguidamente se igualó en la práctica, aunque al final del periodo postcosecha se determinó una ligera mayor firmeza en los frutos procedentes de abonado con $[(\text{NO}_3)_2\text{Ca}]$ y después conservados a 2 °C. En cuanto a los conservados a 7 °C, la firmeza para ambos abonados fue muy parecida. No se observaron diferencias significativas en la firmeza entre ambas temperaturas de conservación para los dos tipos de abonado.

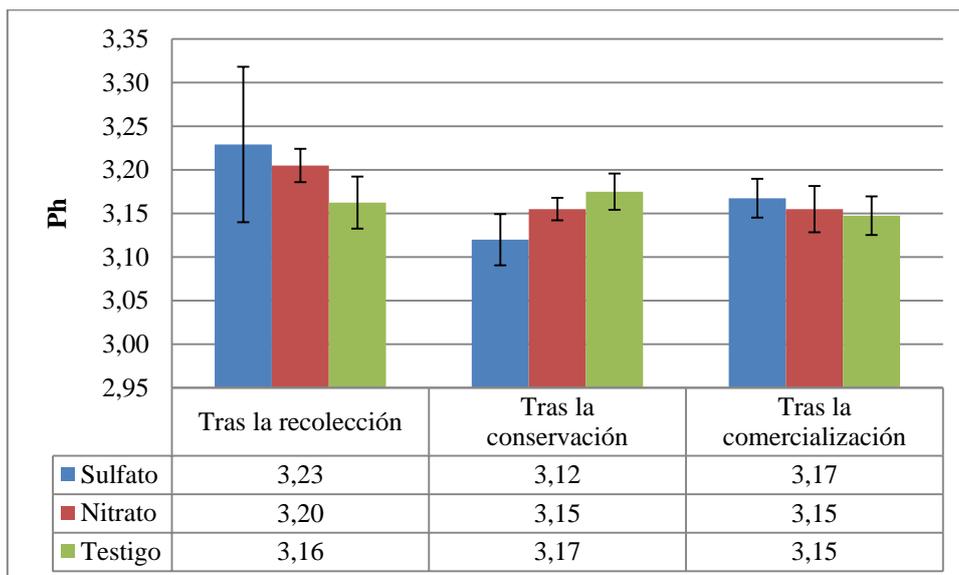


Gráfica 34. Evolución de la firmeza en limón Fino tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 21 días a 2 °C y 7 °C y 85 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 5 días a 20 °C y 65 % HR

4.7.4 Valores de pH.

4.7.4.1 Nectarina:

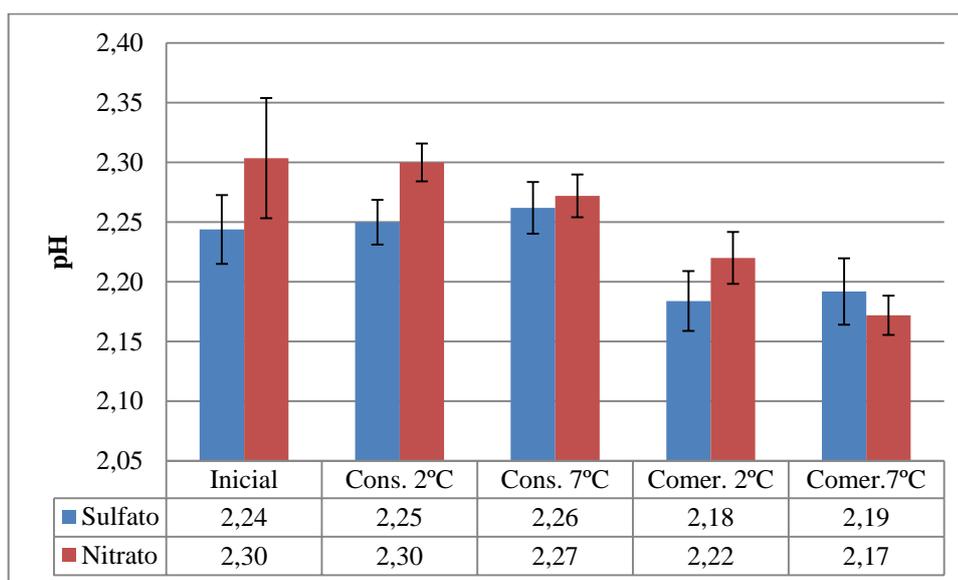
Respecto al pH, se apreció un breve descenso durante la conservación, (Gráfica 34). Desde unos valores iniciales tras la recolección de $3,20 \pm 0,02$ para el NC, de $3,23 \pm 0,09$ para el SC y de $3,16 \pm 0,03$ para el Testigo, hasta unos valores finales tras la comercialización de $3,15 \pm 0,03$ para el NC, $3,17 \pm 0,02$ para el SC y $3,15 \pm 0,02$ para el Testigo. No se apreciaron diferencias significativas en el pH para los diferentes tratamientos.



Gráfica 35. Evolución del pH en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 14 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 3 días a 15 °C y 70 % HR

4.7.4.2 Limón:

Los valores obtenidos para el pH se mantuvieron estables tras la cosecha y la conservación tanto a 2 °C como a 7 °C para ambos tratamientos. Cabe destacar que tras la comercialización se produjo un descenso de los valores iniciales de pH pero sin diferencias significativas entre ambos tratamientos.

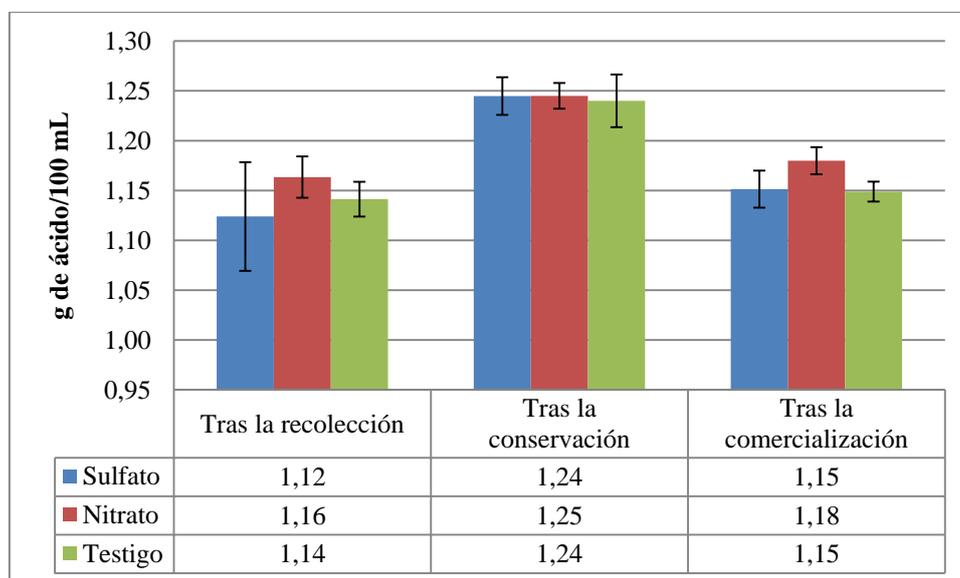


Gráfica 36. Evolución del pH en limón Fino tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 21 días a 2 °C y 7 °C y 85 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 5 días a 20 °C y 65 % HR

4.7.5 AT

4.7.5.1 Nectarina:

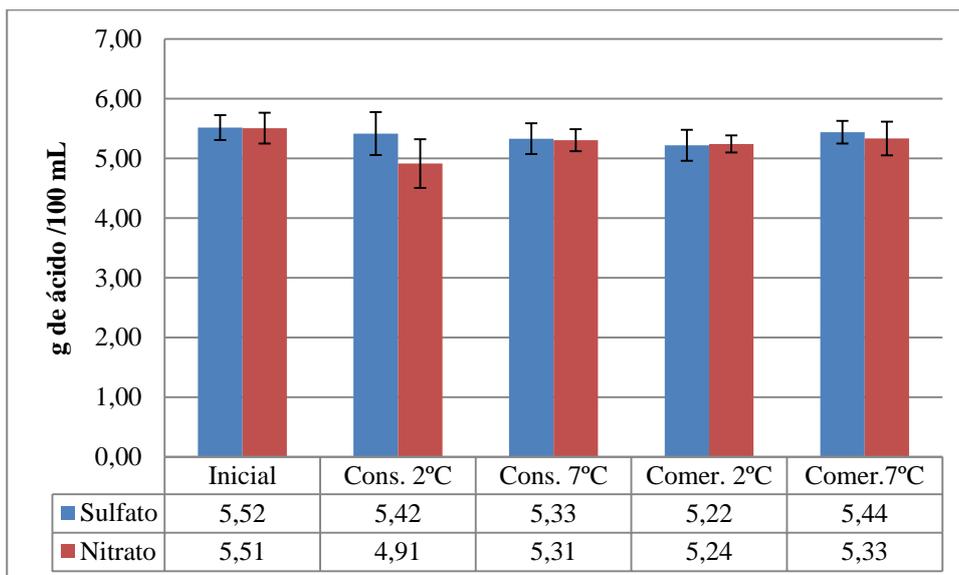
Como se observó en la Gráfica 37 los valores de la AT en la recolección y en la comercialización fueron similares, mientras que en la conservación hubo un ligero aumento de 0,1 g de ácido málico / 100 mL pero no existieron diferencias significativas en la AT entre los tres tratamientos en cada periodo.



Gráfica 37. Evolución de la acidez en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 4 días a 15 °C y 70 % HR

4.7.5.2 Limón:

En el caso de los limones ocurrió lo mismo que en las nectarinas, en la Gráfica 38 se observó como todos los valores de AT fueron similares y se encontraban situados en un intervalo desde 4,9 hasta 5,50 g de ácido cítrico / 100 mL, por lo tanto no se observaron diferencias significativas entre ambos tratamientos.

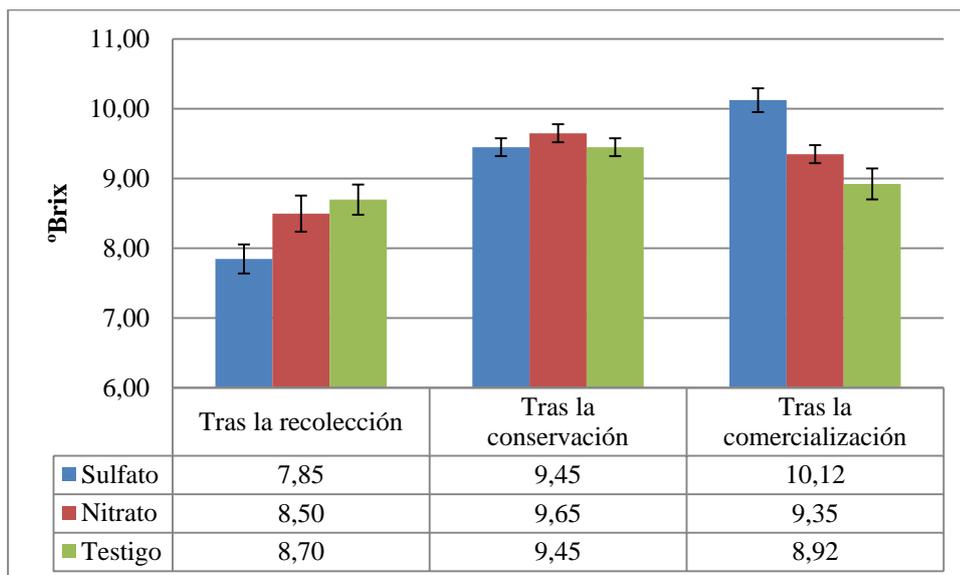


Gráfica 38. Evolución de la acidez en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 4 días a 15 °C y 70 % HR

4.7.6 SST

4.7.6.1 Nectarinas:

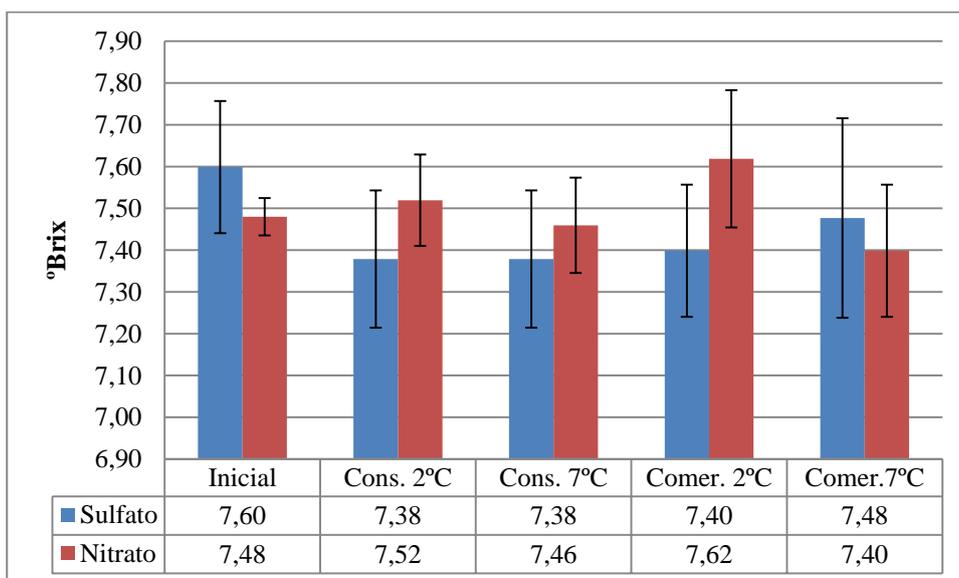
En la Gráfica 39, se observaron valores ascendentes y descendentes entre los diferentes momentos del ensayo. Esto pudo ser debido a que los frutos de los diferentes tratamientos se encontrasen en distintos estados de madurez una vez cosechados. Cabe destacar que de los 3 tratamientos el SC fue el único que presentaba una escala ascendente en las tres salidas realizadas. Se apreciaron diferencias significativas en el momento de la recolección entre el SC con respecto al NC y al testigo, en la salida de la conservación no se apreciaron diferencias significativas en ninguno de los 3 tratamientos, mientras que en la última salida (comercialización) existieron diferencias significativas entre el SC, el NC y el Testigo. Los SST finales se consideraron algo bajos para los 3 tipos de tratamientos (rango de 7,85 a 10,12 °Brix) frente a los 11 y 12 °Brix que presentan otras variedades extra tempranas como Flavela o Soraya (Guardiola, 2016). Según (Falagán et al., 2015) se consideran recomendables de 11° a 13 °Brix de media comercial de aceptación. Lo que supone que esta variedad se queda algo escasa de SST cuando se siguen los criterios comerciales de recolección.



Gráfica 39. Evolución de los sólidos solubles totales en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 4 días a 15 °C y 70 % HR

4.7.6.2 Limón:

En el caso de los limones, se observó en la Gráfica 40 como los valores de ambos tratamientos se encontraban en un intervalo reducido desde 7,38 hasta 7,62 °Brix. Los valores fueron uniformes en cada una de las salidas sin grandes variaciones por lo tanto podemos afirmar que no hubo diferencias significativas.

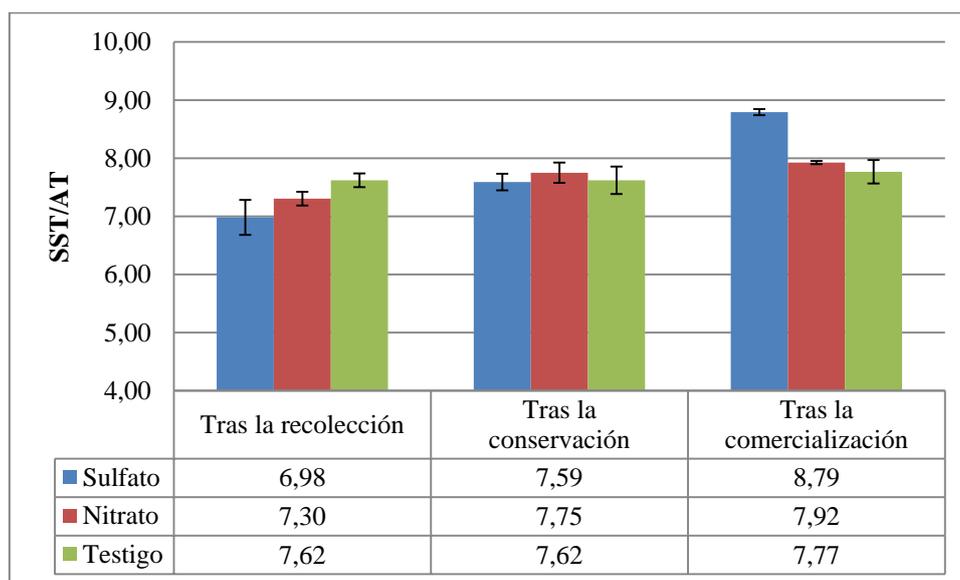


Gráfica 40. Evolución de los sólidos solubles totales en limón Fino tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 21 días a 2 °C y 7 °C y 85 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 5 días a 20 °C y 65 % HR.

4.7.7 SST / AT

4.7.7.1 Nectarina:

A partir de los datos de las gráficas anteriores los SST y la AT, se obtuvo el valor del Índice de Madurez (cociente SST / AT). En la nectarina Atinea este valor se situó en el rango de 6,98 a 8,79. Dichos valores son algo superiores a los obtenidos por Pérez (2016), cuyos valores se encontraban en el rango de 6,5 a 7,5 en la misma variedad. Cabe destacar que a excepción de lo que ocurre en la comercialización en la que el SC presenta diferencias significativas con respecto al NC y al Testigo, no existen diferencias significativas en el Índice de Madurez entre los diferentes tratamientos de abonado (Gráfica 26).

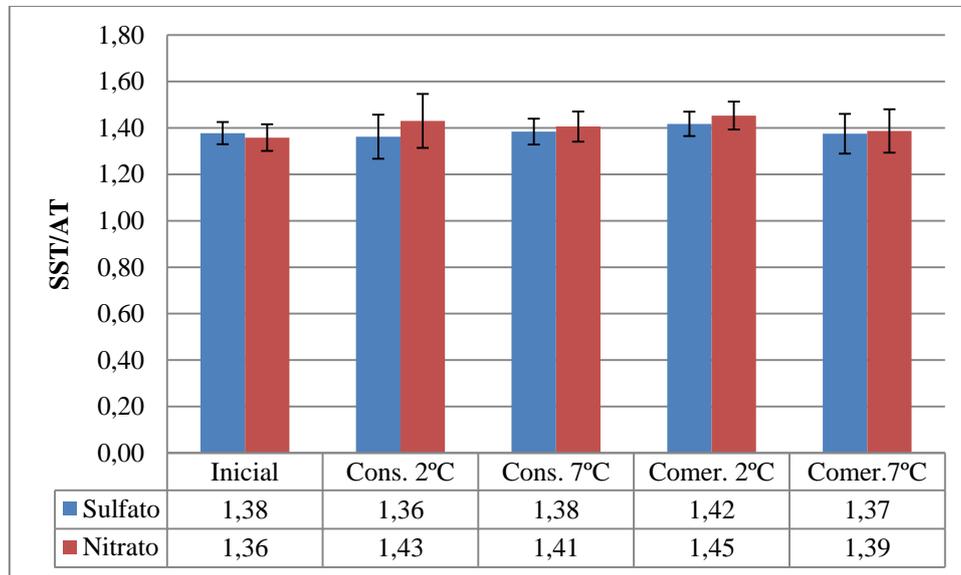


Gráfica 41. Evolución del cociente SST/AT o Índice de Madurez en nectarinas Atinea tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 11 días a 1 °C y 90 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 4 días a 15 °C y 70 %HR

4.7.7.2 Limón:

El cociente SST/AT, también denominado Índice de Madurez, no mostró variaciones entre el inicio y tras el periodo postcosecha almacenado a 2 °C y a 7 °C y

por lo que no se apreciaron diferencias significativas. Ambos tratamientos se encontraban dentro del valor mínimo de 1,3 recomendado como un índice de madurez para el limón. (Artés, 2016)



Gráfica 42. Evolución del SST/ATT en Limón Fino tras la cosecha, tras un periodo de frigoconservación de 21 días a 2 °C y 7 °C y 85 % HR y tras un periodo complementario de comercialización de 5 días a 20 °C y 65 % HR

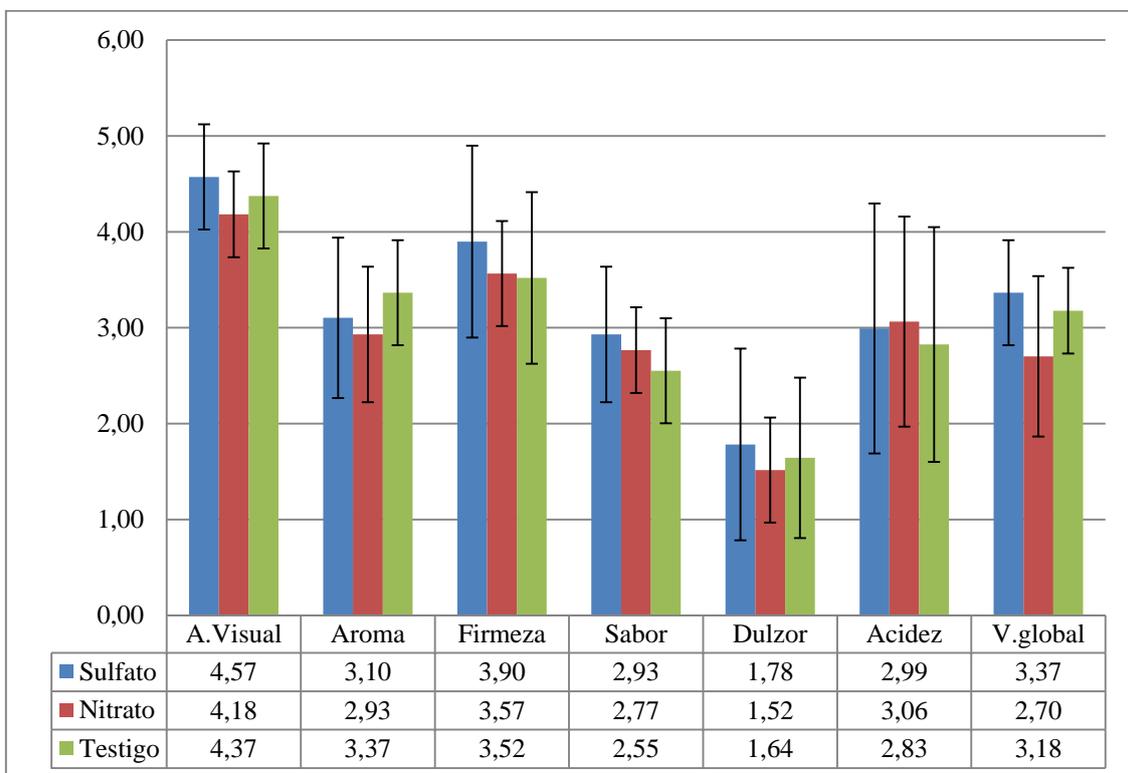
4.7.8 Análisis sensorial

Se llevaron a cabo dos evaluaciones sensoriales durante la postrecolección de las nectarinas Atinea. El primero se realizó cuando finalizó la conservación frigorífica a 1 °C y 90 % HR el día 30 de mayo de 2017 y el segundo pasados 3 días a 15 °C y 70 %HR el 2 de junio de 2017. Para llevar a cabo estos análisis sensoriales se contó con 5 catadores que consumen con asiduidad nectarina.

En la primera evaluación se observó que las nectarinas procedentes del Testigo y SC tenían una valoración global ligeramente superior con respecto al NC no significativa tras la conservación frigorífica a 1 °C, con una puntuación de $3,18 \pm 0,44$ y de $3,5 \pm 0,54$ respectivamente, que el tratamiento NC con $2,7 \pm 0,83$. Esto se debió a que las nectarinas procedentes de NC presentaban unos valores de acidez ligeramente superiores a los otros tratamientos ($3,06 \pm 1,09$) y ligeramente inferiores en cuanto a dulzor de ($1,52 \pm 0,69$) con respecto a las de SC y a las Testigo. Todo esto está unido a que los frutos de los tres tratamientos fertilizantes presentaban una valoración alta en la firmeza. Ello supuso que el nivel de aceptación de las nectarinas fue moderado. Según

Lleó (1999) el mayor grado de aceptación por parte del consumidor está positivamente correlacionado con las bajas firmezas y con los bajos niveles de acidez. Realmente no se apreciaron diferencias significativas en la puntuación global entre los frutos procedentes de los tres tipos de abonados aplicados y todas ellas estuvieron valoradas por encima del límite aceptable de comercialización.

Estos resultados concuerdan con las apreciaciones de que, en definitiva, las muestras más aceptadas de nectarina tienden a mostrar mayores valores de dulzor y de sabor junto a menores valores de acidez y de firmeza (Huanca et al., 2010).



Gráfica 43. Análisis sensorial tras 15 días de conservación a 1 °C y 90 % HR de la nectarina Atinea.

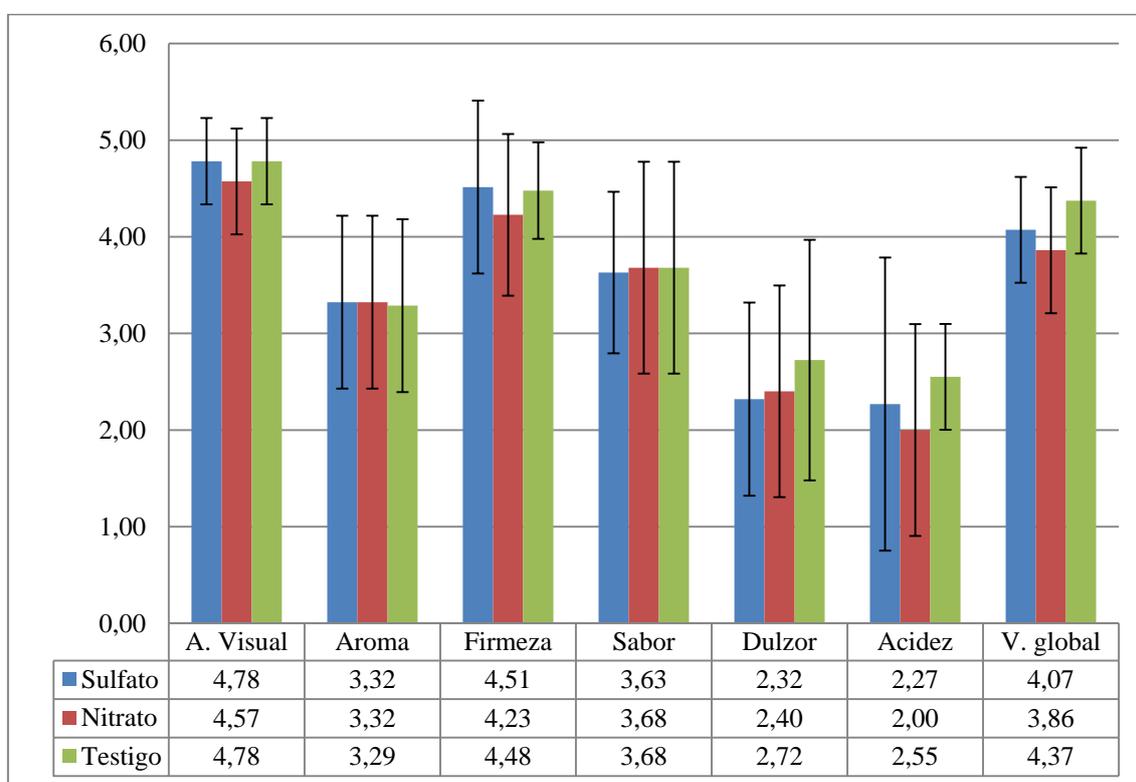
Tras realizar la segunda evaluación sensorial una vez finalizada la comercialización se observaron menos diferencias entre los tres tratamientos en comparación con la evaluación a la salida de la conservación frigorífica.

En cuanto a la valoración global, la mejor puntuación la obtuvieron el SC y el Testigo con un valor de $4,07 \pm 0,55$ y $4,37 \pm 0,55$ respectivamente, mientras que el NC logró un valor de $3,86 \pm 0,65$.

El tratamiento de abonado que se apreció con menor acidez fue el NC y el mayor dulzor lo obtuvieron el Testigo y el NC. La firmeza fue alta para los tres tratamientos situándose en el intervalo entre 4,2 y 4,5.

En ambas evaluaciones se les permitía a los catadores manifestar su opinión sobre el fruto y en el 100 % de las respuestas todos coincidieron en que todos los frutos de los 3 tratamientos estaban demasiados ácidos.

Realizando una comparativa con el análisis sensorial de salida de la conservación se observó cómo los frutos a la salida de la comercialización tenían un mayor grado de aceptación general de (81,93 %) frente al 61,37 % a la salida de la conservación. Este hecho pudo ser debido a que a la salida de comercialización las nectarinas presentaban valores más altos de azúcares (con gran influencia en el dulzor y sabor) y menores valores de acidez.



Gráfica 44. Análisis sensorial tras 3 días de comercialización a 15 °C y 70 % HR de la nectarina Atinea

5. CONCLUSIONES

Para concluir el presente Trabajo se puede reseñar que en relación con la aplicación a escala comercial del SC y siguiendo el protocolo adecuado de aplicación del producto, no hubo ningún problema de saturación del sistema de fertirrigación, ni de depósito relevante, del CaSO_4 comercial (Yescal), ni en el filtro, ni en las tuberías, ni en los goteros. Al finalizar todo el ensayo con CaSO_4 , tanto en la finca de Frutas Esther como en la finca de Frugarva, el estado de los emisores en los cultivos era excelente, sin diferencias con los del abonado con $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$.

Respecto a los análisis realizados ha quedado probado que no se han apreciado diferencias en cuanto a la calidad intrínseca, productividad y características nutricionales, foliares y del suelo entre los abonados con $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ y con CaSO_4 (a excepción de lo que ocurrió con el análisis de la densidad radicular y la conductividad eléctrica, en la que el suelo abonado con SC presentó mayor densidad de raíces y menor conductividad respecto al NC).

Considerando la preocupación existente desde el punto de vista medioambiental sobre todo por la contaminación por nitratos de los suelos que sufren muchas zonas de España y, particularmente, como está ocurriendo en el entorno del Mar Menor en la Región de Murcia, el empleo del CaSO_4 puede ser de gran interés al respecto.

De los resultados obtenidos en las nectarinas referentes a pesos, calibres, SST, color, pH, AT, apariencia visual, firmeza, incidencia de trips y desarrollo de alteraciones fúngicas, se considera que se encuentran en rangos dentro de la normalidad y con una elevada calidad inicial de las nectarinas de los tres tratamientos. Se produjo la excepción por el problema que presentaron de rajado del pedúnculo, lo que provocó que la calidad global de las nectarinas descendiese en los tres tratamientos respecto de una campaña precedente.

En cuanto a los limones, no se observó diferencia significativa con respecto a la calidad intrínseca del fruto entre los dos tratamientos. Sin embargo, la producción fue mayor en los limoneros abonados con SC con respecto a los abonados con NC, en torno a unos 30 kg por árbol, por lo que sería conveniente realizar un nuevo ensayo en la próxima campaña para cerciorarnos de que en definitiva se debe al abonado con SC.

Una vez realizada la cosecha, la conservación refrigerada y la comercialización se comprobó en las nectarinas como el abonado cálcico tiende a preservar su calidad inicial, ya que los frutos en general, presentaban menor desarrollo de ablandamiento del ápice, enrojecimiento de la pulpa y sobre todo menor presencia de pedúnculo rajado y de hueso dañado y roto. Estos resultados han sido contrastados con los de la campaña anterior y confirman la influencia favorable del CaSO_4 sobre la calidad intrínseca de las nectarinas durante la maduración y, sobre todo, la supervivencia comercial.

En los limones no se observaron diferencias significativas intrínsecas entre ninguno de los tratamientos, pudiendo destacar que la calidad fue mayor en los almacenados a 7 °C que a los almacenados a 2 °C en ambos tratamientos, lo que se debió a la excesivamente baja temperatura empleada, seleccionada por ser la que realmente se utiliza en la industria exportadora.

No se han encontrado diferencias significativas en las pérdidas de peso en la postcosecha, ni en las nectarinas ni en los limones, entre los diferentes tipos de abonado y, por tanto, no ha tenido una influencia digna de mención durante toda la supervivencia comercial.

En la evaluación sensorial global no hubo diferencias significativas entre las nectarinas procedentes de los tres tipos de abonados cálcicos y todas ellas se valoraron como aceptables para comercializar, aunque todas tenían en común la excesiva acidez típica de la variedad, que presentaban en las dos evaluaciones sensoriales realizadas.

6. BIBLIOGRAFIA

Akbudak, B. y A. Eris. 2004. Physical and chemical changes in peaches and nectarines during the modified atmosphere storage. *Food Control* 15, 307- 313.

Almenar, M.I.V., Rodie, J.U., Cortada, G.E., Sarle, J.G., Ayala, I.L. y Ginjuan, D.I.R. 2013. Poscosecha de pera, manzana y melocotón. *Mundi-Prensa Libros*. 194-198.

Altube, H., Budde, C., Ontivero, M. & Rivata, R. (2001). Determination of the harvest indexes in peach trees cvs. Flordaking and San Pedro 16–33. *Agricultura Técnica*, 61, 140–150.

Artés, F. y Fernández-Trujillo, J.P. 1999. Recent studies on postharvest behaviour of peaches. *Research Developments Agricultural Food Chemistry*. 3: 471-487.

Barba, L., Rodríguez, R. y Córdova, J.L. 1991. Manual de técnicas microquímicas de campo para la arqueología. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigación Antropológicas. Litoarte. 13-15.

Barreiro, J. y Sandoval, A. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. Ed. Equinoccio. 14-114.

Calvo, C., Durán, L. 1997. Propiedades físicas II: Ópticas y color. *Temas en Tecnología de Alimentos*. Editado por J.M. Aguilera. Instituto Politécnico Nacional, México.

Crisosto C, Mitchell F.Johnson.1995 Factors in fresh market stone fruit quality. Pomology Department, University of California. *Da\ ís. Postharvest news and information*.

Crisosto, C.H., Mitchell, F.G., Johnson, R.S., 1995. Factors in fresh market stone fruit quality. *Postharvest News Inform.* 5, 17N–21N.

Crisosto, C.H. 1997. Developing maturity indices for full red plum cultivars. *California Tree Fruit Agreement Research Report*, 34-48.

Crisosto, C.H. y Kader, A.A. 2000. Plum and Fresh Prune. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*, 497.

Crisosto, C.H. y Valero, C. 2006. “Ready to eat”: maduración controlada de fruta de hueso en cámara. *Horticultura* 190, 32-37.

Determinación de los índices de cosecha de duraznos cvs. Flordaking y San Pedro 16-33. *Agricultura Técnica*. 61(2), 140-150.

Falagán N., Artés F., Artés-Hernández F., Gómez P.A., Pérez-Pastor A., Aguayo, E. 2015. Comparative study on postharvest performance of nectarines grown under regulated deficit irrigation. *Postharvest Biology and Technology*. 110: 24-32.

Falagán, N., Artés, F., Gómez, P.A., Artés-Hernández, F., Pérez-Pastor, A., De la Rosa, J.M., Aguayo, E. 2016. Individual phenolics and enzymatic changes in response to regulated deficit irrigation of extra-early nectarines. *Journal American Society Horticultural Science*. 141(3): 222–232.

Francis, F. J., Clydesdale, F. M. 1975. *Food colorimetry: Theory and applications*. AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.

Gilabert, E. 1992. *Medida del color*. Servicio de publicaciones. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Guerra, F. 1996. *Tecnología post-cosecha de frutos cítricos*. Curso integral de citricultura. Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical. 242-257

Guerra, F. 1996. *Tecnología post-cosecha de frutos cítricos*. Curso integral de citricultura. Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical. p242-257.

Huanca, W.S., Echeverría, G., Soria, Y., Gautius, F., y Puy, J. 2010. Calidad instrumental y sensorial de distintas variedades de melocotón y nectarina obtenida bajo los sistemas de producción ecológico e integrado. IX Congreso SEAE, Lleida. 30- 39.

Iglesias, I. y Echeverría, G. 2009. Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance. *Scientia Horticulturae* 120 (1), 41-50.

Jiménez- Cuesta, M., Martínez- Jávega, J. M. y Cuquerella, J. 1983. Plastic individual sear-packaging of Spanish fruit. XV. International Congress of Refrigeration. Commission C 2. 460-466.

Kader, A.A. 1992. *Biología y Tecnología de Postcosecha: una revisión general*. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California at Davis. 331-336.

Kader, A.A. 2002. *Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas*. Davis, CA: *Postharvest Technology Research & Information Center*, University of California. Davis, 391-397.

Kader, A.A. 2007. *Biología y Tecnología Poscosecha: Un panorama*. Ed: *Tecnología Poscosecha de Cultivos Hortícolas*, Universidad de California. Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha. Davis, EEUU. 42-45.

Kays S. 1997. Postharvest physiology of perishable plant products. Exon Press. Athens, GA, 532p.

Lurie, S. y Crisosto, C. 2005. Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biology and Technology* 37 195–208

Landanilla, M.S. 2008. Fruit morphology, anatomy and physiology. Capítulo 2-7. Citrus fruit. Biology, Technology, and Evaluation. First edition. Academic Press. India.

Lleó García, L., Valero Ubierna, C. y Ruiz-Altisent, M. 1999. Parámetros de calidad organoléptica en el melocotón. *Fruticultura Profesional*, 101: 69-79.

Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. Academic Press, London. 885-889.

Martínez- Jávega J.M., Mateos M. y Navarro P. 1987. Factors affecting chilling injury of citrus fruit. *Proc. II World Congress of Food Tech. Barcelona*. 3:1419- 1427.

Martínez- Jávega J.M. Mateos, M. Cuquerella, J. y Navarro, P. 1987. Improving storage life of citrus fruits by temperature management. XV. *International Congress Refrigeration*, 3:321-326.

Mitcham B. y Kader A. 1996. Methods for determining quality of fresh horticultural commodities, *Perishables Handling newsletter*, University of California. Davis, 1-5.

Molina, E. 2002. Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Centro de Investigación Agronómica. Universidad de Costa Rica. 83-88.

Monge, E., Val, J., Sanz, M., Blanco, A. y Montañés, L. 1995. El calcio nutriente para las plantas. Bitter pit en manzano. *An. Estac. Exp. Aula Dei, Zaragoza*. 21 (3): 189-201.

Pérez-Pastor, A. y De La Rosa, J.M. 2014. Viabilidad de la utilización del sulfato cálcico como fuente para la aplicación de calcio en cultivo de limonero y naranjo. Universidad Politécnica de Cartagena, España. 15pags.

Tuset, J.J. 1987. Podredumbres de los frutos cítricos. Generalitat Valenciano, Chancillería de Agricultura y Pesca. Valencia. 206p.

Tuset, J.J. 1999. Perspectiva del control de las podredumbres en la post-cosecha de cítricos. *Levante Agrícola. Especial de post-cosecha*. 272 -280.

Van Gorsel, H., Li, C., Kerbel, E.L., Smits, M. y Kader, A.A. 1992. Compositional characterization of prune juice. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 40: 784–789.

Ventura, E. 2016. Calcio complementario en la firmeza del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum*). Tesis Doctoral. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. 19.

Zavala, P. 2006. Evolución de la calidad sensorial de nectarinas (*Prunus persica* var. *nucipersica* L. Batsch), “Venus” y “Maria Dolce”, en postcosecha. Trabajo Fin de Carrera. Universidad de Chile, Chile. 25.

PAGINAS WEBS CONSULTADAS.

<http://www.fagro.mx/nutricion-vegetal.html>

http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/El_calcio_nutriente.pdf

<http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5012/cuf0127s.pdf>

<https://www.boe.es/doue/2011/157/L00001-00163.pdf>

http://oa.upm.es/6272/1/Valero_24.pdd

<http://www.redalyc.org/html/813/81346341002/>

<http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>

<http://www.horticom.com/pd/imagenes/73/161/73161.pdf>

<http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Biologia%20y%20Tecnologia%20de%20Postcosecha.pdf>

http://oa.upm.es/6272/1/Valero_24.pdf

http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2012_339_18_24.pdf

<http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5012/cuf0127s.pdf>

<http://articles.extension.org/pages/18354/respiration-and-ethylene-and-their-relationship-to-postharvest-handling>

<http://www.freshpod.co.uk/content/data-sheets/Peach%20and%20Nectarine.pdf>

http://oa.upm.es/22275/1/FRUTURA_I_DEF_isbnDEF.pdf

Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

TRABAJOS CONSULTADOS:

Estefanía Guardiola Martínez: “Caracterización de cuatro variedades de nectarina extratempranas en el municipio de Cieza”. UMH. 2016

Rubén Pérez Álvarez: “Influencia de la fertilización con sulfato cálcico en la calidad de nectarinas durante su vida comercial”. UPCT. 2016

Francisco Artés Calero: “Efecto de la fertilización con sulfato cálcico en la calidad del limón Fino”. UPCT. 2016

ANEJO 1: ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO



INFORME DE ENSAYO

Página 1 / 2

SULFATO CALCICO DEL MEDITERRANEO, S.L. Avda de la fama, Edifí Torrenueva Bajo - Murcia. 30006 - Murcia			
Su Ref: SULFATO 24/03/2017 FRUTAS ESTHER			
Ref. Ecosur:	AR-03434170020 [RG]	Muestra remitida por:	Antoliano Riquelme
Fecha de recogida/entrada:	24/03/2017 - 24/03/2017	Fecha de emisión:	04/04/2017
Fecha de inicio/finalización:	24/03/2017 - 04/04/2017	Hora recogida/entrada:	18:27 - 18:50
Cantidad de muestra:	1.5 L		
Tipo de muestra:	Agua continental (de riego)		

Análisis solicitado:

Magnesio (Mg), Bicarbonatos (HCO₃), pH, Sales totales, Conductividad eléctrica a 25 °C, Boro (B), Carbonatos (CO₃), Cloruros (Cl), Nitratos (NO₃), Sulfatos (SO₄), Calcio (Ca), Potasio (K) y Sodio (Na).

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	meq/L	Mala	Mediocre	Tolerable	Buena
pH								
pH (MET-FQ-pH-Ar;Potenciometría)	un.de pH	2,0	8,4		*****	*****		
Salinidad								
Conductividad eléctrica a 25° C (MET-FQ-Conductividad-Ar;Conductimetría)	µS/cm	5	1165		*****	*****	*****	*****
Sales totales * (MET-FQ-Sales -Ar)	g/L	0,01	0,83		*****	*****	*****	*****
Toxicidad								
Boro (B) (MET-FQ-ICP)	mg/L	0,050	0,10	0,009	*****	*****	*****	*****
Aniones								
Bicarbonatos (HCO ₃) (MET-FQ-Alcalinidad-Ar;Volumetría)	mg/L	10,0	213	3,49	*****	*****	*****	*****
Carbonatos (CO ₃) (MET-FQ-Alcalinidad-Ar;Volumetría)	mg/L	10,0	< 10,0	< 0,33	*****	*****	*****	*****
Cloruros (Cl) (MET-FQ-Cloruros-Ar;Volumetría)	mg/L	5,0	158	4,46	*****	*****	*****	*****
Nitratos (NO ₃) (MET-FQ-Nitratos R;Espectrofotometría)	mg/L	0,5	< 0,5	< 0,01	*****	*****	*****	*****
Sulfatos (SO ₄) (MET-FQ-Sulfatos-Ar;Turbidimetría)	mg/L	10,0	230	4,79	*****	*****	*****	*****
Cationes								
Magnesio (Mg) (MET-FQ-ICP)	mg/L	1,0	43	3,58	*****	*****	*****	
Calcio (Ca) (MET-FQ-ICP)	mg/L	1,0	71	3,55	*****	*****	*****	*****

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	meq/L	Mala	Mediocre	Tolerable	Buena
Potasio (K) (MET-FQ-ICP)	mg/L	1,0	7,5	0,19	*****	*****	*****	
Sodio (Na) (MET-FQ-ICP)	mg/L	1,0	107	4,65	*****	*****	*****	*****
Indices								
CSR (Carbonato sodico residual) *	--		< 0		*****	*****	*****	*****
Dureza (MET-FQ-ICP)	° F		35,42		DURA			
Indice de Langelier *	--		0,96		Tendencia incrustante			
Indice de Ryznar *	--		6,49		Ligeramente incrustante			
Indice de Scott *	--		12,78		*****	*****	*****	*****
SAR (Indice de adsorción de sodio) *	--		2,46		*****	*****	*****	*****

Clasificación del agua de acuerdo a la norma Riverside: C3-S1 (*)
Riesgo alto de salinización y bajo de alcalinización (*)

Murcia, 4 abril 2017

ecosur
laboratorios

Fdo.: Luis Coll Almela
Director Técnico

L.C.: Límite de cuantificación

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del laboratorio.

ANEJO 2: ANÁLISIS DE SUELO



ecosur
laboratorios

INFORME DE ENSAYO

Pagina 1 / 3

SULFATO CALCICO DEL MEDITERRANEO, S.L. Avda de la fama, Edif Torrenueva Bajo - Murcia. 30006 - Murcia			
Su Ref: SULFATO CALCICO			
Ref. Ecosur:	S-03434170002 [SA]	Muestra remitida por:	Francisco Torralba
Fecha de recogida/entrada:	17/02/2017 - 17/02/2017	Fecha de emisión:	24/02/2017
Fecha de inicio/finalización:	17/02/2017 - 24/02/2017	Hora recogida/entrada:	13:10 - 13:30
Cantidad de muestra:	2 kg		
Tipo de muestra:	Suelo		

Análisis solicitado:

Textura (USDA), Arcilla, Limo, Arena, Densidad aparente, Caliza activa, Carbonatos totales (CaCO₃), Carbono organico oxidable (Oxidacion), Cloruros (Cl), Conductividad eléctrica a 25 °C (Dilucion 1:5), Materia organica oxidable (Oxidación), Nitrogeno organico total Kjeldahl, pH (1:2,5 a 20 °C), Relacion carbono/nitrogeno, Sulfatos (SO₄), Calcio asimilable (Ca) (Extrac. Cl₂Ba + Tri-Etanol Amina), Fosforo asimilable (P), Magnesio asimilable (Mg) (Extrac. Cl₂Ba + Tri-Etanol Amina), Potasio asimilable (K) (Extrac. Cl₂Ba + Tri-Etanol Amina), Sodio asimilable (Na) (Extrac. Cl₂Ba + Tri-Etanol Amina), Boro asimilable (B), Cobre asimilable (Cu) (Extrac. DTPA), Hierro asimilable (Fe) (Extrac. DTPA), Manganeso asimilable (Mn) (Extrac. DTPA) y Zinc asimilable (Zn) (Extc. DTPA).

Determinaciones Físicas				RESULTADOS ANALITICOS / INTERPRETACION (*)					
Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado						
* Textura (USDA)	--			Franco Arcillo Arenoso / Textura Media					
* Arcilla (< 0,002 mm) (MET-FQ-Textura-S)	g/100g	1,0	26,6						
* Limo (0,05-0,002 mm) (MET-FQ-Textura-S)	g/100g	1,0	27,0						
* Arena (2-0,05 mm) (MET-FQ-Textura-S)	g/100g	1,0	46,5						

Determinaciones Físico-Químicas				RESULTADOS ANALITICOS / INTERPRETACION (*)						
Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Kg/Ha	mg/Kg	Carencia	Bajo	Normal	Alto	Exceso
* Densidad aparente (MET-FQ-Densidad)	g/cm3	0,0001	1,0984							
* Caliza activa (MET-FQ-Caliza activa-S)	g/100g	0,1	18,8	618.383		*****	*****	*****	*****	*****
* Carbonatos totales (CaCO3) (MET-FQ-Carbonatos-S)	g/100g	0,1	51,3			*****	*****	*****	*****	*****
* Carbono organico oxidable (Oxidacion) (MET-FQ-M.O. y C.O.)	g/100g	0,1	0,6	19.736		*****	*****			

Ref. Ecosur: S-03434170002 [SA]

Página 2 de 3

Determinaciones Físico-Químicas				RESULTADOS ANALITICOS / INTERPRETACION (*)						
Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Kg/Ha	mg/Kg	Carencia	Bajo	Normal	Alto	Exceso
* Cloruros (Cl) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,05	< 0,05	< 44,33	38	***				
* Conductividad eléctrica a 25 °C (Dilucion 1:5) (MET-FQ-CE;Conductimetria)	µS/cm	5	140			*****	*****			
* Materia organica oxidable (Oxidación) (MET-FQ-M.O. y C.O.)	g/100g	0,1	1,0	32.893		*****	*****			
Nitrogeno organico total Kjeldahl (MET-FQ-N total Kjeldahl;Volumetria)	g/100g	0,05	0,05	1.645	0	*****				
* pH (1:2,5 a 20 °C) (MET-FQ-pH;Potenciometria)	un.de pH	2,0	8,11			*****	*****	*****	*****	
* Relacion carbono/nitrogeno	--	--	12			*****	*****	*****		
* Sulfatos (SO4) (MET-FQ-Sulfatos-AI;Turbidimetria)	meq/100g	0,2	< 0,2	< 240	38	***				
Calcio asimilable (Ca) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,10	9,8	6.922 (CaO)		*****	*****	*****		
Fosforo asimilable (P) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	10	43	321 (P2O5)		*****	*****	*****		

Magnesio asimilable (Mg) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,10	2,5	1.266 (MgO)	*****	*****				
Potasio asimilable (K) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,10	0,86	1.013	*****	*****	*****			
Sodio asimilable (Na) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,10	0,17	98	*****	***				
Boro asimilable (B) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	0,95		*****					
Cobre asimilable (Cu) (Extrac. DTPA) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	2,5	8,22	*****	*****	*****	***		
Hierro asimilable (Fe) (Extrac.DTPA) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	2,6	8,55	***					



ecosur
laboratorios

Ref. Ecosur: S-03434170002 [SA]

Página 3 de 3

Determinaciones Físico-Químicas RESULTADOS ANALITICOS / INTERPRETACION (*)										
Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Kg/Ha	mg/Kg	Carencia	Bajo	Normal	Alto	Exceso
Manganeso asimilable (Mn) (Extrac. DTPA) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	12	39,48		*****	*****			
Zinc asimilable (Zn) (Extrac. DTPA) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	1,2	3,95		*****	*****	***		

* Observaciones: Datos referidos sobre materia seca

Murcia a 24 de febrero de 2017

L.C.: Límite de cuantificación

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del laboratorio.

La muestra, salvo comunicación del cliente, será conservada según los Procedimientos Específicos del Sistema de Calidad. Las incertidumbres del ensayo están calculadas y a disposición del cliente.

ecosur
laboratorios

Fdo.: Luis Coll Almela
Director Técnico



INFORME DE ENSAYO

Página 1 / 3

SULFATO CALCICO DEL MEDITERRANEO, S.L. Avda de la fama, Edif Torrenueva Bajo - Murcia. 30006 - Murcia			
Su Ref: NITRATO			
Ref. Ecosur:	S-03434170003 [SA]	Muestra remitida por:	Francisco Torralba
Fecha de recogida/entrada:	17/02/2017 - 17/02/2017	Fecha de emisión:	24/02/2017
Fecha de inicio/finalización:	17/02/2017 - 24/02/2017	Hora recogida/entrada:	13:10 - 13:30
Cantidad de muestra:	2 kg		
Tipo de muestra:	Suelo		

Análisis solicitado:

Textura (USDA), Arcilla, Limo, Arena, Densidad aparente, Caliza activa, Carbonatos totales (CaCO₃), Carbono organico oxidable (Oxidacion), Cloruros (Cl), Conductividad eléctrica a 25 °C (Dilucion 1:5), Materia organica oxidable (Oxidación), Nitrogeno organico total Kjeldahl, pH (1:2,5 a 20 °C), Relacion carbono/nitrogeno, Sulfatos (SO₄), Calcio asimilable (Ca) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina), Fosforo asimilable (P), Magnesio asimilable (Mg) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina), Potasio asimilable (K)(Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina), Sodio asimilable (Na)(Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina), Boro asimilable (B), Cobre asimilable (Cu)(Extrac. DTPA), Hierro asimilable (Fe) (Extrac. DTPA), Manganeseo asimilable (Mn)(Extrac. DTPA) y Zinc asimilable (Zn)(Extc. DTPA).

Determinaciones Fisicas		RESULTADOS ANALITICOS / INTERPRETACION (*)								
Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado							
* Textura (USDA)	--			Franco Arcillo Arenoso / Textura Media						
* Arcilla (< 0,002 mm) (MET-FQ-Textura-S)	g/100g	1,0	23,6							
* Limo (0,05-0,002 mm) (MET-FQ-Textura-S)	g/100g	1,0	3,2							
* Arena (2-0,05 mm) (MET-FQ-Textura-S)	g/100g	1,0	73,2							
Determinaciones Fisico-Químicas		RESULTADOS ANALITICOS / INTERPRETACION (*)								
Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Kg/Ha	mg/Kg	Carencia	Bajo	Normal	Alto	Exceso
* Densidad aparente (MET-FQ-Densidad)	g/cm3	0,0001	1,0265							
* Caliza activa (MET-FQ-Caliza activa-S)	g/100g	0,1	19,0	584.052		*****	*****	*****	*****	*****
* Carbonatos totales (CaCO3) (MET-FQ-Carbonatos-S)	g/100g	0,1	47,3			*****	*****	*****	*****	
* Carbono organico oxidable (Oxidacion) (MET-FQ-M.O. y C.O.)	g/100g	0,1	1,0	30.740		*****	*****	*****		

Determinaciones Físico-Químicas		RESULTADOS ANALITICOS / INTERPRETACION (*)								
Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Kg/Ha	mg/Kg	Carencia	Bajo	Normal	Alto	Exceso
* Cloruros (Cl) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,05	< 0,05	< 41,43		***				
* Conductividad eléctrica a 25 °C (Dilución 1:5) (MET-FQ-CE; Conductimetría)	µS/cm	5	160			*****	*****			
* Materia orgánica oxidable (Oxidación) (MET-FQ-M.O. y C.O.)	g/100g	0,1	1,3	39.961		*****	*****			
Nitrogeno organico total Kjeldahl (MET-FQ-N total Kjeldahl; Volumetría)	g/100g	0,05	< 0,05	< 1.537		*****				
* pH (1:2,5 a 20 °C) (MET-FQ-pH; Potenciometría)	un.de pH	2,0	8,5			*****	*****	*****	*****	
* Relacion carbono/nitrogeno	--	--	--							
* Sulfatos (SO4) (MET-FQ-Sulfatos-Al; Turbidimetría)	meq/100g	0,2	< 0,2	< 224		***				
Calcio asimilable (Ca) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,10	8,7	5.742 (CaO)		*****	*****			
Fosforo asimilable (P) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	10	61	426 (P2O5)		*****	*****	*****	***	
Magnesio asimilable (Mg) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,10	3,2	1.515 (MgO)		*****	*****	*****		
Potasio asimilable (K) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,10	1,3	1.431		*****	*****	*****	*****	
Sodio asimilable (Na) (Extrac. Cl2Ba + Tri-Etanol Amina) (MET-FQ-ICP)	meq/100 g	0,10	0,61	328		*****	*****	***		
Boro asimilable (B) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	4,3			*****	*****	***		
Cobre asimilable (Cu) (Extrac. DTPA) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	3,6	11,07		*****	*****	*****	*****	
Hierro asimilable (Fe) (Extrac. DTPA) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	2,9	8,92		***				



Ref. Ecosur: S-03434170003 [SA]

Página 3 de 3

Determinaciones Físico-Químicas		RESULTADOS ANALITICOS / INTERPRETACION (*)								
Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Kg/Ha	mg/Kg	Carencia	Bajo	Normal	Alto	Exceso
Manganeso asimilable (Mn)(Extrac. DTPA) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	6,9	21,21		*****				
Zinc asimilable (Zn)(Extrac. DTPA) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,10	1,9	5,84		*****	*****	*****		

* Observaciones: Datos referidos sobre materia seca

Murcia a 24 de febrero de 2017

L.C.: Límite de cuantificación

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del laboratorio.

La muestra, salvo comunicación del cliente, será conservada según los Procedimientos Específicos del Sistema de Calidad. Las incertidumbres del ensayo están calculadas y a disposición del cliente.

ecosur
laboratorios

Fdo.: Luis Coll Almela
Director Técnico

ANEJO 3: ANÁLISIS DE LAS HOJAS



INFORME DE ENSAYO

Página 1 / 2

SULFATO CALCICO DEL MEDITERRANEO, S.L. Avda de la fama, Edif Torrenueva Bajo - Murcia. 30006 - Murcia			
Su Ref: HOJAS DE NECTARINA - SULFATO			
Ref. Ecosur:	F-03434170001 [FL]	Muestra remitida por:	Antonio Vega
Fecha de recogida/entrada:	17/02/2017 - 17/02/2017	Fecha de emisión:	27/02/2017
Fecha de inicio/finalización:	17/02/2017 - 27/02/2017	Hora recogida/entrada:	13:10 - 13:30
Cantidad de muestra:	300 g		
Tipo de muestra:	Hoja de nectarina		

Análisis solicitado:

Nitrogeno organico total Kjeldahl, Fosforo (P), Potasio (K), Sodio (Na), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Zinc (Zn) y Boro (B).

Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Interpretacion	Rango Optimo(1)(*)
Nitrogeno organico total Kjeldahl (MET-FQ-N total Kjeldahl;Volumetria)	g/100g	0,05	3,63	NORMAL	2,50 - 4,20
Fosforo (P) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	0,46	ALTO	0,16 - 0,35
Potasio (K) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	1,5	NORMAL	1,50 - 2,55
Sodio (Na) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	0,027	NORMAL	< 0,10
Calcio (Ca) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	0,60	BAJO	1,45 - 2,50
Magnesio (Mg) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	0,22	BAJO	0,35 - 0,85
Hierro (Fe) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	87	BAJO	90 - 250
Cobre (Cu) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	15	NORMAL	10 - 20
Manganeso (Mn) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	144	NORMAL	50 - 175
Zinc (Zn) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	73	ALTO	20 - 50



ecosur
laboratorios

Ref. Ecosur: F-03434170001 [FL]
Su Ref: HOJAS DE NECTARINA - SULFATO

Página 2 de 2

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Interpretacion	Rango Optimo(1)(*)
Boro (B) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	31	NORMAL	30 - 75

(1) Los valores de referencia provienen de distintas fuentes bibliográficas y de la base de datos de Laboratorios Ecosur. Datos referidos a materia seca.

L.C.: Limite de cuantificación

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del laboratorio.

La muestra, salvo comunicación del cliente, será conservada según los Procedimientos Específicos del Sistema de Calidad. Las incertidumbres del ensayo están calculadas y a disposición del cliente.

Murcia a 27 de febrero de 2017

ecosur
laboratorios

Edo.: Luis Coll Almela
Director Técnico



INFORME DE ENSAYO

Página 1 / 2

SULFATO CALCICO DEL MEDITERRANEO, S.L. Avda de la fama, Edif Torrenueva Bajo - Murcia. 30006 - Murcia			
Su Ref: NITRATO			
Ref. Ecosur:	F-03434170007 [FL]	Muestra remitida por:	Fracisco Torralba
Fecha de recogida/entrada:	17/02/2017 - 17/02/2017	Fecha de emisión:	27/02/2017
Fecha de inicio/finalización:	17/02/2017 - 27/02/2017	Hora recogida/entrada:	13:10 - 13:40
Cantidad de muestra:	300 g		
Tipo de muestra:	Hoja de nectarina		

Análisis solicitado:

Nitrogeno organico total Kjeldahl, Fosforo (P), Potasio (K), Sodio (Na), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Zinc (Zn) y Boro (B).

Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Interpretacion	Rango Optimo(1)(*)
Nitrogeno organico total Kjeldahl (MET-FQ-N total Kjeldahl; Volumetria)	g/100g	0,05	3,53	NORMAL	2,50 - 4,20
Fosforo (P) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	0,48	ALTO	0,16 - 0,35
Potasio (K) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	1,5	NORMAL	1,50 - 2,55
Sodio (Na) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	0,020	NORMAL	< 0,10
Calcio (Ca) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	0,67	BAJO	1,45 - 2,50
Magnesio (Mg) (MET-FQ-ICP)	g/100g	0,010	0,23	BAJO	0,35 - 0,85
Hierro (Fe) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	86	BAJO	90 - 250
Cobre (Cu) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	9,7	BAJO	10 - 20
Manganeso (Mn) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	110	NORMAL	50 - 175
Zinc (Zn) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	50	NORMAL	20 - 50



Ref. Ecosur: F-03434170007 [FL]

Página 2 de 2

Su Ref: NITRATO

RESULTADOS ANALITICOS					
Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	Interpretacion	Rango Optimo(1)(*)
Boro (B) (MET-FQ-ICP)	mg/kg	0,50	27	BAJO	30 - 75

Murcia a 27 de febrero de 2017

ecosur
laboratorios

(1) Los valores de referencia provienen de distintas fuentes bibliográficas y de la base de datos de Laboratorios Ecosur. Datos referidos a materia seca.

L.C.: Limite de cuantificación

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del laboratorio.

La muestra, salvo comunicación del cliente, será conservada según los Procedimientos Especificos del Sistema de Calidad. Las incertidumbres del ensayo están calculadas y a disposición del cliente.

Edo.: Luis Coll Almela
Director Técnico