



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
GRUPO DE POSTCOLECCIÓN 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/gpostef



**INFORME FINAL DEL CONTRATO DE INVESTIGACIÓN
ENTRE SULFATO CÁLCICO DEL MEDITERRÁNEO S.L. Y LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA SOBRE EL
EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON SULFATO CÁLCICO
EN LA CALIDAD GLOBAL DEL LIMÓN FINO**

Equipo Investigador:

Prof. Dr. Ing. Francisco Artés Calero

Dr. Ing. Francisco Artés Hernández

Ing. Téc. Alejandro Vidal García

Ing. Téc. José Manuel Tortosa Plaza

Dpldo. Pedro J. Artés García

Agosto de 2017

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

2.- OBJETIVO

3.- PLAN DE TRABAJO

4.- MEDIOS TÉCNICOS Y FÍSICOS DISPONIBLES

5.- METODOLOGÍA Y RECOMENDACIONES

6.- PARÁMETROS ANALIZADOS

7.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

8.- RESULTADOS ANALÍTICOS

8.1.- CARACTERIZACIÓN INICIAL FÍSICO-QUÍMICA Y DE LA CALIDAD DEL LIMÓN FINO 49 SOBRE *C. MACROPHYLLA*

8.1.1.- TAMAÑO DEL FRUTO, PESO, APARIENCIA Y FIRMEZA

8.1.2.- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES, pH Y ACIDEZ TITULABLE

8.1.3.- INCIDENCIA DE PODREDUMBRES, ALTERACIONES FISIOLÓGICAS, DAÑOS MECÁNICOS Y PLAGAS

8.1.4.- CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y DE LA CALIDAD

8.1.4.1.- PESO MEDIO DEL FRUTO

8.1.4.2.- CALIBRES LONGITUDINAL Y ECUATORIAL

8.1.4.3.- COLOR DEL FLAVEDO

8.1.4.4.- PRODUCCIÓN DE LOS LIMONEROS

8.1.4.5.- FIRMEZA

8.1.4.6.- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

8.1.4.7.- VALORES DEL PH

8.1.4.8.- ACIDEZ TITULABLE

8.1.4.9.- ÍNDICE DE MADUREZ

9.- COMPORTAMIENTO DE LOS LIMONES TRAS LA COSECHA

9.1.- INICIO DE LA CONSERVACIÓN

9.2.- TRANSCURRIDA LA CONSERVACIÓN REFRIGERADA.

9.3.- TRANSCURRIDA LA COMERCIALIZACIÓN

10.- EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE LOS FRUTOS TRAS LA FRIGOCONSERVACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

10.1.- PÉRDIDAS DE PESO

10.2.- EVOLUCIÓN DEL COLOR

10.3.- FIRMEZA

10.4.- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

10.5.- VALORES DE PH

10.6.- ACIDEZ TITULABLE

10.7.- ÍNDICE DE MADUREZ

10.8.- ALTERACIONES FISIOLÓGICAS

10.9.- DESARROLLO DE PLAGAS

11.- CONCLUSIONES

11.1.- EN RELACIÓN CON LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES Y LA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO

11.2.- EN RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL ARBOLADO

11.3.- EN RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL FRUTO EN LA RECOLECCIÓN

11.4.- EN RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL FRUTO EN LA POSTRECOLECCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

En desarrollo y ejecución de la Adenda al Contrato de Investigación suscrito en el mes de marzo de 2015 entre Sulfato Cálculo del Mediterráneo S.L. y la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), de común acuerdo entre los representantes de ambas entidades se ha planteado llevar a cabo el presente trabajo experimental, dando continuidad al efectuado en la campaña anterior, como se describe a continuación en el presente Informe detalladamente.

En efecto, en la campaña 2015/16 se efectuó un trabajo experimental para conocer el efecto de la fertilización con sulfato cálcico (CaSO_4) sobre la producción y calidad global del limonero Fino, comparativamente con el empleo de nitrato cálcico [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$], cuyo uso para el aporte de calcio no está permitido en cultivos ecológicos y, además, su precio es bastante más elevado para el agricultor.

Los ensayos de campo se llevaron a cabo en dos parcelas con igual número de limoneros Fino 49 sobre *Citrus macrophylla* y una superficie similar, situadas en la explotación agrícola El Aguilucho, en el Término Municipal de Alhama de Murcia, seleccionadas de común acuerdo entre los representantes de la Empresa promotora de este trabajo y el Equipo Investigador. Las referidas parcelas han sido facilitadas por la empresa Frugarva S.A., establecida en Alhama de Murcia, productora y exportadora de cítricos, ya que reunían las características idóneas para los ensayos, siguiendo las recomendaciones efectuadas por el Equipo Investigador y la Dirección Técnico-Comercial de la Empresa promotora. La Fotografía 1 recoge un esquema de la distribución de las parcelas y sectores.



Fotografías 1y 2. Distribución de parcelas en la Finca El Aguilucho y control automatizado de la fertirrigación por goteo

Los técnicos responsables de Frugarva S.A. han colaborado plenamente para que los trabajos de campo se llevaran a cabo en sus parcelas y han asumido la realización de las actividades prácticas relativas a la fertirrigación, con la aplicación habitual del $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$, así como la innovadora de SO_4Ca micronizado, bajo la denominación comercial de Yescal, que le ha sido suministrado por Sulfato Cálculo del Mediterráneo S.L. También dichos técnicos han facilitado al Equipo Investigador de la UPCT el acceso para la selección de las parcelas, el seguimiento del cultivo, la realización de los análisis de hojas y de frutos, y ha cedido los frutos que han sido necesarios para efectuar los controles de calidad en la UPCT. Todo ello se le agradece expresamente en el Informe que aquí se presenta. Por su parte, los miembros del Equipo Investigador han asumido la dirección de los ensayos experimentales que se han considerado necesarios, para lo que ha contado con la participación de D. José M. Tortosa Plaza de Frugarva S.A. y de D. Pedro J. Artés García de Sulfato Cálculo del Mediterráneo S.L.

En el citado trabajo previo, el objetivo primordial consistió en evaluar el efecto de la fertilización con CaSO_4 comercial, aplicado en régimen de riego localizado por goteo, sobre la producción y calidad global del limón Fino 49, así como sobre su influencia en la maduración de los frutos y la eventual reducción de la susceptibilidad a daños, tanto en la recolección como a lo largo de su supervivencia comercial postcosecha. Esos efectos se estudiaron en comparación con el resultado obtenido aplicando $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ comercial, que habitualmente se aplica en este cultivo como abonado cálcico. Por tanto,

se prestó especial atención a la producción por árbol, así como a la presencia de fisiopatías y la posible modificación del desarrollo normal de la maduración, de la recolección y de la vida postcosecha. También se efectuó una evaluación de los atributos más representativos de la calidad del fruto, tanto físicos como químicos, en la fecha de recolección y una vez transcurrida su vida comercial postcosecha en las condiciones que simularan las más habituales en el sector productor y exportador de este cítrico y en particular por Frugarva S.A.

2.- OBJETIVO

El principal objetivo del presente trabajo ha sido evaluar el efecto de la fertilización innovadora con CaSO_4 en la nueva formulación de Yescal micronizado, preparado por Sulfato Cálcico del Mediterráneo S.L., aplicado en régimen de fertirrigación por goteo, sobre la producción y la calidad global del limón (*Citrus limon*, cv Fino) injertado sobre pie *Citrus macrophylla*. El citado efecto como corrector de calcio en el suelo se ha evaluado en comparación con la aplicación del $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ habitualmente utilizado para la fertilización cálcica de este cultivo.

Los atributos de calidad más representativos de los limones se han evaluado tanto al inicio de las experiencias como en el momento de la recolección y transcurrido un período de su vida útil postcosecha habitual en este sector exportador.

3.- PLAN DE TRABAJO

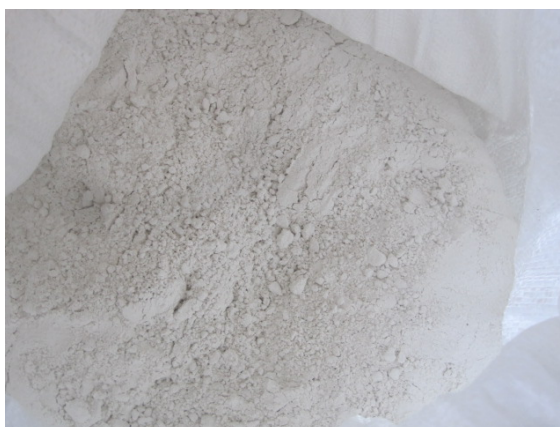
Como ya se ha indicado, los ensayos de campo se han efectuado sobre las mismas parcelas de cultivo de limoneros Fino 49 injertados sobre *Citrus macrophylla* en plena producción, seleccionadas en la campaña anterior por los representantes de la

Dirección Técnica de Frugarva S.A., de Sulfato Cálcico del Mediterráneo S.L. y el Equipo Investigador. La parcela 1 incluía los sectores 1, 2 y 3 y fue abonada con CaSO_4 mientras que la parcela 2, que incluía los sectores 4, 5 y 6, se abonó con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Ambas parcelas abarcan una superficie similar, próxima a las 22,4 ha y disponen cada una de 5.330 limoneros Fino 49, con un marco de plantación de 6 por 7 m, teniendo un total de 238 árboles/ha.

El Ing. Téc. D. José Manuel Tortosa, Director Técnico de las explotaciones agrícolas de FRUGARVA S.A., que se ha integrado en el Equipo Investigador, asumió la responsabilidad de las actividades prácticas relativas a la fertirrigación por goteo, con aplicación en la explotación de El Aguilucho del CaSO_4 y del $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, lo que ha sido supervisado periódicamente por el Equipo Investigador y la Dirección Técnica de Sulfato Cálcico del Mediterráneo S.L. Por otra parte, la Dirección Técnica de Frugarva S.A. ha dirigido las restantes prácticas habituales de cultivo de los limoneros Fino 49, entre las que se incluyen la poda y los correspondientes tratamientos fitosanitarios necesarios para el cultivo.

4.- MEDIOS TECNICOS Y FISICOS DISPONIBLES

El CaSO_4 comercial destinado para estas experiencias por Sulfato Cálcico del Mediterráneo S.L. ha sido Yescal micronizado (Fotografías 3, 4 y 5). Se trata de un producto preparado en polvo micronizado y tamizado, obtenido de la molienda física de la roca mineral de CaSO_4 , cuya composición certificada por el fabricante incluye un 30 % de CaO y un 18 % de CaSO_4 como riqueza mínima. Se ha proporcionado directamente por Sulfato Cálcico del Mediterráneo S.L., envasado en sacos de rafia blancos, con un contenido de 25 kg de polvo micronizado de Yescal por saco.



Fotografías 3, 4 y 5. Sulfato cálcico comercial presentado como Yescal micronizado

La composición del Yescal micronizado, garantizada por el fabricante, es la que se recoge en las Tablas 1 y 2 (www.sulfatocalcicodelmediterraneo.es, 2016).

Tabla 1. Informe de análisis del sulfato cálcico dihidratado o Yeso agrícola efectuado por el laboratorio Fitosoil S.L. el 7 de diciembre de 2016 (www.sulfatocalcicodelmediterraneo.es, 2016).



FITOSOIL
DESDE 1990



PYMEINNOVADORA
MÁS QUE UN PROGRAMA

INFORME DE ENSAYO
Nº Informe: 16111051.02
Este informe sustituye al 16111051.01
Los ensayos marcados (*), (***) y las opiniones, interpretaciones, etc. (***) no están acreditadas.



ENAC
ENSAYOS
Nº 343710010
Nº 343710010

<p>Sulfato Cálcico del Mediterráneo, S.L.</p> <p>Avenida de La Fama, 19 · Edificio Torrenueva Bajo 30008 Murcia Murcia (ESPAÑA) Interlocutor: Pedro Artés García</p> <p>Muestreo : Cliente Recogida: Cliente - (Pedro Artés García) Entrada: 09/11/2016 - 13:38 Inicio: 10/11/2016 Finalización: 07/12/2016</p> <p>Análisis solicitados : ISx - Inorgánico sólido no predefinido : Azufre total (abonos, enm. y prod. quím. sól.), Boro total (abonos, enm. y prod. quím. sól.), Calcio total (abonos, enm. y prod. quím. sól.), Cobre total riqueza (abonos, enm. y prod. quím. sól.), Fósforo total (abonos ... (ver informe)</p>	<p>Ref.: Sulfato cálcico (dihidratado). -Yeso agrícola</p> <p>Descripción: Producto sólido (300 g aprox.)</p> <p>Matriz: Otras enmiendas (grupo 7)</p> <p>Obs.: Informe modificado por error del cliente en la referencia</p>
---	--

ANÁLISIS DE PRODUCTO FERTILIZANTE (físico-químico)

DETERMINACIONES	Resultado		Metodología
Nutrientes	s.m.o.		
Nitrógeno total	N	0,81 % (p/p)	PTA-FQ/036, analizador elemental
Nitrógeno nítrico	N	< 22,6 mg/kg	PTA-FQ/006, cromatografía iónica
Fósforo total	P2O5	0,0121 % (p/p)	PTA-FQ/027, ICP-AES
Potasio total	K2O	0,0231 % (p/p)	PTA-FQ/027, ICP-AES
Calcio total	CaO	32,7 % (p/p)	PTA-FQ/027, ICP-AES
Magnesio total	MgO	0,0089 % (p/p)	PTA-FQ/027, ICP-AES
Azufre total	SO3	47,0 % (p/p)	PTA-FQ/027, ICP-AES
Sodio total	Na2O	0,0136 % (p/p)	PTA-FQ/027, ICP-AES
Boro total	B	4,0 mg/kg	PTA-FQ/027, ICP-AES
Cobre total	Cu	3,83 mg/kg	PTA-FQ/027, ICP-AES
Hierro total	Fe	0,0126 % (p/p)	PTA-FQ/027, ICP-AES
Manganeso total	Mn	9,1 mg/kg	PTA-FQ/027, ICP-AES
Zinc total	Zn	5,7 mg/kg	PTA-FQ/027, ICP-AES

s.m.o.: sobre muestra original, s.m.s.: sobre muestra seca. (p/p): peso/peso, (p/v): peso/volumen.

Los análisis efectuados en este informe han seguido los procedimientos internos indicados en el campo "metodología". Estos procedimientos están basados en los métodos mencionados en el anexo IV del Reglamento (CE) 2003/2003 y el anexo VI del RD 506/2013 de 28 de junio, u otros equivalentes respaldados por ensayos de validación e intercomparativos.

Responsable Técnico Depto. FÍSICO QUÍMICO
Bernardo Martín Romero

Director Técnico
Antonio Abellán Carvaca



Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. El cálculo de incertidumbres está a disposición del cliente. Este informe no deberá reproducirse sin la aprobación por escrito del laboratorio. El laboratorio no se responsabiliza de las opiniones y/o interpretaciones emitidas con carácter meramente informativo. Es responsabilidad del cliente la correcta interpretación de los resultados.
FITOSOIL LABORATORIOS, S.L. - CIF: E58 38553085 - Inscrito en el Reg. Mercantil de Murcia, Tomo-1344, MU-23384, Folio 111. Colegiado por el COB con el Nº 6862-J
Pol.Ind.Oeste. c/ Alcalde Clemente García, parc.24/37. Mod.D-1 y D-2 - Envío Postal: Ajdo. Correos 200 - 30169 - San Gines-Murcia(España)
Formato PC-1607 IMP5 Tel.: +34 968 826809 - +34 968 883271/72 - Fax: +34 968 883276 - http://www.fitosoil.com - info@fitosoil.com Página 1 de 1

Tabla 2. Composición analítica del sulfato cálcico de uso agrícola y metodologías utilizadas en sus determinaciones (www. sulfatocalcicodelmediterraneo.es, 2016).

PARAMETROS FISICO QUIMICOS	EXP.	UNIDAD	RESULTADOS		METODOLOGIA	
Humedad		%	19,99		Desecación a 105° C	
Materia seca		%	80,01		Desecación a 105° C	
	UNIDAD	S.M.F.		S.M.S.		METODOLOGIA
		P/P	P/V	P/P	P/V	
NUTRIENTES PRIMARIOS						Metodología
Nitrógeno total	(N)	%	0,040		0,05	Kjeldahl+NO3
Nitrógeno Kjeldahl	(N)	%	0,04		0,05	Kjeldahl
Nitrógeno nítrico	(N)	%	<0,010		<0,012	Cromatografía iónica
Fósforo total	(P2O5)	%	0,01		0,01	ICP-AES
Potasio total	(K2O)	%	0,02		0,03	ICP-AES
NUTRIENTES SECUNDARIOS						Metodología
Calcio total	(Ca)	%	21,00		26,25	ICP-AES
	(CaO)	%	29,38		36,72	ICP-AES
Magnesio total	(Mg)	%	0,01		0,01	ICP-AES
	(MgO)	%	0,02		0,02	ICP-AES
Azufre total	(S)	%	17,21		21,51	ICP-AES
Sodio total	(Na)	%	0,01		0,01	ICP-AES
MICRONUTRIENTES						Metodología
Hierro total	(Fe)	%	0,028		0,035	ICP-AES
Manganeso total	(Mn)	ppm	22,03		27,53	ICP-AES
Cobre total	(Cu)	ppm	1,33		1,67	ICP-AES
Zinc total	(Zn)	ppm	1,66		2,08	ICP-AES
Boro total	(B)	ppm	3,52		4,40	ICP-AES

S.M.F. sobre materia fresca; S.M.S. sobre materia seca; P/P peso/peso; P/V peso/volumen

Por su parte, el NC comercial Nova calcium, de ICL Fertilizers, empleado por Frugarva S.A. en los limoneros Fino 49, tenía la presentación y composición que aparece en las Fotografías 6 y 7.



Fotografías 6 y 7. Composición y saco del nitrato cálcico comercial de ICL utilizado en la fertirrigación de limoneros Fino 49.

5.- METODOLOGÍA Y RECOMENDACIONES

La incorporación del Yescal micronizado a los limoneros Fino 49, al igual que el resto de fertilizantes habituales, se ha efectuado a través del sistema de riego localizado por goteo de la explotación de Frugarva S.A. (Fotografías 8, 9, 10 y 11), cuyo cabezal de riego estaba constituido por los siguientes elementos:

- depósito de mezclas de 1.000 L para preparar la solución madre a inyectar (Fotografía 11).
- agitador de hélice, con una distancia del fondo de unos 2-3 cm (Fotografías 11, 13 y 14).

- bomba inyectora de 500 L (Fotografía 8).



Fotografías 8, 9 10 y 11. Sistema de fertirrigación instalado en la explotación agrícola El Aguilucho de Frugarva S.A.

Las recomendaciones efectuadas por el Equipo de Investigación para el aporte del CaSO_4 micronizado fueron las siguientes:

- El aporte del CaSO_4 micronizado al depósito mezclador no debe realizarse mezclado con ningún otro producto ni de golpe, para evitar que se puedan

producir aglomeraciones, no quedar bien mezclado y precipitar en el fondo (Fotografía 12).



Fotografía 12. Aporte de CaSO_4 micronizado al depósito de solución madre

- No sobrepasar la concentración del 4 % de CaSO_4 micronizado en el depósito.
- Mantener en continua agitación la suspensión, excepto las paradas habituales para obviar el recalientamiento del rotor, y evitar así la precipitación del CaSO_4 micronizado (Fotografías 13 y 14).



Fotografías 13 y 14. Sistema de suspensión y mezclado con agitación mediante hélice de la solución madre.

- Como a bajas temperaturas la solubilidad del CaSO_4 se reduce, en los meses de invierno se debe tener en cuenta para establecer la concentración que se ha de aportar en cada riego.
- Finalizada la fertirrigación, se debe realizar un postriego de unos 30 minutos para limpiar cualquier resto que pudiera quedar en alguna zona del sistema de riego.

Al ser el riego de cada sector (o parcela de ensayo) separado e independiente, cada uno de ellos llevará su fertilización propia.

Se aportaron 25 kg / semana de CaSO_4 (54,56 g/árbol) y 115 kg / semana de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (227,14 g/árbol) durante 52 semanas haciendo un total 1.300 kg de CaSO_4 , mientras que de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se aportaron 6.000 kg. El plan de abonado de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se siguió el establecido por Frugarva S.A., aportando los kg mencionados anteriormente.

Los cuadros resumen de otros abonados y de los riegos en la finca El Aguilucho de Frugarva S.A. para 2016 y 2017 se recoge seguidamente en diversas tablas cuyos datos han sido proporcionados por la Dirección Técnica de Frugarva S.A.

Resumen de abonados y riegos en la Finca el Aguilucho de Frugarva S.A. en
2016



RESUMEN DE ABONADOS EN UF/Ha Y RIEGOS

AÑO: 2016

CLIENTE: FRUGARVA, S.A.

FINCA: EL AGUILUCHO

SECTOR: FINO 49

UNIDAD DE CULTIVO: PATRON

LIMON FINO 49: MACROPHYLLA

Dist. Filas	Dist. Arboles	Ha	nº Arboles	Kgrs. fruta Arbol	Kgrs. fruta Ha.	Kgrs. fruta total
8,0	8,0	49,10	8.350	-	-	0

	ABONADO EN (UF/Ha)				AGUA	ABONADO EN (UF / ARBOL)				AGUA
	N	P	K	Ca	m3/Ha	UF.N. / ARB.	UF.P. / ARB.	UF.K. / ARB.	UF.Ca. / ARBOL	L. AGUA / Arbol
ENERO	5.08	3.36	9.66	0.00	180.00	0.025	0.017	0.048	-	857.3
FEBRERO	5.08	3.36	9.66	0.00	160.00	0.025	0.017	0.048	-	757.6
MARZO	5.17	3.78	9.66	0.00	180.00	0.026	0.019	0.048	-	857.3
ABRIL	9.99	3.64	6.98	1.31	198.33	0.050	0.018	0.035	0.007	988.6
MAYO	14.48	3.99	10.20	0.85	268.33	0.072	0.020	0.051	0.004	1.337.6
JUNIO	11.02	4.41	11.27	1.09	291.67	0.055	0.022	0.056	0.005	1.453.9
JULIO	16.42	7.29	18.63	1.11	465.00	0.082	0.036	0.093	0.006	2.317.9
AGOSTO	19.21	8.58	21.93	1.11	568.33	0.096	0.043	0.109	0.006	2.833.0
SEPT.	17.36	7.80	19.93	0.83	500.00	0.087	0.039	0.099	0.004	2.492.4
OCTUBRE	10.84	6.21	15.87	1.66	405.00	0.054	0.031	0.079	0.008	2.018.8
NOVIEMB.	6.97	4.08	10.43	0.83	280.00	0.035	0.020	0.052	0.004	1.395.7
DICIEMB.	6.11	3.36	8.59	1.33	240.00	0.030	0.017	0.043	0.007	1.196.3
TOTAL ME.	127,7	69,9	162,8	10,1	3.737	0,837	0,298	0,782	0,060	18.828
TOTAL CULL.	8.272	2.838	7.602	487	183.470					



TECNICITRUS, S.L.

ORDEN DE ABONADO Y RIEGO - FERTIRRIGACION (Via Gotero)

	N.	P.	K.	Ca.
UF/Ha y mes.	17,36	7,80	19,93	0,83

CLIENTE: FRUGARVA, S.A.

SECTOR: FINO

FINCA: EL AGUILUCHO

AÑO: 2.016

MES: SEPTIEMBRE

UNIDAD DE CULTIVO	PATRON	Nº ARB
LIMON FINO 49	MACROPHYLLA	9.800
OROGRADE/DOBLADA	MACROPHYLLA	50
-	-	-
-	-	-

DIAS DE RIEGO SEMANA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Nº RIEGOS PREVISTOS:	30	
Nº ABONADOS PREVISTOS:	26	
h riego/día	m3/hora	m3/riego
5,0	158	788

NITRATO CALCICO (15,5-0-0 CaO 26,6)	NITRATO AMONICO (34,5-0-0)	FOSFATO MONOAMO. (12-60-0)	NITRATO POTASICO (13-0-46)	ACIDO NITRICO (12-0-0)	ACIDO FOSFORICO (0 57-0)	N 20 % (20-0-0)	N 32 % (32-0-0)
0%	19%	19%	63%	100%	0%	0%	0%

Goteros/árbol	Caudal Goteros (l/h)
4,0	4,0

l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque
0	236	236	788	588	0	0	0

ABONOS	Kgr. abono total / Riego.	Lts. abono total / Riego.	Lts. Abono por Semana
N. CALCICO	-	-	0
N. AMONICO	24	24	142
F. MONOAMON	24	24	142
N. POTASICO	79	79	473
AC. NITRICO	79	59	353
AC.FOSFORICO	-	-	0
N 20 %	-	-	0
N 32 %	-	-	0

INCREMENTO MOL
0,20
CONCENTRACION EN TANQUE
10

Ph IDEAL
6,5
CONCENTRACION TANQUE ACIDO
10

TANQUE APORTACIONES ESPECIALES		KG. TOTAL.
1ª SEMANA	KITASAL	148
	-	-
2ª SEMANA	LIQUI K LIQUIDO	99
	-	-
3ª SEMANA	LIQUI K LIQUIDO	99
	-	-
4ª SEMANA	NITRATO CALCICO.	148
	-	-

A: Abonado y Agua

AE: Aportes Especiales y Agua

X: Agua

DIAS ABONADOS Y RIEGOS DEL MES				
1	8	15	22	29
2	9	16	23	30
3	10	17	24	31
4	11	18	25	
5	12	19	26	
6	13	20	27	
7	14	21	28	

Firma Encargado: José Manuel Tortosa Plaza

Firma Técnico: José Antonio Martínez Martínez

ORDEN Y REGISTRO DE ABONADO Y RIEGO

	N.	P.	K.	Ca.
UF/Ha y mes.	22,20	9,24	24,79	1,68

CLIENTE: FRUGARVA, S.A.

FINCA: EL AGUILUCHO

SECTOR:	1.	
POLIGONO/PARCELA	9/10	
UNIDAD DE CULTIVO	PATRON	Nº ARB
LIMON FINO 49	MACROPHYLLA	9.850
-	-	-
-	-	-
-	-	-

AÑO: 2.016
MES: OCTUBRE

DIAS DE RIEGO SEMANA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO

Nº RIEGOS PREVISTOS:	26	
Nº ABONADOS PREVISTOS:	21	
h riego/día	m3/hora	m3/riego
5,5	158	867

NITRATO CALCICO	NITRATO AMONICO	FOSFATO MONDAM	NITRATO POTASICO	ACIDO NITRICO	ACIDO FOSFORICO	N 20 %	N 32 %
0%	25%	17%	58%	100%	0%	0%	0%

Goteros/árbol	Caudal Goteros (l/h)
4,0	4,0

l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque
0	520	347	1.214	647	0	0	0

ABONOS	Kgr. abono total / Riego.	Lts. abono total / Riego.	Lts. Abono por Semana
N. CALCICO	-	-	0
N. AMONICO	52	52	252
F. MONOAMON	35	35	168
N. POTASICO	121	121	589
AC. NITRICO	87	65	314
AC.FOSFORICO	-	-	0
N 20 %	-	-	0
N 32 %	-	-	0

INCREMENTO MOL
0,32
CONCENTRACION EN TANQUE
10

Ph IDEAL
6,5
CONCENTRACION TANQUE ACIDO
10

TANQUE	APORTACIONES ESPECIALES	KG. TOTAL.
1ª SEMANA	AMINOQUELANT - K	200
	-	-
2ª SEMANA	NITRATO CALCICO.	150
	-	-
3ª SEMANA	-	-
	-	-
4ª SEMANA	NITRATO CALCICO.	150
	-	-

A: Abonado y agua	DIAS ABONADOS DEL MES						
	1	8	15	22	29		
AE: Abonados especiales y agua	2	9	16	23	30		
	3	10	17	24	31		
	4	11	18	25			
	5	12	19	26			
X: Agua	6	13	20	27			
	7	14	21	28			

Firma Encargado: JUAN NAVARRO



Firma Tecnico: JOSE MANUEL TORTOSA



ORDEN DE ABONADO Y RIEGO - FERTIRRIGACION (Via Gotero)

	N	P	K	Ca
UFA/ha y mes.	4,40	2,08	3,99	1,33

CLIENTE: FRUGARVA, S.A.

FINCA: EL AGUILUCHO

SECTOR: S1-P1 (POL 9, PAR 10)

AÑO: 2016
MES: DICIEMBRE

UNIDAD DE CULTIVO	PATRON	Nº ARB
LIMON FINO 49	MACROPHYLLA	11.000
-	-	-
-	-	-
-	-	-

DIAS DE RIEGO SEMANA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO

Nº RIEGOS PREVISTOS:	17	
Nº ABONADOS PREVISTOS:	13	
h riego/día	m3/hora	m3/riego
4,0	176	704

NITRATO CALCICO (15,5-0-0 CaO 26,6)	NITRATO AMONICO (34,5-0-0)	FOSFATO MONOAMO. (12-60-0)	NITRATO POTASICO (13-0-46)	ACIDO NITRICO (12-0-0)	ACIDO FOSFORICO (0-20-0)	N 20 % (20-0-0)	N 32 % (32-0-0)
0%	0%	29%	71%	100%	0%	0%	0%

Goteros/árbol	Caudal Goteros (l/h)
4,0	4,0

l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque
0	0	141	352	525	0	0	0

ABONOS	Kgr. abono total / Riego.	Lts. abono total / Riego.	Lts. Abono por Semana
N. CALCICO	-	-	0
N. AMONICO	-	-	0
F. MONOAMON	14	14	42
N. POTASICO	35	35	106
AC. NITRICO	70	53	158
AC.FOSFORICO	-	-	0
N 20 %	-	-	0
N 32 %	-	-	0

INCREMENTO MOL
0,08
CONCENTRACION EN TANQUE
10

Ph IDEAL
6,0
CONCENTRACION TANQUE ACIDO
10

TANQUE APORTACIONES ESPECIALES	KG. TOTAL
1ª SEMANA KITASAL CaO 9,3% CaO 9,3%	165
2ª SEMANA NITRATO CALCICO.	132
3ª SEMANA ATURVITAL PLUS. EXT.HUMICO 22	220
4ª SEMANA NITRATO CALCICO.	132

A: Abonado y Agua

AE: Aportes Especiales y Agua

X: Agua

DIAS ABONADOS Y RIEGOS DEL MES							
1	8	15	22	29			
A	A	A	A	A			
AE	AE	AE	AE	AE			
4	11	18	25				
X	A	A	A	A			
6	13	20	27				
A	A	A	A	A			

Firma Tecnico: José Manuel Tortosa Plaza

Firma Encargado: Juan Navarro

JUSTIFICACIONES ADICIONALES

Resumen de abonados y riegos en la Finca el Aguilucho de Frugarva S.A. en

2017



ORDEN DE ABONADO Y RIEGO - FERTIRRIGACION (Via Gotero)

	N.	P.	K.	Ca.
UF/Ha y mes.	3,01	2,24	4,29	0,00

CLIENTE: FRUGARVA, S.A.

FINCA: EL AGUILUCHO

SECTOR: S1-P1 (POL 9, PAR 10)

AÑO: 2017
MES: ENERO

UNIDAD DE CULTIVO	PATRON	Nº ARB
LIMON FINO 49	MACROPHYLLA	11.000
-	-	-
-	-	-
-	-	-

DIAS DE RIEGO SEMANA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO

Nº RIEGOS PREVISTOS:	18	
Nº ABONADOS PREVISTOS:	14	
h riego/día	m3/hora	m3/riego
4,0	176	704

NITRATO CALCICO (15,5-0-0 CaO 26,6)	NITRATO AMONICO (34,5-0-0)	FOSFATO MONOAMO. (12-60-0)	NITRATO POTASICO (13-0-46)	ACIDO NITRICO (12-0-0)	ACIDO FOSFORICO (0-20-0)	N 20 % (20-0-0)	N 32 % (32-0-0)
0%	0%	29%	71%	100%	0%	0%	0%

Goteros/árbol	Caudal Goteros (l/h)
4,0	4,0

l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque
0	0	141	352	315	0	0	0

ABONOS	Kgr. abono total / Riego.	Lts. abono total / Riego.	Lts. Abono por Semana
N. CALCICO	-	-	0
N. AMONICO	-	-	0
F. MONOAMON	14	14	46
N. POTASICO	35	35	114
AC. NITRICO	42	32	102
AC.FOSFORICO	-	-	0
N 20 %	-	-	0
N 32 %	-	-	0

INCREMENTO MOL
0,06
CONCENTRACION EN TANQUE
10

Ph IDEAL
6,5
CONCENTRACION TANQUE ACIDO
10

TANQUE APORTACIONES ESPECIALES	KG. TOTAL
1ª SEMANA	-
2ª SEMANA	-
3ª SEMANA	-
4ª SEMANA	-

A: Abonado y Agua

AE: Aportes Especiales y Agua

X: Agua

DIAS ABONADOS Y RIEGOS DEL MES					
1	8	15	22	29	
X 2	X 9	X 16	A 23	30	
3	10	17	24	31	
A 4	A 11	A 18	25		
5	12	19	26		
A 6	A 13	A 20	27		
A 7	A 14	A 21	28		

Firma Tecnico: José Manuel Tortosa Plaza

Firma Encargado: Juan Navarro

JUSTIFICACIONES ADICIONALES

ORDEN DE ABONADO Y RIEGO - FERTIRRIGACION (Via Gotero)

	N.	P.	K.	Ca.
UF/ha y mes.	4,33	2,34	5,38	0,00

CLIENTE: FRUGARVA, S.A.

SECTOR: S1-P1 (POL 9, PAR 10)

FINCA: EL AGUILUCHO

AÑO: 2.017

MES: FEBRERO

UNIDAD DE CULTIVO	PATRON	Nº ARB
LIMON FINO 49	MACROPHYLLA	11.000
-	-	-
-	-	-
-	-	-

DIAS DE RIEGO SEMANA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO

Nº RIEGOS PREVISTOS:	20	
Nº ABONADOS PREVISTOS:	13	
h riego/día	m3/hora	m3/riego
4,5	176	792

NITRATO CALCICO (15,5-0-0 CaO 26,6)	NITRATO AMONICO (34,5-0-0)	FOSFATO MONOAMO. (12-60-0)	NITRATO POTASICO (13-0-46)	ACIDO NITRICO (12-0-0)	ACIDO FOSFORICO (0-57-0)	N 20 % (20-0-0)	N 32 % (32-0-0)
0%	0%	25%	75%	100%	0%	0%	0%

Goteros/árbol	Caudal Goteros (l/h)
4,0	4,0

l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque
0	0	158	475	591	0	0	0

ABONOS	Kgr. abono total / Riego.	Lts. abono total / Riego.	Lts. Abono por Semana
N. CALCICO	-	-	0
N. AMONICO	-	-	0
F. MONOAMON	16	16	48
N. POTASICO	48	48	143
AC. NITRICO	79	59	177
AC.FOSFORICO	-	-	0
N 20 %	-	-	0
N 32 %	-	-	0

INCREMENTO MOL
0,09
CONCENTRACION EN TANQUE
10

Ph IDEAL
6,5
CONCENTRACION TANQUE ACIDO
10

TANQUE APORTACIONES ESPECIALES	KG. TOTAL
1ª SEMANA	-
2ª SEMANA	-
3ª SEMANA	-
4ª SEMANA	-

A: Abonado y Agua

AE: Aportes Especiales y Agua

X: Agua

DIAS ABONADOS Y RIEGOS DEL MES					
1	8	15	22	29	
A 2	A 9	A 16	A 23	30	
A 3	A 10	X 17	A 24	31	
A 4	X 11	X 18	A 25		
5	12	19	26		
A 6	A 13	X 20	A 27		
X 7	X 14	X 21	A 28		

Firma Tecnico: José Manuel Tortosa Plaza

Firma Encargado: Juan Navarro

JUSTIFICACIONES ADICIONALES

ORDEN DE ABONADO Y RIEGO - FERTIRRIGACION (Via Gotero)

	N	P	K	Ca.
UF/ha y mes.	7,25	6,44	10,96	0,00

CLIENTE: **FRUGARVA, S.A.**

FINCA: **EL AGUILUCHO**

SECTOR: **S1-P1 (POL 9, PAR 10)**

AÑO: **2.017**

UNIDAD DE CULTIVO	PATRON	Nº ARB
LIMON FINO 49	MACROPHYLLA	11.000
-	-	-
-	-	-
-	-	-

MES: **MARZO**

DIAS DE RIEGO SEMANA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO

Nº RIEGOS PREVISTOS:	22	
Nº ABONADOS PREVISTOS:	13	
h riego/día	m3/hora	m3/riego
5,5	176	968

NITRATO CALCICO (15,5-0-0 CaO 26,6)	NITRATO AMONICO (34,5-0-0)	FOSFATO MONOAMO. (12-60-0)	NITRATO POTASICO (13-0-46)	ACIDO NITRICO (12-0-0)	ACIDO FOSFORICO (0-57-0)	N 20 % (20-0-0)	N 32 % (32-0-0)
0%	0%	31%	69%	100%	0%	0%	0%

Goteros/árbol	Caudal Goteros (l/h)
4,0	4,0

l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque	l/tanque
0	0	436	968	722	0	0	0

ABONOS	Kgr. abono total / Riego.	Lts. abono total / Riego.	Lts. Abono por Semana
N. CALCICO	-	-	0
N. AMONICO	-	-	0
F. MONOAMON	44	44	131
N. POTASICO	97	97	291
AC. NITRICO	97	72	217
AC.FOSFORICO	-	-	0
N 20 %	-	-	0
N 32 %	-	-	0

INCREMENTO MOL
0,16
CONCENTRACION EN TANQUE
10

Ph IDEAL
6,5
CONCENTRACION TANQUE ACIDO
10

TANQUE APORTACIONES ESPECIALES	KG. TOTAL
1ª SEMANA VANGUARD	220
(Fe 4,7 % + Mn 1 % + Zn 0,5 %)	-
2ª SEMANA SEQUESTRENE (Fe 7 %)	220
	-
3ª SEMANA NITRATO CALCICO	220
	-
4ª SEMANA	-
	-

A: Abonado y Agua

AE: Aportes Especiales y Agua

X: Agua

DIAS ABONADOS Y RIEGOS DEL MES					
1	8	15	22	29	
A	A	A	A	A	
AE	AE	AE	AE	AE	
A	A	11	18	25	
5	12	19	26		
A	A	13	20	27	
X	X	14	21	28	

Firma Tecnico: José Manuel Tortosa Plaza

Firma Encargado: Juan Navarro

JUSTIFICACIONES ADICIONALES

El estado de la plantación y de los limones en la fecha de recolección, el 22 de marzo de 2017, se puede observar en las Fotografías 15, 16 y 17.



Fotografías 15, 16 y 17. Estado de las plantaciones de limonero Fino 49 en El Aguilucho
el 21 de marzo de 2017

Una vez los limones se encontraban maduros, se recolectaron los frutos siguiendo criterios comerciales fijados por la Dirección Técnica de Frugarva S.A. (Fotografías 18, 19, 20, 21 y 22). Los limones se colocaron en 20 mallas con 30 frutos

cada una por cada tipo de abonado y se dispusieron en cajas de campo (Fotografías 23, 24 y 25). Las cajas se trasladaron en camión al almacén de Frugarva S.A. situado a unos 3 km.





Fotografías 18, 19, 20, 21 y 22. Árboles seleccionados de limonero Fino 49 y recolección de los limones en El Aguilucho el 22 de marzo de 2017



Fotografías 23, 24 y 25. Disposición en mallas y en cajas de los limones cosechados en El Aguilucho el 22 de marzo de 2017 con el Equipo Investigador

Para facilitar la supervivencia comercial de los limones, se aplicó un tratamiento en duchadora (“drencher”) esa misma mañana en el almacén de Frugarva S.A. El tratamiento consistió en Textar I, concentrado emulsionable (E.C.) a base de Imazalil 22,5% p/v; en una dosis de: 0,20 Bravatia, Propiconazol 10% p/v; dosis al 0,60% Textar COAD 23P 5A, coadyuvante a base de peróxido de hidrógeno al 23% y ácido peracético al 5%; dosis: 0,50%. Para su aplicación idónea se contó con la colaboración del equipo técnico de Tecnidex S.L. bajo la responsabilidad del Ing. Téc. D. Francisco Bastida, Director de la Zona de Murcia (Fotografías 26 a 33).





Fotografías 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 y 33. Proceso de tratamiento postcosecha de los limones Fino 49 para frigoconservación aplicado en drencher por Tecnidex S.L. en el almacén de Frugarva S.A.

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 procedentes de los dos tipos de abonado $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ y CaSO_4 para proceder al ensayo de su conservación frigorífica. En dicha Planta Piloto se distribuyeron las 20 mallas en cámaras a las temperaturas de 2 y 7°C, ambas con 80-85% de humedad relativa (HR). Estas condiciones termohigrométricas se seleccionaron por ser las más habituales en Frugarva S.A. durante la conservación, transporte frigorífico y distribución comercial de esta variedad. La de 2 °C es en todo caso exigida cuando se deba realizar el tratamiento cuarentenario contra la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*). Por tanto, 10 mallas de cada tratamiento se almacenaron a 2 °C y otras 10 a 7 °C para así disponer de 5 mallas de cada tipo de abonado y cada temperatura para cada salida prevista de conservación y de comercialización de los limones.

Se inició la conservación frigorífica el 23 de marzo de 2017 con una duración de 21 días (salida de conservación el 12 de abril de 2017). Transcurrido este periodo de tiempo se llevó a cabo un periodo adicional de 5 días a temperatura ambiente (20 °C) y 60-65% HR para simular la comercialización y venta al detalle (salida de comercialización el 17 abril de 2017). En las Fotografías 34 y 35 se ofrece la disposición de las cajas de limones para conservación en la cámara de refrigeración de la Planta Piloto del IBV-UPCT.



Fotografías 34 y 35. Conservación frigorífica del limón Fino 49 bajo diferentes tratamientos pre y postcosecha en una cámara de la Planta Piloto del IBV- UPCT.

6.- PARÁMETROS ANALIZADOS

Las muestras de suelo y hojas se habían analizado a mediados de diciembre de la campaña anterior en los laboratorios de Ecosur S.L., en la que también se había efectuado una comparación de ambos tipos de abonado.

El análisis de suelo confirmó que en ambas parcelas del ensayo su textura era franco-arenosa, gruesa, con una conductividad eléctrica normal. El contenido en calcio asimilable era mayor en el suelo abonado con CaSO_4 (10.193 kg / ha) que en el abonado con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (6.478 kg / ha).

Respecto de los niveles de calcio en hojas de ambos abonados arrojaban el mismo resultado (3,9 g / 100 g). Ello se consideró un indicador de una buena movilidad del CaSO_4 por la planta. Por su parte, el contenido en calcio en los frutos fue inferior en los del abonado con CaSO_4 (397 mg / kg muestra) que con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (565 mg / kg muestra).

El contenido en N al inicio fue mayor en los frutos que iban a ser abonados con CaSO_4 , pero en el momento de la cosecha estos valores se igualaron, posiblemente debido a la mayor riqueza en N del $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. El resto de nutrientes mostraron unos valores similares en ambos planes de abonado en los distintos análisis tanto foliares como en los frutos. En consecuencia, se consideró que el CaSO_4 mostró una buena capacidad para movilizar los restantes nutrientes del suelo.

Con todos estos datos preliminares no se consideró necesario realizar nuevos análisis en la presente campaña.

En los laboratorios y Planta Piloto 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 los limones.

Los distintos parámetros que fueron analizados en estas experiencias han sido los que seguidamente se exponen:

- Producción por árbol
- Identificación de alteraciones en frutos al inicio, tras el periodo de conservación y al final del periodo de comercialización
- Determinación de parámetros físicos y químicos tras la recolección:
 - Peso inicial de los frutos (para evaluar la pérdida de peso en la conservación y comercialización)
 - Peso individual de los frutos
 - Calibres ecuatorial y longitudinal
 - Color del fruto

- Sólidos solubles totales (SST)
- pH
- Acidez titulable (AT)
- Índice de Madurez o cociente SST/AT
- Firmeza
- Apariencia

Tras realizar la simulación de la comercialización se analizaron los siguientes parámetros:

- Variación de peso durante la simulación de venta y cálculo de los porcentajes de pérdidas de peso
- Peso de los frutos
- Calibres ecuatorial y longitudinal
- Color del fruto
- Sólidos solubles totales (SST)
- pH
- Acidez titulable (AT)
- Índice de Madurez o cociente SST/AT

- Firmeza
- Apariencia

7.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos experimentales se trataron mediante un análisis de varianza (ANOVA) empleando el software Statgraphics Plus (versión 5.1). Los valores medios se representan en las gráficas y las diferencias estadísticamente significativas se aprecian por las barras de error.

8.- RESULTADOS ANALÍTICOS

Seguidamente se ofrecen los resultados analíticos físico-químicos y de calidad más destacados realizados al día siguiente de la llegada de los frutos a la Planta Piloto de la UPCT.

8.1.- CARACTERIZACIÓN INICIAL FÍSICO-QUÍMICA Y DE LA CALIDAD DEL LIMÓN FINO 49 SOBRE *C. MACROPHYLLA*

8.1.1. TAMAÑO DEL FRUTO, PESO, APARIENCIA Y FIRMEZA.

Los calibres longitudinal y ecuatorial de los limones se determinaron sobre 30 frutos mediante un pie de rey electrónico y se expresaron en mm. El peso de cada limón se determinó mediante una balanza con una precisión de $\pm 0,1$ kg y se expresó en g. Seguidamente se exprimió cada limón con un exprimidor (Solac, 850, Vitoria, España), para obtener el zumo necesario para los análisis químicos.

La apariencia se determinó de forma visual para un total de 30 frutos por tratamiento en base a una escala con valoración de 1 a 5 siendo: 1 = muy mala; 2 = mala; 3 = regular (límite comercial); 4 = buena y 5 = muy buena. La firmeza se determinó al tacto para un total de 30 frutos en base a una escala con valoración de 1 a 5 siendo: 1 = muy blanda; 2 = blanda; 3 = moderada (límite comercial); 4 = firme y 5 = muy firme.


8.1.2. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES, pH Y ACIDEZ TITULABLE

Los sólidos solubles totales (SST), el pH y la acidez titulable se determinaron sobre el zumo de cada limón. Los SST se analizaron con un refractómetro digital (Atago N1, Tokio, Japón) a 20°C y se expresaron en °Brix. El pH se determinó utilizando un pH-metro (Basic 20 Crison, Barcelona, España). Para realizar los análisis de acidez titulable se utilizó un valorador automático (716 DMS Titrino, Metrohm, Estados Unidos). Para la mezcla de disolución de NaOH y de muestra se empleó un agitador (728 Stirrer, Metrohm, Estados Unidos). La acidez titulable se expresó como g de ácido cítrico/100 mL (%) y se obtuvo por titulación con NaOH 0,1N de 1 mL de zumo diluido en 49 mL de agua llevando a pH 8,1.

8.1.3. INCIDENCIA DE PODREDUMBRES, ALTERACIONES FISIOLÓGICAS, DAÑOS MECÁNICOS Y PLAGAS

Se determinó la incidencia (expresada en % en número de frutos) de podredumbres, alteraciones fisiológicas (daños por frío a temperatura no congelante, peteca, adustiosis y oleocelosis), así como la de daños mecánicos (golpes y ramaleo) y plagas (araña roja y piojo blanco). Para ello se utilizó la siguiente hoja de evaluación (Gráfica 1), procediendo como se refleja en la Fotografía 36.

Gráfica 1. Hoja de registro de daños, alteraciones fisiológicas y otros parámetros físicos y químicos en limón.

						Hoja de evaluación limones Fino 49 Día: Tratamiento:									
Nº de malla	Nº de fruto	Apariencia (1-5)	Firmeza (1-5)	Calibre ecuatorial (mm)	Calibre polar (mm)	Podredumbres (s/n)	Daño por frío (1-5)	Peteca (1-5)	Ramaleo (1-5)	Golpes (1-5)	Oleocelosis (1-5)	Adustiosis (1-5)	Araña / (1-5)	Piojo / (1-5)	Observaciones
	1														
	2														
	3														
	4														
	5														
	6														
	...														
	30														
Media															

Escala de valores: Apariencia visual: 1 Muy mala; 2 Mala; 3 Regular (límite de comercialización); 4 Buena; 5 Muy buena. Firmeza: 1 Muy blando; 2 Blando; 3 Moderada (límite); 4 Firme; 5 Muy firme. Incidencia de la alteración (1-5): 1 ausencia; 2 leve (< 3% superficie); 3 moderada (3-10% superficie); 4 severa (10-25% superficie); 5 extrema (> 25% superficie). Posibles Causas de eliminación: Huevos de araña (> 1 cm²); piojos (> 5-6); heridas abiertas; Oleocelosis (> tamaño lenteja)



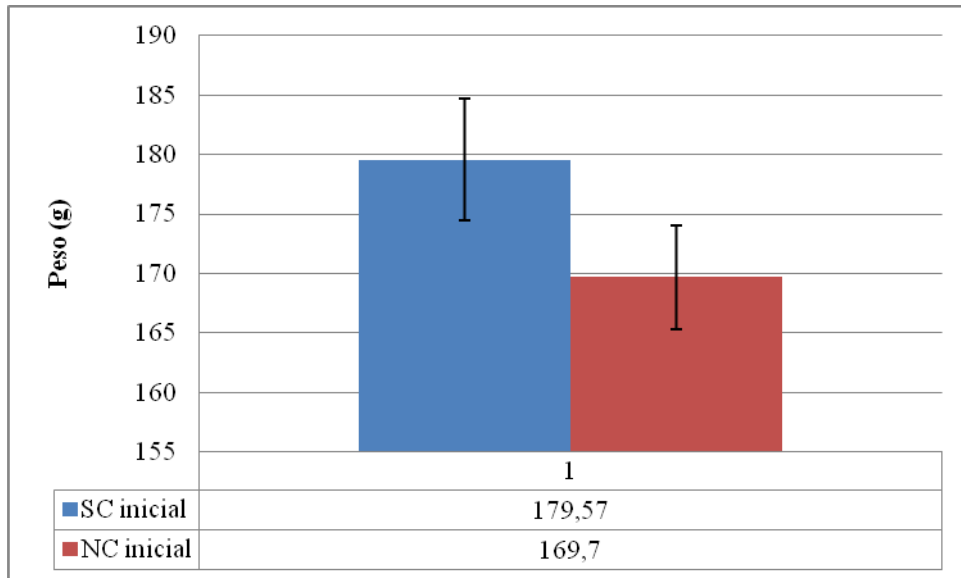
Fotografía 36. Proceso de evaluación de las alteraciones en limón Fino 49

8.1.4.- CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y DE LA CALIDAD

A continuación se ofrecen los resultados obtenidos para los distintos parámetros físico-químicos y de calidad inicial en la recolección de los limones Fino 49.

8.1.4.1.- PESO MEDIO DEL FRUTO

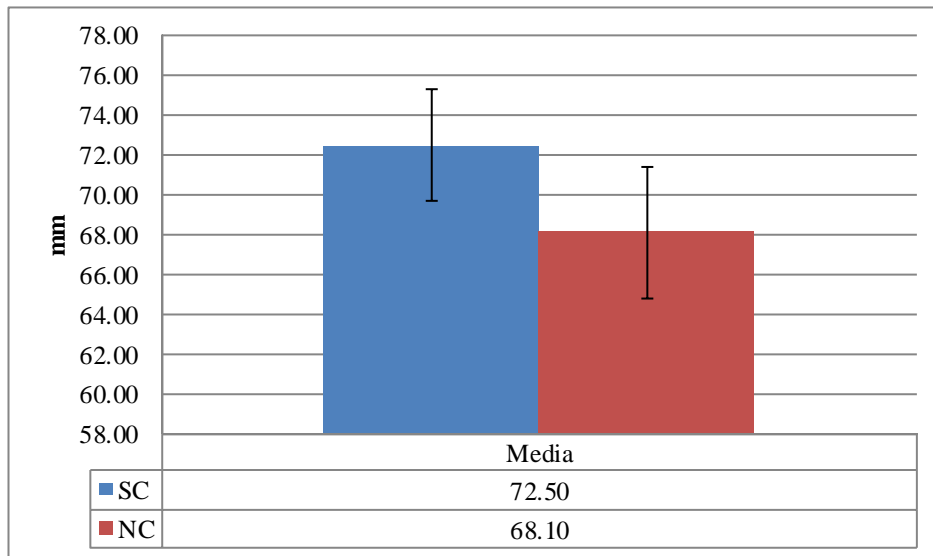
El peso medio del fruto en la recolección, realizada el 22 de marzo de 2017, fue de $179,57 \pm 5,16$ g para el abonado de CaSO_4 y de $169,7 \pm 4,37$ g para el de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. El análisis demostró una diferencia estadísticamente significativa (Gráfica 2).



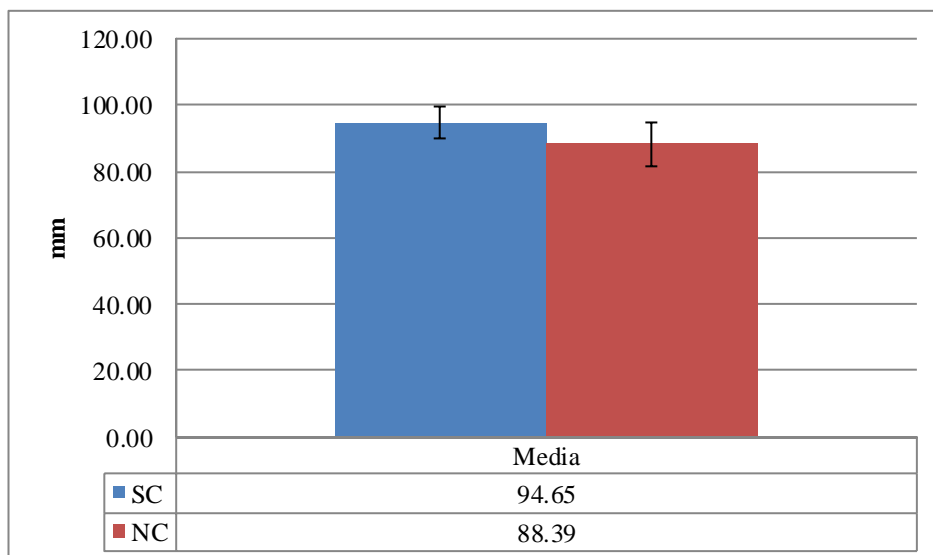
Gráfica 2. Peso medio unitario en la recolección de limones Fino 49 procedentes de dos abonados

8.1.4.2.- CALIBRES LONGITUDINAL Y ECUATORIAL

En la cosecha, en los frutos del abonado con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se obtuvo un valor medio para el calibre ecuatorial de $68,10 \pm 3,30$ mm y para el calibre longitudinal de $88,39 \pm 9,24$ mm. Por su parte, para el limón del abonado con CaSO_4 se obtuvo un valor medio del calibre ecuatorial de $72,49 \pm 2,79$ mm y para el calibre longitudinal de $94,65 \pm 3,80$ mm. En consecuencia, aunque existe una tendencia a unos mayores calibres en los limones abonados con CaSO_4 , no se apreciaron diferencias significativas entre ambos tipos de abonados (Gráficas 3 y 4)



Gráfica 3. Calibre ecuatorial medio del limón Fino 49 en la recolección



Gráfica 4. Calibre longitudinal medio del limón Fino 49 en la recolección

Tabla 3. Determinación inicial de los calibres de los limones abonados con CaSO₄

Nº del limón	Calibre Longitudinal	Calibre Ecuatorial
1	107,3	87,53
2	102,64	81,95
3	92,66	80,74
4	121,29	89,38
5	118,16	95,48
6	106,00	88,76
7	107,96	88,57
8	119,32	90,90
9	106,86	91,85
10	101,95	89,17
11	98,49	86,46
12	109,18	86,56
13	121,75	93,28
14	107,11	91,68
15	111,00	92,54
16	108,51	91,02
17	116,13	95,80
18	95,10	81,15
19	106,90	76,97
20	100,63	79,84
21	116,43	84,43
22	109,48	85,30
23	107,31	97,18
24	109,20	83,25
25	104,27	81,72
26	119,11	96,56
27	112,03	86,20
28	102,75	82,10
29	115,67	90,43
30	114,86	90,86
31	91,70	72,02
32	108,98	81,47
33	98,14	83,60
34	111,75	88,67
35	98,90	79,06
36	112,16	87,63
37	124,20	88,37
38	126,34	93,61
39	104,11	95,52
40	95,70	93,46
41	123,00	97,06
42	120,81	97,72
43	101,12	89,01
44	133,64	87,78
45	114,07	93,40

46	116,38	91,36
47	114,36	92,41
48	111,61	98,50
49	104,48	93,74
50	117,59	89,02
51	130,77	92,45
52	111,39	91,24
53	112,25	92,23
54	97,65	77,72
55	114,80	90,92
56	111,61	98,95
57	125,43	89,13
58	108,08	87,67
59	110,53	86,98
60	114,24	95,75
61	127,66	91,40
62	111,65	86,03
63	120,42	92,19
64	128,87	91,45
65	122,79	95,64
66	113,11	85,09
67	109,23	88,08
68	92,80	79,33
69	98,98	87,53
70	114,21	98,43
71	103,12	92,09
72	121,69	97,35
73	99,42	84,21
74	112,51	92,55
75	130,65	99,68
76	121,64	95,67
77	108,70	84,52
78	106,38	87,75
79	132,30	96,17
80	130,80	104,10
81	113,35	90,89
82	115,27	98,68
83	112,22	90,73
84	133,65	99,88
85	107,64	88,12
86	110,26	95,88
87	109,74	90,69
88	116,48	90,83
89	138,49	93,95

90	130,22	94,47
91	121,11	95,95
92	104,31	90,65
93	89,06	76,45
94	113,72	99,70
95	121,33	97,38
96	126,24	103,42
97	127,33	99,48
98	95,82	82,81
99	117,55	95,06
100	109,96	90,46
Media	112,08	90,07
Desviación típica	10,50	6,22

8.1.4.3.- COLOR DEL FLAVEDO

En la Tabla 4 se recogen los datos de los valores correspondientes a las coordenadas de color L*, a* y b*, así como los parámetros °Hue y Cromo, anteriormente definidos.

Tabla 4. Determinación del color en la recolección de los limones Fino 49 abonados con CaSO₄

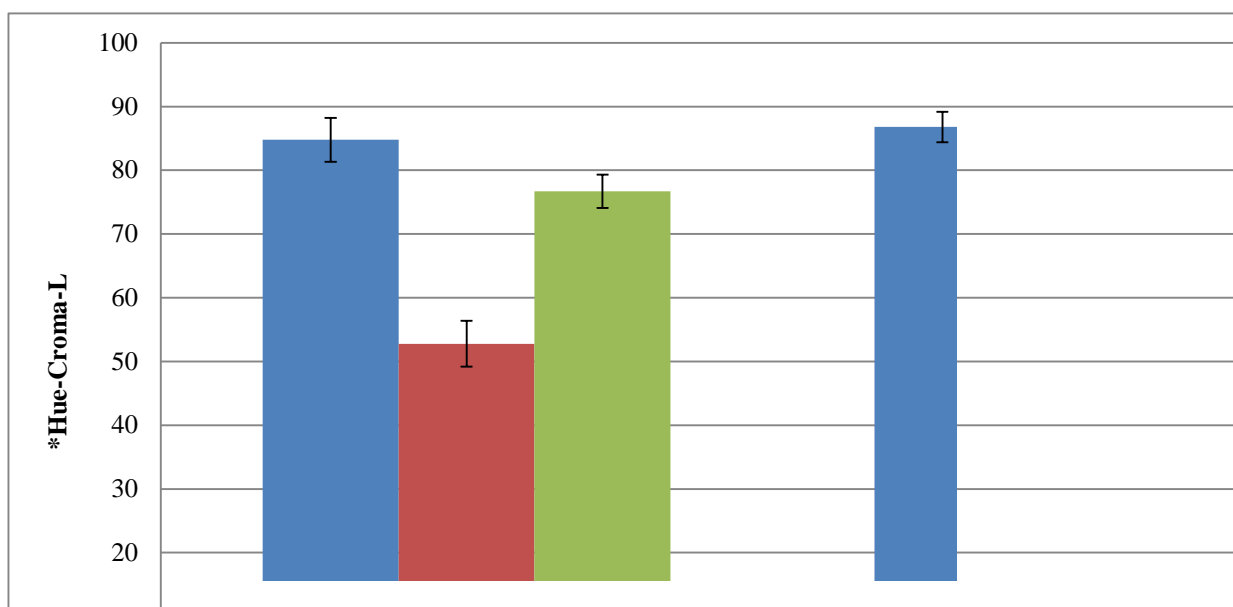
Nº del limón	L*	a*	b*	°Hue	Cromo
1	78,91	-5,60	52,83	-83,95	53,13
2	79,02	-6,02	52,96	-83,51	53,30
3	78,40	-4,93	53,63	-84,75	53,86
4	74,30	-10,24	46,18	-77,49	47,30
5	76,27	-3,85	51,68	-85,74	51,82
6	75,55	-2,84	52,49	-86,90	52,57
7	78,17	-3,97	51,33	-85,58	51,48
8	75,88	-2,01	54,31	-87,88	54,35
9	77,26	-7,19	43,6	-80,64	44,19

10	78,25	-5,24	49,23	-83,92	49,51
11	78,35	-5,04	52,82	-84,55	53,06
12	77,57	-4,99	53,49	-84,67	53,72
13	77,82	-5,35	52,13	-84,14	52,40
14	73,98	-0,51	55,50	-89,47	55,50
15	77,24	-1,58	58,24	-88,45	58,26
16	77,15	-2,23	57,17	-87,77	57,21
17	80,30	-6,28	51,25	-83,01	51,63
18	77,23	-5,25	50,17	-84,03	50,44
19	77,86	-5,37	49,77	-83,84	50,06
20	77,89	-3,34	54,45	-86,49	54,55
21	76,73	-7,25	46,37	-81,11	46,93
22	74,10	-2,16	52,69	-87,65	52,73
23	76,16	-2,46	51,94	-87,23	52,00
24	77,58	-3,6	54,62	-86,23	54,74
25	77,46	-3,65	56,95	-86,33	57,07
26	75,21	-5,63	50,23	-83,60	50,54
27	76,08	-2,94	54,59	-86,92	54,67
28	75,68	-3,74	53,54	-86,00	53,67
29	75,07	-0,95	55,12	-89,01	55,13
30	76,35	-1,01	58,43	-89,01	58,44
31	76,89	-5,34	47,62	-83,60	47,92
32	79,31	-5,16	52,23	-84,36	52,48
33	78,83	-3,74	53,12	-85,97	53,25
34	78,18	-5,60	48,02	-83,35	48,35
35	77,02	-5,19	50,06	-84,08	50,33
36	75,37	-1,35	55,25	-88,60	55,27
37	75,21	-3,79	47,93	-85,48	48,08
38	78,83	-5,19	52,61	-84,37	52,87
39	77,05	-4,15	55,24	-85,70	55,40
40	77,10	-3,81	51,54	-85,77	51,68
41	77,42	-6,54	54,3	-83,13	54,69
42	78,26	-5,16	49,29	-84,02	49,56
43	76,40	-3,35	59,35	-86,77	59,44
44	78,70	-5,38	55,1	-84,42	55,36
45	77,15	-2,38	57,06	-87,61	57,11
46	76,16	-3,61	48,27	-85,72	48,40
47	78,66	-5,25	51,3	-84,16	51,57
48	74,79	-1,38	58,98	-88,66	59,00
49	76,47	-3,96	54,21	-85,82	54,35
50	75,65	-3,39	50,41	-86,15	50,52
51	76,65	-1,55	57,83	-88,46	57,85
52	78,85	-5,97	52,62	-83,53	52,96
53	71,97	-13,72	47,94	-74,02	49,86

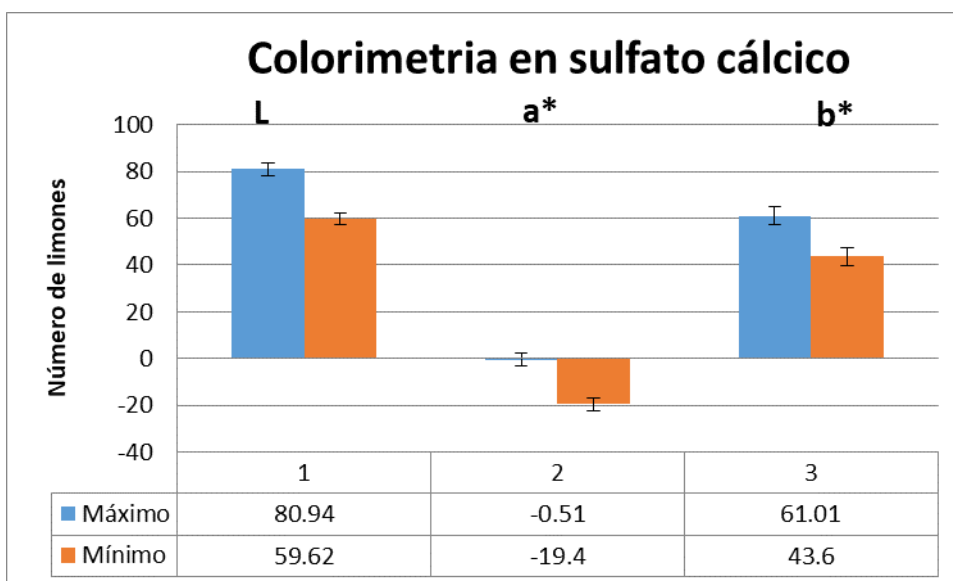
54	76,94	-4,20	49,5	-85,15	49,68
55	76,57	-5,22	51,78	-84,24	52,04
56	77,89	-4,37	59,82	-85,82	59,98
57	74,56	-3,58	54,61	-86,24	54,72
58	76,89	-2,76	55,02	-87,12	55,08
59	79,73	-4,85	50,31	-84,49	50,54
60	79,17	-5,24	55,13	-84,57	55,38
61	77,48	-2,78	53,63	-87,03	53,70
62	59,62	-19,4	43,77	-66,09	47,87
63	73,58	-1,08	61,01	-88,99	61,02
64	77,15	-3,19	57,17	-86,80	57,25
65	77,16	-3,83	49,89	-85,61	50,036
66	69,66	-12,32	46,68	-75,21	48,27
67	77,63	-2,76	55,96	-87,17	56,02
68	77,63	-4,69	55,06	-85,13	55,26
69	77,5	-5,64	51,18	-83,71	51,49
70	75,85	-2,8	53,7	-87,02	53,77
71	78,16	-3,12	56,06	-86,81	56,14
72	74,84	-7,78	44,11	-79,99	44,79
73	77,78	-4,27	56,04	-85,64	56,20
74	75,84	-2,40	53,52	-87,43	53,57
75	78,53	-1,57	56,82	-88,41	56,84
76	77,64	-4,99	49,89	-84,28	50,13
77	76,58	-3,90	49,71	-85,51	49,86
78	76,73	-5,03	50,8	-84,34	51,04
79	78,71	-6,01	48,86	-82,99	49,22
80	78,89	-4,23	58,88	-85,89	59,03
81	74,23	-6,21	46,58	-82,40	46,99
82	76,39	-2,05	54,17	-87,83	54,20
83	78,51	-4,74	52,26	-84,81	52,47
84	78,00	-4,82	50,75	-84,57	50,98
85	76,70	-2,17	51,62	-87,59	51,66
86	76,99	-6,42	49,17	-82,56	49,58
87	77,06	-2,86	57,72	-87,16	57,79
88	75,27	-4,96	52,93	-84,64	53,16
89	76,62	-2,94	53,97	-86,88	54,05
90	78,02	-6,14	49,85	-82,97	50,22
91	72,6	-9,71	46,26	-78,14	47,26
92	80,23	-7,21	53,54	-82,33	54,02
93	73,07	-12,59	46,72	-74,91	48,38
94	80,94	-5,44	51,13	-83,92	51,41
95	70,78	-7,78	46,65	-80,53	47,29
96	80,25	-3,65	60,13	-86,52	60,24
97	75,88	-5,13	50,29	-84,17	50,55

98	80,37	-4,38	58,52	-85,71	58,68
99	78,52	-3,26	57,45	-86,75	57,54
100	75,28	-2,05	53,98	-87,82	54,02
Máximo	80,94	-0,51	61,01		
Mínimo	59,62	-19,4	43,60		
Media	76,68	-4,67	52,47	-84,78	52,78
Desviación típica	2,61	2,77	3,84	3,44	3,59

Los valores obtenidos para la coordenada L* (luminosidad) y para los parámetros, Cromo (C) y °Hue se recogen en la Gráfica 5. En ella se deduce que no hubieron diferencias estadísticamente significativas en el color medido por dichos valores en ambos tipos de abonados.



Gráfica 5. Parámetros de color L*, °Hue y Cromo de los limones Fino 49 en la postrecolección, que fueron sometidos a abonado con sulfato cálcico

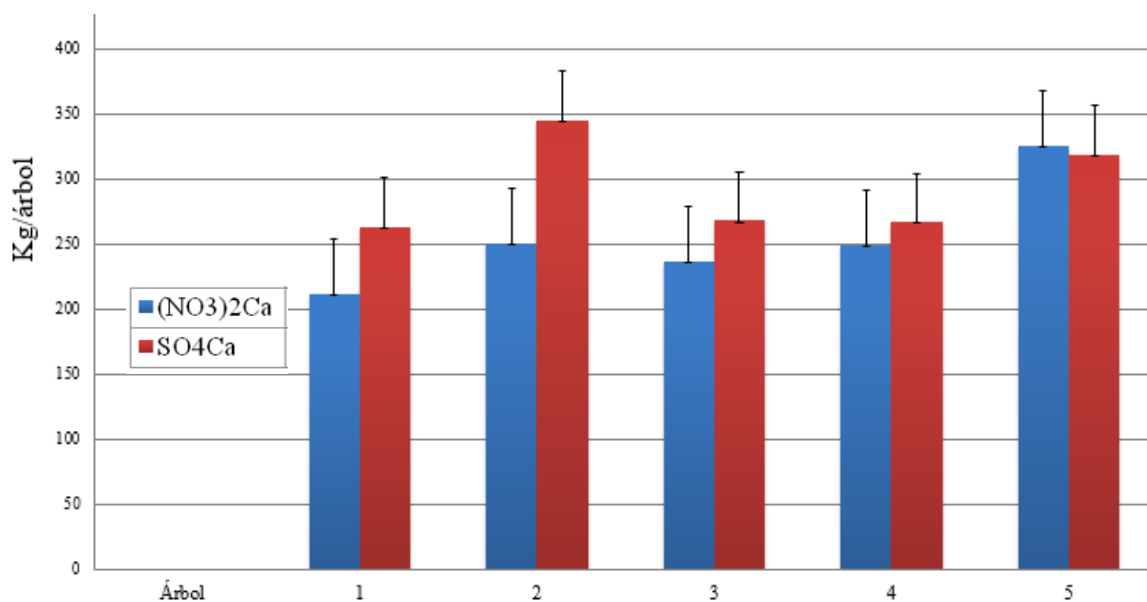


Gráfica 6. Parámetros de color L*, a* y b* de los limones Fino 49 en la cosecha que fueron sometidos a abonado con sulfato cálcico

8.1.4.4.- PRODUCCIÓN DE LOS LIMONEROS

Se realizó una única cosecha en la cual se recolectaron la totalidad de los limones de cada uno de los 5 árboles seleccionados desde el inicio para cada tratamiento. En el abonado con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se obtuvo como media 252,06 kg/árbol, mientras que en el CaSO_4 se obtuvo una media 290,75 kg/árbol.

En la Gráfica 7 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 CaSO_4 fue significativamente mayor con respecto a los árboles abonados con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, teniendo una producción total de 1.463 Kg y 1.273,5 Kg respectivamente.



Gráfica 7. Peso (Kg) de la cosecha de cada árbol de ambos tratamientos fertilizantes.

El peso total de la cosecha de cada árbol procedente de cada tratamiento de abonado se recoge en la Tabla 5.

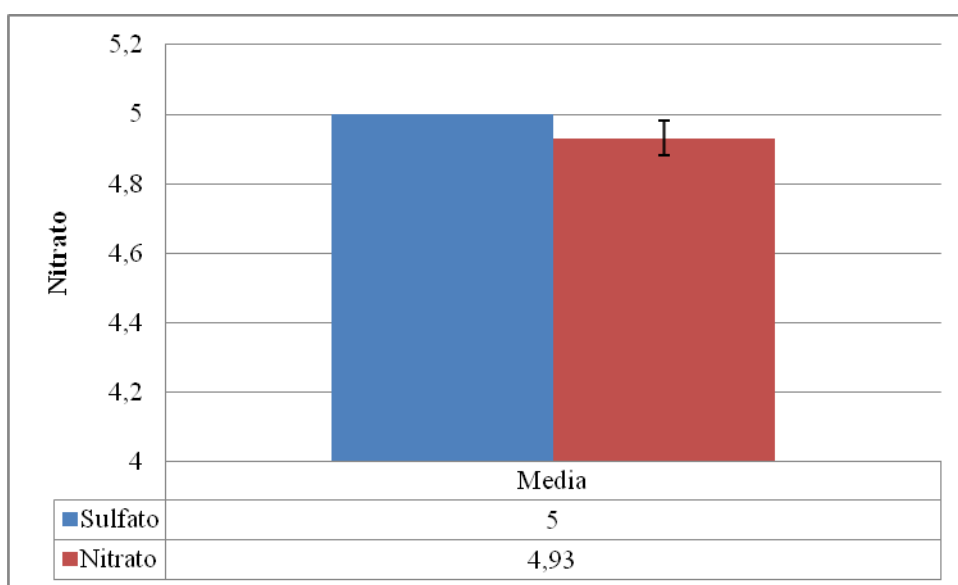
Tabla 5. Peso (Kg) de la cosecha de cada árbol de cada tratamiento de abonado

Árbol	1	2	3	4	5
■(NO3)2Ca	211,5	251	236,5	249	325,5
■SO4Ca	263,5	345,5	268	267	319

La producción media de los cinco limoneros previamente seleccionados fue de 290,75 kg/árbol cuando se abonaron con CaSO₄ y de 252,06 kg/árbol cuando lo fueron con Ca(NO₃)₂

8.1.4.5.- FIRMEZA

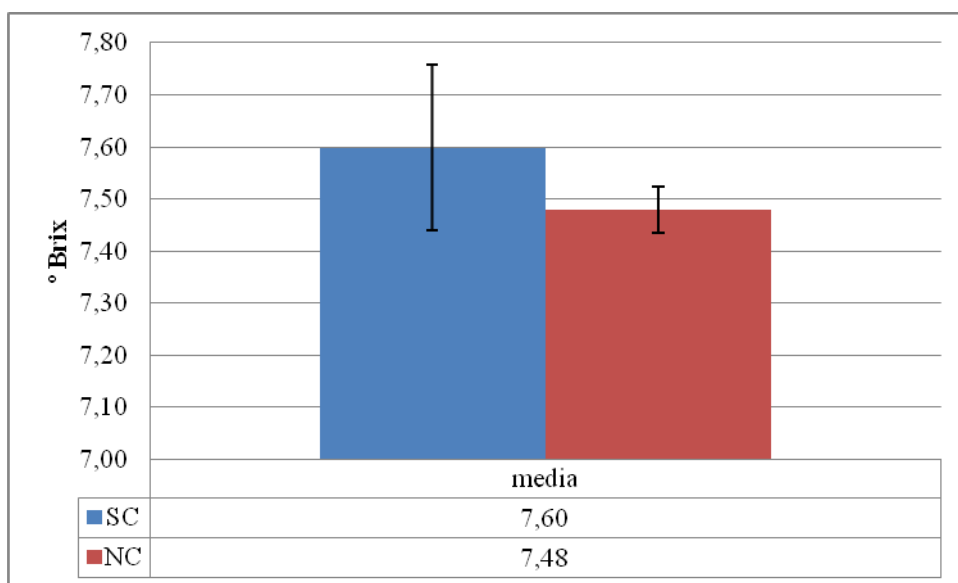
Para establecer los resultados subjetivos de la firmeza en el limón los datos de la apreciación se evaluaron en una escala de 1 al 5, siendo 5 una firmeza muy buena y el 1 muy mala. Como se puede deducir de la Gráfica 8, los valores subjetivos obtenidos por el panel de cata fueron muy similares, $5 \pm 0,0$ en CaSO_4 y $4,93 \pm 0,05$ en $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Por tanto no existió una diferencia estadísticamente significativa en la evaluación.



Gráfica 8. Firmeza inicial media del limón Fino 49 de los dos abonados estudiados

8.1.4.6.- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

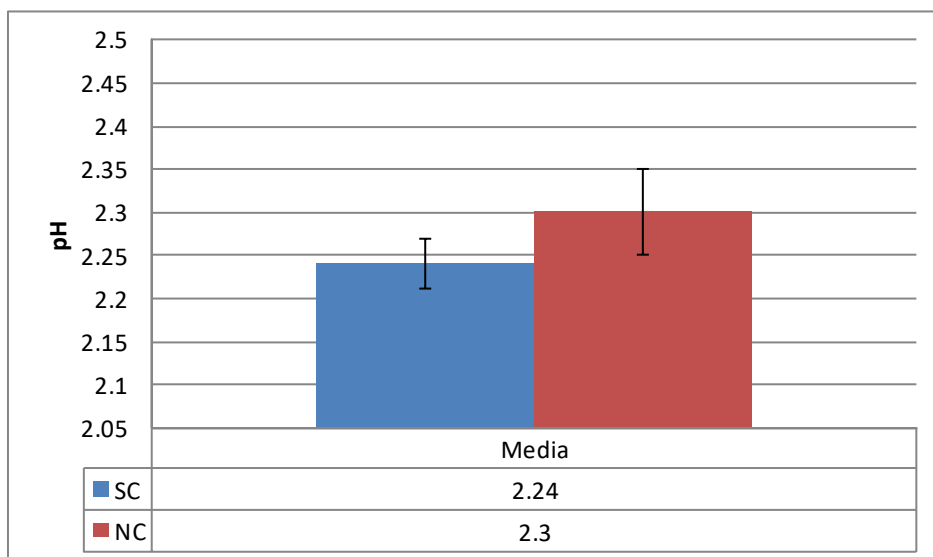
Con respecto a los sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Brix}$), no se observaron diferencias significativas en la recolección (Gráfica 9) entre los frutos abonados con CaSO_4 y con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.



Gráfica 9. Valores en la recolección de los sólidos solubles (°Brix) del limón Fino 49

8.1.4.7.- VALORES DEL PH

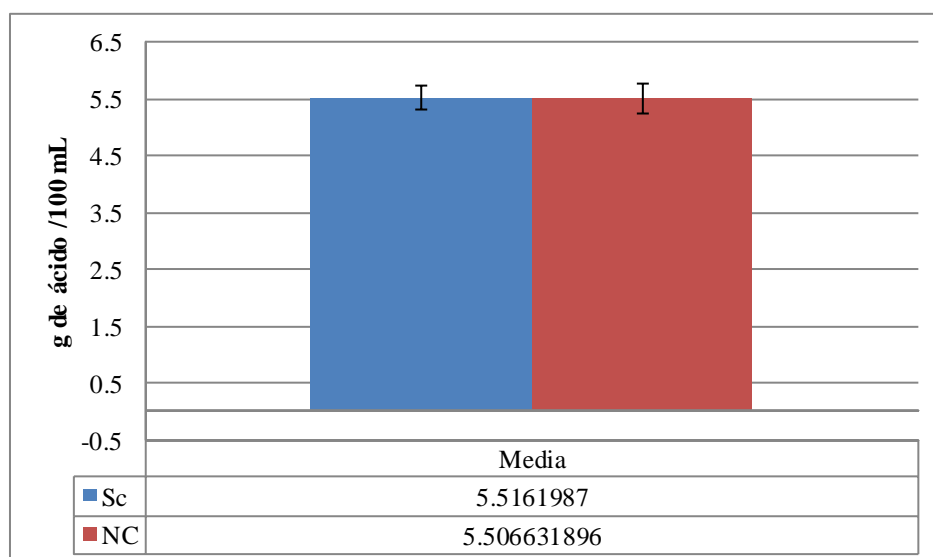
Los valores que se obtuvieron para el pH en la recolección se ofrecen en la Gráfica 10. De ellos se deduce que no se produjeron diferencias significativas entre ambos tratamientos de abonado.



Gráfica 10. Valores del pH inicial del limón Fino 49.

8.1.4.8.- ACIDEZ TITULABLE

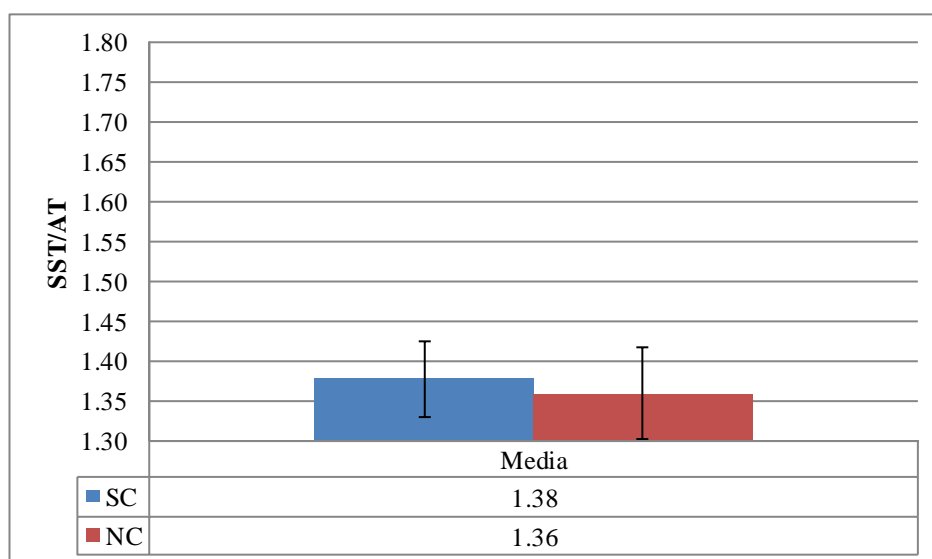
En concordancia con lo obtenido para los valores el pH, tampoco en los valores de la Acidez titulable se observaron diferencias significativas entre los limones de ambos abonados (Gráfica 11)



Gráfica 11. Valores iniciales medios de la acidez titulable del limón Fino 49

8.1.4.9.- ÍNDICE DE MADUREZ

No se detectaron diferencias significativas en el estado de madurez de los limones en el momento de su recolección procedentes de ambos tipos de abonados (Gráfica 12).



Gráfica 12. Valores iniciales medios del Índice de madurez del limón Fino 49

9.- COMPORTAMIENTO DE LOS LIMONES TRAS LA COSECHA

9.1.- INICIO DE LA CONSERVACIÓN

Los resultados sobre los análisis de calidad sensorial de los limones al inicio de la conservación se ofrecen en la Tabla 6. De los resultados obtenidos de ellos se puede decir que la apariencia visual y la firmeza en la cosecha fueron muy buenas y similares en

los dos tipos de abonados. Además es destacable que hubo diferencias favorables no significativas en el CaSO_4 con respecto al $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, en la adustiosis, siendo algo más intenso, pero no significativo, el ramaleo en los limones del CaSO_4 respecto a los del $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. No se identificaron limones podridos entre los frutos seleccionados aleatoriamente para la caracterización.

Tabla 6. Apreciación sensorial de la apariencia y firmeza e incidencia de fisiopatías, daños mecánicos y ataques de plagas en los limones al inicio de la conservación

Abonado: Sulfato cálcico										
Valor	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
Abonado: 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

(*) Escalas 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); 4 Firme; 5 Muy firme. Incidencia de la alteración (1-5): 1 ausencia; 2 leve (< 3% superficie); 3 moderada (3-10% superficie); 4 severa (10-25% superficie); 5 extrema (> 25% superficie). Plagas: Huevos de araña (> 1 cm^2); piojo (> 5-6); Oleocelosis (> tamaño lenteja)

9.2.- TRANSCURRIDA LA CONSERVACIÓN REFRIGERADA.

Seguidamente se ofrecen los resultados obtenidos de los análisis sensoriales en los limones de los dos abonados tras su conservación refrigerada a 2 y 7°C y 85% HR (Tabla 7).

Tabla 7. Apreciación sensorial de la apariencia y firmeza e incidencia de fisiopatías, daños mecánicos y ataques de plagas en los limones abonados con sulfato cálcico transcurrida la conservación a dos temperaturas.

Abonado: Sulfato cálcico 2°C										
Valor	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
Abonado: 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

(*) Escalas 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); 4 Firme; 5 Muy firme. Incidencia de la alteración (1-5): 1 ausencia; 2 leve (< 3% superficie); 3 moderada (3-10% superficie); 4 severa (10-25% superficie); 5 extrema (> 25% superficie). Plagas: Huevos de araña (> 1 cm²); piojo (> 5-6); Oleocelosis (> tamaño lenteja)

En los limones procedentes del abonado con CaSO₄ (Tabla 7) transcurrida la conservación a 2 y a 7°C todos los frutos resultaron comercializables según la apreciación sensorial (apariencia y firmeza), las alteraciones fisiológicas (daños por frío, peteca, adustiosis y oleocelosis) y los daños mecánicos (excepto por la presencia de un 3% de frutos con ramaleo severo), así como por plagas (araña y piojo).

Tabla 8. Apreciación sensorial de la apariencia y firmeza e incidencia de fisiopatías, daños mecánicos y ataques de plagas en los limones abonados con nitrato cálcico transcurrida la conservación a dos temperaturas.

Abonado: Nitrato cálcico 2°C										
Valor	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
Abonado: 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

(*) Escalas 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); 4 Firme; 5 Muy firme. Incidencia de la alteración (1-5): 1 ausencia; 2 leve (< 3% superficie); 3 moderada (3-10% superficie); 4 severa (10-25% superficie); 5 extrema (> 25% superficie). Plagas: Huevos de araña (> 1 cm²); piojo (> 5-6); Oleocelosis (> tamaño lenteja)

En los limones procedentes del abonado con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (Tabla 8) transcurrida la conservación a 2 y a 7°C también todos los frutos resultaron comercializables según la apreciación sensorial (apariencia y firmeza), las alteraciones fisiológicas (daños por frío, peteca, adustiosis y oleocelosis, excepto un 1% de adustiosis severa entre los almacenados a 2°C) y los daños mecánicos (excepto por la presencia de un 1% de frutos con golpes severos entre los que fueron almacenados a 2°C), así como por plagas (araña y piojo, excepto por la presencia de un 1% de frutos con araña entre los que fueron almacenados a 7°C). No se detectó el desarrollo de ninguna podredumbre, muy probablemente debido a la buena selección previa de los frutos y a la eficacia del tratamiento antifúngico que recibieron los limones.

9.3.- TRANSCURRIDA LA COMERCIALIZACIÓN

Después de la comercialización se apreció que la calidad global de los limones procedentes de ambos abonados fue algo mejor en los que estuvieron almacenados a 7°C que en los almacenados a 2°C (Tabla 9). Esto se debió a que los daños por frío de los limones se manifiestan tras un almacenamiento de unas dos semanas a temperaturas inferiores a unos 12°C. Los síntomas más frecuentes de dichos daños son depresiones irregulares de la piel (picado y peteca), descomposición y necrosis de tejidos epidérmicos con alteración del color a otro rosáceo o canela (adustiosis) y pardeamientos internos (membranosis) o superficiales (escaldadura). También se suele producir un ablandamiento y una menor resistencia a daños mecánicos y a los ataques microbianos, no solo por el deterioro de los tejidos, sino también por la exudación de metabolitos que, al desorganizarse la estructura celular, pasan a los espacios intercelulares y facilitan el desarrollo fúngico. Igualmente se observó que la firmeza y la apariencia de los limones abonados con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ fueron ligeramente superiores a los abonados con CaSO_4 pero, como en el resto de alteraciones, no se apreciaron diferencias significativas en las características de los limones procedentes de ambos tratamientos combinados.

Tabla 9. Apreciación sensorial de la apariencia y firmeza e incidencia de fisiopatías, daños mecánicos y plagas en los limones abonados con sulfato cálcico transcurrida la comercialización de frutos procedentes de dos temperaturas de conservación.

Abonado: Sulfato cálcico 2°C										
Valor	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
Abonado: 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

(*) Escalas 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); 4 Firme; 5 Muy firme. Incidencia de la alteración (1-5): 1 ausencia; 2 leve (< 3% superficie); 3 moderada (3-10% superficie); 4 severa (10-25% superficie); 5 extrema (> 25% superficie). Plagas: Huevos de araña (> 1 cm²); piojo (> 5-6); Oleocelosis (> tamaño lenteja)

En los limones procedentes del abonado con CaSO₄ (Tabla 9) transcurrida la comercialización después de la conservación a 2 y a 7°C todos los frutos resultaron comercializables según la apreciación sensorial (apariencia y firmeza), las alteraciones fisiológicas y los daños mecánicos (excepto un 1% de ramaleo a 7°C), así como por plagas.

Tabla 10. Apreciación sensorial de la apariencia y firmeza e incidencia de fisiopatías, daños mecánicos y ataques de plagas en los limones abonados con nitrato cálcico transcurrida la comercialización de frutos procedentes de dos temperaturas de conservación.

Abonado: Nitrato cálcico 2°C										
Valor	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
Abonado: 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

(*) Escalas 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); 4 Firme; 5 Muy firme. Incidencia de la alteración (1-5): 1 ausencia; 2 leve (< 3% superficie); 3 moderada (3-10% superficie); 4 severa (10-25% superficie); 5 extrema (> 25% superficie). Plagas: Huevos de araña (> 1 cm²); piojo (> 5-6); Oleocelosis (> tamaño lenteja)

En los limones procedentes del abonado con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ transcurrida la conservación a 2 y a 7°C todos los frutos resultaron comercializables según la apreciación sensorial (apariencia y firmeza), las alteraciones fisiológicas (excepto un 1% de Adustiosis extrema a 7°C) y los daños mecánicos, así como por plagas (Tabla 10). Tampoco en este periodo se desarrolló ninguna podredumbre, debido muy probablemente, como se ha dicho con anterioridad, a la buena selección previa de los frutos y a la eficacia del tratamiento fungicida aplicado a los limones.

10.- EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE LOS FRUTOS TRAS LA FRIGOCONSERVACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

10.1.- PÉRDIDAS DE PESO

Una vez transcurridos los 21 días de conservación a 2°C y 7°C y 85% HR y tras los 5 días adicionales de comercialización a 20°C y 65% HR, los resultados obtenidos sobre las 5 mallas conservadas para cada uno de los dos abonados y de ambas condiciones de conservación se recogen en la Tabla 11.

Las diferencias en las pérdidas de peso entre los diferentes tratamientos combinados de abonado y de conservación fueron mínimas, situándose en un rango desde 3,72 % hasta 3,97 % a 2 °C y desde 3,97 % hasta 4,26 % a 7 °C, valores que se pueden considerar normales, sin que existieran diferencias significativas entre ellas. Tras los 5 días adicionales a 20 °C tuvieron lugar unas pérdidas similares entre los diferentes tratamientos, en niveles del 5,45 al 6,85 % y tampoco existieron diferencias significativas entre ellos.

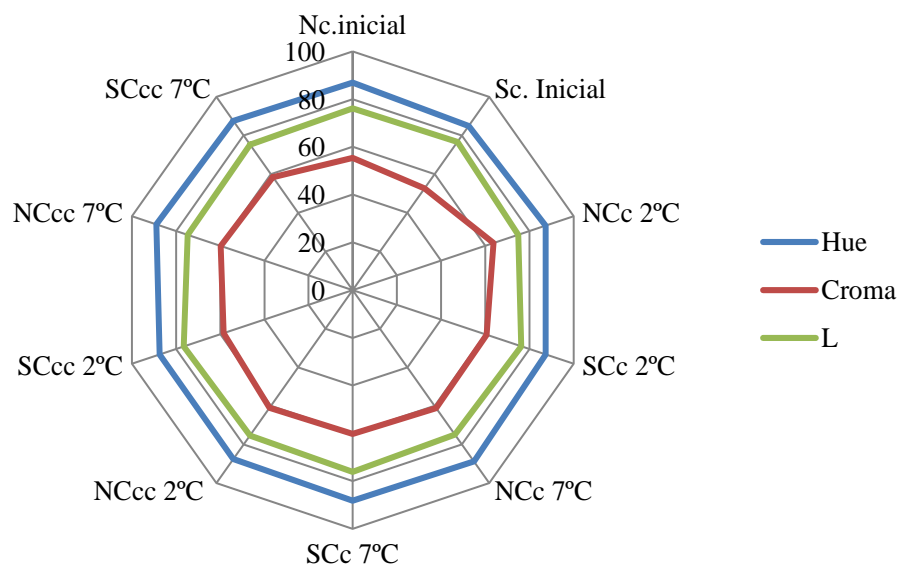
Tabla 11. Pérdidas de peso tras la conservación a 2 y 7°C y tras la comercialización y pérdidas totales en limones Fino 49 procedentes de dos tipos de abonado

Tratamiento	Sulfato cálcico		Nitrato cálcico	
	2	7	2	7
Temperatura (°C)				
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
Pérdidas Totales	9,17 ± 1,46	9,75 ± 2,1	10,66 ± 1,58	10,86 ± 1,69

En cuanto a las pérdidas totales se encontraron en un rango entre el 9,17 y el 10,86 % para los dos tratamientos combinados de abonado y frigoconservación, sin diferencias significativas entre ellos.

10.2.- EVOLUCIÓN DEL COLOR

Respecto de la evolución del color de los limones, los datos de los parámetros L* (luminosidad), °Hue (tono de color) y Croma (cromaticidad) que recoge la Gráfica 13, muestran que entre ambos tipos de abonados y durante toda la vida postcosecha no se produjeron diferencias significativas.

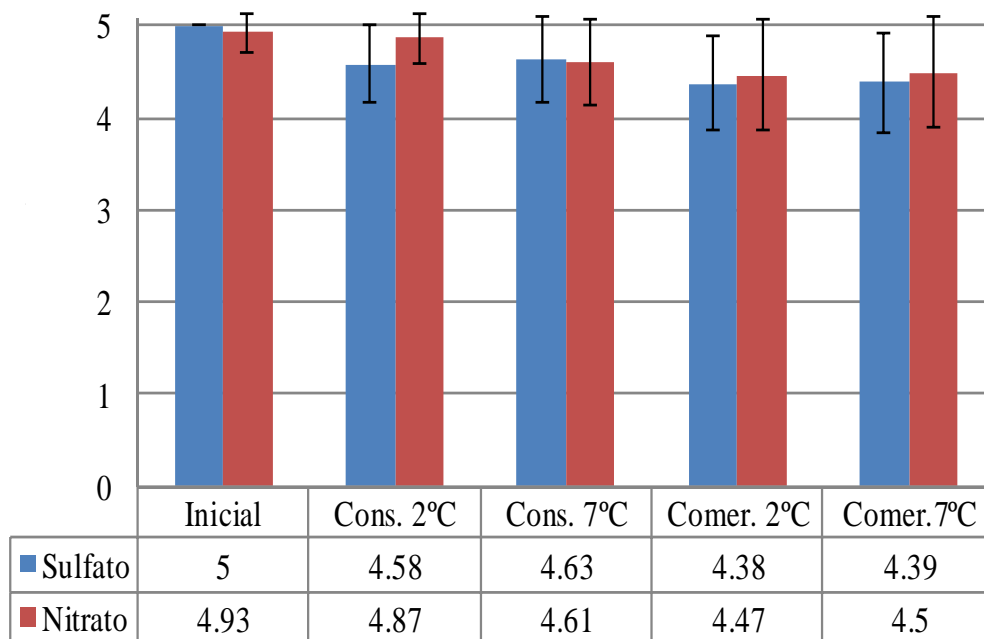


Gráfica 13. Parámetros de color L*, °Hue y Croma de los limones Fino 49 sometidos a distintos tratamientos de pre y postrecolección. Nc = Nitrato cálcico; Sc = Sulfato cálcico; NCc = tras la conservación; SCc = tras la conservación; NCcc = tras la comercialización; SCcc = tras la comercialización

10.3.- FIRMEZA

Durante la postcosecha, los limones sometidos a ambos tipos de tratamientos combinados de fertilización y frigoconservación, se mantuvieron aptos para su comercialización, mostrando siempre una firmeza con valores superiores a 4,3 en una escala de 1 a 5.

La firmeza en el momento de la recolección fue similar en los frutos procedentes de ambos abonados y se mantuvo prácticamente en toda la postrecolección. En cuanto a los conservados a 2°C y a 7°C, la firmeza para ambos abonados también fue similar. En definitiva, en los limones procedentes de los dos tipos de abonado y después conservados a ambas temperaturas y de simulada la comercialización, no se apreciaron diferencias significativas en la firmeza (Gráfica 14).

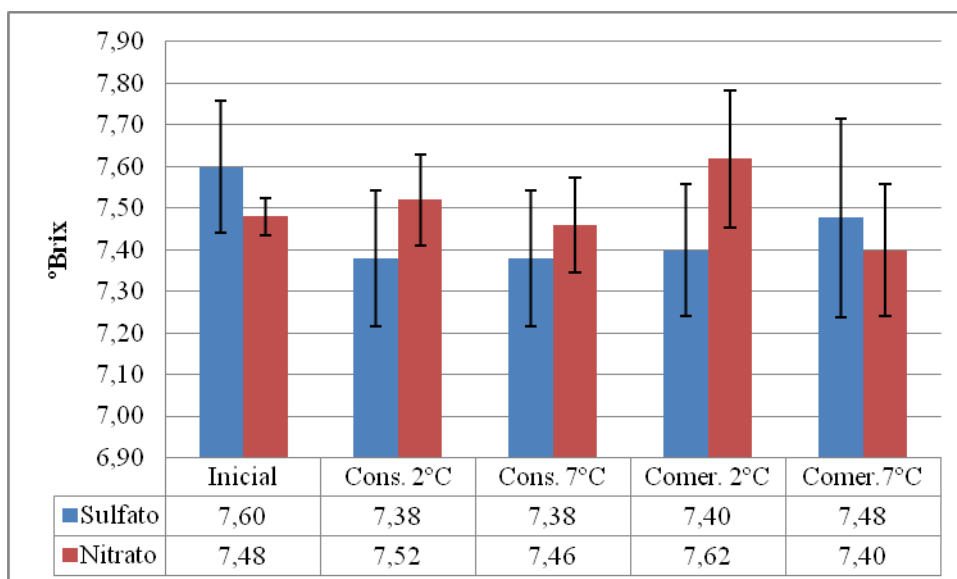


Gráfica 14. Evolución de la firmeza en limón Fino 49 en la cosecha, tras un periodo de 21 días a 2 °C ó 7 °C y 85 % HR y tras un periodo complementario de 5 días de comercialización a 20 °C y 65 % HR

10.4.- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

Los valores de los SST de los limones de ambos tipos de tratamientos combinados se encontraban en un rango muy próximo, con unos valores medios a lo largo de la postcosecha entre 7,38 y 7,62 °Brix, sin diferencias significativas entre ellos (Gráfica 15).

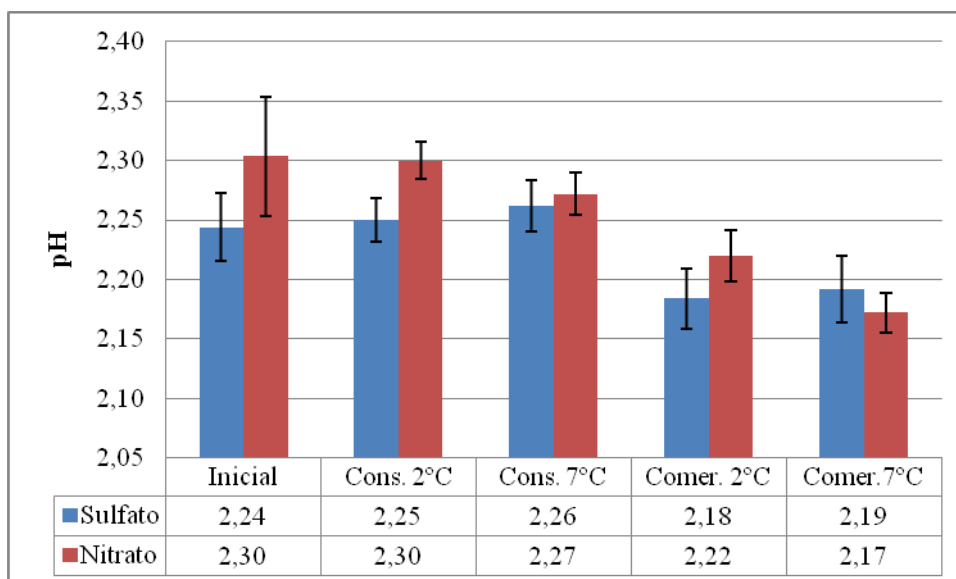
Estos valores se corresponden bien con los determinados inicialmente en la recolección, que se han presentado en el apartado 8.1.4.6. y en la Gráfica 9 de este Informe.



Gráfica 15. Evolución de los sólidos solubles totales en limón Fino 49 en la cosecha, tras 21 días a 2 °C ó 7 °C y 85 % HR y tras 5 días complementarios de comercialización a 20 °C y 65 % HR

10.5.- VALORES DE PH

El pH del zumo de los limones de ambos tratamientos fertilizantes se mantuvo estable desde la cosecha hasta el final de la conservación tanto a 2 como a 7 °C. Tras la comercialización de los frutos procedentes de los distintos tratamientos combinados se produjo un leve descenso, no significativo entre tratamientos, de los valores del pH (Gráfica 16).

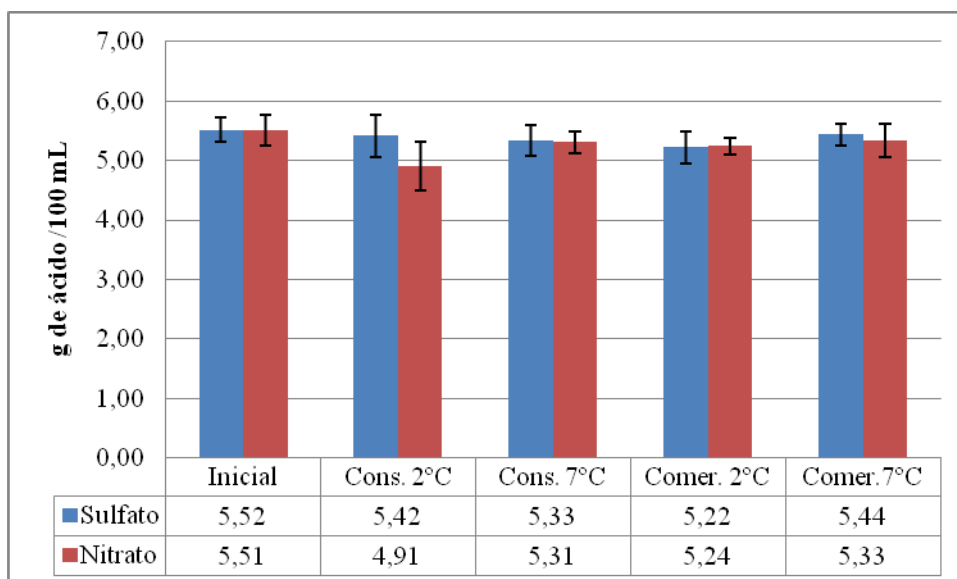


Gráfica 16. Evolución del pH en limón Fino 49 en la cosecha, tras 21 días de frigoconservación a 2°C ó 7°C y 85 % HR y tras 5 días complementarios de comercialización a 20 °C y 65 % HR

10.6.- ACIDEZ TITULABLE

En concordancia con lo que sucedió con el pH, todos los valores de la AT fueron bastante similares y se encontraron en un intervalo desde 4,9 hasta 5,5 g de ácido cítrico / 100 mL, sin diferencias significativas entre los distintos tratamientos combinados (Gráfica 17).

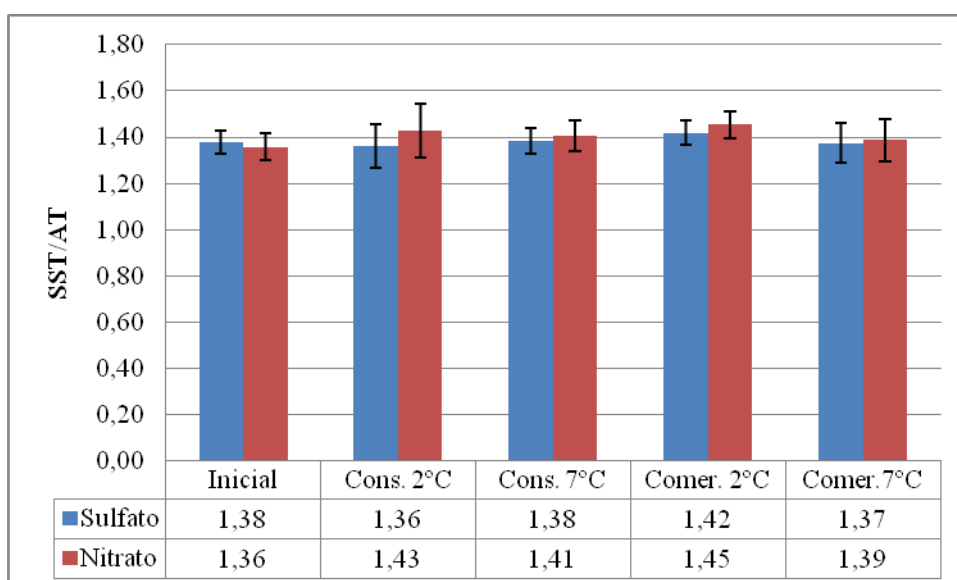
Estos valores se corresponden bien con los determinados inicialmente en la recolección, que se han presentado en el apartado 8.1.4.8. y en la Gráfica 11 de este Informe.



Gráfica 17. Evolución de la acidez titulable del limón Fino 49 en la cosecha, tras 21 días de frigoconservación a 2°C o 7°C y 85 % HR y tras 5 días de comercialización a 20 °C y 65 % HR.

10.7.- ÍNDICE DE MADUREZ

El Índice de madurez (cociente SST/AT) no mostró variaciones dignas de mención entre el valor en la cosecha y transcurrido el almacenamiento postcosecha a 2 y a 7 °C y el periodo de comercialización, por lo que no se apreciaron entre ellos diferencias significativas (Gráfica 18).



Gráfica 18. Evolución del Índice de madurez (SST/AT) del limón Fino 49 en la cosecha, tras 21 días a 2 ó 7 °C y 85 % HR y tras 5 días de comercialización a 20 °C y 65 % HR

10.8.- ALTERACIONES FISIOLÓGICAS

Respecto a la presencia en los limones de alteraciones fisiológicas (daños por frío o picado, peteca, oleocelosis y adustiosis), no se produjeron incidencias significativas en ninguna de las combinaciones de abonados, temperaturas y duración de la vida postrecolección (Tablas 9 y 10).

10.9.- DESARROLLO DE PLAGAS

En cuanto al desarrollo de plagas (piojo blanco y araña) tampoco se produjeron incidencias significativas en ninguna de las combinaciones de abonados, temperaturas y duración de la vida postrecolección (Tablas 9 y 10).

11.- CONCLUSIONES

11.1.- EN RELACIÓN CON LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES Y LA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO

Al cultivo de limoneros Fino 49 en plena producción se le han aportado 25 kg / semana de CaSO_4 (54,56 g / árbol) y 115 kg / semana de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (227,14 g / árbol) durante 52 semanas, con un total 1.300 kg de CaSO_4 y de 6.000 kg de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Como consecuencia de las experiencias realizadas se ha definido el siguiente protocolo de utilización del CaSO_4 micronizado en su presentación comercial Yescal a los limoneros Fino 49:

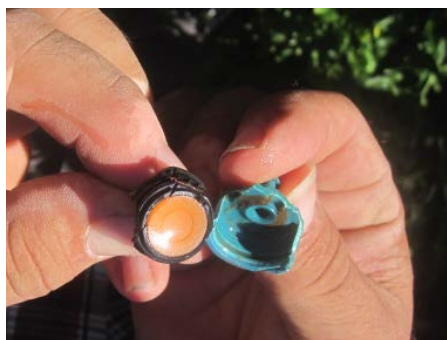
- el aporte del abono al depósito mezclador no debe mezclarse con ningún otro producto ni realizarse de golpe, para evitar riesgos de que no quede bien mezclado y en suspensión y que pueda precipitar en el fondo del depósito u otras partes del sistema de la instalación de fertirrigación.

- no sobrepasar la concentración del 4 % de CaSO_4 micronizado en el depósito

- mantener en agitación la suspensión en el depósito, excepto las paradas necesarias para obviar el sobrecalentamiento del rotor y evitar la precipitación del CaSO_4 micronizado

Aplicando este protocolo, al finalizar el ciclo de ensayos no se produjo ninguna saturación digna de mención ni depósito aparente de CaSO_4 micronizado, ni en el interior

del filtro, ni de las tuberías, ni de los emisores o goteros (Fotografías 37, 38, 39 y 40), sin diferencias con los correspondientes al abonado con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.



Fotografías 37, 38, 39 y 40. Estado del filtro tras una aplicación del CaSO_4 micronizado y de los emisores al finalizar las experiencias.

11.2.- EN RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL ARBOLADO

En el abonado con CaSO_4 micronizado se obtuvo una productividad media de 290,75 kg/árbol mientras que en el $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se alcanzó una media 252,06 kg/árbol. Por tanto, la producción en los limoneros Fino 49 abonados con CaSO_4 fue significativamente mayor con respecto a los abonados con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, alrededor de 38 kg por árbol, teniendo una producción total en el conjunto de los cinco árboles previamente

seleccionados al azar de 1.463 Kg y 1.273,5 Kg respectivamente.

11.3.- EN RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL FRUTO EN LA RECOLECCIÓN

Aun con la diferencia expuesta en los aportes de Ca^{++} en la fertilización, que fue considerablemente menor en la aplicación del CaSO_4 micronizado debido a las limitaciones del equipo de fertirrigación disponible, en general no se detectaron diferencias notables en la calidad global de los limones entre ambos abonados. En efecto, ello sucedió así para los calibres y pesos unitarios, la apariencia visual, la firmeza, los sólidos solubles totales, el pH, la acidez titulable, el Índice de madurez, los daños mecánicos (ramaleo y golpes) y la incidencia de plagas (araña roja y piojo blanco).

No se detectó el desarrollo de podredumbres en los frutos recién recolectados.

Las muy escasas diferencias detectadas en los valores de los parámetros físico-químicos de calidad entre los frutos fertilizados con CaSO_4 micronizado y con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se considera que son muy probablemente debidas a la variabilidad intrínseca del material vegetal.

Los frutos obtenidos de ambos tipos de abonados resultaron perfectamente comercializables.

11.4.- EN RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL FRUTO EN LA POSTRECOLECCIÓN

Finalizados los 21 días de frigoconservación a 2 ó a 7 °C y 85 % HR todos los limones procedentes del abonado con CaSO_4 resultaron comercializables según su apariencia y firmeza, sus alteraciones fisiológicas (daños por frío, peteca, adustiosis y oleocelosis), por sus plagas (araña roja y piojo blanco) y por sus daños mecánicos (excepto por la presencia de un 3% de frutos con ramaleo severo).

Por su parte, transcurrida dicha conservación a 2 y a 7°C de los limones procedentes del abonado con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ también todos los frutos resultaron comercializables según su apariencia y firmeza, sus alteraciones fisiológicas (daños por frío, peteca y oleocelosis, con la excepción de un 1% de adustiosis severa entre los almacenados a 2 °C), sus daños mecánicos (excepto por la presencia de un 1% de frutos con golpes severos entre los almacenados a 2 °C), así como por plagas (araña y piojo, excepto por detectarse un 1% de frutos con araña entre los almacenados a 7 °C).

Después de la comercialización simulada de 5 días complementarios a 20 °C y 65 % HR se apreció que la calidad global de los limones procedentes de ambos abonados fue generalmente algo mejor en los que estuvieron previamente 21 días almacenados a 7 °C que en los conservados a 2 °C. Ello es consistente con la conocida sensibilidad del limón a las bajas temperaturas no congelantes.

Las diferencias en las pérdidas de peso transcurridos los diferentes tratamientos combinados de abonado y de frigoconservación fueron reducidas y se consideran habituales, situándose en un rango desde 3,72 % hasta 3,97 % a 2 °C y desde 3,97 % hasta 4,26 % a 7 °C, sin diferencias significativas entre ellas. Tras los 5 días adicionales a 20 °C se contabilizaron unas pérdidas similares entre los diferentes tratamientos, en

niveles del 5,45 al 6,85 % sin diferencias significativas. En cuanto a las pérdidas totales en la postrecolección se encontraron en un rango entre el $9,17 \pm 1,46$ % y el $10,86 \pm 1,69$ % para los distintos tratamientos combinados de fertilización, frigoconservación y comercialización, sin diferencias significativas entre ellos.

Es de destacar que en ningún momento de estas experiencias se detectó el desarrollo de ninguna podredumbre, muy probablemente debido al buen cultivo, la buena manipulación y selección previa de los frutos y a la eficacia del tratamiento fungicida que recibieron los limones.

En los parámetros del color de los limones luminosidad, tono y cromaticidad no se produjeron diferencias significativas entre ambos tipos de abonados ni en la recolección ni durante toda la vida postcosecha.

La firmeza en la recolección fue similar en los frutos procedentes de ambos abonados y se mantuvo prácticamente en toda la postrecolección. En los limones procedentes de los dos tipos de abonado y después conservados a 2 o a 7°C y de simulada la comercialización, no se apreciaron en la firmeza diferencias significativas.

Los SST de los limones de los distintos tratamientos combinados se encontraban en unos valores medios a lo largo de la postcosecha entre 7,38 y 7,62 °Brix, sin diferencias significativas entre ellos.

Los valores del pH y de la AT fueron bastante similares desde la cosecha y se encontraron en ésta en un intervalo desde 4,9 hasta 5,5 g de ácido cítrico / 100 mL, sin diferencias dignas de mención entre los diferentes tratamientos combinados.

El Índice de Madurez de los limones no mostró variaciones significativas entre la cosecha y tras el almacenamiento a 2 ó a 7 °C, ni tampoco tras el periodo de comercialización, sin existir entre ellos diferencias significativas

En el desarrollo del piojo blanco y de la araña roja tampoco se produjeron incidencias significativas en ninguna de las combinaciones de abonados, temperaturas y duración de la supervivencia comercial postrecolección.

Cartagena, agosto de 2017