

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI
NATURAL



Estudio de Diferentes Estrategias en el Almacenamiento Frigorífico Prolongado de tres Variedades de Ciruelo Japones

TRABAJO FINAL DE GRADO
EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO/A:

D. Mario Vendrell Verdú

DIRECTOR/A ACADÉMICO/A:

Dra. Dña. M^a Dolores Ortola Ortola

DIRECTOR/A EXPERIMENTAL:

Dña. Maria Miranda Tarín

VALENCIA, Junio del 2014

Licencia Creative Commons



TITULO :

Estudio de diferentes estrategias en el almacenamiento frigorífico prolongado de tres variedades de ciruelo japonés.

RESUMEN :

El almacenamiento frigorífico prolongado en ciruelo es cada vez una opción más interesante, no únicamente para desestacionalizar la venta de producto en el mercado doméstico, sino también para poder acceder a mercados lejanos (ultramar,...), con la menor pérdida de calidad del producto. A tal efecto se planteó un ensayo con tres variedades de ciruelo japonés (Black Amber, Black Diamond y Black Gold) expuestos a tres tratamientos con objeto de mitigar los daños que el almacenamiento frigorífico puede provocar (deshidrataciones, gelificación, decoloración, pérdida de firmeza,...). Estas tres variedades se trataron con 1-Metilciclopropeño, con bolsas de atmosfera modificada y con combinación de ambos tratamientos. Se midieron diferentes parámetros con objeto de evaluar el comportamiento de las variedades con los distintos tratamientos, tales como: SST (en °Brix), Firmeza, pérdida de peso, emisión de etileno y evaluación de daños por frio, tanto internos (gelificación), como externos (pitting, deshidrataciones, pérdidas de firmeza,..). El mejor tratamiento que permite una mayor vida media postcosecha fue dependiente de las variedades. En Black Amber y Black Gold fue el 1-Metilciclopropeño y en Black Diamond la combinación de ambos tratamientos dio el mejor resultado de conservación. Estos resultados van a permitir abordar los almacenamientos frigoríficos, de forma más segura en lo que a conservación de la calidad comercial se refiere.

Palabras Clave :

Ciruelo japonés, 1-MCP,+MAP, conservación, daños frio

RESUM :

L'emmagatzematge frigorífic perllongat en prunera és cada vegada una opció més interessant, no únicament per a desestacionalitzar la venda de producte en el mercat domèstic, sinó també per a poder accedir a mercats llunyans (ultramar,...), amb la menor pèrdua de qualitat del producte. A aquest efecte es va plantejar un assaig amb tres varietats de prunera japonesa (Black Amber, Black Diamond i Black Gold) exposats a tres tractaments a fi de mitigar els danys que l'emmagatzematge frigorífic pot provocar (deshidratacions, gelificació, decoloració, pèrdua de fermesa,...). Aquestes tres varietats es varen tractar amb 1-Metilcicloprope, amb borses de atmosfera modificada i amb combinació de tots dos tractaments. Es van mesurar diferents paràmetres a fi d'avaluar el comportament de les varietats amb els diferents tractaments, tals com: SST (en °Brix), fermesa, pèrdua de pes, emissió d'etilè i avaluació de danys per fret, tant interns (gelificació), com a externs (pitting, deshidratacions, pèrdues de fermesa,..). El millor tractament que permet una major vida comercial postcollita va dependre de les varietats. En Black Amber i Black Gold va ser l'1-Metilcicloprope i en Black Diamond la combinació de tots dos tractaments va donar el millor resultat de conservació. Aquests



resultats van a permetre abordar els emmagatzematges frigorífics, de forma més segura en el que a conservació de la qualitat comercial es refereix.

Paraules clau :

Prunera japonesa, 1-MCP+MAP, conservació, danys fret

ABSTRACT

Prolonged cold storage in plums is becoming a more interesting choice, not only for seasonally adjusted selling product in the domestic market, but also to access distant markets (overseas, ...), with less loss of product quality. To reach this objective, three varieties of Japanese plum (Black Amber, Black Diamond and Black Gold) were exposed to three treatments to mitigate the damage that can cause cold storage (dehydration, gel breakdown, discoloration, loss of firmness was raised, ...). These three varieties were treated with 1-methylcyclopropene, modified atmosphere bags and combination of both treatments. Several parameters were measured to assess the behavior of plum varieties under different conditions, such as SST (in ° Brix), firmness, weight loss, ethylene emission and chilling injury in internal (internal breakdown) and external (pitting, dehydration, loss of firmness, ..) damages. The best treatment that allows a better post-harvest life was dependent on the varieties. In Black Gold and Black Ambar was under 1-Methylcyclopropene and Black Diamond was in the combination of both treatments. These results will enable address cold storages, more secure way to commercial quality conservation concerns.

Key words :

Japanese plum, 1-MCP+MAP, conservation, cold damage

AUTOR:

D. Mario Vendrell Verdú

TUTOR ACADEMICO :

Dra. Dña. M^a Dolores Ortola Ortola

DIRECTOR EXPERIMENTAL

Dña. Maria Miranda Tarin

Valencia Junio del 2014

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera expresar mi gratitud a la Dra. Dña. M^a Dolores Ortolá Ortolá, directora académica de este trabajo, que muy amablemente se ofreció a dirigir este trabajo. Muchas gracias por tu paciencia y dedicación sin ellas el trabajo hubiese sido ininteligible.

A Maria Miranda, por toda la ayuda prestada en este trabajo, y por todos estos años llenos de deliberaciones, diseños, ensayos, decepciones, alegrías y cafés. Sabes que el punto tecnológico en que nos encontramos actualmente es en la mayor parte merito tuyo.

Angeles muchas gracias por tu paciencia y comprensión a lo largo de este curso, sé que ha sido duro en ocasiones y solo tú lo has hecho sencillo, tú has hecho posible todo esto. Gracias sobre todo por permitirme compartir la vida contigo.

A mis hijos Mario, Beatriz y Angeles, muchas gracias por vuestra comprensión y por haberme permitido robar vuestro tiempo para mí, la verdad es que me siento orgulloso de vosotros.

Indice de Contenidos

Indice General

1.INTRODUCCION.....	1
1.1.BOTANICA.....	1
1.2.COMPOSICION NUTRICIONAL	2
1.3.VARIEDADES.....	3
1.4.PRODUCCION Y COMERCIALIZACION.....	4
1.5.CONSERVACION FRIGORIFICA.....	8
1.5.1.Utilización de Atmosferas Modificadas.....	9
1.5.2.Tratamientos Postcosecha.....	11
1.6 JUSTIFICACION DEL TRABAJO Y EXPERIENCIAS PREVIAS.....	12
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO BASICO.....	15
2.2 PLAN DE TRABAJO.....	15
3. MATERIALES Y METODOS.	16
3.1. MATERIAL VEGETAL.....	16
3.2. MATERIALES Y TECNICAS UTILIZADAS.....	18
3.2.1 Bolsas de envasado Xtend®	18
3.2.2 Tratamiento con SmartFresh™	18
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
3.2.1 Eficacia de distintas técnicas y/o combinaciones de estas.....	18
3.4 DETERMINACIONES ANALITICAS.....	20
4. RESULTADOS.....	23
4.1 PRODUCCIÓN DE ETILENO.....	23
4.2. PERDIDA DE PESO.....	24
4.3. FIRMEZA.....	27
4.4. MEDIDAS DE GRADOS BRIX.....	28
4.5 EVALUACION DE LA CALIDAD Y DAÑOS POR FRIO.....	29

INDICE DE CONTENIDOS

4.5.1 Black Amber.....	30
4.5.2 Black Diamond.....	32
4.5.3 Black Gold.....	35
5. CONCLUSION.....	38
6. BIBLIOGRAFIA.....	39
7. ANEXOS.....	41
7.1 DATOS DE GRADOS BRIX.....	41
7.1.1 Black Amber.....	41
7.1.2 Black Diamond.....	42
7.1.3 Black Gold.....	43
7.2 DATOS DE FIRMEZAS POR VARIEDADES.....	44
7.2.1 Black Amber.....	44
7.2.2 Black Diamond.....	45
7.2.3 Black Gold.....	46
7.3 DATOS DE PESOS POR VARIEDADES.....	47
7.3.1 Black Amber.....	47
7.3.2 Black Diamond.....	47
7.3.3 Black Gold.....	48
7.4 MEDIDAS DE PRODUCCIÓN DE ETILENO.....	48
7.5 DAÑOS OBSERVADOS A SALIDA DE AF.....	49
7.5.1 Black Amber.....	49
7.5.2 Black Diamond.....	49
7.5.3 Black Gold.....	50
7.6 DAÑOS OBSERVADOS AL FINAL DEL TVC.....	50
7.6.1 Black Amber.....	50
7.6.2 Black Diamond.....	51
7.6.3 Black Gold.....	51

Indice de Figuras

Figura 1. Partes del fruto del ciruelo.....	2
Figura 2. Esquema de funcionamiento de las bolsas MAP.....	10
Figura 3. Esquema de confección con MAP	10
Figura 4. Esquema de funcionamiento del 1-MCP	11
Figura 5. Esquema de confección con tratamiento con 1-MCP	12
Figura 6. Producción por variedades en CANSO.	13
Figura 7. Calendario productivo Ciruelos CANSO.....	13
Figura 8. Ciruelo variedad Black Amber.....	16
Figura 9. Ciruelo variedad Black Gold.....	17
Figura 10. Ciruelo variedad Black Diamond.....	17
Figura 11. Diagrama de Flujo tratamientos ciruelo.....	19
Figura 12. Plantilla utilizada para determinación del daño por frio.....	22
Figura 13. Porcentaje de pérdidas de peso en Black Amber.	24
Figura 14. Porcentaje de pérdidas de peso en Black Diamond.	24
Figura 15. Detalle del pitting en Black Diamond, a la salida del AF y al finalizar el TVC ...	25
Figura 16. Porcentaje de pérdidas de peso en Black Gold.	25
Figura 17. Deshidratación a salida de AF, aparición de pitting al final del TVC.....	26
Figura 18. Firmezas en Black Amber.	27
Figura 19. Firmezas en Black Diamond.	27
Figura 20. Firmezas en Black Gold.	28
Figura 21. Variación de °Brix por variedad y tratamiento tras AF.....	29
Figura 22. Variación de °Brix por variedad y tratamiento tras TVCF.	29
Figura 23. Comportamiento del Black Amber en postcosecha.....	30
Figura 24. Aspecto de Black Amber al final del TVC.	31
Figura 25. Aspecto de los frutos de la variedad Black Amber a la salida del almacenamiento frigorífico y al final del TVC.....	31
Figura 26. Detalle de daño por frio (gelificación de pulpa).....	32

INDICE DE CONTENIDOS

Figura 27. Comportamiento del Black Diamond en postcosecha.	33
Figura 28. Detalle del pitting en Black Diamond.....	33
Figura 29. Aspecto del Black Diamond al final del TVC.....	34
Figura 30. Daños por frio en Black Diamond al final del TVC.....	34
Figura 31. Comportamiento del Black Gold en postcosecha.....	35
Figura 32. Black Gold al final del TVC.....	36
Figura 33. Aspecto de los daños internos en Black Gold.....	36
Figura 34. Pitting al final del TVC.....	37
Figura 35. Presencia de podrido en Black Gold.....	37

Indice de Tablas

Tabla 1. Composición nutritiva del ciruelo. Tomado de Tablas de Composición de Alimentos..... 2

Tabla 2. Principales variedades cultivadas en España con sus características..... 3

Tabla 3. Distribución en la CV del cultivo del ciruelo..... 4

Tabla 4. Distribución en España del cultivo del ciruelo..... 5

Tabla 5. Principales destinos comerciales del ciruelo..... 6

Tabla 6. Principales países productores de Ciruelo..... 6

Tabla 7. Producción de etileno inicial, a la salida de AF y 1 día después del AF..... 23

Tabla 8. Datos de °Brix en Black Amber al inicio y salida del AF..... 41

Tabla 9. Datos de °Brix en Black Amber al final del TVC..... 41

Tabla 10. Datos de °Brix en Black Diamond al inicio y salida del AF..... 42

Tabla 11. Datos de °Brix en Black Diamond al final del TVC..... 42

Tabla 12. Datos de °Brix en Black Gold al inicio y salida del AF..... 43

Tabla 13. Datos de °Brix en Black Gold al final del TVC..... 43

Tabla 14. Datos de Firmeza en Black Amber al inicio y salida del AF..... 44

Tabla 15. Datos de Firmeza en Black Amber al final del TVC..... 44

Tabla 16. Datos de Firmeza en Black Diamond al inicio y salida del AF..... 45

Tabla 17. Datos de Firmeza en Black Diamond al final del TVC..... 45

Tabla 18. Datos de Firmeza en Black Gold al inicio y salida del AF..... 46

Tabla 19. Datos de Firmeza en Black Gold al final del TVC..... 46

Tabla 20. Datos de Pesos en Black Amber en distintos momentos del ensayo..... 47

Tabla 21. Datos de Pesos en Black Diamond en distintos momentos del ensayo..... 47

Tabla 22. Datos de Pesos en Black Gold en distintos momentos del ensayo..... 48

Tabla 23. Datos de emisión de etileno en distintos momentos del ensayo..... 48

Tabla 24. Daños observados en Black Diamond a la salida del AF..... 49

Tabla 25. Daños observados en Black Gold a la salida del AF..... 50

INDICE DE CONTENIDOS

Tabla 26. Daños observados en Black Amber al final del TVC.....	50
Tabla 27. Daños observados en Black Amber al final del TVC.....	51
Tabla 28. Daños observados en Black Gold al final del TVC.....	51

Introduccion

1. INTRODUCCION

El ciruelo (*Prunus spp.*) es una especie cuyo origen se sitúa en distintas áreas geográficas, dentro del género *Prunus* se distinguen numerosas especies frutícolas denominadas en su conjunto 'frutas de hueso' entre las cuales se encuentran *P. domestica* Lindl (ciruelas europeas) y *P. salicina* Lindl (ciruelas japonesas) con diversidad de variedades en cada una de ellas (Candan 2010).

El origen del *Prunus doméstica* Lindl o ciruelo europeo se sitúa en el Turquestán, aunque su cultivo se conocía desde la más remota antigüedad en Siria, Persia y el Cáucaso (Mataix y Villarrubia, 1999).

Su introducción en Italia se sitúa en el año 149 antes de Cristo, desde donde se extendió a toda Europa, cultivándose desde hace quinientos años en la parte Sur del Danubio, Bosnia y Yugoslavia, así como en el continente Americano (Mataix y Villarrubia, 1999).

1.1. BOTANICA

El ciruelo es un árbol de la familia de las rosáceas de tamaño medio que puede alcanzar los 5 a 6 metros de altura, con un sistema radical superficial, un tronco que se agrieta conforme envejece y de ramas erguidas que poseen hojas pecioladas, dentadas y de punta aguda (Calvo, 2009).

El tronco posee una corteza pardo-azulada, brillante, lisa o agrietada longitudinalmente, el cual produce ramas alternas, pequeñas y delgadas, algunas veces lisas y glabras, otras veces pubescentes y vellosas. El sistema radicular presenta: raíces largas, fuertes, flexibles, onduladas, poco ramificadas y profundas, las cuales emiten brotes nuevos con frecuencia (Calvo, 2009).

El fruto es una drupa redonda u oval recubierta de una cera blanquecina denominada pruina, presenta un color amarillo, rojo o violáceo y posee un pedúnculo mediano y vellosos. En su interior se encuentra un hueso oblongo y comprimido, algo áspero, conteniendo en su interior la semilla del fruto (Calvo, 2009).

Respecto a la fisiología de su maduración, las ciruelas han sido tradicionalmente clasificadas como frutos climatéricos.

El fruto se divide en las siguientes partes:

- Epicarpio: Es la capa exterior, la piel del fruto. Está cubierto de ceras.
- Mesocarpio: Parte carnosa del fruto.
- Endocarpio: Parte interior, de consistencia leñosa; su función es proteger la semilla que se encuentra en su interior.

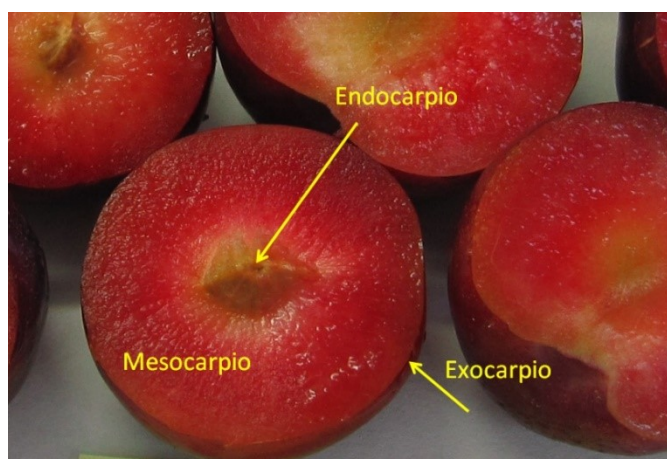


Figura 1. Partes del fruto del ciruelo

1.2. COMPOSICION NUTRICIONAL

El principal componente de las ciruelas es el agua, seguido de los hidratos de carbono, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Composición nutritiva del ciruelo. Tomado de Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras et al.,2013. (CIRUELA).

	Por 100 g de porción comestible
Energía (Kcal)	51
Proteínas (g)	0.6
Lípidos totales (g)	Tr
Hidratos de Carbono (g)11	11
Fibra (g)	2.1
Agua (g)	86.3
Calcio (mg)	14
Hierro (mg)	0.4
Yodo (µg)	2
Magnesio (mg)	8
Zinc (mg)	0.1
Sodio (g)	2
Potasio (mg)	214
Fosforo (mg)	19
Selenio (µg)	Tr
Tiamina (mg)	0.07
Riboflavina (mg)	0.05
Equivalentes niacina (mg)	0.5
Vitamina B ₆ (mg)	0.05
Folatos (µg)	3
Vitamina C	3
Vitamina a: Eq. Retinol (µg)	49.2
Vitamina E (mg)	0.7

1.3. VARIEDADES

Las principales variedades cultivadas en España, con sus características, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Principales variedades cultivadas en España con sus características (adaptado de Presente y futuro del cultivo del ciruelo, Manuel Alonso Escobar. Vida Rural nº48 1 de febrero de 2008)

Variedad	Tipo	Color Exterior	Color Interior	Calibre
606	japonesa	rosada	amarilla	medio
Amber Yewell	japonesa	Roja	amarilla	medio/grande
Angeleno	japonesa	Negro	amarilla	medio
Anna Gold	japonesa	amarilla	amarilla	medio
Autum Giant	japonesa	roja	amarilla	medio
Betty Anne	japonesa	rojo	amarilla	Grande
Black Amber	japonesa	negro-violáceo	ambar	medio/grande
Black Beauty	japonesa	rojo oscuro	rosa	medio
Black Diamond	japonesa	violeta oscuro	rosa	medio
Black Gold	japonesa	negra-violácea	roja	muy grande
Black Late	japonesa	negro	amarilla	medio grueso
Black Star	japonesa	amarilla	amarilla	muy grande
Early Queen	japonesa	rojo-morado	amarilla	medio
Fortuna	japonesa	rojo	amarillo ámbar	medio/grande
Friar	japonesa	negro/violáceo	ámbar	grande
Gaia	japonesa	roja	amarilla	medio
Golden Globe	japonesa	amarilla	amarilla	medio-alto
Golden Japan	japonesa	amarilla	amarilla	medio
Golden Plum	japonesa	amarilla	amarilla	alto
Kelsey	japonesa	amarilla	amarilla	grande
Laetitia	japonesa	rojo brillante	amarilla	medio/grande
Larry Ann	japonesa	granate	amarilla	muy grande
Moon Globe	japonesa	amarilla	amarilla	medio/grande
October Giant	japonesa	morado-negro	ambar	medio-grueso
October Red	japonesa	rojo	ambar	medio
Plum Late	japonesa	negro-violáceo	ambar	medio-alto
Presidente	japonesa	rojo-violeta	amarilla	grande
Prime Time	japonesa	morado-negro	roja	grande
Queen Rosa	japonesa	rosada	amarilla	muy grande
Red Beauty	japonesa	rojo/rojo oscuro	amarilla	medio
Reina Claudia Verde	japonesa	verde-amarillo	amarilla	medio
Royal Diamond	japonesa	negra	amarilla	grande
Royal Zee	japonesa	rojo oscuro	amarilla rojiza	medio
Ruby crunch	japonesa	rojo	roja	medio-grueso
Saphire	japonesa	rojo oscuro	amarilla anaranjada	medio/grande
Songria 10	japonesa	morado-negro	roja	medio
Songria 15	japonesa	morado-negro	roja	medio
Souvenir	japonesa	rojo oscuro	amarilla anaranjada	medio/grande
Yoanna Red	japonesa	rojo	amarilla	medio/grande

1.4. PRODUCCION Y COMERCIALIZACION

La producción española de Ciruelo ha guardado una cierta estabilidad estos últimos años, en principio porque parece a priori un cultivo y mercado más restringido.

Las bajas rentabilidades de los cítricos, han propiciado que muchos citricultores, hayan cambiado sus plantaciones hacia otras especies más rentables, tal como el kaki y otras aventuras como granado, paraguayos, kiwi,...., quedando el ciruelo en un segundo lugar. Bien es verdad que si analizamos el siguiente cuadro que muestra la producción de ciruelo española frente a la producción provincial de la Comunidad Valenciana:

Tabla 3. Distribución en la CV del cultivo del ciruelo 2013(Fuente MARM)

Provincias y Comunidades	Superficie en plantación regular (hectáreas)			Rendimiento (kg/ha)		Producción
	Secano	Regadío	Total	en		Total
				Secano	Regadío	
Alicante	186	406	592	3.990	11.357	5.353
Castellón	75	36	111	4.530	9.049	666
Valencia	1.284	876	2.160	1.200	3.600	4.694
C. VALENCIANA	1.545	1.318	2.863	1.764	6.442	11.216
ESPAÑA	3.167	13.919	17.086	3.084	16.661	241.671

Observamos que la producción principal se centra en la provincia de Valencia, aunque por otra parte y según el cuadro anterior, la principal superficie cultivada corresponde a secano.

Por otra parte, la fama que han tenido los ciruelos japoneses de falta de cuajado (Red Beauty por ejemplo), propician a mi entender que no sea un cultivo considerado como alternativa a cítricos.

Parece que vaya a ser un cultivo excesivamente difícil y de una complejidad de manejo inusitado para unos cultivadores de cítricos.

Cabe también precisar que la producción principalmente en Valencia, es una producción de oportunidad, se trata de cubrir los huecos que nos dejan la producción precoz de Murcia y la entrada en producción de Extremadura.

La tabla 4 muestra la superficie de plantación y el rendimiento para las distintas comunidades autónomas.

INTRODUCCION

Tabla 4. Distribución en España del cultivo del ciruelo 2013(Fuente MARM)

Provincias y Comunidades	Superficie en plantación (hectáreas)			Rendimiento (kg/ha)		Producción Total
	Secano	Regadío	Total	en		
				Secano	Regadío	
GALICIA	498	124	622	3.813	5.169	2.540
CANTABRIA	2	0	2	6.400	0	13
PAÍS VASCO	9	0	9	2.133	0	19
NAVARRA	6	117	123	1.133	4.003	475
LA RIOJA	17	353	370	2.550	6.967	2.503
ARAGÓN	205	957	1.162	2.085	8.427	8.492
CATALUÑA	19	534	553	7.488	10.545	5.773
BALEARES	65	69	134	1.200	3.300	306
CASTILLA Y LEÓN	92	40	132	4.408	12.300	898
MADRID	40	41	81	1.835	3.669	224
CASTILLA-LA	344	282	626	4.133	6.573	3.275
C. VALENCIANA	1.545	1.318	2.863	1.764	6.442	11.216
R. DE MURCIA	0	2.018	2.018	0	13.500	27.243
EXTREMADURA	0	5.240	5.240	0	24.650	129.166
ANDALUCÍA	269	2.710	2.979	7.813	15.926	45.261
CANARIAS	56	116	172	2.200	18.922	2.318
ESPAÑA	3.167	13.919	17.086	3.084	16.661	241.671

Si observamos los rendimientos productivos (kg/ha), podemos evaluar cuál es el peso de las variedades antiguas o no rentables culturalmente en cada comunidad. Observamos, como no, que Extremadura se lleva la palma es la comunidad con mayor en productividad, indicativo de cuál es el peso de las nuevas variedades y tipos de manejo que lo propician, también nos indica la reticencia al cambio (mantenimiento de las variedades antiguas con menor productividad), dado el peso en algunas comunidades de la presencia importante de este cultivo en el secano.

La producción por superficie de regadío en la Comunidad Valenciana, se sitúa a caballo entre la de Murcia y la de Extremadura, sin otra explicación que la precocidad, dado que esta condiciona los calibres de la fruta y evidentemente a mayor calibre más peso del fruto y más producción por superficie, con el mismo número de frutos.

Así pues el peso de las variedades japonesas en la comunidad valenciana es escaso, aunque dado que en estos últimos años los precios han sido realmente interesantes, quizá pudiese constituirse en una alternativa frente a cítricos, ahora bien con variedades adecuadas y con técnicas de cultivo (podas, polinizaciones,...) adecuadas para obtener altos rendimientos (podas, polinizaciones,...).

El destino principal para la ciruela es el mercado Europeo, expresado en la tabla 5.

INTRODUCCION

Tabla 5. Principales destinos comerciales del ciruelo 2011 (Fuente FAO)

DESTINO	PORCENTAJE
AFRICA	4,33
AMERICA DEL NORTE	0,12
AMERICA DEL SUR	16,51
ASIA	0,31
CENTROAMERICA	0,17
EUROPA	72,73
ORIENTE PROXIMO	2,39
FEDERACION RUSA Y ANTIGUAS	3,41
INESPECIFICADO	0,04

A pesar de que el mercado Europeo es el principal destino del ciruelo, estos años la exportación hacia América del Sur, se está constituyendo como una muy buena oportunidad de negocio. Por otra parte el aumento continuado de las exportaciones a Rusia y Antiguas Repúblicas Soviéticas, propicia unas buenas expectativas de comercialización y con un potencial de crecimiento importante. Dado que en el mercado Europeo existe probablemente demasiada competencia y oferta entre países comunitarios, como podemos ver en la siguiente tabla de los principales países productores de ciruela:

Tabla 6. Principales países productores de Ciruelo 2012(Fuente FAO)

Región	Producción (T)
China, Continental	6000000
Serbia	391485
Rumania	424068
Chile	300000
Turquía	297026
Irán (República Islámica del)	295000
Estados Unidos de América	229731
India	215000
Francia	209302
España	205300
Italia	172247
Argentina	150000
Ucrania	147200
Federación de Rusia	130000
Bosnia y Herzegovina	111005
Argelia	105490
Polonia	102498
Uzbekistán	87000
Marruecos	74757
Austria	71915

Los destinos comerciales a larga distancia (transoceánicos) van convirtiéndose cada vez en más apetecibles en cuanto a demanda y con unas rentabilidades económicas superiores a las del mercado Europeo. Por otra parte dada la situación de la competencia comunitaria, en muchas ocasiones esta provoca que los productores tengan la necesidad de mantener en stock frigorífico parte de la producción a esperas de una mejor coyuntura comercial.

Estas estrategias de comercialización conllevan necesariamente un periodo de almacenamiento frigorífico prolongado, dado que se trata de un fruto climatérico, con objeto de que la calidad del fruto sea disminuida lo menos posible (Manganaris et al., 2008) conservándose en el estado de madurez que deseamos y controlando la emisión y síntesis de etileno de los frutos.

El ciruelo, tiene una vida postcosecha muy limitada, dada su rápida maduración y su alta sensibilidad a los daños por frío, a 1°C los ciruelos japoneses pueden ser almacenados por un periodo de entre 3 y 5 semanas (Sattar y Singh, 2008).

Dicha sensibilidad al frío, parece en cualquier caso relacionada a la producción de etileno (Candan et al., 2008).

El etileno es un hidrocarburo gaseoso de estructura simple (C₂ H₄) que es producido por los tejidos vegetales. En general, el etileno puede influir en la vida postcosecha tanto en frutos climatéricos como no, afectando a sus características de calidad y en el desarrollo de patologías (Palou et al., 2003).

Existen dos sistemas responsables en la síntesis de etileno (Candan 2010):

- El Sistema I: presente tanto en frutos climatéricos como en frutos no climatéricos, siendo el responsable de la producción de etileno basal.
- Sistema II: está presente en los frutos climatéricos y es el responsable del aumento de los niveles de etileno que acompaña a la maduración.

Dentro de las ciruelas japonesas (*Prunus salicina Lindl.*) se han identificado dos tipos de comportamiento diferentes frente a la maduración (Candan, 2010):

- Patrón climatérico típico: Se caracteriza por un pico en la tasa respiratoria y de etileno durante su desarrollo.
- Patrón no climatérico o climatéricas suprimidas: mantienen una baja tasa respiratoria y de producción de etileno hasta los últimos estadios de desarrollo.

Así pues hay variedades que presentan un patrón típicamente climatérico y otras que mantienen un patrón climatérico suprimido. Esto se debe de considerar a la hora de caracterizar las variedades de ciruelo, así como para interpretar los resultados de ensayos.

El proceso de maduración, lleva consigo los siguientes cambios en el fruto:

- Disminución del contenido de ácidos (debido a su utilización como sustrato respiratorio), siendo el principal ácido presente el ácido málico.
- Se incrementa el contenido de sólidos solubles, debido a que se acumulan en el fruto los azúcares procedentes del árbol (mayor capacidad sumidero), los azúcares son los

principales componentes de los sólidos solubles, siendo los más importantes la glucosa, fructosa, sacarosa y sorbitol, este último es un buen indicador de la dulzor del ciruelo, convirtiéndose cada vez más en exigencia por parte de clientes. No obstante estos azúcares no aumentan una vez recolectado, dado que el fruto carece de almidón.

- Pérdida de firmeza (debido a la degradación de paredes celulares), que indica la sensibilidad al etileno del fruto, aspecto que también está reglamentándose cada vez más por los clientes.
- Cambio de coloración en los frutos.

El momento de la cosecha es uno de los aspectos más importantes a considerar en el manejo postcosecha, dado que determinará en gran parte la calidad final de esta (Salvador et al., 2003). Por una parte la recolección temprana, se comporta mejor ante los manejos postcosecha (confección, stock en frío,...), tiene una buena firmeza y un nivel ácido alto, aunque las cualidades organolépticas no alcanzan en muchos casos la calidad deseada, ahora bien en las recolecciones más tardías en las que si se alcanza esta calidad organoléptica, el manejo postcosecha del fruto presenta mayor dificultad. El punto de cosecha además de satisfacer los requerimientos de firmeza y color, deberá también realizarse en un punto en el cual las cualidades organolépticas, puedan ser mejores.

1.5. CONSERVACION FRIGORIFICA

La conservación del ciruelo en cámara frigorífica, es la técnica más habitual de control de los procesos de maduración para prolongar su vida comercial, dado que disminuye la tasa respiratoria y la síntesis de etileno. La temperatura óptima de almacenamiento frigorífico, es de 0-1º C, aunque los frutos pueden tolerar -1ºC sin congelarse. El mantenimiento en frío a temperaturas de 0º C, es especialmente complicado, debido a que el rango de funcionamiento de la cámara frigorífica se sitúa a pocos grados de la congelación.

A pesar de que esta es la práctica habitual de trabajo para conservación postcosecha de ciruelo, se debe de considerar el tiempo máximo a permanecer en cámara frigorífica, dado que si bien esta fruta mantiene una muy buena calidad durante el almacenamiento a 0º C, una vez rota la cadena de frío, pueden aparecer daños por frío. La presencia más o menos importante de estos daños por frío, va a depender de:

- La variedad utilizada. Ya que el comportamiento climatérico es importante, debido a la relación entre emisión de etileno y daños por frío (Candan *et al.*, 2008).
- El tiempo de almacenamiento frigorífico. Resulta evidente que a mayor tiempo de almacenamiento frigorífico, mayor posibilidad de aparición de daños por frío.
- Régimen térmico y funcionamiento de la cámara frigorífica, a 0º C la aparición de daños por frío se ralentiza, mientras que a temperaturas intermedias de 2 a 8ºC se manifiestan con más virulencia (Candan *et al.*, 2008).

A pesar de que durante el almacenamiento a 0º C, no se observan anomalías en el fruto, una vez cambiamos el régimen térmico de la fruto exponiendo el fruto a temperaturas superiores, empiezan a aparecer los daños. Los daños que aparecen después de almacenamiento prolongados, son los siguientes (Candan, 2010):

- **Transparencia (gel breakdown)**
Los frutos afectados presentan un aspecto externo normal, pero la zona de la pulpa que rodea al hueso (mesocarpio interno) desarrolla una textura gelatinosa. Inicialmente, las zonas afectadas mantienen una apariencia translúcida y vítrea, aunque con el transcurso del tiempo oscurece y aparece con colores más pardos. Se ha propuesto que el desarrollo de la transparencia se debe a la formación de geles en los espacios intercelulares.
- **Pardeamiento interno (internal browning)** Los frutos afectados presentan un aspecto externo normal, pero la pulpa situada por debajo de la epidermis (mesocarpio externo) desarrolla una coloración parda, debido a la oxidación enzimática de polifenoles y taninos
- **Harinosidad (mealiness)**
Los frutos afectados presentan ausencia de jugosidad en la pulpa y desarrollan una textura granulosa y seca.
- **Perdida de firmeza.**
Se produce una vez perdida la cadena de frío, depende de la firmeza inicial antes de entrar a cámara frío y de la tasa de emisión de etileno.
- **Pitting.**
Aparecen unas punteaduras generalmente en los hombros del ciruelo, más deprimidas.

La manifestación de daños por frío y su gravedad, va a depender tanto de los regímenes de almacenamiento, así como del cultivar del ciruelo, dependiendo si es climatérico o climatérico suprimido. Los daños por frío, suponen pues un grave inconveniente para conservar frigoríficamente el ciruelo, y que por otra parte condiciona los envíos a largas distancias.

Existen tratamientos que pueden reducir a priori los daños por frío, dos de los métodos más habituales que se utilizan para reducir estos efectos, son:

- Utilización de atmosferas modificadas.
- Tratamientos Postcosecha

1.5.1. Utilización de Atmosferas Modificadas.

La utilización de bolsas que provocan una atmosfera modificada, es un método bastante frecuente de utilización, más que para almacenamiento frigorífico propiamente dicho, para envíos ultramar o largas distancias. El principio de funcionamiento de estas bolsas, es la permeabilidad a según qué gases, por lo que la propia actividad respiratoria del fruto, provoca que la atmosfera se modifique, consiguiendo unos niveles tanto de O₂ como de CO₂ del 5-10%, manteniéndose unos niveles de hidratación constantes sin exceso de humedad. A priori los efectos que se han observado con la utilización de las bolsas con atmosfera modificada (de aquí en adelante MAP), han sido los siguientes:

- Inhibe la síntesis de etileno.
- Retrasa la aparición de tonos amarillos en los tejidos verdes.
- La humedad relativa se mantiene a un nivel alto, eliminando el exceso de esta.

INTRODUCCION

- Mantiene la firmeza del producto.
- Evita la deshidratación y las pérdidas de peso.

El esquema de funcionamiento, se describe en la siguiente figura.

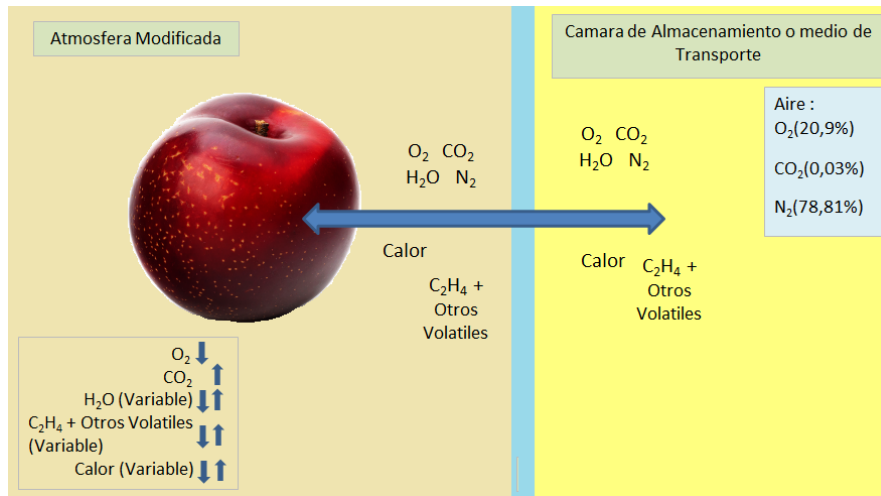


Figura 2. Esquema de funcionamiento de las bolsas MAP (Basado en: Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas. Tercera Edición. Adel A. Kader)

Las limitaciones de la utilización de las bolsas MAP, estriba en el hecho de que necesariamente el ciruelo se debe confeccionar con temperaturas bajas con objeto de evitar la condensación de agua, dado que la presencia de esta agua, puede ocasionar la aparición de podredumbres. Por otra parte, los resultados de la bolsa, dependen de las concentraciones atmosféricas que se logren en la bolsa, lo cual es muy variable (Sattar y Singh, 2008), porque dependen tanto de la tasa respiratoria como de la permeabilidad de la bolsa a los gases, observándose en muchos casos resultados contradictorios.

Durante el almacenamiento frigorífico, la fruta muestra un rápido incremento en la tasa respiratoria anaeróbica, pudiendo ser el resultado de los bajos niveles de oxígeno dentro de las bolsas, Estos niveles de oxígeno, ralentizan los procesos metabólicos, pudiendo ampliarse el tiempo de almacenamiento. Los niveles de oxígeno, deben también mantenerse dentro de unos límites, dado que en caso de que se produzca una respiración anaeróbica excesiva, se producen etanol y acetaldehído, proporcionando por otra parte sabores extraños a la fruta (Sattar y Singh, 2008)

La forma de utilización/confección con las bolsas MAP, seria de la forma:

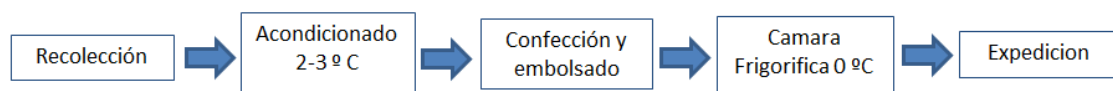


Figura 3. Esquema de confección con MAP

1.5.2. Tratamientos Postcosecha.

Los tratamientos de acondicionamiento que pueden realizarse una vez recolectada la fruta, pueden ser los siguientes (Manganaris et al., 2008).

- Tratamientos con poliaminas. Las poliaminas (putrescina, espermidina y espermita) presentan una acción antisenescente como consecuencia de su capacidad de unirse a los compuestos aniónicos de la membrana celular y de su capacidad de captar radicales libres.
- Tratamientos térmicos. Los tratamientos térmicos con agua o aire a altas temperaturas han demostrado ser efectivos en reducir los daños por frío en diversas especies. Algunos trabajos realizados con ciruelas indican que estos tratamientos provocan un aumento en los niveles de poliaminas, reduciendo la producción de etileno y la incidencia de daños por frío.
- Tratamientos con 1-metilciclopropeno. El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un inhibidor de la acción del etileno en los tejidos vegetales, que actúa uniéndose irreversiblemente a los receptores específicos del etileno.

Dada la importancia y la multitud de ensayos realizados sobre el comportamiento del ciruelo con la aplicación del 1-MCP, respecto a la aparición de daños por frío, paso a describir de forma más explícita el funcionamiento de este producto.

El 1-MCP como he dicho antes es un inhibidor de la acción del etileno, retrasa la maduración e incrementa la vida comercial de frutas, vegetales y especies ornamentales (Menniti *et al*, 2006).

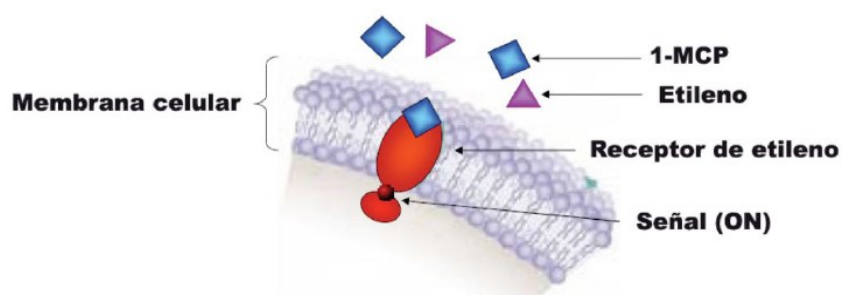


Figura 4. Esquema de funcionamiento del 1-MCP (Fuente AgroFresh)

El 1-MCP se une de forma irreversible a los receptores de etileno, impidiendo el acceso del etileno a estos receptores, por lo que de esta forma se inhiben todos aquellos mecanismos de maduración dependientes de la acción del etileno. Se podría pensar que de esta forma el fruto no maduraría y se quedaría inalterada, no obstante la aparición de nuevos receptores de etileno una vez realizado el tratamiento con 1-MCP, propician que el etileno se una a estos receptores provocando los efectos de maduración. Aunque la maduración fisiológica se retrasa de forma significativa.

Se reduce pues los efectos de etileno, la respiración, se mantiene la firmeza, se produce poco cambio de color y mantiene un efecto beneficioso sobre los daños por frío (Blankenship y Dole, 2003)

La aplicación de este producto también tiene sus limitaciones, así:

- Se tiene que aplicar lo más pronto posible después de recolección. A medida que retrasamos la aplicación (siempre y cuando el stock no se mantenga en cámara frigorífica), la efectividad del tratamiento será menor.
- La aplicación es efectiva en tanto en cuanto el fruto haya alcanzado un mínimo de grados Brix y firmeza, en la medida que la firmeza sea menor, el tratamiento será menos eficaz. Dado que la firmeza es una consecuencia de la madurez fisiológica, por lo que indica que existen una mayor cantidad de receptores y que por otra parte el ritmo de creación de estos es alto.
- Se puede utilizar bien antes de la conservación frigorífica o después de esta, logísticamente es mejor tratar antes de la conservación frigorífica, lo más próximo posible de la fecha de recolección (no dejar pasar más de dos días) ya que disminuye la eficacia del producto.
- La duración del tratamiento, aunque depende de las dosis utilizadas, debe de ser inferior a las 16 horas y con un máximo de 24 horas.
- Se debe de tener una buena circulación del aire dentro de la cámara de tratamiento con objeto de que el producto acceda bien a la totalidad del ciruelo. Para ello se tendrá que disponer de envases que permitan una cierta circulación del aire (mejor cajones que bins).
- Dadas las utilizadas, es necesario que la cámara de tratamientos sea totalmente estanca.

El flujo de utilización/aplicación del producto es de la forma:

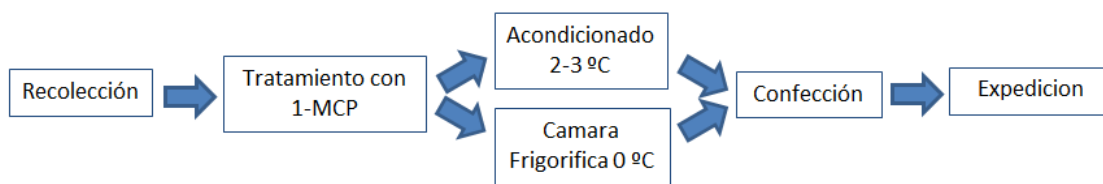


Figura 5. Esquema de confección con tratamiento con 1-MCP

No obstante y pesar de las ventajas que pueda suponer la utilización de 1-MCP, el aroma de los productos hortofrutícolas, puede estar afectado significativamente por el tratamiento con este, pudiéndose observar un retraso en la formación de distintos compuestos volátiles relacionados con las característica organolépticas del fruto, este aroma a producto sobremaduro desarrollaría un impacto negativo en la aceptación por parte del consumidor (Guillén, 2009).

1.6 JUSTIFICACION DEL TRABAJO Y EXPERIENCIAS PREVIAS

La producción de la Cooperativa Agrícola Ntra. Sra. Del Oreto (CANSO a partir de ahora) en ciruelos es modesta, la evolución de las producciones y principales variedades estas últimas campañas, han sido:

INTRODUCCION

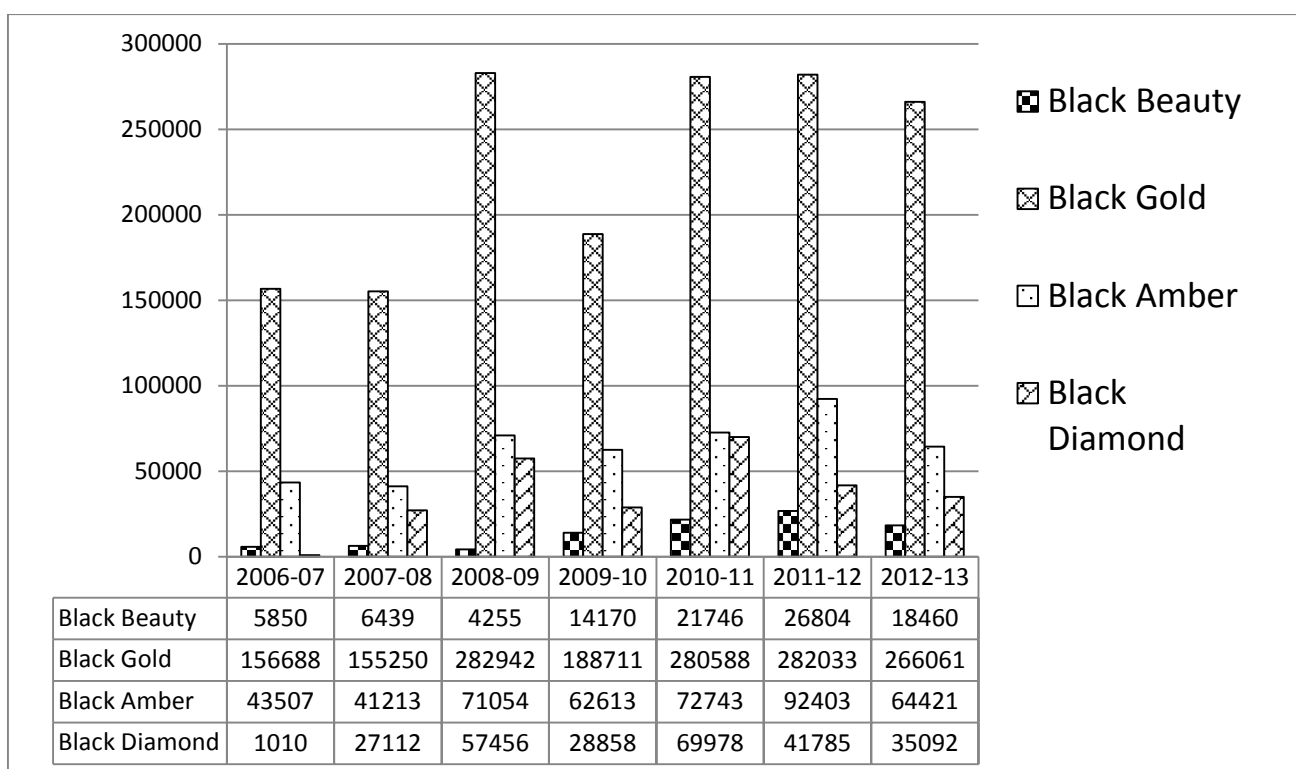


Figura 6. Producción por variedades en CANSO.

Es difícil establecer compromisos de suministro con cadenas de distribución, por el poco volumen que se dispone y por otra parte porque la distribución de los kilos a lo largo de la producción de cada variedad se solapa, por lo que nos encontramos con que un plazo de pocas semanas se cubre toda la producción de ciruelo, como se observa en el siguiente calendario:

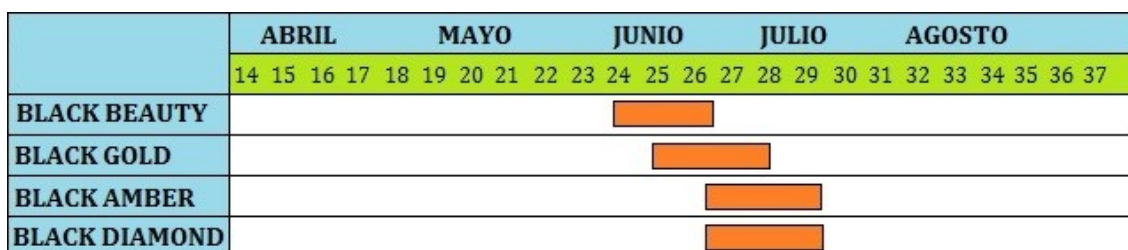


Figura 7. Calendario productivo Ciruelos CANSO.

Por lo que la utilización de tecnologías que permitan realizar tanto almacenamientos prolongados en frío como envíos a ultramar es de suma importancia, para CANSO y en general para la producción de ciruela en Valencia.

Previo al presente estudio, se realizaron las siguientes experiencias :

Experiencias previas con ciruelo y 1MCP: en el 2008 se testó la eficacia del 1MCP en Black Gold, Santa Rosa y Golden Japan durante el almacenamiento frigorífico (AF) a 2°C durante 40 y 47 días. En Black Gold el 1 MCP no disminuyó la incidencia de pardeamiento interno después de 40 días de AF pero en Santa Rosa y Golden Japan sí que disminuyó la incidencia de pardeamiento interno, gelificación de pulpa (todo ello típicos síntomas de daño por frío) y mantuvo mejor la

firmeza. Sin embargo, para todas estas variedades 40 días de AF a 2°C fueron, en general, demasiados días hasta incluso en el caso del ciruelo tratado con 1MCP. La temperatura de AF de 2°C tampoco fue correcta pues se incrementan los síntomas de daño por frío.

Experiencias previas con bolsa de atmósfera modificada: en 2006 se testó el efecto de la bolsa de atmósfera modificada (AM) del proveedor AMCOR en nectarina May Glove y melocotón Spring Crest durante 21 días de AF a 0°C. En el 2010 se testó en nectarina Carmina y en melocotón Spring Crest con el proveedor Xtend. En ambos casos, la bolsa mantuvo mejor la firmeza y aspecto “fresco” de la fruta (así como una sustancial menor pérdida de peso), sin embargo favoreció un incremento espectacular del podrido por *Monilia laxa* (Aderhold et Ruhl.) Honey ex Whetzel y *Botrytis cinerea* Pers en el periodo de vida comercial.

Objetivos y Plan de Trabajo

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO BASICO

El objetivo del trabajo fin de grado, es la evaluación de la vida comercial y daños por frío en ciruelo con almacenamiento frigorífico prolongado, expuesto a diferentes tratamientos. Para ello se testarán diferentes productos:

1. Bolsa de atmósfera modificada
2. Aplicación de 1-MCP
3. Combinaciones de ambas técnicas

2.2 PLAN DE TRABAJO

Para cumplir con el objetivo propuesto, se llevó a cabo el siguiente plan de trabajo:

1. Recolección en el mes de Junio de tres variedades de ciruelos :
 - Black Amber.
 - Black Diamond.
 - Black Gold.
2. Análisis de la fruta en relación a :
 - Brix
 - Consistencia
 - Peso
 - Producción de etileno
3. Aplicación de los siguientes tratamientos:
 - Introducción en Bolsas de atmósfera modificada.
 - Aplicación de SmartFresh™ (1- Metil Ciclopropeno).
 - Bolsas de atmosfera modificada + SmartFresh™ (1- Metil Ciclopropeno).
 - Control sin tratamiento.
4. Almacenamiento en cámara frigorífica durante 30 días y análisis de la fruta en relación a:
 - Brix
 - Consistencia
 - Peso
 - Daños por frío internos y externos
 - Producción de etileno
5. Atemperado y evaluación comercial a 25°C durante 5 días, analizando los siguientes parámetros:
 - Brix
 - Consistencia
 - Peso
 - Daños por frío internos y externos
 - Producción de etileno

Materiales y Métodos

3. MATERIALES Y METODOS.

Con objeto de realizar el estudio lo más próximo a la realidad posible, se han utilizado variedades que produce y comercializa CANSO.

Los métodos de trabajo del presente ensayo, han tratado de simular lo que sería una confección con el propósito de transporte a largas distancias mediante almacenamiento frigorífico.

3.1. MATERIAL VEGETAL

El estudio se ha realizado sobre las siguientes variedades (Guerra *et al* 2009):

Black Amber

Ciruela japonesa, originaria de Estados Unidos. El fruto es ovalado, con calibres habitualmente grandes, con un color externo negro y con la carne de color amarillo crema. Tiene buen sabor y firmeza, por lo que resiste bien la manipulación.



Figura 8. Ciruelo variedad Black Amber

Black Gold

Ciruela Japonesa originaria de Estados Unidos. El fruto es de tamaño medio, redondeado con un color de piel negro y color de carne rojo. Muy buena consistencia, por lo que aguanta bien la manipulación.



Figura 9. Ciruelo variedad Black Gold

Black Diamond

Ciruela Japonesa, originaria de Estados. El tamaño del fruto es grande, redondeado, con un color externo negro y uno interno rojo. Tiene muy buen sabor y firmeza.



Figura 10 Ciruelo variedad Black Diamond

Las variedades Black Amber, Black Diamond y Black Gold fueron recolectadas el 26 de Junio en parcelas de dos socios de CANSO en el término municipal de L'Alcudia.

3.2. MATERIALES Y TECNICAS UTILIZADAS

3.2.1 Bolsas de envasado Xtend®

Las bolsas Xtend® (StePac, Israel) son un método de embalaje plástico mejorado compuestas de un film plástico de aproximadamente 500 micras y con una permeabilidad de aproximadamente 1,5 g/m² al vapor de agua, siendo capaces de mantener una humedad relativa interior del 85-100%. Además al encerrar material vegetal en estas bolsas, se consigue una atmósfera de equilibrio de aproximadamente:

- 4-20% de O₂
- 0,5 a 17% de CO₂

La composición de este embalaje incluye homopolímeros o copolímeros, con grupos químicos con enlaces de Hidrógeno o asociados al agua (homopolímeros con amidas, esterés, uretanos, anhídridos, grupos acilo, carboxilo o alcohólicos).

Las dimensiones de estas bolsas son de 50 x 30 cm.

3.2.2 Tratamiento con SmartFresh™

SmartFresh™ (Rohm and Hass Company, USA) es un difusor de vapores, con un 3,3% de 1-MCP como sustancia activa, desarrollado para tratamientos en postcosecha de manzanas, ciruelas, tomates y caqui. Cuando se añade agua en el generador, libera la sustancia activa en las instalaciones de almacenamiento donde se está llevando a cabo la aplicación.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realiza el diseño para las variedades:

- Black Amber
- Black Diamond
- Black Gold

3.2.1 Eficacia de distintas técnicas y/o combinaciones de estas (Black Amber, Black Gold y Black Diamond)

La metodología seguida en este diseño experimental se observa en el siguiente diagrama de flujo:

MATERIALES Y METODOS

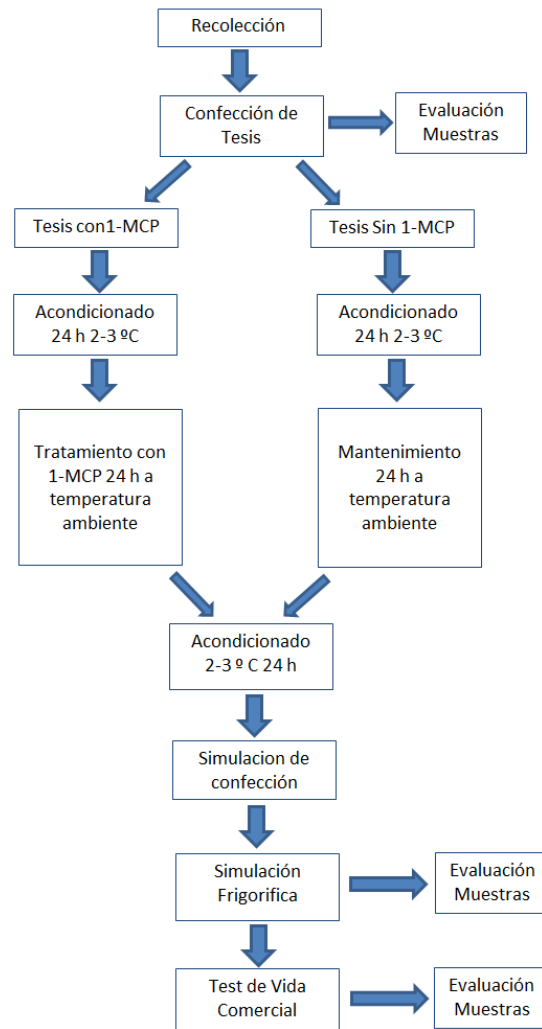


Figura 11. Diagrama de Flujo tratamientos ciruelo

Con la fruta recolectada se aleatorizaron los siguientes tratamientos:

- Aplicación de SmartFresh™ a una dosis de 42 mg/m³.
- Envasado con bolsa Xtend®
- Aplicación de SmartFresh™ + posterior envasado con bolsa Xtend®
- Fruta control: sin tratamientos

Se confeccionan cuatro replicas por tratamiento, siendo el número de frutos en cada una de ellas superior a 43. El número de frutos en cada una de las réplicas fue variable según el tamaño de la fruta, ajustándose al número de frutas que contenían los cajones de recolección, de medidas 0,5x0,35x0,30 m con capacidad para 18-20 kg de fruta cada uno.

Se tomaron tres frutos de cada una de las repeticiones de forma aleatoria con objeto de analizar grados Brix y consistencia. Además, se aleatorizaron doce frutos de cada una de las muestras (identificándolos correctamente), con objeto de pesarlos e ir evaluando la pérdida de peso a lo

largo del ensayo. Se realizaron también mediciones de etileno sobre tres frutos al azar de cada una de las variedades.

Después de la confección de las réplicas por tratamientos, estas se almacenaron en cámara frigorífica de CANSO a una temperatura de 2-3 °C. A las 24 horas de la entrada en almacenamiento frigorífico, se sacaron las muestras; las que debían de tratarse con SmartFresh™, se dispusieron en una cámara estanca para tal efecto. Dado que la aplicación con SmartFresh™, se realizó a temperatura ambiente, el resto de muestras (sin aplicación SmartFresh™) también se expusieron a temperatura ambiente durante el mismo tiempo.

Una vez terminado el tratamiento con SmartFresh™, se volvieron a almacenar todas las muestras (las ya tratadas y las que no habían recibido tratamiento), en cámara frigorífica durante 24 horas a 2-3 °C. Transcurrido este tiempo, todas las muestras fueron sacadas de la cámara frigorífica presentando una temperatura de la pulpa de 5° C.

Posteriormente y al observarse condensación sobre la fruta (temperatura de la pulpa de 11 °C) se cerraron las bolsas Xtend® y tras un tiempo de 30 min (simula el tiempo medio de confección de un palet más etiquetado, flejado y entrada en cámara frigorífica) a temperatura ambiente (23 °C), se guardaron en cámara frigorífica de almacenamiento durante 30 días a 0-1°C y con una humedad relativa del 75-85%.

A la salida del almacenamiento frigorífico (AF) se toman 3 frutos de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos, con objeto de determinar firmeza., A continuación estos mismos frutos los cortamos ecuatorialmente con objeto de detectar la presencia de daños por frío interno y posteriormente medimos los grados Brix. En este momento se toman aleatoriamente nueve frutos de la muestra control de cada variedad y se realizan tres medidas de producción de etileno con tres piezas cada tanda. Pesamos los frutos que habíamos identificado inicialmente con objeto de medir la pérdida de peso.

Un día después de la salida de la fruta del AF, se toma otra tanda de nueve frutos de cada una de los tratamientos de cada variedad, con objeto de medir la producción de etileno, procediendo como en el caso anterior en tandas de tres frutos, haciendo por tanto tres repeticiones.

Una vez finalizado el test de vida comercial (TVC), consistente en la exposición de los frutos a una temperatura de 25°C durante cinco días, se procede a tomar muestras para determinación de °Brix, consistencia y producción de etileno, procediendo de la misma forma que en el caso anterior. Se realiza una inspección sobre la totalidad de frutos restantes con objeto de determinar los daños tanto externa como internamente. Asimismo se pesan los frutos identificados al inicio para determinar las pérdidas de peso en TVC.

3.4 DETERMINACIONES ANALITICAS

Las determinaciones analíticas se realizaron:

- Sobre la materia prima
- Al finalizar los 30 días de almacenamiento frigorífico
- Al finalizar el Test de Vida Comercial (5 días a 25°C)

La determinación de SST, se realizó con un refractómetro digital con compensación de temperatura DRB0-45.

- Compensación automática de temperatura 0-40°C.
- Precisión 0,1%.
- Rango de medida de 0-45% Brix
- División mínima 0,1%.

La consistencia se analizó con un penetrometro (PENEFEL DFT 14) con punta de 0,5 cm de diámetro, registrando dos lecturas por pieza en el sector ecuatorial del fruto y tomando las lecturas diametralmente opuestas.

Rango y resolución:

- 0,05 a 14 kg
- Resolución 10 g
- Precisión +/- 40 g

El análisis de etileno se realizó por cromatografía de gases en un cromatógrafo equipado con columna empacada (mod. HAYESEPO 80100) y un detector de ionización a la llama.

Los ciruelos se introdujeron en frasco de vidrio de 2,0 L de volumen que se cerraron herméticamente durante 90 minutos. Al finalizar este tiempo se extrajo con jeringa hipodérmica 5 mL de aire del espacio de cabeza a través de un septum de silicona.

El volumen de aire de esta jeringa se inyectó en el cromatógrafo en las siguientes condiciones: temperatura del inyector=140°C, temperatura de columna=140°C y temperatura del detector=180°C. Como gas transportador se utilizó nitrógeno a un flujo de 45mL/min. Se realizaron 3 réplicas para cada medida. Las medidas siempre se realizaron una vez atemperados los frutos a 19-20°C de temperatura de pulpa. Los resultados se expresan en nL/g h.

La temperatura y la humedad de la cámara de almacenamiento se registró con un dataloggers: registro de temperaturas y humedad con un termómetro con memoria modelo SE-309 (PCE Ibérica, España).

El peso se determinó en una balanza COBOS D-3000 CB, con las siguientes características:

- Capacidad 3000 g
- Precisión 0,1 g

Los daños por frio internos se determinaron cortando los frutos y midiendo el área de daño por frio mediante una plantilla transparente con diferentes diámetros (figura 12), considerando daños por frio, aquellos que excedían una superficie conjunta de un círculo de 5 mm de diámetro.

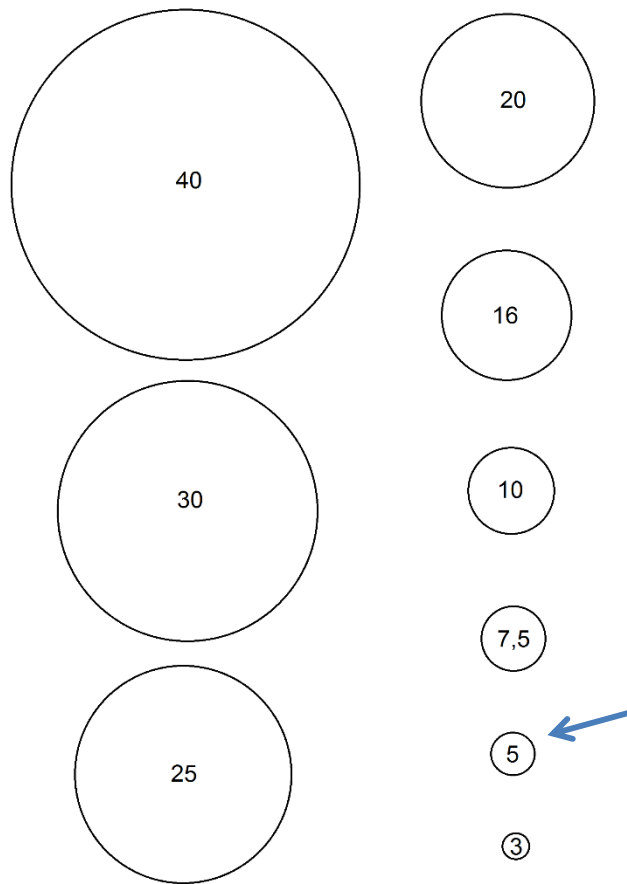


Figura 12. Plantilla utilizada para determinación del daño por frio

Todos los datos se analizaron estadísticamente por medio del análisis de la varianza ANOVA y el test "Least Significant Difference" (LSD) con un nivel de confianza del 95%. Para ello se utilizó el paquete estadístico Statgrafics Centurion XVI de StatPoint Technologies.

Resultados

4. RESULTADOS

4.1 PRODUCCIÓN DE ETILENO

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos en los análisis de producción de etileno de las distintas variedades ensayadas efectuados en el momento inicial, en salida de la cámara frigorífica y 24 horas después de la salida del almacenamiento frigorífico.

Tabla 7. Producción de etileno (nL/g h) inicial, a la salida de AF y 1 día después del AF.

Variedades	Inicial	Después de AF	1 días a 25°C después del AF a 0-1°C			
			Control	1-MCP	Bolsa MAP	1-MCP+ Bolsa MAP
Black Amber	0,04±0	0,037±0,06	0,64±0,3	0±0	0,11±0,19	0±0
Black Gold	0,06±0	0,05±0,04	1,07±0,14	0,2±0,04	0,11±0,06	0,077±0,02
Black Diamond	0,02±0	0,16±0,23	0,117±0,05	0,01±0,02	0±0	0±0

Entre los datos iniciales y los tomados a la salida del almacenamiento frigorífico, no existen diferencias significativas, y donde se constata claramente la diferencia en el ritmo de producción de etileno del ciruelo es entre la salida del almacenamiento frigorífico y después de atemperar el ciruelo control durante 24 horas, con una temperatura ambiente de 25°C. Como era de esperar, el ritmo de producción de etileno es mayor al aumentar la temperatura del fruto

En el caso del Black Amber, se observa un claro efecto de los tratamientos frente al control. En esta variedad los tratamientos, apenas muestran producción de etileno, salvo en el caso de MAP, aunque mucho menor al determinado en el tratamiento control, en el caso del MAP, esta producción de etileno, solo apareció en una de las repeticiones (de ahí la desviación tan alta). Los tratamientos que han incorporado 1-MCP, son los que mejor han limitado la producción de etileno en esta variedad. En el ciruelo Black Gold, a pesar de que los tratamientos han mitigado parcialmente la producción de etileno, esta se ha mantenido con unos niveles mayores a los observados a los de la muestra después de AF. A pesar de que las producciones en los tratamientos han sido sustancialmente menores a las del control, esta variedad parece ser la menos susceptible a los efectos del 1-MCP o de las bolsas MAP. Es con diferencia la variedad que más producción de etileno ha mantenido en cualquiera de los tratamientos.

Con respecto a la variedad Black Diamond, al igual que lo sucedido con el Black Amber, los tratamientos han reducido sustancialmente el ritmo de producción de etileno frente al control. En este caso se han obtenido mejores resultados con las bolsas MAP, que con la aplicación solo del 1-MCP, aunque si bien es verdad, solo apareció producción de etileno en una de las repeticiones del análisis, como se puede ver en la tabla 7 al observar la magnitud de la media y la desviación.

Queda pues patente la eficacia de los tratamientos realizados frente a la producción de etileno en las distintas variedades.

4.2. PERDIDA DE PESO

Las pérdidas de peso están expresadas porcentualmente, y señalan la disminución de peso de la muestra en dos momentos del ensayo (salida de AF y en TVC), respecto a la tomada al inicio de este. La figura 13 muestra las pérdidas de peso observadas en la variedad Black Amber

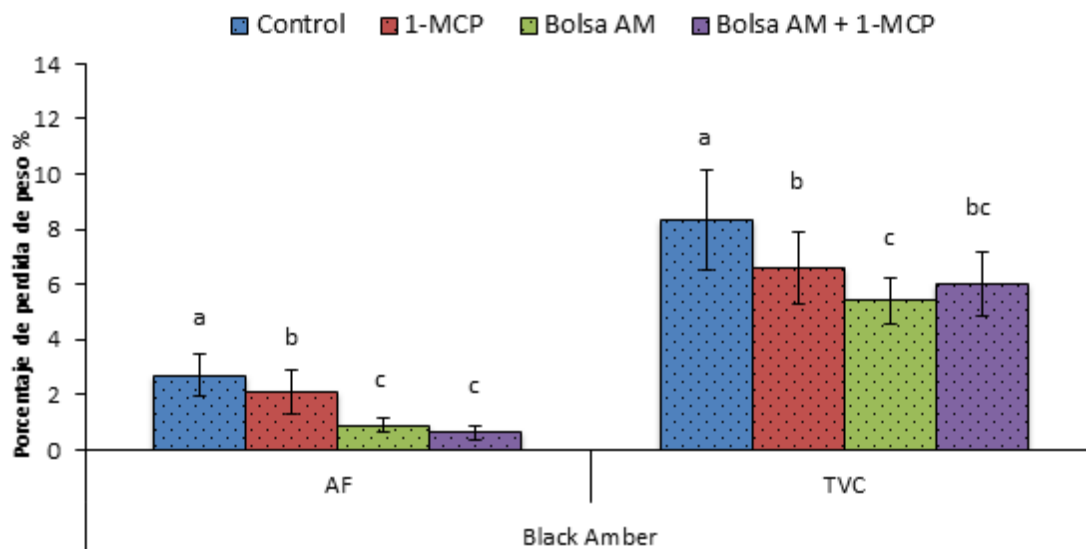


Figura 13. Porcentaje de pérdidas de peso en Black Amber.

Vemos que a la salida del AF, el porcentaje de pérdidas es bajo (menor al 3% en todos los casos), y que donde realmente se produce una merma de peso importante es al final del TVC. El tratamiento más efectivo ha sido el de la bolsa MAP, presentando diferencias significativas frente a los tratamientos desnudos, aunque el tratamiento mixto 1-MCP+MAP no ha presentado diferencias respecto al tratamiento con 1-MCP, si lo ha hecho frente al control.

En la figura 14 observamos el comportamiento de la variedad Black Diamond

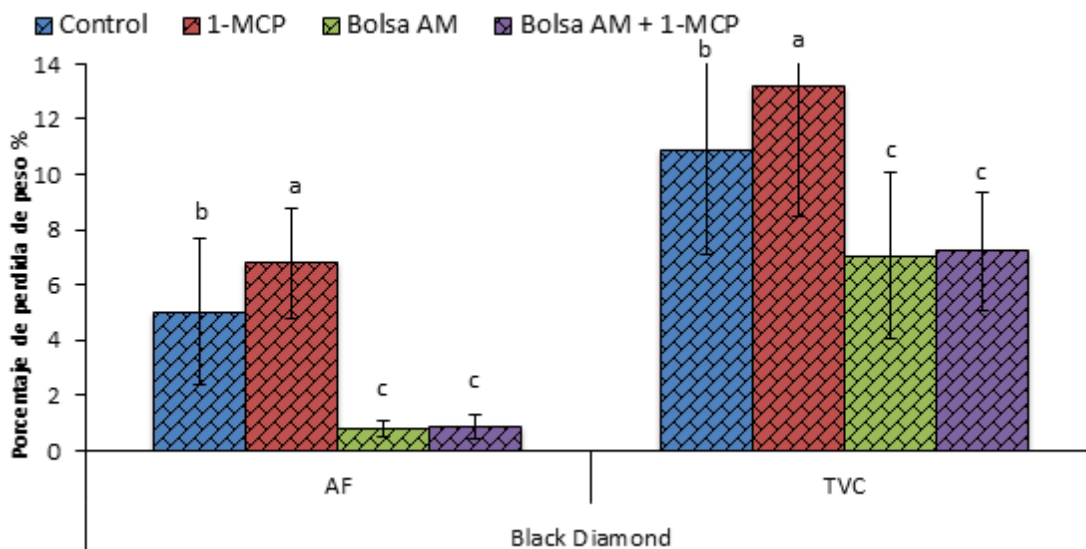


Figura 14. Porcentaje de pérdidas de peso en Black Diamond.

RESULTADOS

En esta variedad se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos embolsados y desnudos, tanto a la salida de AF como después del TVC. Mientras las pérdidas de peso en los tratamientos con MAP se han mantenido en unas magnitudes similares a las del Black Amber, las tesis desnudas han mostrado una pérdida bastante mayor tanto a la salida del AF como evidentemente después del TVC. Resulta paradójico que en esta variedad el tratamiento control presenta una menor pérdida de peso que el tratamiento con 1-MCP.

En este caso las deshidrataciones han ocasionado la aparición de pitting, especialmente en los tratamientos desnudos, como podemos observar en la siguiente figura:



Figura 15. Detalle del pitting en Black Diamond, a la salida del AF (foto izquierda) y al finalizar el TVC (foto derecha)

Se observa claramente en la figura 15, la presencia de pitting, así como su evolución hasta el final del TVC, pudiendo esta patología ser vía de entrada para enfermedades fúngicas, comprometiendo la comercialización de la variedad.

Con respecto al comportamiento de la variedad Black Gold, se puede ver en la figura 15.

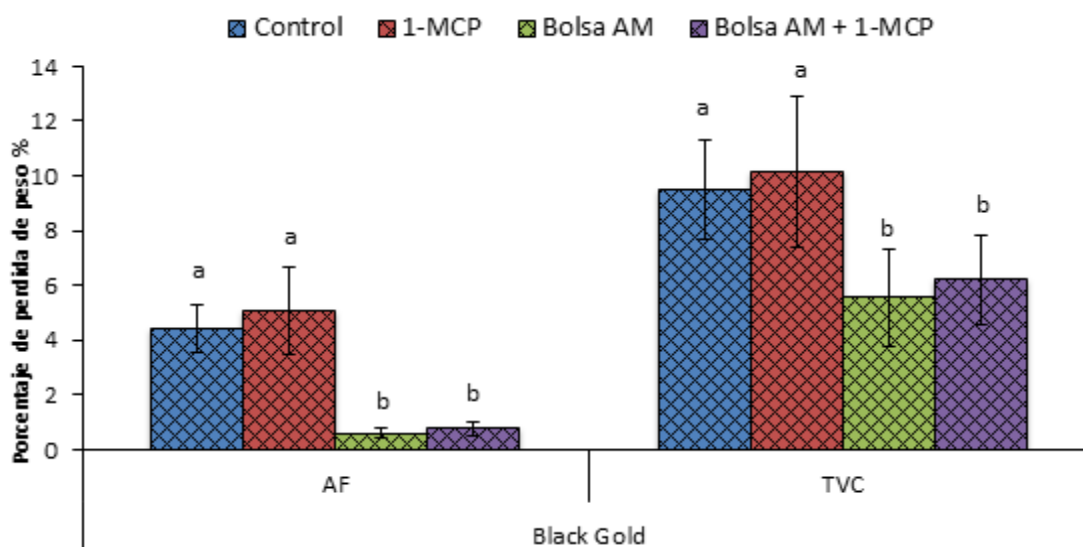


Figura 16. Porcentaje de pérdidas de peso en Black Gold.

RESULTADOS

En este caso también se observan diferencias significativas de pérdida de peso entre los tratamientos con MAP y los desnudos, tanto a la salida de AF como al final del TVC. Los porcentajes de pérdida de peso en esta variedad son más parecidos a las del Black Diamond que a las de Black Amber. En esta variedad se ha observado envejecimiento (deshidratado) a la salida del AF y al final del TVC se ha verificado la aparición de pitting, evidenciándose ambas patologías en los tratamientos desnudos tanto a la salida de AF como en TVC, en la siguiente figura se puede ver un detalle de esta evolución.



Figura 17. Deshidratación a salida de AF (foto izquierda), aparición de pitting al final del TVC (foto derecha)

Se observa en todas las variedades, que la pérdida de peso a la salida del almacenamiento frigorífico es relativamente baja, dado que el metabolismo de esta queda reducido a bajas temperaturas., También vemos una diferencia entre aquellas tratamientos que han permanecido en bolsas de atmosfera modificada frente a las que han estado sin ellas., Resulta pues evidente el efecto de estas bolsas que al mantener una humedad relativa alta y constante en su interior, han propiciado que aparezcan menores perdidas. Por otra parte el comportamiento en la vida comercial, que a priori no debiera de haber marcado diferencias entre tratamientos, ya que se abrieron las bolsas MAP, han mantenido la misma tendencia que en el caso de salida de almacenamiento frigorífico. en principio se podría pensar que al mantener una piel más hidratada, esta ha respondido mejor a las perdidas por deshidratación que los tratamientos sin bolsas MAP, no obstante se puede ver en las gráficas de las distintas variedades que el incremento de pérdida de peso en ambos grupos (con bolsa y sin bolsa) ha sido similar.

Dado que la pérdida de peso, supone una pérdida económica, las diferencias de peso de 4 o 5 puntos porcentuales, pueden determinar o por lo menos priorizar para almacenamiento frigorífico a unas variedades frente a otras, basándonos únicamente en esta característica.

4.3. FIRMEZA

La firmeza final de los ciruelos es un parámetro muy importante y determina la vida comercial de las ciruelas, esta firmeza va disminuyendo a medida que aumenta la temperatura, manteniéndose una mínima variación mientras esta almacenada a 0°C.

En la figura 18 se observa el comportamiento de la variedad Black Amber

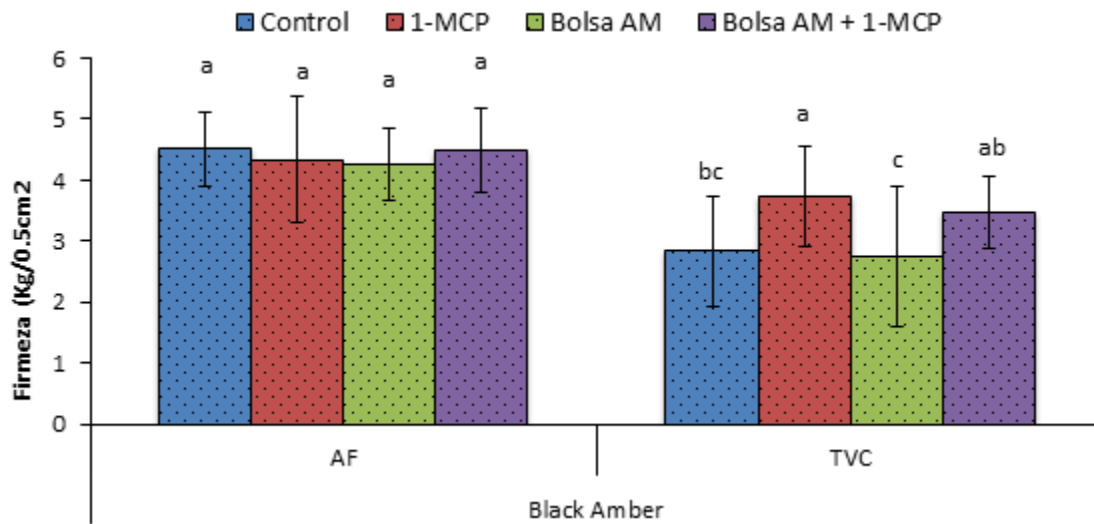


Figura 18. Firmezas en Black Amber.

El comportamiento de esta variedad, se ajusta a lo esperado, a partir de la salida de AF, va perdiendo progresivamente consistencia. El tratamiento Control y MAP, son los que peores resultados presentan siendo por el contrario los que incluyen tratamiento con 1-MCP los que mejor han conservado esta característica. Esto podría estar relacionado con la menor producción de etileno en esta variedad y tratamiento, tal y como se ha visto en el apartado.... Los tratamientos que incluyen 1-MCP son los que menores producciones de etileno han mostrado.

El comportamiento de la variedad Black Diamond, se muestra en la siguiente figura.

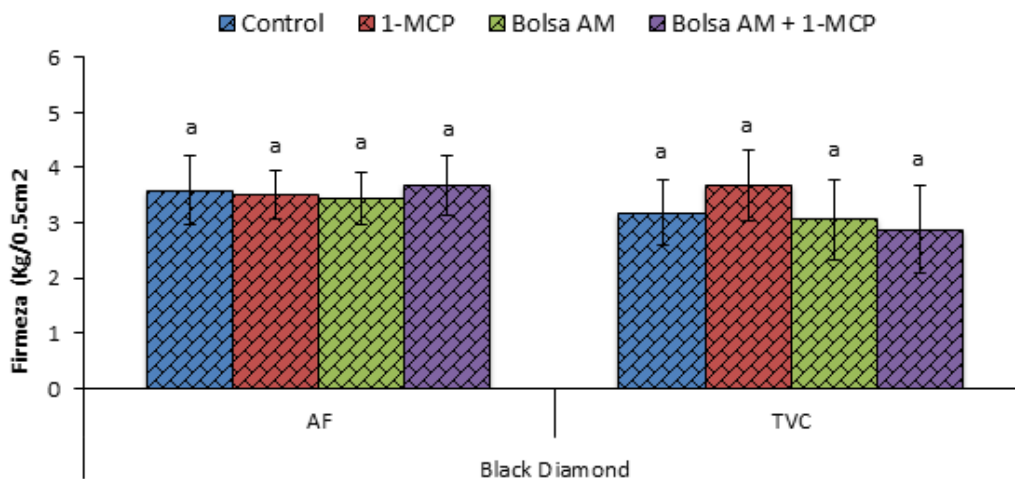


Figura 19. Firmezas en Black Diamond.

La pérdida de firmeza en esta variedad, no presenta diferencias significativas entre tratamientos, ni a la salida del AF ni al final del TVC, aunque se observa una ligera tendencia a una mayor pérdida de firmeza con el tratamiento 1-MCP.

La menor producción de etileno en esta variedad, ha correspondido a los tratamientos con 1-MCP y el mixto 1-MCP + MAP, aunque esto no se ha traducido en un diferente comportamiento respecto a esta característica, tal y como había ocurrido en la variedad Black Amber.

En la variedad Black Gold, se ha producido una pérdida de firmeza patente entre la salida de AF y el final del TVC, tal y como se muestra en la figura 20

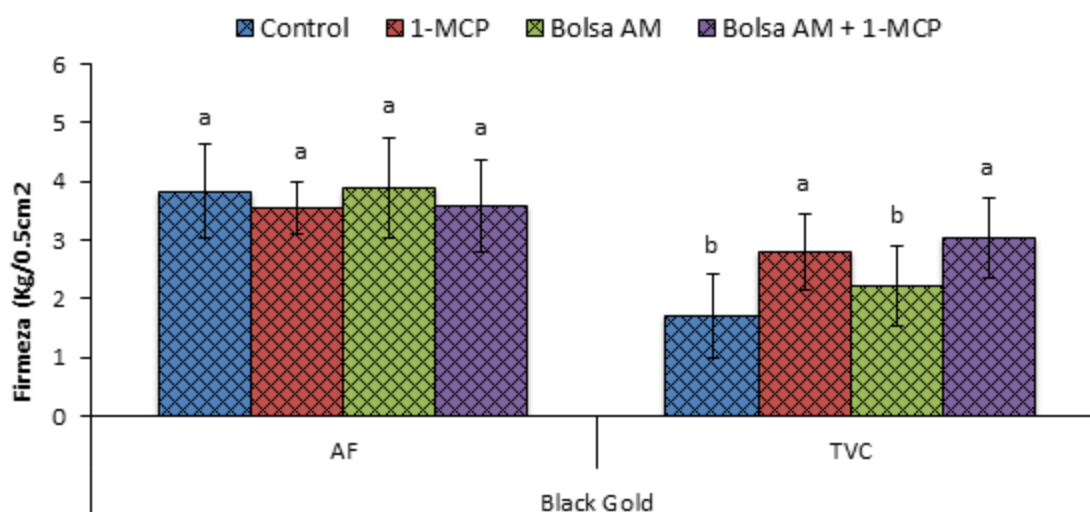


Figura 20. Firmezas en Black Gold.

En esta variedad al igual que se observó en Black Amber, existe una tendencia a perder menos firmeza en los tratamientos que incorporan 1-MCP, presentando una diferencia significativo respecto al resto de tratamientos.

Tal y como observamos en el apartado 4.1, en esta variedad la producción de etileno fue alta en todos los casos, siendo a su vez la variedad que más pérdidas de firmeza a presentad.

4.4. MEDIDAS DE GRADOS BRUX

La evolución de SST ha sido indiferente para cualquier tratamiento, no observándose diferencias significativas en ninguna de las muestras. Además no mostraron una variabilidad alta durante la vida postcosecha, por lo que no es posible considerar este parámetro como indicador de la madurez, tal y como esta descrito en otras variedades (Parra-Coronado *et al*, 2008).

RESULTADOS

Se ha representado en la figura 21, las mediciones realizadas inicialmente y a la salida de almacenamiento frigorífico, mostrando los siguientes resultados:

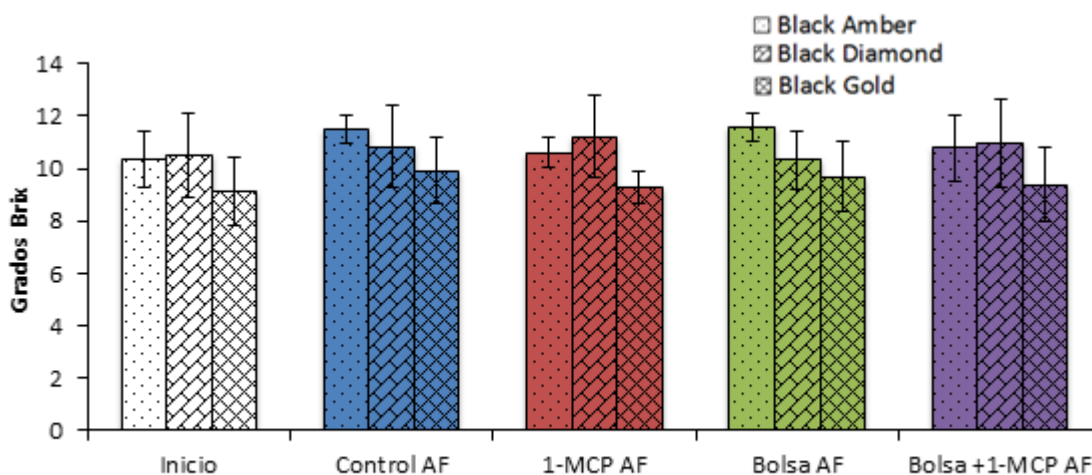


Figura 21. Variación de °Brix por variedad y tratamiento tras AF.

Esta falta de variabilidad respecto al contenido de SST, mantuvo el mismo comportamiento, en caso de los SST medidos en TVC, tal y como muestra la siguiente figura:

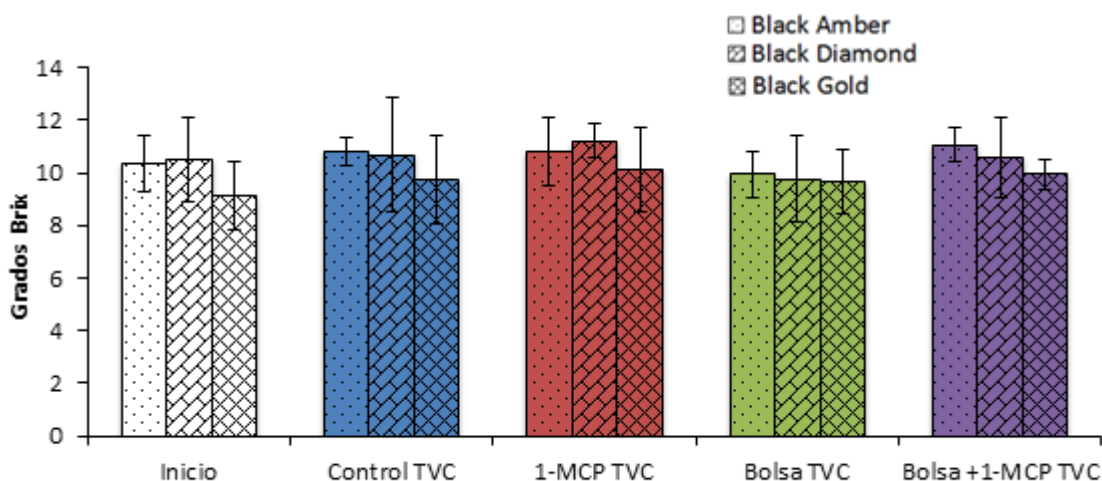


Figura 22. Variación de °Brix por variedad y tratamiento tras TVC.

Podemos concluir que el contenido de SST en fruta, permanece en los mismos niveles, no afectándole el AF o la TVC.

4.5 EVALUACION DE LA CALIDAD Y DAÑOS POR FRIO

A la salida del almacenamiento frigorífico, la apreciación visual sobre la calidad de los frutos fue buena, no observándose diferencias importantes entre tratamientos.

Aunque los síntomas pueden manifestarse durante el almacenamiento a bajas temperaturas, éstos se desarrollan más rápidamente cuando los frutos son expuestos a temperaturas mayores, es decir durante el período de maduración posterior al almacenamiento (Candan, 2011).

Los defectos observados, han sido:

- Blando
- Envejecimiento/pitting
- Daños por frío (gelificación,...)
- Pudriciones

4.5.1 Black Amber

En la figura 22 Se presentan los porcentajes de defectos observados en esta variedad, tanto a la salida del AF como después del TVC.

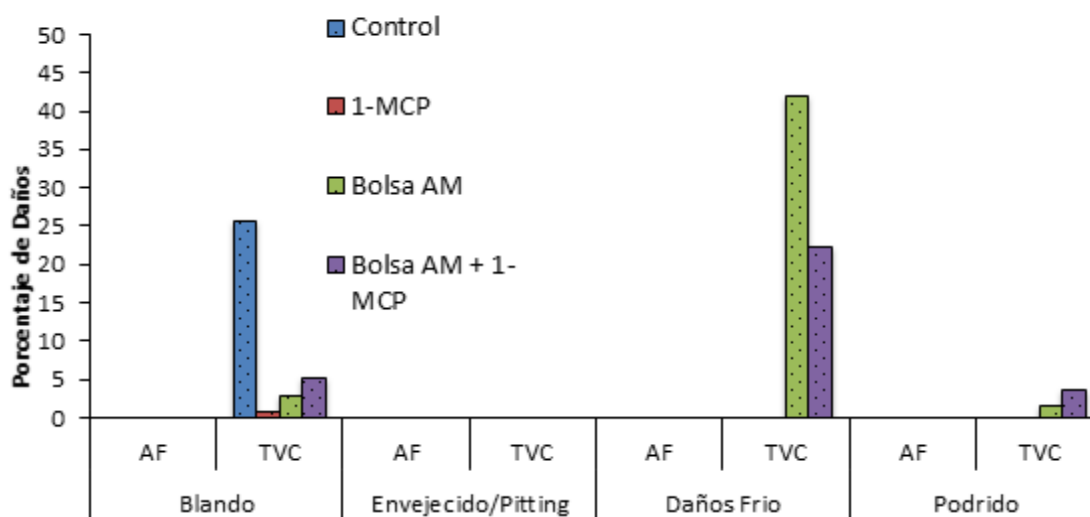


Figura 23. Comportamiento del Black Amber en postcosecha.

No aparecieron a salida del AF defectos visibles de envejecimiento/pitting, blando o pudriciones. La menor pérdida de peso observada en esta variedad podría estar relacionada con la ausencia de defectos como envejecimiento o pitting.

Al finalizar el TVC si aparecieron algunos daños, como el reblandecimiento de las muestras control, pero no a las sometidas a tratamientos, es de resaltar los daños por frío observadas y las muestras embolsadas

Con respecto a la aparición de podrido, este se ha presentado de forma ocasional al final del TVC. Esta variedad en cualquiera de los tratamientos ha presentado menor podrido por *Monilia laxa* (Aderhold et Ruhl.) Honey ex Whetzel que el resto de variedades.

RESULTADOS

El aspecto exterior al final del TVC, era muy bueno tal y como puede apreciarse en la siguiente figura:



Figura 24. Aspecto de Black Amber al final del TVC.

Con objeto de establecer si los daños por frio internos son patentes en el momento de salida de AF, se realizó un análisis del mismo, para lo cual se utilizaron las frutas tomadas para análisis de penetromía y SST, presentando el aspecto que ofrecen en la figura 25.



Figura 25. Aspecto de los frutos de la variedad Black Amber a la salida del almacenamiento frigorífico (foto izquierda) y al final del TVC (foto derecha)

Al final del TVC, se han observado daños por frío consistentes en gelificación y traslucidez de la pulpa, estos efectos se han observado claramente sobre aquellos tratamientos que incluían MAP, si bien con el tratamiento conjunto 1-MCP+MAP la incidencia ha sido sustancialmente menor, aunque en cualquier caso superior al control y al tratamiento con 1-MCP, es decir sobre las desnudas.

En la fruta control, no han aparecido gelificación de la pulpa, aunque se ha incrementado mucho el porcentaje de fruta blanda (25,56%), así como la presencia de coloraciones rojizas en la pulpa, aspecto que no se ha considerado lo suficientemente importante como para ser constituido como un defecto comercial.

Los daños frío han consistido tal y como se ha visto en la figura anterior en decoloraciones y en gelificación, a tal efecto, mostramos en la siguiente figura, la manifestación de este desorden:



Figura 26. Detalle de daño por frío (gelificación de pulpa)

Este hecho induce a pensar que la atmosfera modificada que proporciona la bolsa (bajos niveles de O₂ y elevados de CO₂), aumenta la incidencia de este desorden (George, 1991).

4.5.2 Black Diamond

Se muestra en la siguiente tabla, los defectos sobre esta variedad, tanto a la salida del AF y tras el TVC.

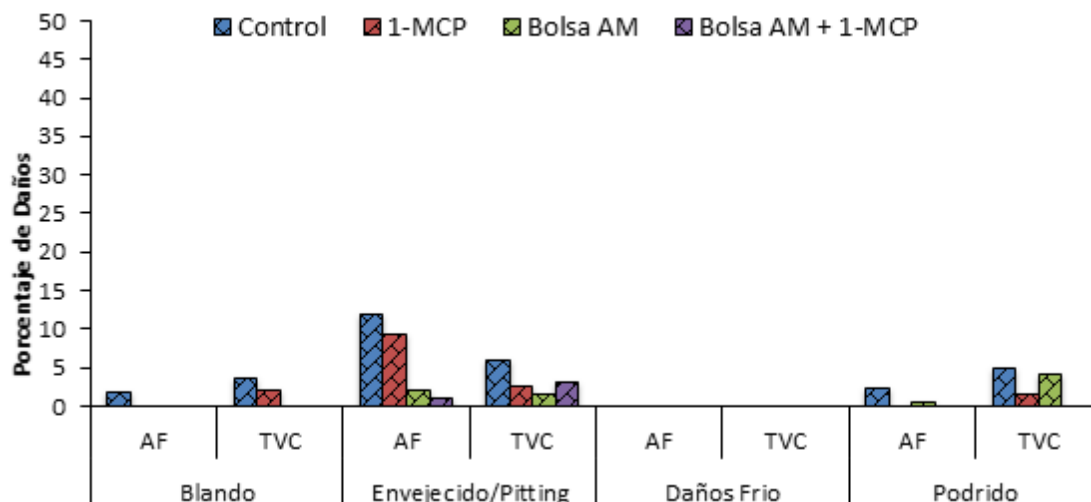


Figura 27. Comportamiento del Black Diamond en postcosecha.

Aunque el aspecto general (firmeza, color,...), tras el AF fue muy similar entre los diferentes tratamientos, si se observó una diferencia importante con la presencia de pitting, entre los tratamientos con MAP y los desnudos. En la siguiente figura se muestra un detalle de este defecto.



Figura 28. Detalle del pitting en Black Diamond

Respecto a la gelificación u otros desordenes internos asociados a daños por frio, no han aparecido ni a la salida del AF, ni al final del TVC en ninguno de los tratamientos.

La aparición de podrido no ha sido importante, aunque mayor que en el caso de Black Amber, dado que probablemente la aparición de desórdenes en la epidermis (pitting, envejecimiento), haya propiciado vías de entrada de *Monilia laxa* (Aderhold et Ruhl.) Honey ex Whetzel.

Se observa que el comportamiento general de la variedad ha sido bastante bueno, dado que presenta los niveles más bajos de fruta no comercial de todas las tesis ensayadas, como se puede observar en la figura 29 al final del TVC.

Estudio de diferentes estrategias en el almacenamiento frigorífico prolongado de tres variedades de ciruelo japonés

RESULTADOS



Figura 29. Aspecto del Black Diamond al final del TVC

Al final del TVC, y tras inspeccionar el daño interno por frío, no se constató ninguna anomalía tal y como muestra la figura 30.



Figura 30. Daños por frío en Black Diamond al final del TVC.

El tratamiento más eficaz sobre esta variedad, ha resultado ser la combinación 1-MCP + MAP, dada la disminución de pitting respecto a los otros. A pesar de la presencia del citado pitting, este hecho no se ha correspondido con un aumento en la aparición de podredumbres.

Esta combinación de 1-MCP + MAP, pese a proporcionar el mejor de los resultados de entre los tratamientos aplicados, habría que hacerse un estudio económico de viabilidad pues el coste del tratamiento es mayor.

4.5.3 Black Gold

En esta variedad se ha verificado un aumento muy importante del pitting a la salida de AF, como se puede ver en la Figura 30 (21,01% de la fruta), algo más que en el tratamiento con 1-MCP (8,22%), en el tratamiento con MAP se ha visto un porcentaje más bajo (1%) y nulo impacto en el caso del tratamiento doble 1-MCP + MAP.

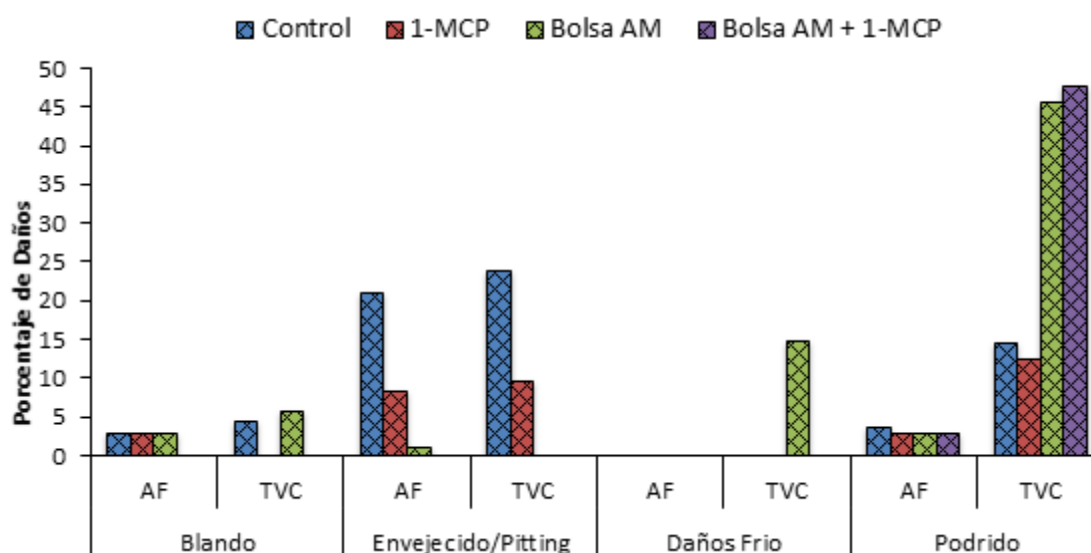


Figura 31. Comportamiento del Black Gold en postcosecha

Por otro lado, la firmeza, color y calidad fue muy similar en todos los tratamientos.

Finalizado el TVC, la fruta con MAP, ha mostrado un nivel de pudriciones muy superior al de la fruta no embolsada (Figura 32).

RESULTADOS



Figura 32. Black Gold al final del TVC.

Con respecto a los daños por frío internos, estos se han centrado sobre el tratamiento con MAP, presentando gelificación en la pulpa (14,69% de la fruta) con el aspecto que se muestra en la figura 33.



Figura 33. Aspecto de los daños internos en Black Gold

RESULTADOS

Al finalizar el TVC y tal y como se observa en la Figura 32, el 1-MCP ha mantenido algo mejor el color y la calidad interna (daños frío), aunque la fruta ha quedado algo más deshidratada, al compararla con la poca fruta comercial que quedaba con MAP. El pitting durante el TVC ha evolucionado muy rápidamente, tal y como se ve en la siguiente figura.



Figura 34. Pitting al final del TVC.

Black Gold, es la variedad que peor se ha comportado con diferencia durante toda la simulación frigorífica y comercial, tanto por los defectos internos, externo, así como por el podrido tal alto que ha aparecido, tanto de *Monilia laxa* (Aderhold et Ruhl.) Honey ex Whetzel como de *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc., tal y como vemos en la figura siguiente.



Figura 35. Presencia de podrido en Black Gold

Estudio de diferentes estrategias en el almacenamiento frigorífico prolongado de tres variedades de ciruelo japonés

Conclusiones

5. CONCLUSIONES

- En las tres variedades de ciruelo los tratamientos realizados, han reducido la producción de etileno respecto al control. La variedad que ha mantenido niveles mayores de producción en todos los casos ha sido Black Gold, comportándose las variedades Black Amber y Black Diamond de forma muy similar entre ellas. No evidenciándose diferencias significativas entre tratamientos.
- Las pérdidas de peso en todas las variedades se evidencian al final del TVC. Los tratamientos que han incorporado MAP, se han comportado mejor que los otros tratamientos. Tanto la variedad Black Gold como Black Diamond han presentado pitting a salida del AF, coincidiendo con mayores pérdidas de peso que en el caso de Black Amber.
- Se ha observado en todas las variedades que los tratamientos mejoran las firmezas respecto al control, en el caso de Black Gold, si existe una pérdida evidente de esta, probablemente debido a la mayor producción de etileno. Se ve una cierta tendencia a que los tratamientos que incorporan 1-MCP conserven mejor la firmeza. La variedad que mejor se ha comportado ha sido Black Amber.
- La evolución en los datos de los grados Brix, ha sido indiferente para cualquier tratamiento, confirmando lo descrito por Parra-Coronado *et al* en 2008, para otras variedades.
- Aunque no han aparecido daños por frío a la salida del AF, si ha aparecido pitting en Black Diamond y Black Gold. Respecto a los daños por frío (gel breakdown) al final del TVC, ha aparecido tanto en las variedades Black Amber como en Black Gold de forma severa. La aparición de pudriciones ha sido baja tanto en Black Amber como en Black Diamond, presentando un alto nivel de estas en Black Diamond. El tratamiento 1-MCP+MAP aplicado sobre la variedad Black Diamond es el que mejor resultado ha proporcionado.
- La combinación 1-MCP+MAP es la combinación que menores mermas comerciales va a tener de cara a un transporte frigorífico prolongado (ultramar,...). Por otra parte, el coste de los dos tratamientos combinados, puede a priori hacer económicamente poco viable esta solución, aunque si consideramos las menores pérdidas de peso obtenidas con bolsas MAP respecto a los tratamientos desnudos (alrededor de un 6%), quizás si se pueda tener margen suficiente como para poder ser aplicada este tratamiento.

Bibliografía

6. BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, M.(2008). Presente y futuro del cultivo del ciruelo. Vida Rural nº262, 48-51
- BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M.(2003). 1-Methylcyclopropene : a review. Postharvest Biology and Technology 28 1-25.
- CALVO VILLEGAS, I.(2009). El cultivo del ciruelo. Proyecto Planton-Pacayas. Boletín Técnico nº9.
- CANDAN, A.P. (2010). Mantenimiento de la calidad postcosecha y mejora del almacenamiento frigorífico de ciruelas japonesas mediante la aplicación de tratamientos con 1-metilciclopropeno. Tesis doctoral. Universitat de Lleida. Escola Superior d'Enginyeria Agrària. Lleida (España).
- CANDAN, A.P.;GRAELL, J.; LARRIGAUDIÈRE, C.(2011). Postharvest quality and chilling injury of plums : benefits of 1-methylcyclopropene. Spanish Journal of Agricultural Research 9(2),554-564.
- CANDAN, A.P.;GRAELL, J;LARRIGAUDIÈRE, C.(2008).Roles of climateric ethylene in the development of chilling injury in plums. Postharvest Biology and Technology 47 (2008) 107-112
- FAOSTAT, 2011. IMPORTS.Countries by commodity, visto el 15 de Abril del 2014. <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>
- FAOSTAT, 2012. Food and Agricultural commodities production. Countries by commodity, visto el 15 de Abril del 2014. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- GEORGE, D.; GORDON, F. (1991). Carbon Dioxide Injury and Flesh Softening Following high-temperature Conditioning in Peaches. HORTSCIENCE 26(5):562-563.
- GUERRA, M^a.E.; LOPEZ, M.;WÜNSH, A.;RODRIGO, J.(2009). Ciruelo japonés. Descripción varietal y situación del cultivo. Revista de Fruticultura 1:4-12
- GUILLEN, F.(2009).1-MCP como estrategia de conservación. Horticultura Internacional 69 18-24.
- KADER, A.(2002).Tecnología Postcosecha de cultivos Hortofrutícolas. Tercera edición UCANR Publications. 584 pp.
- MAGRAMA. Resultados completos de la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de cultivos del año 2013, visto el 15 de Abril del 2014 <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>
- MANGANARIS, G.A.;VICENTE, A.R.;CRISOSTO, C.H.(2008).Effect of pre-harvest and post-harvest conditions and treatments on plum fruit quality. CAB Reviews : Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 3 (2008), No 0009
- MATAIX, E.; VILLARUBIA, D.(1999). Poda de Frutales.1º La poda del Ciruelo. Serie Divulgacion Tecnica. Ed Generalitat Valenciana. Conselleria de Agricultura Alimentacion y Pesca 1999. 103 pp.

BIBLIOGRAFIA

- MENNITI, A.M.; DONATI, I.; GREGORI, R. (2006). Responses of 1-MCP application in plums stored under air and controlled atmospheres. *Postharvest Biology and Technology* 39:243-246
- MOREIRAS, O; CARBAJAL, A; CABRERA, L; CUADRADO, C.(2013). *Tablas de composición de alimentos*. Ed. Piramide. Madrid. 456 pp.
- PALOU, L.; CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; BASINAL, L.M.(2003). Effect of continuous exposure to exogenous ethylene during cold storage on postharvest decay development and quality attributes of stone fruits and table grapes. *Postharvest Biology and Technology* 27 243-254.
- PARRA-CORONADO, A; HERNANDEZ, J; CAMACHO-TAMAYO, J.(2008). Estudio fisiológico poscosecha y evaluación de la calidad de la ciruela variedad Horvin (*Prunus domestica* L.) bajo tres condiciones de almacenamiento refrigerado. *Revista ingeniería e investigación* Vol: 28 nº 1 (99-104).
- SALVADOR, A.; CUQUERELLA, J; MONTERDE, A.(2003). Frigoconservación de Ciruela Angeleno con pretratamiento de 1-MCP. II Congreso Español de Ciencias y Técnicas del Frío.
- SALVADOR, A.; CUQUERELLA, J; UBEDA, S.(2003). 1-Methylcyclopropene Delays Ripening Process of "Black Diamond" Plum. *Acta Horticulturae* 599.
- SATTAR, A; SINGH, Z.(2008). 1-Methylcyclopropene Application and Modified Atmosphere Packing Affect Ethylene Biosynthesis, Fruit Softening, and Quality of "Tegan Blue" Japanese Plum During Cold Storage. *Journal of American Society for Horticultural Science* 133(2):290-299.

Anexos

7. ANEXOS

7.1 DATOS DE GRADOS BRIX

7.1.1 Black Amber

Inicio y salida del almacenamiento frigorífico

Tabla 8. Datos de °Brix en Black Amber al inicio y salida del AF

Tesis	Inicial	Control	1-MCP	MAP	1-MCP+MAP
T-1	11,9	12,2	11,1	11,3	8,2
T-1	11,2	11,8	10,3	12,1	9,2
T-1	11,1	11,8	9,3	11,1	9,8
T-2	10,5	11,9	10,8	11,5	12
T-2	8,3	12,1	10,8	11,2	12
T-2	9,6	11,4	11	12,6	10,7
T-3	8,6	10,5	9,8	11,5	11,3
T-3	11,4	10,9	10,8	12,3	10,7
T-3	10,3	11,1	10,5	10,6	12,1
T-4	10,5	11,1	11,3	11,6	12,3
T-4	10,4	11,6	10,8	11,4	10,8
T-4	10,1	11,4	10,7	11,6	10,5

Final de TVC

Tabla 9. Datos de °Brix en Black Amber al final del TVC

Tesis	Control	1-MCP	MAP	1-MCP+MAP
T-1	10,6	11,1	10,6	12,6
T-1	11,3	9,4	8,3	11,1
T-1	10,4	11,8	10,7	11
T-2	11,8	8,4	11	11,5
T-2	10,1	13	10,7	10,4
T-2	10	11,7	10	10,7
T-3	11,4	11,3	8,7	11,3
T-3	11	11,4	10	10,8
T-3	10,7	9,3	9,4	10,2
T-4	10,8	10,1	10,6	11,4
T-4	11,1	10,8	8,9	10,7
T-4	10,5	11,5	10,3	11,1

7.1.2 Black Diamond

Inicio y salida del almacenamiento frigorífico

Tabla 10. Datos de °Brix en Black Diamond al inicio y salida del AF

Tesis	Inicial	Control	1-MCP	MAP	1-MCP+MAP
T-1	7,4	8,6	12	11,4	11,6
T-1	13,2	11,6	13	9,3	13,9
T-1	11,8	13,5	10,7	11,1	11,7
T-2	10,9	8,3	9,3	11,9	9,2
T-2	12,5	10,3	8,1	8,9	10,3
T-2	10,4	9,4	10,5	9,6	8
T-3	8,3	12,1	10,3	9,5	9,2
T-3	9,7	12,7	13	11,5	13,4
T-3	10,5	11,1	11,6	11	11,1
T-4	10,4	10,6	13,5	9	11,2
T-4	10,6	11,2	11,3	11,1	10,4
T-4	10,6	10,4	11,2	9,6	11,2

Final de TVC

Tabla 11. Datos de °Brix en Black Diamond al final del TVC

Tesis	Control	1-MCP	MAP	1-MCP+MAP
T-1	10,4	10,6	10,4	11
T-1	8,6	10,9	10,3	9,3
T-1	8,7	11,3	8,3	12,8
T-2	11,9	12,4	12,8	7,5
T-2	14,9	11,2	9,1	11,3
T-2	8,5	12,3	8,1	10,5
T-3	14	10,4	11,1	12,8
T-3	8,2	10,6	11	9,5
T-3	10,8	11,7	6,7	10,6
T-4	9,8	10,9	8,9	9,2
T-4	10,4	11,4	10,1	10,8
T-4	11,8	10,8	10,3	11,7

7.1.3 Black Gold

Inicio y salida del almacenamiento frigorífico

Tabla 12. Datos de °Brix en Black Gold al inicio y salida del AF

Tesis	Inicial	Control	1-MCP	MAP	1-MCP+MAP
T-1	11,9	9,7	9,3	8,3	10,5
T-1	10,3	8,1	8	7,2	9,1
T-1	10,3	9,3	8,2	10,1	9,4
T-2	8,2	11,6	9,5	11	11,4
T-2	8,4	9,5	9,5	9,4	7,5
T-2	7,1	10,7	9,8	12	9,2
T-3	8,5	8,1	9,8	8,3	7
T-3	8,5	12,2	9,9	11,2	8,4
T-3	8,7	10,2	9,6	9,7	12
T-4	9,4	10,5	9,2	9,8	9,7
T-4	10,2	8,8	9,5	9,7	9,3
T-4	8,3	10,1	9,1	9,5	9,1

Final de TVC

Tabla 13. Datos de °Brix en Black Gold al final del TVC

Tesis	Control	1-MCP	MAP	1-MCP+MAP
T-1	9,3	8,6	10,5	9,7
T-1	7,3	10,4	12,5	10,3
T-1	9,3	10,3	7,5	8,9
T-2	9,1	8,4	8,6	10,2
T-2	13,9	12	9,1	10,5
T-2	8,4	8,4	9,7	10,7
T-3	11,3	11,7	9,4	9,8
T-3	8,9	13,2	8,9	9,2
T-3	9,8	8,4	10,5	10,2
T-4	11,1	10,5	10,1	10,5
T-4	9,3	9,1	9,2	9,2
T-4	9,1	10,8	9,7	10,1

7.2 DATOS DE FIRMEZAS POR VARIEDADES

7.2.1 Black Amber

Inicio y salida del almacenamiento frigorífico

Tabla 14. Datos de Firmeza en Black Amber al inicio y salida del AF(kg/cm²)

Tesis	Inicial	Control	MAP	1-MCP	1-MCP+MAP
T-1	3,85	5,2	4,9	2,2	3,7
T-1	5,15	4,65	4,15	3,15	3,9
T-1	4,25	3,9	3,3	4,85	4,35
T-2	5,2	3,95	4,85	4,7	4,65
T-2	3,95	4,85	5,4	4,55	3,65
T-2	4,8	5,75	3,95	5,8	5,25
T-3	4,2	4,6	3,6	5,3	5,2
T-3	5,05	4,25	4,15	5,2	4,9
T-3	4,6	3,5	4,45	3,25	4,65
T-4	4,8	4,35	3,85	4,6	5,7
T-4	4,3	4,6	4,05	3,8	3,9
T-4	4,25	4,55	4,35	4,6	3,85

Final de TVC

Tabla 15. Datos de Firmeza en Black Amber al final del TVC(kg/cm²)

Tesis	Control	MAP	1-MCP	1-MCP+MAP
T-1	3,1	4	5,3	2,35
T-1	3,9	1	2,8	3,4
T-1	3,45	3,65	5	3,2
T-2	2,1	4,5	3,2	3,9
T-2	4,1	1,5	3,4	3,9
T-2	2,6	2,65	4,4	3,1
T-3	3,45	1,8	3,3	4,8
T-3	1,4	4,15	3,6	3,35
T-3	3,4	2,25	2,7	3,3
T-4	2,85	1,85	4,1	3,8
T-4	1,9	2,5	3,3	3,2
T-4	1,7	3,1	3,8	3,4

7.2.2 Black Diamond

Inicio y salida del almacenamiento frigorífico

Tabla 16. Datos de Firmeza en Black Diamond al inicio y salida del AF(kg/cm²)

Tesis	Inicial	Control	MAP	1-MCP	1-MCP+MAP
T-1	4,2	2,95	3,7	3,2	2,7
T-1	4,15	3,3	4,3	3,6	3,8
T-1	4	3,5	3,05	3,55	3,55
T-2	4,25	3,75	3,4	3,2	3,2
T-2	4,45	3,5	3,45	3,4	3,3
T-2	3,45	5,45	2,8	4	4,15
T-3	3,5	3,5	3,6	3,25	3,9
T-3	3,2	3,5	3	3,5	3,55
T-3	3,05	3,3	3,2	3,55	4,95
T-4	3,2	3,55	3,8	3,85	3,55
T-4	3,5	3,55	4,05	4,35	3,6
T-4	3,4	3,2	2,85	2,7	3,85

Final de TVC

Tabla 17. Datos de Firmeza en Black Diamond al final del TVC(kg/cm²)

Tesis	Control	MAP	1-MCP	1-MCP+MAP
T-1	3,1	2,55	4,35	2,9
T-1	3	2,8	3,6	3
T-1	2,35	3,3	3,45	1,3
T-2	3,2	4,5	2	2,65
T-2	2,5	2,95	4,2	3,2
T-2	2,85	2,35	3	3,1
T-3	3,4	2,65	3,5	4,35
T-3	4,65	4,3	2,6	2,2
T-3	3,65	2,15	3,6	3,25
T-4	3,4	2,7	3,1	2,3
T-4	2,95	3,1	3,3	2,4
T-4	3,2	3,4	3,7	3,9

7.2.3 Black Gold

Inicio y salida del almacenamiento frigorífico

Tabla 18. Datos de Firmeza en Black Gold al inicio y salida del AF(kg/cm²)

Tesis	Inicial	Control	MAP	1-MCP	1-MCP+MAP
T-1	3,9	2,6	3,5	3,1	2,45
T-1	4	5,2	3	3	3
T-1	3,95	3,25	3,2	4,1	3,75
T-2	4,4	3,95	5,8	3,7	3,95
T-2	4,25	5,4	3,4	3,1	2,3
T-2	3,75	3,6	4,55	3,45	4,9
T-3	3,6	4,15	3,8	4	3,65
T-3	3,85	3,45	4,9	3,2	4,8
T-3	3,65	3,45	2,75	4,3	3,5
T-4	3,75	3,2	3,9	3,3	3,5
T-4	3,65	3,95	3,85	3,95	3,45
T-4	3,95	3,7	3,85	3,45	3,8

Final de TVC

Tabla 19. Datos de Firmeza en Black Gold al final del TVC(kg/cm²)

Tesis	Control	MAP	1-MCP	1-MCP+MAP
T-1	1,1	2,85	3,3	2,2
T-1	1,3	3	3,15	2,1
T-1	0,9	1,3	3,8	3,15
T-2	1,8	1,3	1,7	4,25
T-2	3,3	2	3,65	2,75
T-2	2,85	1,7	2,3	3,85
T-3	1,7	3,5	2,45	2,45
T-3	1,9	2,1	2,7	3,55
T-3	1,5	1,7	2,1	3,4
T-4	1,4	2,4	2,7	3,2
T-4	1,5	2,1	2,4	2,4
T-4	1,1	2,6	3,2	3,1

7.3 DATOS DE PESOS POR VARIEDADES

7.3.1 Black Amber

Tabla 20. Datos de Pesos en Black Amber en distintos momentos del ensayo (gramos)

Tesis	Inicial	Control		MAP			1- MCP			1-MCP+MAP		
		AF	TVC	Inicial	AF	TVC	Inicial	AF	TVC	Inicial	AF	TVC
T-1	53,6	52	49,7	87,5	86,4	82,2	74,8	73,1	69,7	59	58,5	54,7
T-1	57,2	55,5	52,1	60,9	60,2	57	65,2	63,5	59,6	60	59,7	57,5
T-1	58,6	56	52,4	51,7	51,3	48,4	78,5	77	72,6	65,5	65,1	62,3
T-2	61,1	59,8	57	87,8	86,9	84,1	59,2	58,5	56,5	59,7	59,3	56,8
T-2	61,6	60	56,9	61,9	61,3	58,2	59,1	57,8	55,1	84,4	83,6	77,3
T-2	54,6	53,5	51,4	65,9	65,5	63,3	75,9	74,3	71,3	84,8	84,6	79,3
T-3	59,2	57,4	54,3	50	49,6	46,9	72,7	71,9	68,9	67,5	67,3	63,5
T-3	48	46,8	44,4	83,8	83,3	79,7	91	87,4	83,3	66,4	65,7	61,9
T-3	49,9	49,3	44	63,9	63,3	61	69,9	69	66,2	67,7	67,3	64
T-4	67,2	65	61,2	57,8	57,2	54,7	59,2	57,9	55,2	57,8	57,3	54,4
T-4	63,4	61,8	59,3	63,9	63,2	60,3	58,4	56,8	53,9	62,7	62,4	58,5
T-4	58,4	56,7	52,4	83,2	82,7	78,8	67,5	66,5	63,8	73,1	72,7	69,1

7.3.2 Black Diamond

Tabla 21. Datos de Pesos en Black Diamond en distintos momentos del ensayo (gramos)

Tesis	Inicial	Control		MAP			1- MCP			1-MCP+MAP		
		AF	TVC	Inicial	AF	TVC	Inicial	AF	TVC	Inicial	AF	TVC
T-1	72,1	68,9	64,1	79,9	79,5	76,7	110,5	105,1	99,3	67	66	59,6
T-1	96,7	90,4	85,2	43,2	42,6	36,4	83,4	76,7	70	67,5	67	62,8
T-1	84,9	82,5	78,8	78	77,4	72,9	69,9	68,2	66	69,5	69,2	64,8
T-2	91,9	87,9	83,5	104,3	103,2	96,3	72,9	65,9	61,1	71,1	70	63,8
T-2	73,2	67,7	61,1	63,9	63,6	61,1	93,1	88,1	84	90,3	89,2	83,3
T-2	75,1	71,5	67,7	78,3	77,5	72,1	65	59,3	54,4	82,1	81,2	78
T-3	77,1	72,6	67	70,8	70,1	65,5	110,9	102,1	93,3	76,2	75,4	70,4
T-3	104,5	98,9	92,1	53,9	53,5	50,6	63,8	61,8	58,8	63,9	63,4	58,9
T-3	104,7	102,4	98,8	89,8	89	84,5	97,2	92,2	88	102,9	102,2	93,7
T-4	54,6	51,2	48,3	83,6	82,9	77,7	91,7	84,3	76,3	71,5	71,3	67,9
T-4	67,5	62	55,8	71,9	71,3	67,2	110,9	103,1	97,2	77,4	76,9	73,2
T-4	61,8	60,6	58,5	76,3	76	72,3	59	52,32	46,1	103,9	103,4	99,8

7.3.3 Black Gold

Tabla 22. Datos de Pesos en Black Gold en distintos momentos del ensayo (gramos)

Tesis	Inicial	Control		MAP			1- MCP			1-MCP+MAP		
		AF	TVC	Inicial	AF	TVC	Inicial	AF	TVC	Inicial	AF	TVC
T-1	79,4	76,7	71,9	79	78,8	75,4	77,8	73,7	69,9	103,1	102,3	96
T-1	75,9	72,6	69,5	63,5	63,1	61,1	81,8	77,1	71,7	73	72,2	69
T-1	121,3	115,6	107	90	89,4	84,1	88,1	83,7	80,3	76,8	75,8	72,8
T-2	88	84,9	81,8	100,4	99,7	96,5	85,8	81,3	77,1	101,3	100,7	95,3
T-2	111,9	108,4	103,7	54,7	54,3	50,9	75,4	72,3	68,9	77	76,2	72,1
T-2	87,2	83,3	79,3	71,9	71,3	66,5	106,5	100	92,9	83,4	82,9	78,1
T-3	77,8	73,8	68,3	85,8	85,3	80,7	111,6	109,8	106,1	88,6	88,1	80,2
T-3	84,9	80,8	76	88,1	87,6	84,2	80,7	75,2	69,9	100,3	99,8	96,2
T-3	87,4	83,2	79,9	64,5	64,2	61,5	77,5	72,2	67,9	79,7	79,2	73,8
T-4	86,9	83,5	79,5	95,1	94,4	91,4	63,8	60,4	57,5	90,4	89,6	83
T-4	91,4	85,7	80,1	85,8	85,6	81,5	82,1	76,9	71,9	81,1	80,6	77,8
T-4	89,5	85,6	81,4	86,2	85,6	78,1	75,2	73,3	70,8	89,6	89	85,1

7.4 MEDIDAS DE PRODUCCIÓN DE ETILENO

Tabla 23. Datos de emisión de etileno en distintos momentos del ensayo (nl/g hr)

	Inicial	Black Amber			Black Diamond			Black Gold		
		0,04			0,02			0,06		
1 día a 25°C tras AF	Salida AF	0	0	0,11	0	0,05	0,42	0	0,07	0,08
	Control	0,34	0,65	0,93	0,07	0,1	0,18	0,92	1,1	1,2
	1- MCP	0	0	0	0	0	0,03	0,16	0,2	0,24
	Bolsa MAP	0	0	0,33	0	0	0	0,07	0,08	0,18
	1-MCP+MAP	0	0	0	0	0	0	0,06	0,07	0,1

7.5 DAÑOS OBSERVADOS A SALIDA DE AF

7.5.1 Black Amber

No se observó ningún daño ni anormalidad a la salida del AF

7.5.2 Black Diamond

Tabla 24. Daños observados en Black Diamond a la salida del AF

Tratamiento	Muestra	Blando	Envejecido	Daño interno	Pudriciones
Control	41		5		1
Control	39		4		1
Control	44		5		
Control	43	3	6		2
MAP	48				
MAP	50		1		
MAP	47		1		
MAP	47		2		1
1-MCP	48		4		
1-MCP	49		2		
1-MCP	50		6		
1-MCP	47		6		
1-MCP+MAP	49		1		
1-MCP+MAP	50				
1-MCP+MAP	51		1		
1-MCP+MAP	49				

7.5.3 Black Gold

Tabla 25. Daños observados en Black Gold a la salida del AF

Tratamiento	Muestra	Blando	Envejecido	Daño interno	Pudriciones
Control	39	3	4		1
Control	33		11		1
Control	33	1	7		2
Control	33		7		1
MAP	38	0			
MAP	38	1			2
MAP	34	0	2		2
MAP	33	3			
1-MCP	41		8		
1-MCP	35		2		1
1-MCP	35		2		1
1-MCP	35	4			2
1-MCP+MAP	36				2
1-MCP+MAP	36				1
1-MCP+MAP	34				1
1-MCP+MAP	37				

7.6 DAÑOS OBSERVADOS AL FINAL DEL TVC

7.6.1 Black Amber

Tabla 26. Daños observados en Black Amber al final del TVC

Tratamiento	Muestra	Blando	Envejecido	Daño interno	Pudriciones
Control	33	9			
Control	34	11			
Control	33	6			
Control	33	8			
MAP	33	1		16	1
MAP	34	0		14	0
MAP	36	1		13	0
MAP	35	2		15	1
1-MCP	33				
1-MCP	33				
1-MCP	31				
1-MCP	34	1			
1-MCP+MAP	32	3		7	
1-MCP+MAP	33			6	2
1-MCP+MAP	36	3		9	1
1-MCP+MAP	34	1		8	2

7.6.2 Black Diamond

Tabla 27. Daños observados en Black Amber al final del TVC

Tratamiento	Muestra	Blando	Envejecido	Daño interno	Pudriciones
Control	41	2	5		4
Control	39	1	1		
Control	44	1	2		4
Control	43	2	2		
MAP	48				1
MAP	50		1		6
MAP	47				1
MAP	47		2		
1-MCP	48		3		
1-MCP	49				
1-MCP	50	2			3
1-MCP	47	2	2		
1-MCP+MAP	49		2		
1-MCP+MAP	50		2		
1-MCP+MAP	51		1		
1-MCP+MAP	49		1		

7.6.3 Black Gold

Tabla 28. Daños observados en Black Gold al final del TVC

Tratamiento	Muestra	Blando	Envejecido	Daño interno	Pudriciones
Control	39		15		5
Control	33	6	3		6
Control	33		7		6
Control	33		8		3
MAP	38			6	20
MAP	38	2		4	17
MAP	34	2		6	18
MAP	33	4		5	10
1-MCP	41		6		6
1-MCP	35		2		5
1-MCP	35		2		3
1-MCP	35		4		4
1-MCP+MAP	36				22
1-MCP+MAP	38				24
1-MCP+MAP	34				11
1-MCP+MAP	37				12