



**Ramón
Catalá, Pilar
Hernández-
Muñoz, Gracia
López-Carballo,
Rafael Gavara**

*Instituto de Agroquímica
y Tecnología de
Alimentos. CSIC
rcatala@iata.csic.es*

Materiales para el envasado de frutas y hortalizas con tratamientos mínimos

La manipulación de la atmósfera de envasado, crea el concepto de envase activo que actúa para mantener e incluso aumentar la vida útil del alimento.

El envasado es una de las principales tecnologías para reducir o ralentizar el deterioro físico, químico o microbiológico que tiene lugar en mayor o menor medida en las sucesivas manipulaciones a que se ven sometidos desde el momento de la recolección hasta su consumo.

Se dispone en la actualidad de una amplia gama de envases de diferentes materiales con características adecuadas para cubrir la diversidad de demandas específicas que plantean las sucesivas fases de la manipulación, transporte, almacenamiento y comercialización de frutas y hortalizas. Los materiales tradicionales como la madera, el cartón o las fibras naturales siguen teniendo un amplio uso, pero día a día crece la utilización de materiales plásticos que sustituyen a los materiales convencionales para muchos usos, tanto más al posibilitar el desarrollo de nuevos envases y tecnologías de envasado para dar respuestas a las continuas y crecientes demandas de los consumidores de productos frescos o con tratamientos mínimos, con las máximas garantías de seguridad y calidad.

Aun con el concurso del envasado y la refrigeración la vida útil de las frutas y hortalizas frescas no va más allá de unos pocos días. Con la modificación de la atmósfera del producto envasado, se puede reducir el crecimiento microbiano, así como la velocidad de las reacciones químicas internas o el intercambio con el medio que pueden llevar a la alteración y/o pérdida de calidad de los alimentos. De esta forma, la tecnología de envasado en atmósfera modificada proporciona un método efectivo y de relativo bajo coste para extender la vida útil de frutas y hor-



talizas frescas o con tratamientos mínimos con garantía de calidad y seguridad.

Aunque el envasado en atmósfera modificada y la reducción de la temperatura retrasan el deterioro de las frutas y hortalizas frescas, no siempre es suficiente para mantener su calidad durante el periodo de comercialización que sería deseable. Como alternativa emergente se está promoviendo el uso de recubrimientos y tecnologías de envasado activo que están encontrando creciente éxito para algunos productos.

En estas notas se comenta la situación actual y los avances en las tecnolo-

gías de envasado en atmósfera modificada y de envasado activo para la comercialización de frutas y hortalizas.

Envasado en atmósfera modificada

La tecnología de envasado en atmósfera modificada (MAP) implica el reemplazo del aire atmosférico por una mezcla de gases, generalmente N_2 , O_2 y CO_2 , para lograr la reducción de la velocidad de respiración, la actividad metabólica y la pérdida de humedad del producto y la reducción o prevención del crecimiento microbiano, así como la protección de

los daños mecánicos que pueden sufrir durante la manipulación comercial hasta el consumo. En la práctica industrial el envasado en atmósfera modificada plantea exigencias específicas para cada producto y condiciones de comercialización, ya que el efecto de la composición atmosférica no es igual para todos los productos horto-frutícolas y condiciones de trabajo.

Para la elección del envase adecuado hay que tener en cuenta básicamente sus propiedades barrera frente a los diferentes gases y vapores, ya que la atmósfera que se genera naturalmente en el envase tras el cerrado es el resultado del balance entre el consumo y la producción de los gases por el producto, junto con la difusión de éstos a través del material de envase. Para el envasado de productos vegetales con altas tasas de respiración es más conveniente utilizar aire como atmósfera inicial ya que su composición se ve alterada rápidamente por el



consumo de O_2 y consiguiente generación de CO_2 , alcanzándose eventualmente, según la temperatura y la transmisión de los gases por el material de envase, un estado estacionario, o atmósfera modificada en equilibrio (EMAP), que debe adaptarse al máximo a las condiciones necesarias para la mejor conservación del producto.

La composición óptima de equilibrio en vegetales frescos varía de acuerdo con la especie, su estado de madurez, temperatura y condiciones de almacenamiento. En general, la cantidad de O_2 está por debajo de la composición del aire, siempre dependiendo del producto, pero nunca debe ser inferior al 1% para evitar procesos de respiración anaerobia y el desarrollo de microorganismos anaerobios, mientras que la cantidad

Producto autorizado^(*) para la higienización del agua de **lavado de frutos** y otras aplicaciones en campo

OxyPure-902 DW-50

Peróxido de Hidrógeno al 50% (estabilizado)

Fabricado por: **FMC Foret**

Único poseedor en España de la Clave 31 para la fabricación de Peróxido de Hidrógeno

- Previene la aparición de hongos y bacterias que producen una disminución de la vida poscosecha
- Larga persistencia
- No altera las propiedades organolépticas
- No corrosivo a dosis de uso
- Alta estabilidad y eficacia en un amplio rango de pH y temperatura
- Eficaz en presencia de materia orgánica



Alarga la vida poscosecha^(**) No genera subproductos

Minimiza el problema de rajados en tomate

(*) Producto conforme a la UNE-EN 902:2000 en cumplimiento del R.D. 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y de la Ord. SCO/3719/2005 del 21 de noviembre de 2005, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano. Nº Reg.Sanitario para la fabricación y/o elaboración y/o transformación de productos para el tratamiento de aguas: 31-002472/2.

(**) Protocolos validados en investigaciones desarrolladas con la colaboración del Departamento Producción Vegetal de la Universidad de Almería (UAL).

**CENTRO DE ESTUDIOS DE
BIOSEGURIDAD | CEBE**

Zaragoza, 8 local ■ 04716 Las Norias - ALMERÍA
Julio López, 14 bajo ■ 28002 MADRID
info@cebe.es - www.cebe.es

Atención al cliente **950 606 804**

de CO_2 es frecuentemente alta, para suprimir la síntesis del etileno y el crecimiento microbiano. Estos dos objetivos se consiguen por la selección del polímero con la adecuada permeabilidad a los gases. A partir del conocimiento de las tasas de respiración del producto en diferentes condiciones y haciendo uso de las ecuaciones de transferencia de masa en los materiales poliméricos es posible seleccionar el material de acuerdo con las condiciones de conservación y vida útil deseadas (Catalá y Gavara, 2000).

Se comercializan materiales plásticos con un amplio rango de permeabilidades con los que conseguir el equilibrio atmosférico, siendo los más comunes el LDPE y el PVC flexible, así como PS, PP y PET. Se han desarrollado modificaciones de algunos materiales con permeabilidades selectivas a los diferentes gases, con objeto de controlar su intercambio y alcanzar así la tasa de respiración adecuada del producto envasado; en general, los plásticos convencionales presentan permeabilidades al CO_2 entorno a cuatro veces superior con respecto al O_2 . También para productos con altas tasas de respiración como fresas, brécol, espárragos, champiñones, etc. que requieren un elevado intercambio de gases, se han desarrollado materiales con alta permeabilidad al O_2 , en rango de 500 a 1000 cc.mm/m².dia. atm, con polietilenos metalocénicos que, además, presentan una claridad mejorada y baja temperatura necesaria para iniciar el termosellado.

Para muchos usos se requiere un intercambio gaseoso a través del material de envase aun mayor del que puede obtenerse con los polímeros convencionales. Una alternativa cada día mas utilizada es el uso de materiales microporosos o microporados. Se pueden obtener filmes microporosos incluyendo materiales cerámicos finamente divididos, tales como zeolitas, CaCO_3 ó SiO_2 en la estructura del polímero. Seleccionando la cantidad y diámetro de los poros, puede controlarse en el interior del envase la concentración de O_2 , CO_2 , y etileno, previniendo así la acumulación de gas en el espacio de cabeza; FreshHold (River Ranch Fresh Food, CA-EE.UU.), es un ejemplo de material comercial con microporos creados por difusión de CaCO_3 en el polímero, que puede aplicarse como etiqueta ajustada a una abertura en la tapa flexible de una bandeja y permite alargar hasta tres semanas la vida útil de vegetales frescos con altas ta-

sas de respiración. Mayor intercambio gaseoso se consigue con los materiales microporados mecánicamente o por aplicación de láser, con tamaños de poro de 50-250 μm , en los que la relación transferencia O_2/CO_2 es de 1/1. Para la correcta aplicación de estos materiales puede hacerse una adecuada selección del número y tamaño de los poros mediante ecuaciones modelo de transferencia de masa en sistemas porosos (Del Valle et al., 2003); el P-Plus (Amcor Ltd., Gran Bretaña) es uno de los materiales comerciales ampliamente introducido para aumentar la vida útil para ensaladas, vegetales y frutas.

Una alternativa cada día más extendida es el uso de materiales biopoliméricos, procedentes de fuentes renovables, tanto en forma de filmes o como recubrimientos comestibles, que pueden proporcionar permeabilidad selectiva para CO_2 y O_2 , así como a la humedad. Algunos de éstos, basados en proteínas y polisacáridos proporcionan alta relación de permeabilidades CO_2/O_2 y, por tanto, permiten mantener una baja concentración de O_2 e impedir el daño por el excesivo CO_2 . Se están aplicando filmes comestibles para frutas enteras o cortadas con base almidón, ésteres de celulosa o quitosano. Bandejas rígidas y bolsas flexibles de PLA (NaturWorks-INGEO, Irlanda) se están comercializando en Europa para vegetales de ensalada y frutas cortadas.

Se están desarrollando nuevos materiales capaces de ajustar la transferencia de gases a las necesidades propias del producto envasado. Un buen ejemplo son

los polímeros que modifican su permeabilidad en función de los cambios de temperatura, al producirse una transformación reversible de estado cristalino a amorfo en su matriz polimérica a partir de una temperatura dada. Estos materiales permiten compensar los cambios en la atmósfera interior del envase que pueden producirse por los cambios en el metabolismo de los vegetales a consecuencia de las fluctuaciones de la temperatura durante el almacenamiento y distribución. Intelimer (Landec Corp. CA, EE.UU.) es un material de envasado que permite alcanzar cantidades muy bajas de oxígeno en el interior del envase sin llegar a desarrollar condiciones anaeróbicas, mediante cambios en las tasas de transmisión gaseosa por aumento/disminución de la temperatura.

Tecnologías de envasado activo

Como es bien conocido, durante el almacenamiento de productos vegetales en atmósfera modificada se generan o consumen gases como oxígeno, dióxido de carbono, etileno, etc., pues bien, con la introducción en el envase de ciertas sustancias que eliminan o generan estos gases y el control de la permeabilidad del material de envase, puede mantenerse la atmósfera adecuada para la mejor conservación del alimento envasado. Esta manipulación de la atmósfera de envasado nos lleva al concepto de envasado activo o envasado con envases activos.

Se entiende como envase activo un sistema alimento/envase/entorno que actúa de forma coordinada para mejorar la salubridad y la calidad del alimento envasado y aumentar su vida útil. Esta definición amplía el concepto de envase que pasa de ser un mero contenedor –envase pasivo– a desempeñar un papel activo en el mantenimiento o incluso mejora de la calidad del alimento envasado. Realmente, el envase corrige las deficiencias del sistema de conservación, con diversas formas de actuación, bien sobre la composición de la atmósfera interior mediante materiales selectivos o sustancias que emiten o retienen gases y vapores, o bien modifican la composición y/o características del alimento, liberando sustancias de acción positiva sobre el alimento o absorbiendo/reteniendo componentes indeseables.

Se han desarrollado envases activos para el control de diferentes problemas de deterioro o alteración de la calidad de los alimentos. Para el envasado de frutas y hortalizas están encontrando aplicación

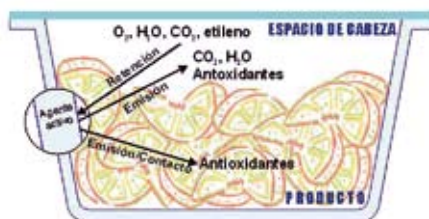
Algunas frutas y verduras presentan tasas de respiración altas, que generan en el interior del envase concentraciones de CO_2 excesivas con la consiguiente aparición de olores anómalos, cambios de color, rotura de tejidos, etc.

de sistemas activos para el control de la atmósfera de envasado o de la contaminación microbiológica (figura 1). Una amplia revisión de sistemas activos comerciales puede verse en Almenar et al. (2006).

La aplicación de absorbentes de oxígeno es una de las mejores formas de control directo del oxígeno presente en el espacio de cabeza del envase. La presencia de altos niveles de O_2 da lugar al crecimiento de microorganismos, desarrollo de olores y sabores anómalos, cambios de color y pérdidas nutricionales, causando en conjunto la reducción de la vida útil del producto envasado. La disminución del oxígeno a niveles lo más bajos posibles, sin llegar a la glicólisis anaerobia, implica la reducción de la tasa de respiración del producto, retrasa la contaminación microbiológica, la maduración y la senescencia de los productos hortofrutícolas.

El uso de sistemas absorbentes de oxígeno en combinación con la tecnología de envasado en atmósfera modificada, puede dar excelentes resultados para el

Figura 1:
Tecnologías de envases activos de aplicación para frutas y hortalizas.



envasado de frutas y verduras, ya que consigue reducirlo a niveles muy bajos (incluso $<0.01\%$), imposibles de alcanzar en las líneas de envasado por aplicación de vacío o incorporación de gases. Las tecnologías de absorción de oxígeno se basan en la oxidación de compuestos como polvo de hierro, ácido ascórbico, dienos fotosensibles, enzimas (glucosa oxidasa y etanol oxidasa), ácidos grasos insaturados, H_2 -paladio, etc., materiales normalmente combinados e introducidos en bolsitas

de un material permeable al oxígeno. Los sistemas basados en polvo de hierro mezclado con ácido ascórbico o enzimas son los más utilizados. Este polvo de hierro, en función de su cantidad, absorbe entre 5 y 2000 mL de O_2 , siendo más efectivo en combinación con materiales de envasado de buena barrera al oxígeno, que evitan su saturación y pérdida de eficacia. Todos estos compuestos también pueden encontrarse en el mercado en forma de sobres y etiquetas adhesivas, o lacados, dispersos, embebidos o inmovilizados en el propio material de envasado (usualmente en una de las capas de los complejos), siendo éstos últimos los más aceptados por el consumidor, además de eliminar riesgos de rotura accidental o ingestión de contenido presentados por las bolsas. Sistemas comerciales bien introducidos son, entre otros, Darfresh® (Cryovac, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, EE.UU.), Flavaloc™ Fresh (Garwood Packaging Inc., EE.UU.); FreshPax™ (Multisorb Technologies, EE.UU.), Freshmax® Labels (Multisorb Technologies, EE.UU.), Freshlizer® (Toppan Printing, Japón).



DA-Meter

Medidor de maduración no destructivo para frutas



El DA-Meter puede usarse en pleno campo para determinar el momento óptimo de recolección; en almacén, para establecer la mejor estrategia de conservación y de gestión de la fruta; y en el punto de venta de la distribución, para evaluar cuál será la duración de la vida poscosecha y ofrecer frutos con una maduración homogénea.

Para más información, contactar:
T.R. Turoni srl - Via Copernico 26
47100 Forlì - Italia
Tel. +39 0543 724848 - Fax +39 0543 774670
e-mail: info@trsnc.com - www.trsn.com

DA-Meter



Sistemas emisores/absorbedores de dióxido de carbono encuentran aplicación para el control del CO_2 en la atmósfera de envasado. El aumento de la cantidad de CO_2 en el interior del envase resulta muy beneficioso para prolongar la vida útil de determinadas frutas y verduras, dado el retraso de su respiración, reducción de cambios de color, aumentos de textura y retraso del desarrollo de bacterias, mohos y levaduras. La emisión de cantidades de dióxido de carbono del 20 % o más, lleva a supresión del crecimiento microbiano, además de evitar el colapso del envase o un vacío parcial causado por el consumo de O_2 , dada la alta tasa de respiración del producto hortofrutícola o el uso de un absorbedor de O_2 .

Mediante la utilización de sobres con bicarbonato sódico se consigue generar el CO_2 necesario para controlar la respiración del producto. Estos sobres suelen prepararse con materiales sintéticos altamente impermeables al CO_2 como el PVdC. En ocasiones se emplean los sobres con una doble función, es decir, la emisión del dióxido de carbono se acompaña de la absorción de oxígeno mediante el uso de carbonato ferroso o la mezcla de ácido ascórbico y bicarbonato sódico. Comercialmente se encuentran sobres de doble función como los producidos por Ageless® (Mitsubishi Gas Chemical, Japón) y Freshmax® (Multisorb Technologies, EE.UU.).

Algunas frutas y verduras presentan tasas de respiración altas, que generan en el interior del envase concentraciones de CO_2 excesivas con la consiguiente aparición de olores anómalos, cambios de

color, rotura de tejidos, etc. Para reducir estos niveles del gas se utilizan absorbedores de CO_2 , cuyo agente activo es el hidróxido cálcico o el carbón activo.

También la humedad en los productos hortofrutícolas envasados puede ser objeto de control activo con el uso de controladores de humedad. Como consecuencia de la transpiración del producto se genera en el interior del envase una acumulación de vapor de agua que, dependiendo del producto, puede desarrollar cambios no deseados como endurecimiento por desecación, absorción de humedad en la superficie, generación y acumulación de agua líquida, y condensación sobre el material de envasado, con el consiguiente efecto en la presentación del producto que puede llevar a rechazo por parte del consumidor.

Se han desarrollado diferentes sistemas para controlar los inconvenientes asociados a la transpiración de frutas y hortalizas. Con materiales desecantes, como gel de sílice, óxido de calcio, cloruro cálcico, arcillas naturales y almidón modificado, se consigue la disminución del contenido acuoso superficial de los productos, controlando así el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias. Son aplicaciones comerciales bolsitas desecantes como Tyvek, Natrasorb, Minipax, Strippax, DesiPak, DesiView (United Desiccant, EE.UU.), Sorb-it, Trisorb® (Multisorb Technologies Inc., EE.UU.). También se han desarrollado materiales que básicamente consisten en un polímero superabsorbente localizado entre dos capas de polímero microporoso, siendo las sales de poliácido y los copolímeros de almidón los más utilizados. Estos disposi-

tivos se suelen colocar en las bandejas de comercialización del producto fresco.

También, la aplicación de recubrimientos comestibles sobre frutas y hortalizas permite regular la transpiración del producto afectando, por tanto, a la fase vapor generada en el envase. Aunque tradicionalmente se empleaban ceras para evitar la deshidratación de estos productos, actualmente existe una gran variedad de formulaciones basadas en proteínas, polisacáridos o mezclas que están siendo empleadas con éxito.

Para evitar la condensación de la humedad sobre el material de envase y la formación de gotas, se incorporan a la resina del polímero antes de su extrusión aditivos antivaho tales como etoxilatos no iónicos o monoglicéridos. Estos aditivos disminuyen la tensión interfacial entre polímero y agua condensada, logrando que las gotas condensen en la superficie del plástico hasta que finalmente se unen formando una fina película continua. Esto permite al consumidor ver claramente a través del material el contenido del envase, aunque no influye en el producto por no afectar a la cantidad de agua líquida del interior del envase. En el mercado con tal fin aparecen, entre otros, Atmer (Uniquema and Ciba Specialty Chemicals, London, Gran Bretaña) y Techspere (Techmer PM, EE.UU.).

Pero, sin duda, la tecnología de envasado activo que recibe la mayor atención es el envase activo antimicrobiano. Como es bien sabido, el desarrollo de microorganismos es la principal causa de deterioro de los productos hortofrutícolas frescos. Las frutas y hortalizas procedentes del campo pueden presentar contaminación por esporas y microorganismos que permanecen en estado latente hasta que las condiciones del medio (humedad, O_2 , temperatura) son las favorables para su desarrollo. Para su control, se utilizan habitualmente diferentes sustancias antimicrobianas, aplicadas directamente sobre el producto, como complemento o alternativa a las técnicas físico-químicas de conservación. No obstante, la aplicación directa de éstos sobre la superficie del producto mediante pulverización o inmersión puede ser poco efectiva, ya que el agente ejerce un efecto limitado sobre la microbiota superficial debido a su rápida difusión al interior del producto. La incorporación de las sustancias antimicrobianas al envase puede ser, sin duda, una alternativa para mantener su actividad de

forma efectiva. Las aplicaciones potenciales de los envases activos antimicrobianos les han hecho objeto de gran atención por parte de muchos grupos de investigación, y ya hay desarrollados diferentes sistemas comerciales para la conservación de diferentes alimentos.

La acción antimicrobiana en los envases activos puede estar basada en la emisión de sustancias volátiles al espacio de cabeza del envase o en la migración del componente activo del material de envase al alimento envasado; los polímeros antimicrobianos permiten una lenta liberación de sustancias bactericidas, fungicidas o aditivos antimicrobianos compatibles con los alimentos. Otra opción es la inmovilización química o física del agente activo en el material de envase, de forma que ejerza su acción por contacto directo del producto con la superficie del envase. Asimismo, existen polímeros que presentan por sí mismos capacidad antimicrobiana, como es el caso del quitosano o capacidad antimicrobiana creada por la modificación de la superficie, como son algunas poliamidas tratadas por irradiación.

Las sustancias volátiles antimicrobianas comunes como SO_2 , ClO_2 o etanol incorporadas al material de envase permiten controlar el crecimiento de hongos y bacterias; el SO_2 , incorporado al material como metabisulfito, es el más utilizado por su efectividad frente al crecimiento de mohos en frutas. Otros compuestos volátiles que han recibido atención son algunos componentes de alimentos. Compuestos como el hexanal, 1-hexenol, benzoato de metilo, 2-nonanona, entre otros componentes de algunos aromas de alimentos, inhiben el crecimiento de hongos; la 2-nonanona, volátil propio del aroma de la fresa, muestra propiedades fungistáticas que aumentan la vida útil de fresas y manzanas.

Un amplio número de sustancias no volátiles de acción antimicrobiana pueden incorporarse a materiales poliméricos formando parte como componentes de los mismos, de donde pueden migrar al alimento envasado, o bien inmovilizando la sustancia activa sobre el material de envase, de forma que la acción se ejerza por contacto del producto envasado. Son

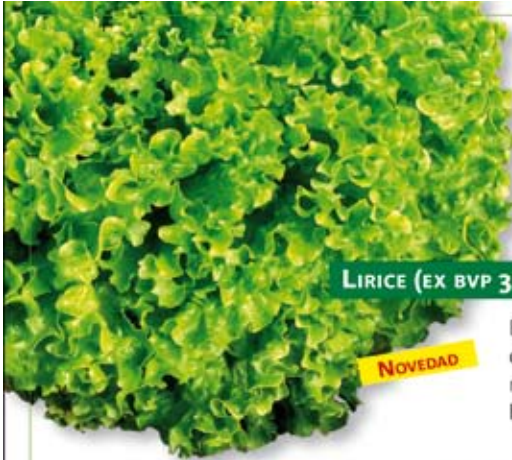
muchas las sustancias antimicrobianas estudiadas: ácidos orgánicos débiles -acético, benzoico, sórbico, cítrico, propiónico-, entre otros, o sus sales; enzimas -lisozima, glucosa oxidasa-; bacteriocinas -nisina, pediocina-; fungicidas sintéticos -imazalil-; metales -plata, cobre, zirconio-; extractos naturales de plantas -romero, tomillo, orégano, etc. En general, los materiales desarrollados utilizan como base polímeros sintéticos convencionales, mayoritariamente poliolefinas, pero actualmente hay un interés creciente en la utilización de biopolímeros. Biopolímeros basados en polisacáridos como celulosa y derivados, almidón, alginatos, carragenatos y quitosanos, y también derivados de proteínas como zeína de maíz, gluten de trigo, caseína, aislados de soja o colágeno y gelatina, entre otros, han sido base para el desarrollo de biopolímeros activos antimicrobianos.

Para saber más...

En www.horticom.com?73170 se puede encontrar la bibliografía y referencias utilizadas para este artículo.

LECHUGAS VILMORIN,

LA NUEVA GENERACIÓN DE PRIMAVERA/VERANO.



LIRICE (EX BVP 30173)

NOVEDAD

Batavia de tipología abierta, color verde claro mate y tacto muy suave.
HR : Bl:1-26 / Nr:0



PITICE

Plasticidad y rendimiento.
HR : Bl:1-26 / Nr:0



COMICE

Presentación comercial y peso.
HR : Bl:1-26



NYPHEA

Verde rubio y productividad.
HR : Bl:1-25 / Nr:0



ABBICE (EX BVP 6263)

NOVEDAD

Batavia de color verde brillante, tipología abierta y base muy bien cerrada.
HR : Bl:1-26 / Nr:0
IR : LMV:0



www.vilmorin.com

Vilmorin Iberica S.A. - C/ Joaquín Orozco, 17 bajo
03006 ALICANTE - ESPAÑA
tel : 902 19 34 36 - fax : 96 592 20 44
E-mail : ibericalicante@vilmorin.es

Responsables comerciales:
Zona Norte - Pedro Pesquera : 649 47 33 78
Zona Nordeste - Jaime Velilla : 616 93 11 87

JUNTOS INNOVAMOS PARA VOSOTROS