

Humidificación ultrasónica

Productos frescos (F&V)

Evaluaciones y estudios

 **CONTRONICS**

 **BIOAZUL**
AGUA • ENERGÍA • MEDIO AMBIENTE

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. EL PROYECTO FRESH-DEMO	1
3. EVALUACIÓN EN TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO. PROYECTO FRESH-DEMO	2
3.1 Fresas.....	2
3.2 Espárragos.....	4
3.3 Melocotones y nectarinas	5
3.4 Uva de mesa	6
3.5 Coliflor y escarola	7
3.6 Cuadro resumen.....	8
4. EVALUACIÓN EN ALMACENAMIENTO DE LECHUGAS Y BERRIES. CENTRO TECNOLÓGICO ADESVA.....	9
4.1 Lechugas.....	9
4.2 Berries	11
4.3 Conclusiones.....	14
5. EVALUACIÓN EN PUNTO DE VENTA. PROYECTO FRESH-DEMO.....	14
5.1 Aumento de ventas en supermercado.....	15
5.2 Reducción del desperdicio de alimentos	15
5.3 Ahorro energético	15
5.4 Ahorro en costes laborales.....	15
5.5 Conclusiones.....	16
6. EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE HUMIDIFICACIÓN ULTRASÓNICA POR LA UNIVERSIDAD DE WAGENINGEN	17
6.1 Metodología.....	17
6.2 Resultados.....	18
6.3 Análisis de legionela.....	23
6.4 Discusión	24
6.5 Conclusiones.....	25
6.5.1 Conclusiones. Comparación del expositor de productos frescos Contronics con un expositor normal a 20 °C de forma continua.	25
6.5.2 Conclusiones. Comparación del expositor de productos frescos a 20 °C de forma continua con un expositor normal a 20 °C y refrigeración por la noche.	26



1. INTRODUCCIÓN

CONTRONICS ENGINEERING BV, fabricante de los sistemas de humidificación ultrasónica comercializados por BIOAZUL S. L., nace en **Holanda** en el año 1981, desarrollando su **primer humidificador ultrasónico en 1984**. Este primer sistema fue ya exitosamente integrado en cámaras de refrigeración, evitando la desecación y deterioro de los productos frescos de forma natural.

En el año 2002 Contronics fue galardonada con el premio EUREKA LYNX por su innovación y éxito comercial.

En la actualidad, Contronics es la **empresa líder del mercado europeo en la humidificación de productos frescos**, con una red comercial que se apoya en 30 distribuidores repartidos por todo el mundo, siendo BIOAZUL S. L. su socio en España.

Con una producción superior a 5.000 sistemas por año, más de 26.000 equipos se encuentran funcionando actualmente en todo el mundo.

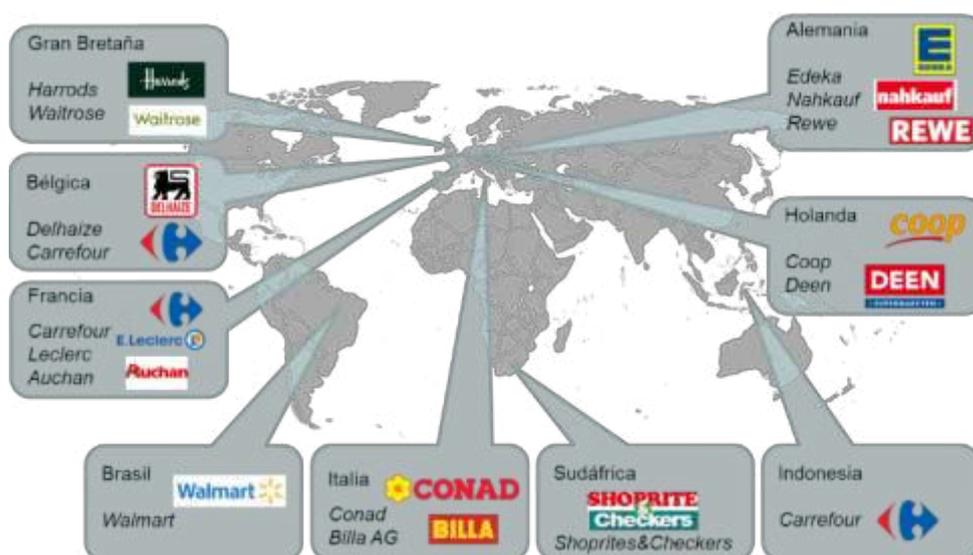


Figura 1. Ejemplos de clientes y sistemas operativos en el mundo.

El presente documento recoge **diferentes evaluaciones de la tecnología de humidificación ultrasónica**, demostrando su eficacia en la conservación y mejora de la calidad de los productos frescos. Las evaluaciones que se exponen a continuación son:

- Proyecto FRESH-DEMO
- Evaluación ADEVA
- Evaluación UNIVERSIDAD DE WAGENINGEN

2. EL PROYECTO FRESH-DEMO

El Proyecto FRESH-DEMO (www.fresh-demo.eu), llevado a cabo entre marzo de 2015 y marzo de 2017, se desarrolla con el propósito **de evaluar y obtener datos actualizados sobre la eficacia de la tecnología de humidificación ultrasónica** para **preservar y mejorar la frescura y calidad de frutas y vegetales** a lo largo de toda la cadena de suministro de dichos productos, desde la postcosecha hasta el punto de venta, pasando por el almacenamiento y el transporte.

Este proyecto de evaluación ha sido financiado con fondos de la Comisión Europea, dentro del Programa H2020 y cumple, entre otros, con los siguientes objetivos:

- Incrementar la frescura, vida útil y calidad de frutas y vegetales mediante la creación de un ambiente fresco, húmedo y seguro a lo largo de toda la cadena de suministro.
- Reducir los residuos orgánicos producidos por unas condiciones de transporte o almacenaje inadecuadas.
- Reducir el consumo energético en comparación con los sistemas de refrigeración convencionales que no tienen aporte de humedad.
- Evaluar el potencial ahorro de costes derivado de su aplicación y por tanto el incremento de competitividad del sector a nivel europeo.

Entre las empresas que participaron y apoyaron el Proyecto, además del fabricante de la tecnología y de BIOAZUL, se encuentran distribuidores de fruta y verdura como UNIVEG (www.univeg.com), cadenas de supermercados como VAN GURP BV (www.plus.nl) o EDEKA (www.edeka.de), asociaciones del sector como FRESHFEL (www.freshfel.org), y centros de investigación especializados en la industria agroalimentaria como TTZ (www.ttz-bremerhaven.de), quien se encarga de realizar gran parte de las evaluaciones aquí presentadas.

3. EVALUACIÓN EN TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO. PROYECTO FRESH-DEMO

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el marco del proyecto FRESH-DEMO para la evaluación de la tecnología en transporte y/o almacenamiento mediante su uso con diferentes productos. Para ello, en cada caso se toma como referencia una muestra de producto cuyo transporte y/o almacenaje se realiza en las condiciones de trabajo habituales (sin humidificación).

Señalar además que las condiciones de transporte equivalen a las condiciones de almacenamiento, al tratarse en ambos casos de cámaras frigoríficas con los mismos parámetros de temperatura y humedad.

3.1 Fresas

Las condiciones de transporte y almacenaje de referencia (C) son las siguientes:

- Temperatura 2-4 °C
- Sin humidificación

Las condiciones de transporte y almacenaje con humidificación son las siguientes:

- Temperatura 1 °C
- Humedad relativa 96 %
- Se evalúan los resultados sobre producto
 - Con embalaje plástico perforado (HF)
 - Sin embalaje (H)

En cuanto al tiempo de transporte y almacenaje, podemos ver en la siguiente tabla la **evolución de las pérdidas de peso durante 11 días**.

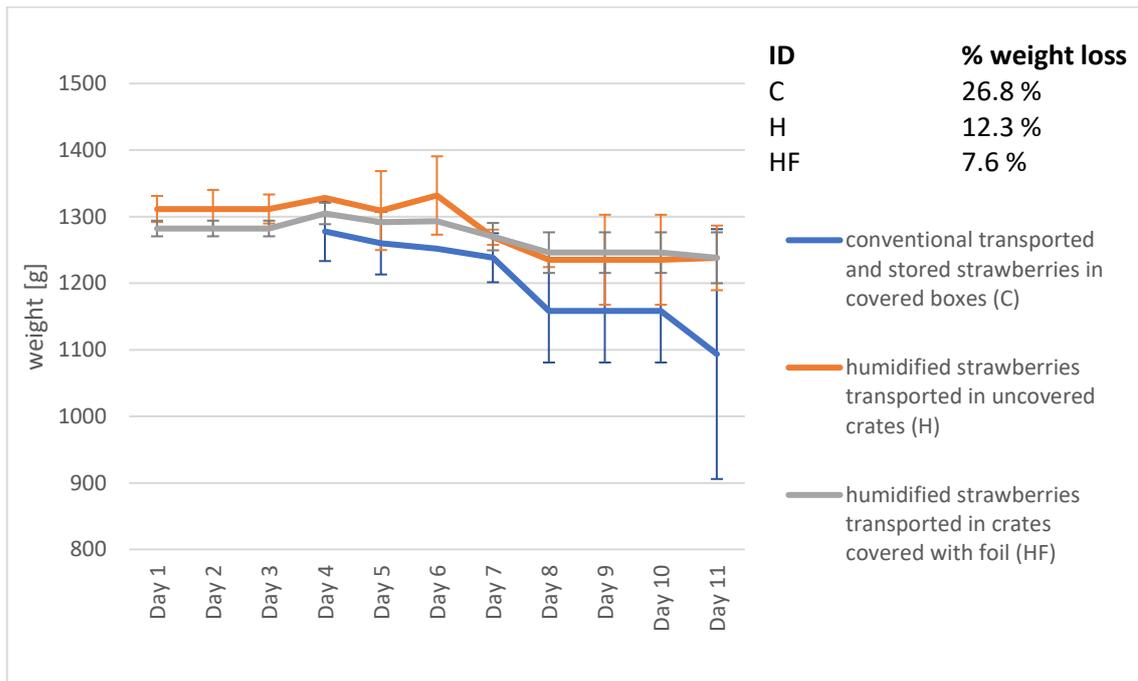


Figura 2. Influencia de la humidificación ultrasónica en la pérdida de peso en fresas.

Otros parámetros controlados, además de las pérdidas de peso: contenido en polifenoles, pH o vida útil entre otros, ofreciendo los productos sometidos a humidificación ultrasónica mejores resultados que los sometidos a almacenaje y transporte convencional. Por ejemplo, las fresas con humidificación presentan, además de una mayor vida útil, un mejor aspecto visual que el resto, como puede apreciarse en la siguiente imagen.



Figura 3. A la izquierda SIN humidificación, a la derecha CON humidificación.

En cuanto a la comparativa entre aquellos productos **con embalaje y sin embalaje**, la utilización de los sistemas de humidificación ultrasónica presenta una **eficacia similar en ambos casos**, si bien algunos parámetros son más positivos en uno u otro:

- Las fresas sometidas a humidificación y sin empaque, ofrecen mejores resultados en parámetros tales como el análisis sensorial, el contenido de polifenoles o la hidratación.
- Las fresas sometidas a humidificación y con empaque, por su parte, presentan mejores resultados en la reducción de las pérdidas de peso y en la no variación del pH.

3.2 Espárragos

Para los espárragos, las condiciones de trabajo en los productos de referencia (C) son las siguientes:

- Temperatura 5 °C
- Sin humidificación

En cuanto a los productos sometidos a humidificación (H), tenemos:

- Temperatura 5 °C
- Humedad relativa 88 %

En este caso se considera una tercera partida de producto con las siguientes condiciones:

- Temperatura 5 °C
- Productos envueltos en paños húmedos (TC)

La Figura 4 muestra la **evolución de las pérdidas de peso durante el almacenamiento**, destacando que la menor pérdida de peso tiene lugar en los espárragos almacenados en cámara con humidificación ultrasónica.

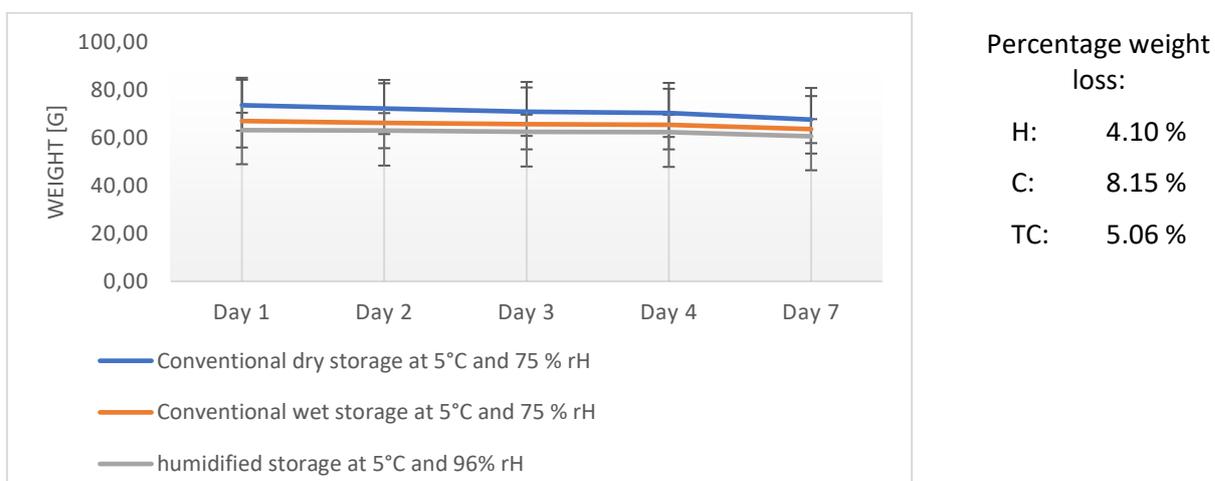


Figura 4. Influencia de la humidificación ultrasónica en la pérdida de peso en espárragos.

Por otro lado, en la Figura 5, podemos ver una comparación visual de los 3 tipos de producto evaluados. Se aprecia que los espárragos conservados en cámara con humidificación ultrasónica (en el centro) tienen un aspecto más fresco y un color blanco más atractivo que los almacenados bajo otras condiciones de conservación. Estos últimos presentan en ambos casos manchas superficiales. Además, el buen aspecto de aquellos almacenados con humidificación se corresponde con una evaluación sensorial positiva, ya que, tras cocinarlos de diferentes formas, los espárragos con humidificación se evalúan con mejor gusto y mayor sabor.





Figura 5. Comparación entre espárragos almacenados envueltos en paño húmedo (a la izquierda), con humidificación ultrasónica (en el centro de la imagen), y en condiciones normales (a la derecha).

3.3 Melocotones y nectarinas

Para esta evaluación, los productos fueron almacenados 15 días durante los cuales se realizó el seguimiento de su evaluación, tanto con humidificación como sin humidificación (convencional), controlando los siguientes parámetros:

- Toma de imágenes diaria
- Pérdida de peso, inspección visual para la detección de moho o productos en descomposición.
- Evaluación sensorial tras 7 y 15 días.
- pH, contenido de polifenoles, análisis microbiológico y otros análisis a realizar en laboratorio.

El informe de resultados muestra las siguientes conclusiones:

- **La humidificación minimiza las pérdidas de peso de los productos.** Tanto melocotones como nectarinas presentan incluso un ligero aumento de peso durante el primer día de almacenamiento. La Figura 6 nos permite ver la evolución de las pérdidas de peso en los 15 días de evaluación, resultando que los productos almacenados en cámara y con humidificación ultrasónica tienen unas pérdidas de peso de 3,52 %, frente al 7 % del sistema de conservación convencional. Esto es, **se reducen las pérdidas de peso en un 50 %.**

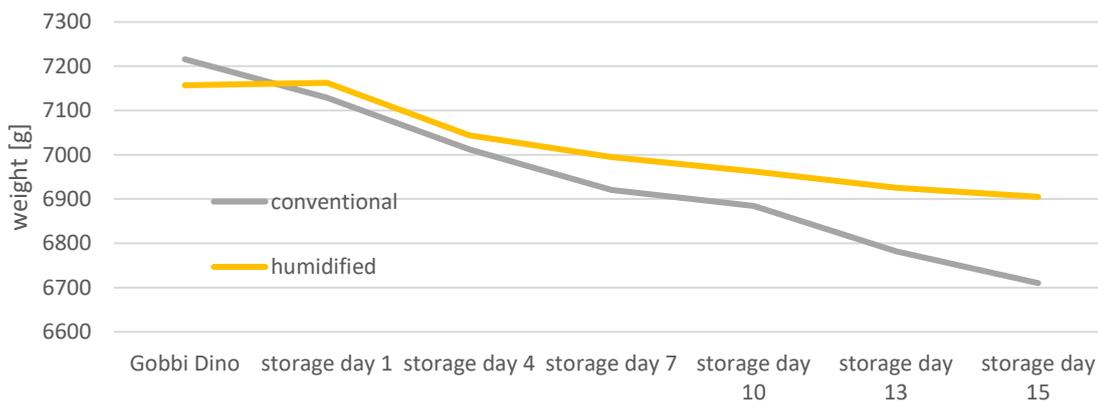


Figura 6. Influencia de la humidificación ultrasónica en la pérdida de peso en melocotones y nectarinas.

- Los productos con humidificación presentan en todo momento un **mejor aspecto visual** que los productos en almacenaje convencional (Figura 7).
- Se detecta una influencia positiva de la humidificación en el contenido de vitamina C de melocotones y nectarinas. En el caso de las nectarinas aumenta además el contenido de polifenoles.
- La evaluación sensorial en los días 7 y 15 identifica en ambos casos a los productos tratados con humidificación como **más frescos y con más sabor**.
- En lo que respecta al análisis microbiológico, no se detecta ninguna variación significativa, al igual que con otros parámetros estudiados.
- **La vida útil de los productos aumenta** notablemente (Figura 7).



Figura 7. Influencia de la humidificación ultrasónica en la vida útil y aspecto de melocotones y nectarinas.

3.4 Uva de mesa

Realizada de forma similar a la evaluación de melocotones y nectarinas, las conclusiones extraídas para la uva de mesa son las siguientes:

- En las uvas almacenadas en condiciones de humidificación ultrasónica se observa una **reducción en las mermas de peso de casi un 50 %** (Figura 8), así como un **aspecto visual más atractivo**, no detectándose muestras de moho o deterioro y con un aumento de vida útil de hasta 5 días (Figura 9).

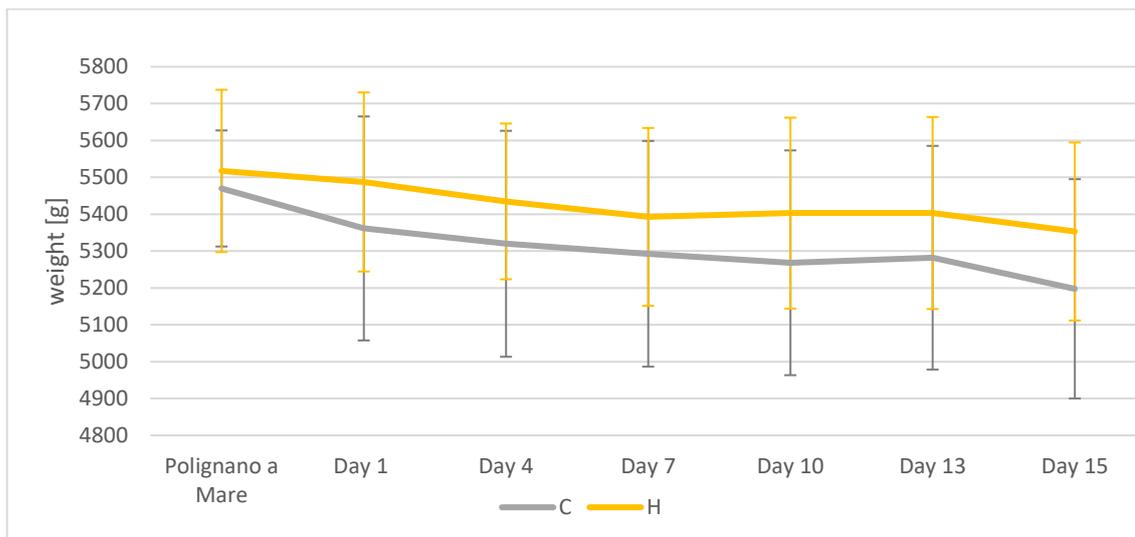


Figura 8. Influencia de la humidificación ultrasónica en la pérdida de peso de uva de mesa.

Day 15

Conventional

Humidified

Humidified and treated with Formula 5



After day 15 of storage conventional stored (C) table grapes offered first decay and non-equal areas on the surface (black marked area on left picture). Humidified stored (H and HD) table grapes did not have any decay or non-equal structures.

Figura 9. Influencia de la humidificación ultrasónica en la vida útil y aspecto de la uva de mesa.

- Otros parámetros como el contenido en polifenoles y vitamina C también mejoran significativamente.

3.5 Coliflor y escarola

Los productos se almacenan durante 15 días con una humedad relativa media del 90 % y se consideran los siguientes parámetros:

- Toma de imágenes diaria
- Pérdida de peso, inspección visual para la detección de moho o productos en descomposición.
- Evaluación sensorial tras 7 y 15 días.
- pH, contenido de polifenoles, análisis microbiológico y otros análisis a realizar en laboratorio.

En este caso, **las pérdidas de peso se minimizan** hasta un 3 %. Tanto la escarola como la coliflor presentan una **aparición más fresca** cuando se conservan con humidificación ultrasónica, como se aprecian en Figura 10 y Figura 11.

Day 11: Conventional



Humidified



Humidified and Formula 5 treated



The conventional escarole offered directly after delivery a brown stalk whereas the humidified and humidified and Formula 5 treated escarole even on day 11 do not have such dark brown stalk. Additionally the leaves looked fresher and more intense green directly after delivery and on all storing days. The humidified and humidified and Formula 5 treated escarole offered more taste and flavour and a better freshness.

Figura 10. Influencia de la humidificación ultrasónica en la vida útil y aspecto de la escarola.



Figura 11. Influencia de la humidificación ultrasónica en la vida útil y aspecto de la coliflor.

3.6 Cuadro resumen

Como se ha podido comprobar, **todos los productos evaluados han mejorado en frescura, vida útil, aspecto visual y calidad bajo condiciones de transporte y/o almacenamiento con humidificación ultrasónica.**

El cuadro de la Figura 12, muestra un resumen de todos los productos y sus principales parámetros bajo condiciones de transporte y/o almacenamiento convencionales (C) o con humidificación ultrasónica (H).

Tipo de producto	Fresa		Uva de mesa		Nectarina	
ID	C	H	C	H	C	H
Pérdida de peso (%)	26.8	7.6	5.0	3.0	7.0	3.5
Apariencia	marchita	fresca	marrón	fresca	manchas	fresca
1er día moho/mellas	5	11	15	13	10	8
Análisis sensorial	ácido	intenso	ácido	intenso	Sin sabor	intenso
Ganancia vitaminas (%)	16.0	23.9	31.0	28.3	60.1	55.0

Tipo de producto	Melocotón		Coliflor		Escarola		Espárrago	
ID	C	H	C	H	C	H	C	H
Pérdida de peso (%)	5.1	2.5	4.5	3.4	7.2	3.7	8.2	4.5
Apariencia	manchas	fresca	marrón	fresca	marchita	fresca	marrón	fresca
1er día moho/mellas	7	3	5	11	13	15	2	5
Análisis sensorial	sin sabor	intenso	fuerte	intenso	marchita	intenso	sin sabor	intenso
Ganancia vitaminas (%)	36.0	40.7	20.1	9.2	36.9	5.1	No evaluable	

Figura 12 Resumen completo de los resultados obtenidos para todos los ensayos realizados.

4. EVALUACIÓN EN ALMACENAMIENTO DE LECHUGAS Y BERRIES. CENTRO TECNOLÓGICO ADESVA

4.1 Lechugas

El Centro Tecnológico de la Agroindustria ADESVA realiza en sus instalaciones ensayos con el objetivo de cuantificar los beneficios que el uso de los equipos de humidificación ultrasónica de CONTRONICS y BIOAZUL aportan al proceso de conservación y almacenamiento de los productos frescos (frutas y verduras).

Para ello, se dispone de 2 cámaras de conservación refrigeradas de 11,00 m3, una con humidificación ultrasónica (H), marcando una humedad relativa del 80 %, y otra en condiciones normales, sin humidificación (C), tal y como se ve en la Figura 13.

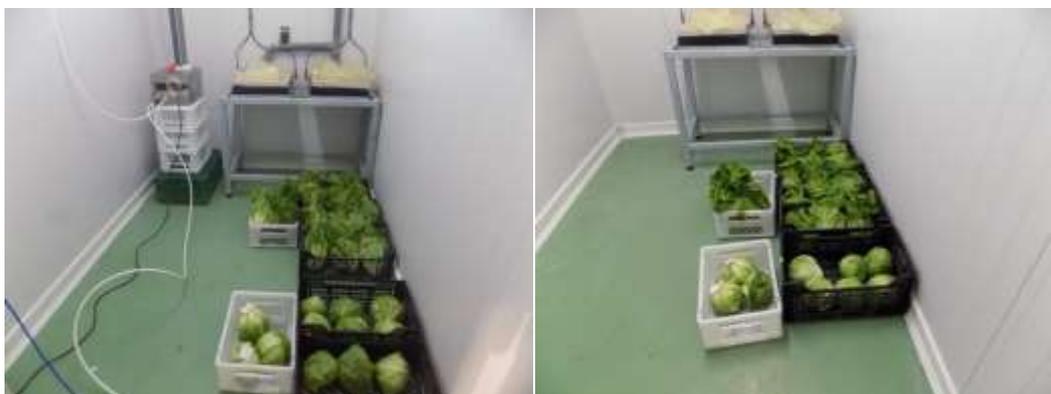


Figura 13. Cámara con humidificación ultrasónica (izquierda) y sin humidificación (derecha).

Se estudian los efectos de la tecnología sobre 2 variedades de lechuga, Iceberg (V1) y Romana (V2), simulando condiciones de almacenamiento (3 días a una temperatura de 3 °C) y punto de venta (11 días a una temperatura de 9-10 °C).

Durante los 14 días que dura el ensayo, se miden las siguientes variables: pérdida de peso, firmeza, aspecto interno y externo, marchitamiento, oscurecimiento del tallo, descomposición y aparición de moho. Siendo la conclusión general que el almacenamiento de la lechuga en cámara refrigerada con humidificación ultrasónica mejora notablemente la calidad del producto y su vida útil.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- **Reducción de pérdida de peso** del 43% en la variedad Iceberg y de hasta 82% en la variedad Romana. Resultados obtenidos en cámara con humidificador ultrasónico (H) en comparación con cámara sin tratamiento de humidificación (C).

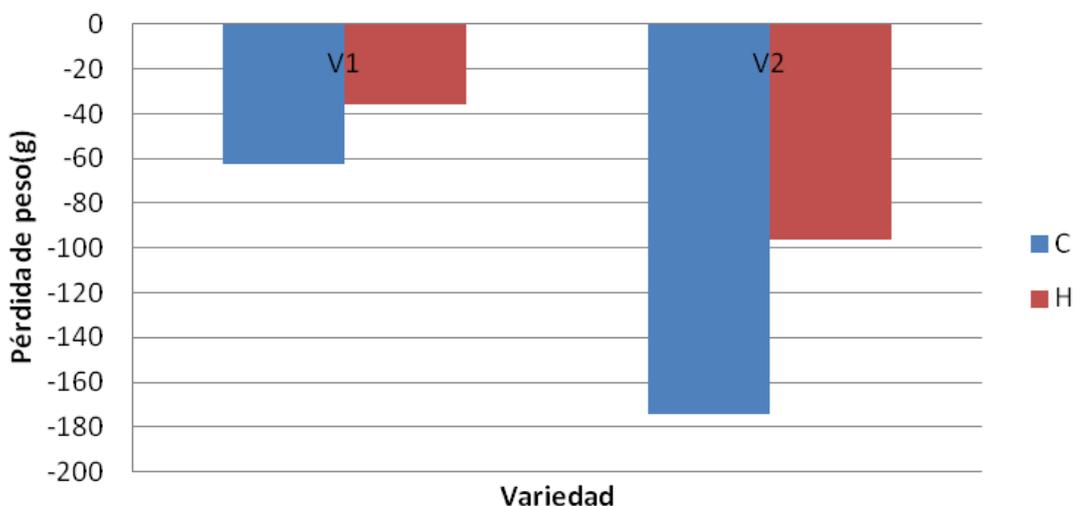


Figura 14. Pérdidas de peso.

- **La apariencia externa** a lo largo de la vida útil mostró una **mejora** en (H) de 1.5 puntos en la escala Kader, en comparación con (C).

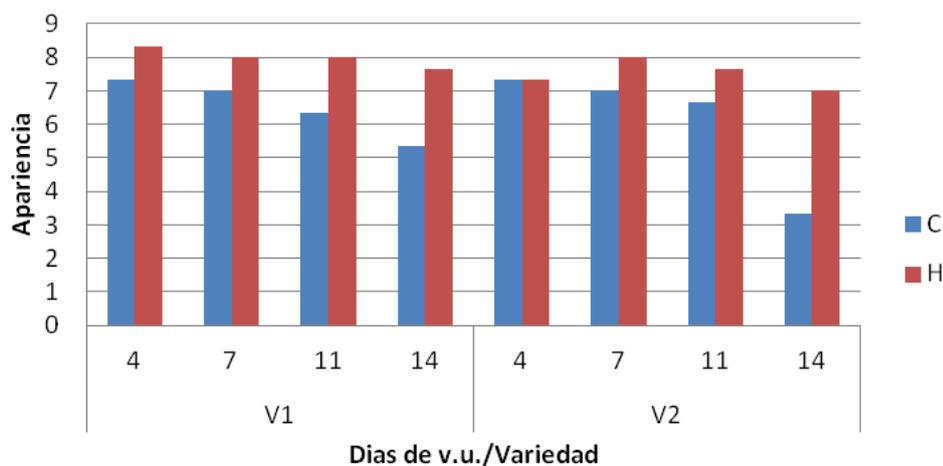


Figura 15. Gráfico de apariencia.

- El **marchitamiento** (i.e. deterioro y arrugamiento de la hoja) en muestras de variedad Romana fue el que mostró la mayor mejora cuando se aplicó (H), con una **disminución** de 2 puntos en la escala Kader al compararlo con (C).



Figura 16. Apariencia de la variedad Romana aplicando humidificación (izquierda) y SIN humidificación (derecha)

- Sólo hubo un caso de moho que apareció en la variedad Romana en condiciones (C) tras 14 días.
- No se determinó el análisis sensorial ni la ganancia de vitaminas (%).

4.2 Berries

Para las berries, se realizó igualmente un ensayo comparativo en laboratorio (Planta Piloto ADESVA) con dos cámaras de frigoconservación de 11 m³, una de ellas con la tecnología instalada de humidificadores ultrasónica (HR 80 %), suministrado por la empresa Bioazul, y la otra sin humidificador, simulando la frigoconservación convencional. El desarrollo del ensayo se efectuó en 2 tipos de berries diferentes: **fresa y frambuesa**, y 3 variedades para cada cultivo. En el caso de la fresa se contó con los siguientes cultivares: Primoris (V1), Rábida (V2) y Rociera (V3). Para la frambuesa se contó con las variedades: DJ (V1), Sapphire (V2) y Adelita (v3). Se ha utilizado un diseño experimental de bloques al azar, con dos réplicas y cuatro tomas de muestras. En el experimento se conservaron los cultivares, 3 días a 3 °C (simulando el almacenamiento) y el resto de días a 9 °C-10 °C, simulando su temperatura en expositor. El estudio se prolongó hasta 9 días de vida útil para la fresa y hasta 11 días en el caso de la frambuesa.

Las variables estudiadas a lo largo de la vida útil fueron, para la fresa (Figura 17): pérdida de peso, °BRIX (SST), firmeza, apariencia, sabor, magulladura seca (dry bruise), magulladura húmeda (wet bruise), deshidratación, podredumbre y desarrollo del moho. Los resultados indicaron diferencias significativas entre ambos sistemas de frigoconservación, **destacándose por su mejor comportamiento en menor pérdida de peso y mejor comportamiento ante la aparición de moho y mejores valores de defectos combinados, el sistema de frigoconservación con humidificador ultrasónico** (suministrado por Bioazul). Con este sistema se consigue una mejora respecto a la pérdida de peso del 50 % para la variedad Primoris, del 52 % para la variedad Rábida y del 58 % para la variedad Rociera, en el caso de la fresa. Y del 49 % para la variedad Dj, del 54 % para la variedad Sapphire y del 52 % para la variedad Adelita, en el caso de la frambuesa (Figura 18). Como conclusión general, se demuestra que la conservación de la fresa y la frambuesa almacenada en frigo-conservación y con el sistema de humidificación ultrasónico instalado mejora la calidad y prolonga los días de vida útil.

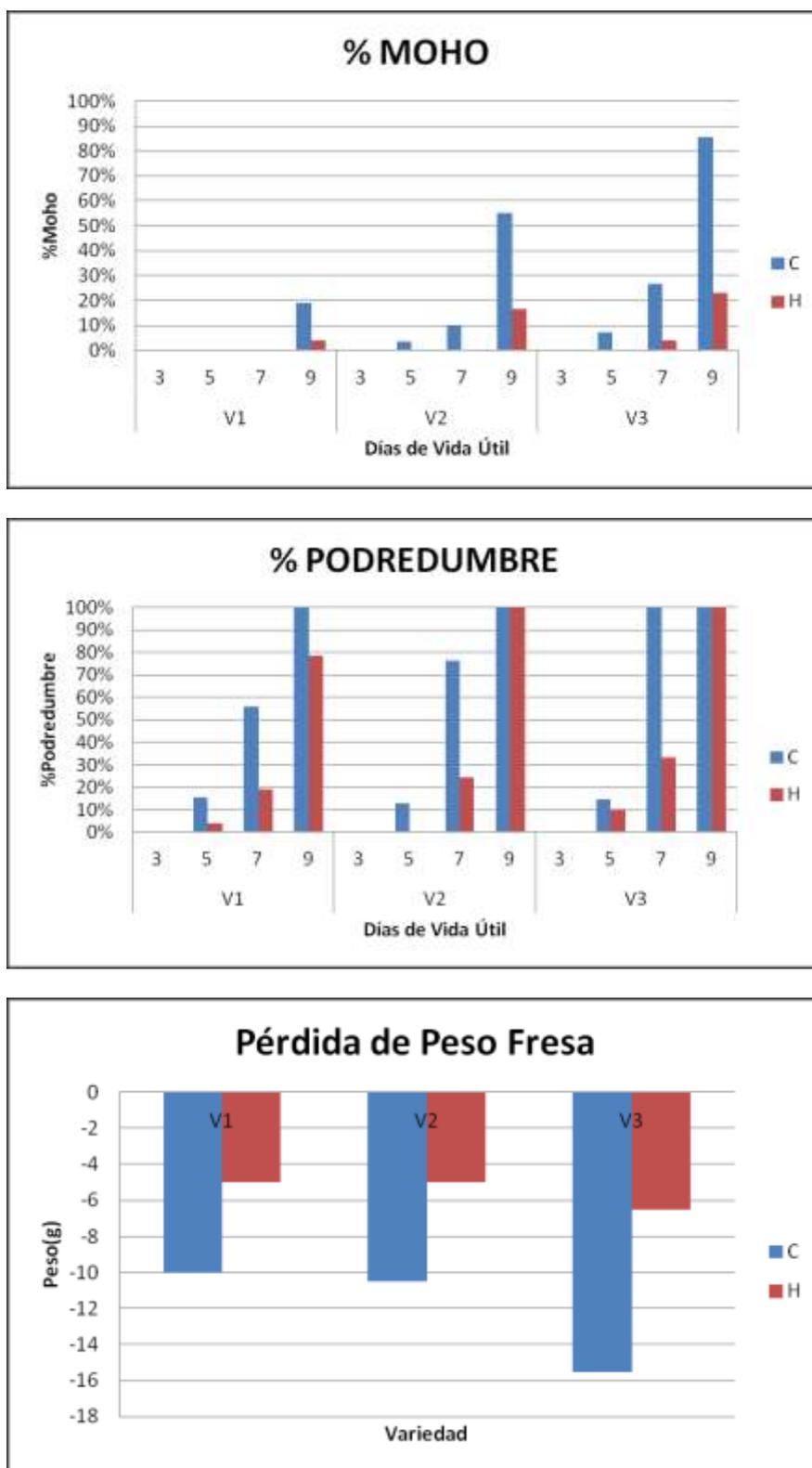


Figura 17. Algunas de las variables estudiadas para la fresa.



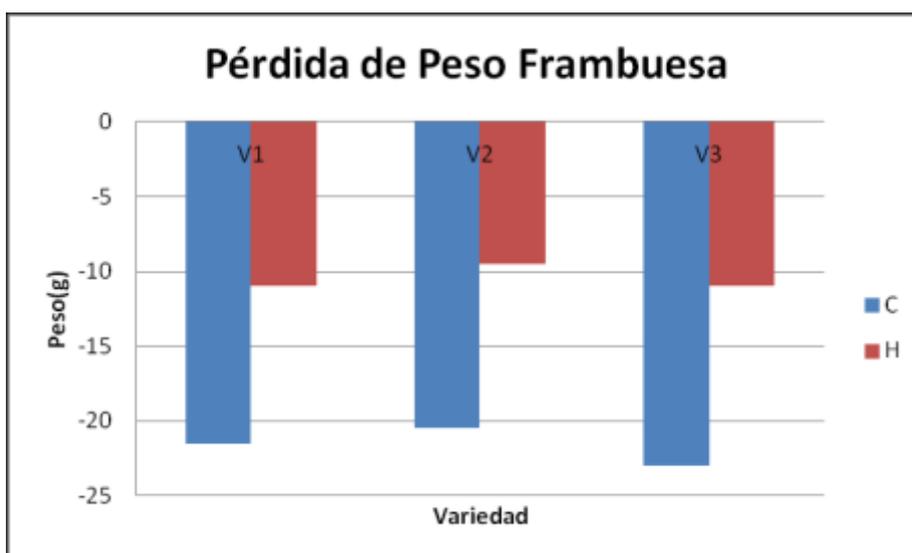
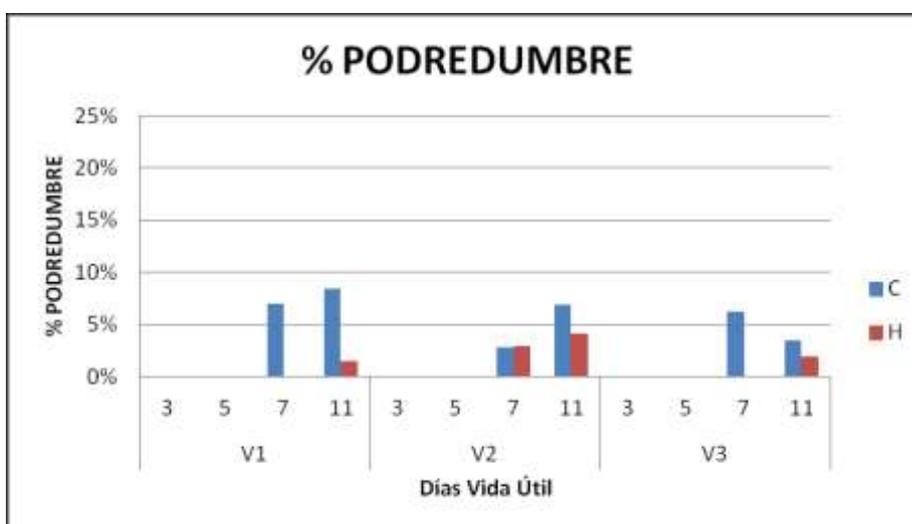
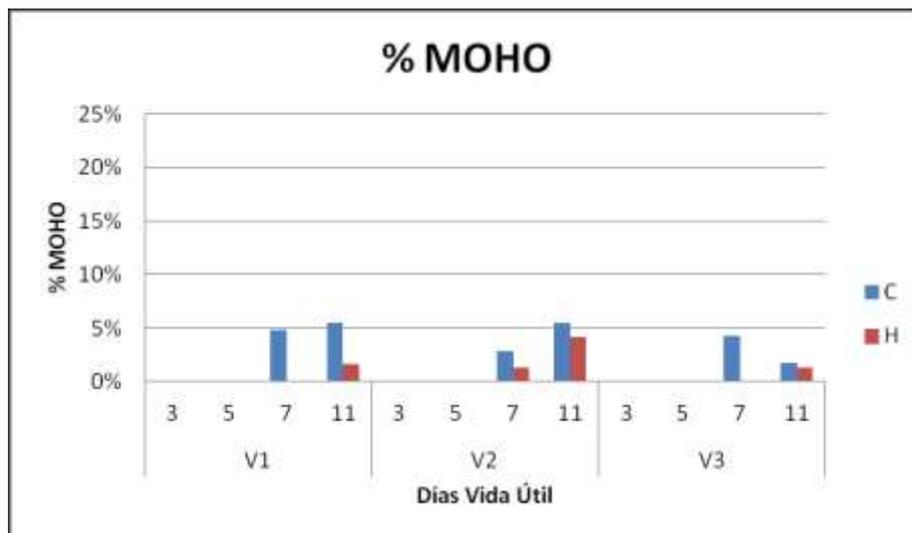


Figura 18. Algunas de las variables estudiadas para la frambuesa.

4.3 Conclusiones

Las conclusiones extraídas de este ensayo realizado se resumen brevemente en las siguientes afirmaciones obtenidas:

- La pérdida de peso a lo largo de los días de vida útil ha sido un parámetro diferenciador entre ambos tratamientos (cámara con sistema humidificador ultrasónico) vs (cámara sin tratamiento con humidificador). Repitiéndose el mismo comportamiento en variedades ensayadas. En el caso de la fresa se ha conseguido los siguientes niveles de mejora: la variedad 1 (Primoris) ha mostrado hasta un 50 % menos de pérdida de peso en la tesis “H” que en el control, la variedad 2 (Rábida) ha mostrado hasta un 52 % menos de pérdida de peso en la tesis “H” y la variedad 3 (Rociera) ha llegado a índices de mejora del 58 % menos de pérdida de peso en la tesis “H”.
En el caso de la frambuesa se aprecian los mismos resultados con los siguientes valores de mejora: La variedad 1 (Dj) ha presentado un 49 % menos de pérdida de peso en la tesis “H”; la variedad 2 (Saphire) ha mostrado una mejora del 54 % para la pérdida de peso en la tesis “H”; y la variedad 3 (Adelita) ha mejorado la pérdida de peso hasta un 52 % para la tesis “H”.
- La aparición de Moho también ha presentado diferencias significativas al comparar ambos sistemas de conservación. El sistema de Humidificación Ultrasónica de Bioazul mejora el comportamiento del producto frente a este factor. Siendo la variedad 1 (Primoris) la que ha mostrado mejores resultados en el caso de la fresa; y las variedades 1 (Dj) y 3 (Adelita) en el caso de la frambuesa.
- La frambuesa ha mostrado diferencias significativas en cuanto a la aparición de podredumbre. Con un mejor comportamiento de la tesis “H”.
- Los defectos combinados es otro parámetro que ha evidenciado diferencias estadísticas significativas en el caso de la fresa, presentando los siguientes valores de mejora al séptimo día de su vida útil: para la variedad 1 (Primoris) el índice de mejora ha sido del 60 %, para la variedad 2 (Rábida) la mejora ha sido del 64 % y para la variedad 3 (Rociera) el nivel de mejora ha alcanzado el 65 %.
Para las frambuesas este parámetro no mostrado diferencias significativas en el análisis estadístico. Pero si que ha mostrado en el día 7 de la vida útil niveles de mejora reseñables: la variedad 1 (Dj) ha presentado una mejora del 67 %, la variedad 2 (Saphire) ha llegado hasta el 45 % y la variedad 3 ha mostrado una mejora del 70 %.
- El resto de parámetros considerados en el estudio no han sido tan reveladores para cuantificar las diferencias mostradas respecto a la calidad entre ambos tratamientos. No se han encontrado diferencias significativas.

Cómo conclusión general, la validación de este ensayo demuestra que **la conservación de la fresa y frambuesa almacenada en frigo-conservación y con el sistema de humidificación ultrasónico instalado mejora la calidad y prolonga los días de vida útil** con respecto del sistema de frigoconservación tradicional.

5. EVALUACIÓN EN PUNTO DE VENTA. PROYECTO FRESH-DEMO

Con objeto de acreditar la eficacia de la tecnología de humidificación ultrasónica a lo largo de toda la cadena de suministro de frutas y verduras, el Proyecto FRESH-DEMO contempla la evaluación y toma de datos en los siguientes puntos de venta:

- Supermercados “PLUS VAN GURP” (expositor de 12,5 y 25 m²) (Roosendaal, Holanda).
- Supermercados “EDEKA” (Bremerhaven, Alemania).

Los resultados obtenidos se exponen en los siguientes apartados.

5.1 Aumento de ventas en supermercado

Una alta calidad y frescura de la fruta y verdura son aspectos clave para la venta de tales productos. Los datos recogidos durante el proyecto han un incremento en el número de visitas (y por tanto de ventas) debido a la alta satisfacción del cliente y a una mejor reputación del vendedor.

El incremento de visitas supuso un **aumento de ingresos por venta de frutas y verduras al año** de aproximadamente **10 % (1.800 €)** para el **supermercado con expositor pequeño** y de aprox. **5 % (9.600 €)** en el **supermercado con expositor de mayor superficie**.

El análisis de beneficios resultó en un aumento de ingresos para un **periodo de 15 años** que oscila **entre 36.000 € y 105.000 €** en expositor de 12,5 y 25 m², respectivamente.

5.2 Reducción del desperdicio de alimentos

Gracias a la mejora de las condiciones de almacenamiento (humedad y temperatura, extensión de vida útil) se obtuvo una reducción importante en el desperdicio de fruta y verdura y se logró un aumento de ventas gracias a la prolongada frescura del producto. Para determinar la reducción del desperdicio alimentario, todos los residuos de fruta y verdura se registraron con precisión.

La cantidad de **residuos por frutas y verduras** estropeadas en los dos supermercados “van Gulp” **se redujo en un 35% (2.350 kg) y 25% (4.773 kg)** en los expositores de 12,5 y 25 m², respectivamente. Considerando un valor promedio de 1 € por kilo, se estima un **ahorro anual** derivado del desperdicio alimentario **valorado en 2.350 € para un expositor de 12,5 m² y 4.773 € para un expositor de 25 m²**. Este ahorro se traduce además en fruta y verduras que pueden a su vez ser vendidas y, por tanto, la facturación anual de cada supermercado aumentará.

En el análisis de beneficios, la reducción del desperdicio alimentario del 35 y 25%, respectivamente, se tradujo en **beneficios de 25.600 € y 56.700 € por expositor, a lo largo de un periodo de 15 años**.

5.3 Ahorro energético

Gracias al efecto adiabático por enfriamiento, generado por la tecnología de humidificación, se produce un ahorro energético. Debido a este efecto, no será necesario enviar la fruta y verdura a la cámara de refrigeración durante las horas de cierre del supermercado. El producto puede permanecer en el expositor de la tienda lo que se traduce en un menor consumo energético en las cámaras de refrigeración.

Desafortunadamente, no se pudo documentar en el marco del proyecto el ahorro energético en las cámaras de refrigeración del supermercado van Gulp, ya que el espacio liberado en cada cámara fue utilizado para almacenar otros productos y, por tanto, la factura eléctrica no se vio alterada.

El **ahorro energético anual** debido al efecto por enfriamiento adiabático se estimó en **720 € para el expositor de menor tamaño y 1.440 € para el expositor mayor**.

El análisis de beneficios, a consecuencia del **ahorro** producido por el efecto de enfriamiento adiabático o el uso alternativo de las cámaras de refrigeración, oscila **entre 7.800 y 16.000 € por expositor a lo largo de 15 años**.

5.4 Ahorro en costes laborales

Debido a que el producto se puede mantener en el expositor durante la noche, gracias al efecto de enfriamiento adiabático combinado con una alta humedad relativa (sin reseca el producto), se producirá un ahorro considerable en la mano de obra necesaria. Así, no será necesario enviar los productos a la cámara de refrigeración. Además, como consecuencia de la extensión de la vida útil de los productos, se reducirá el trabajo de selección manual y retirada de frutas y verduras estropeadas de cada expositor.

El **ahorro en mano de obra** en los supermercados “van Gulp” se registró en aprox. **28 minutos al día** para el supermercado con expositor de mayor superficie. Con un coste horario de 10.61 €, el **ahorro**

total anual es de **2.138,98 €**. Para el supermercado con expositor de menor tamaño, se espera un ahorro de **1.750 €/año**.

En el análisis de beneficios se muestra que el **ahorro estimado en costes laborales** para el supermercado “van Gulp” varía **desde 19.000 € hasta 23.000 € por expositor**, al extrapolar el ahorro anual a lo largo de un **periodo de 15 años**.

5.5 Conclusiones

En el caso de los supermercados van Gulp, con expositores de 12,5 y 25 m² **el análisis de beneficios para un periodo de 15 años se estima en aprox. 88.400 € y 200.700 €** dependiendo del tamaño del expositor:

Tipo de beneficio	Beneficio en supermercado van Gulp según tamaño de expositor	
	12,5 m ² (pequeño)	25 m ² (grande)
Reducción de residuos alimentarios [€]	25.600	56.700
Aumento en ventas [€]	36.000	105.000
Ahorro energético [€]	7.800	16.000
Ahorro de costes laborales [€]	19.000	23.000
Beneficio total [€]	88.400	200.700

Figura 19. Beneficios significativos para un periodo de 15 años, en supermercados van Gulp.

Para realizar los cálculos del **análisis coste-beneficio**, se han comparado los beneficios con los gastos de inversión y operativos. El gasto de inversión para el sistema de humidificación incluye el coste unitario anual para la instalación completa del sistema (humidificadores y equipo asociado: unidad de ósmosis inversa, controlador, sensores de humedad y temperatura y una bomba). El gasto operativo incluye el mantenimiento del sistema de humidificación y el coste de agua y electricidad.

Expositor pequeño:

Gastos de inversión: 5.690 € que se amortizará en un periodo de 15 años

Gastos de operación: 10.606 € en un periodo de 15 años

Expositor grande:

Gastos de inversión: 11.380 € que se amortizará en un periodo de 15 años

Gastos de operación: 21.210 € en un periodo de 15 años

Para un expositor pequeño, se obtiene un beneficio total de 72.104 € tras 15 años de operación. Para un expositor grande, se obtiene un beneficio total de 168.110 € tras 15 años de operación.

En ambos casos, el periodo de retorno de inversión es de menos de tres meses.

Estos datos, obtenidos en dos supermercados van Gulp, fueron corroborados además por la información obtenida en el supermercado **EDEKA Bremerhaven** (Alemania). Especialmente para productos como **fresas o espárragos**, donde EDEKA informó de un **aumento en ingresos de hasta un 50-60 %**. Otros productos lograron un aumento de aprox. 20-30 %. De media, se estima que **el ingreso total mediante la venta de frutas y verduras puede sufrir un aumento de hasta un 35 %** a través de la implementación de la **tecnología UltraFRESH**.

6. EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE HUMIDIFICACIÓN ULTRASÓNICA POR LA UNIVERSIDAD DE WAGENINGEN

Con el objetivo de tener una evaluación independiente sobre su sistema, Contronics solicitó una evaluación de sus sistemas a la **Universidad de Wageningen** (Wageningen University and Research Centre, en Holanda), **referencia mundial** de la industria agroalimentaria.

6.1 Metodología

En una gran cámara climática, se instalaron tres expositores completos con siete productos de frutas o verduras (foto 1). Se usaron productos frescos destinados a la venta minorista, procedentes de un mayorista habitual. Se incluyeron tres cajones de cada producto por cada expositor de productos frescos, como se muestra en la tabla 1 a continuación.

Los productos se conservaron en estos expositores durante 48 horas, después de las cuales se llevó a cabo una evaluación de calidad. Las condiciones de la cámara climática se correspondían con las de un supermercado a 20 °C y un 60 % de HR.

Los tres expositores de productos frescos comparados fueron los siguientes:

- 1) Expositor normal: simulación de 48 horas en el estante a 20 °C.
- 2) Refrigeración: expositor normal en el que los productos frescos se cubrieron y guardaron durante la noche (2 x 12 horas en total) en otro almacén refrigerado a 8 °C.
- 3) Contronics: expositor en condiciones estándares de supermercado con el sistema de humidificación Contronics para fruta y verdura, sin refrigeración por la noche.



Foto 1. Configuración de la prueba de los tres expositores de productos frescos. De delante a atrás, expositor Contronics, con refrigeración y normal.

zanahorias 3	tomates 3	tomates 1	uvas 3	plátanos 3	endibias 3
judías verdes 3	lechugas 3		uvas 2	plátanos 2	endibias 1
endibias 2	plátanos 1		zanahorias 2		lechugas 1
judías verdes 2	lechugas 2	uvas 1	tomates 2		plátanos 2

Tabla 1. Distribución de los productos en los expositores.

Cuando se completó la prueba, se extrajeron 500 ml de humedad del sistema de humidificación Contronics y un laboratorio certificado los analizó en busca de legionela.

6.2 Resultados

Pérdida de peso

La pérdida de peso la causa casi por completo la pérdida de humedad. Cuanto mayor sea la pérdida de humedad, mayor es el riesgo de que se produzcan problemas de marchitez o arrugamiento.

Tras 48 horas, se determinó la pérdida de peso de todos los productos (tabla 1a, 1b y 1c, y figura 1).

Las lechugas, zanahorias y judías verdes: los productos más sensibles a la pérdida de peso

La refrigeración durante la noche produce en general la mitad de pérdida de humedad en comparación con el expositor normal. Sin embargo, el expositor de productos frescos Contronics "Fresh in - Fresh out" presenta una reducción adicional y demostrada estadísticamente de pérdida de humedad. Véanse también las fotos de la 2 a la 4.

Producto/Tratamiento	Normal	Refrigeración	Contronics
Lechugas	12,6	6,0	3,6
Zanahorias	11,6	5,0	3,2
Judías verdes	9,2	4,4	3,2

Tabla 1a. Porcentaje de pérdida de peso después de 48 horas en el expositor. La diferencia de color del tratamiento significa que es estadísticamente diferente.

Las endibias, los plátanos y las uvas: productos algo menos sensibles a la deshidratación

Para los productos menos sensibles a la deshidratación, la *refrigeración* del expositor durante la noche proporciona una reducción estadística de la pérdida de peso en comparación con el expositor *normal*. Estadísticamente, no hubo ninguna diferencia entre el expositor de *refrigeración* y el expositor de *productos frescos Contronics "Fresh in - Fresh out"*.

Producto/Tratamiento	Normal	Refrigeración	Contronics
Endibias	2,9	1,4	1,0
Plátanos	2,4	1,2	0,7
Uvas	2,2	1,1	0,4

Tabla 1b. Porcentaje de pérdida de peso después de 48 horas en el expositor. La diferencia de color significa que el tratamiento es estadísticamente diferente. El mismo color significa que no hay ninguna diferencia estadística.

Los tomates en rama: los productos menos susceptibles a la deshidratación

Los tomates no son muy susceptibles a la deshidratación. Solo los tallos son susceptibles a la deshidratación, pero, puesto que constituyen una parte muy pequeña del peso del tomate, esta deshidratación no se refleja en una pérdida de peso.

Producto/Tratamiento	Normal	Refrigeración	Contronics
Tomates	0,6	0,4	0,3

Tabla 1c. Porcentaje de pérdida de peso después de 48 horas en el expositor. El mismo color significa que no hay ninguna diferencia entre los distintos métodos de tratamiento.

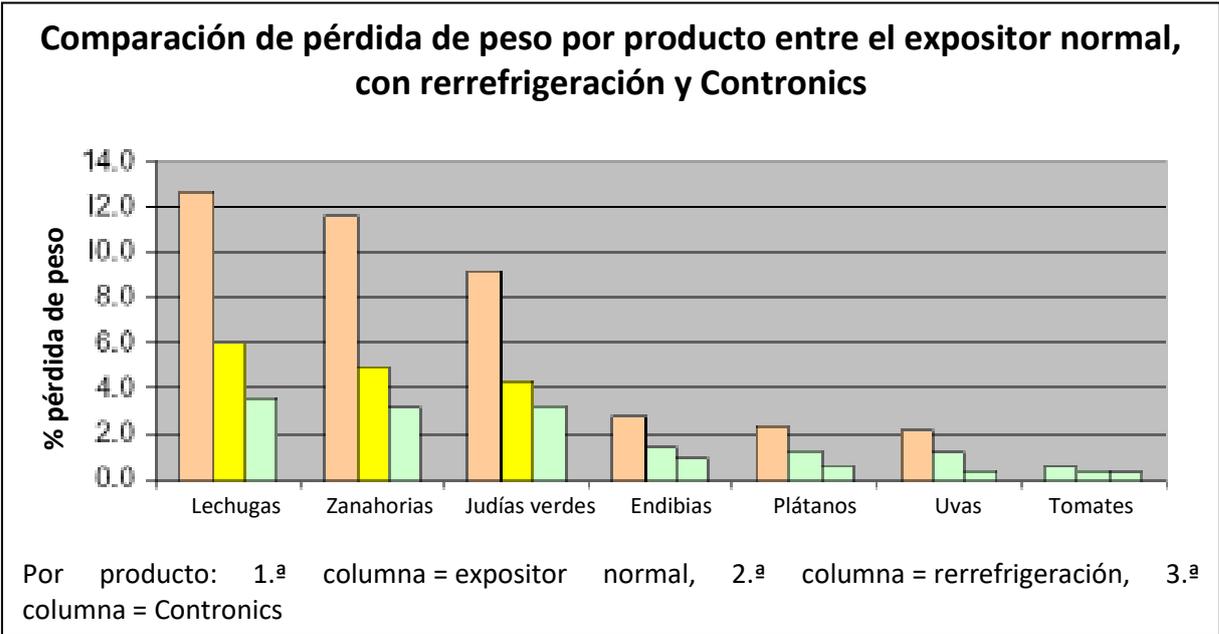


Figura 1. Pérdida de peso después de 48 horas en el expositor de productos frescos. Si dentro de un mismo producto el color de la columna es diferente, significa que el método de exposición produce un porcentaje significativamente diferente de pérdida de peso.

Otras diferencias de calidad

Lechugas

En los tres expositores, se observó la misma cantidad de manchas en la parte inferior de las lechugas (véase la foto 5). Se produjo una variación en la pérdida de humedad por la cual las lechugas del expositor *normal* (que no se pudieron vender) quedaron marchitas. Las lechugas que se refrigeraron por la noche estaban ligeramente más firmes, mientras que las lechugas del expositor *Contronics* presentaban una buena turgencia. Véanse las fotos de la 2 a la 4.



Fotos 2 y 3. Lechugas después de 48 horas en el expositor normal (izquierda); lechugas después de 48 horas en el expositor con refrigeración (derecha).



Foto 4. Lechugas después de 48 horas en el expositor de productos frescos Contronics.



Foto 5. Están presentes los mismos signos de manchas en el expositor normal (izquierda) y en el expositor Contronics (derecha), pero la deshidratación es mayor en el expositor normal.

Zanahorias

Las hojas de las zanahorias del expositor *Contronics* estaban mucho más frescas que aquellas del expositor *normal*. También se podía apreciar una diferencia clara en la zanahoria. Las zanahorias del expositor *normal* parecían "elásticas", mientras que las del expositor *Contronics* podían "doblar" ligeramente. La calidad de las zanahorias del expositor de *refrigeración* se situaba entre la de los expositores *normal* y *Contronics*.

Judías verdes

Después de 48 horas, pudo observarse un poco de moho en todos los contenedores con judías verdes. El desarrollo del moho no dependió del tipo de expositor, sino que se originó debido a una contaminación al principio del experimento. Las judías verdes de la capa superior de los contenedores del expositor *normal* tenían claramente menos firmeza que aquellas del expositor *Contronics* o de *refrigeración*. No hubo diferencias entre estos dos últimos expositores.

Endibias

Algunas endibias tenían los bordes marrones después de las 48 horas en el expositor, pero esto no dependió del método de exposición. Con respecto a la firmeza, no hubo diferencias visibles entre los tres expositores.



Foto 6. Las endibias a veces presentaron bordes marrones, pero esto no dependió del método de exposición.

Plátanos

En uno de los contenedores del expositor *Contronics*, los plátanos tenían manchas de humedad, como se observa en la foto 7. Se debió a que el contenido de humedad no fue el correcto al principio. Esto se resolvió después de un ajuste.

No hubo diferencias visibles entre los plátanos de los tres expositores.



Foto 7. Plátanos con manchas de humedad.

Uvas

En los tres métodos de exposición, la turgencia de la fruta fue buena. Solo pudo observarse una diferencia en los tallos de las uvas en cuanto a hidratación y color. Los racimos del expositor *normal* tenían los tallos deshidratados. En el caso de la *refrigeración*, los tallos también estaban deshidratados, pero no tanto, y con el expositor *Contronics* los tallos eran más verdes y de aspecto más fresco (foto 8).



Foto 8. Izquierda: las uvas del expositor normal tienen los tallos deshidratados. Derecha: las uvas del expositor Contronics tienen los tallos más frescos.

Tomates en rama

No hubo diferencias entre los tomates de los tres expositores. Solo las hojas de los tomates del expositor *normal* estaban ligeramente más deshidratadas y amarillas que las hojas de los tomates del expositor *Contronics* o de *refrigeración*. No hubo diferencias entre estos dos últimos.

Después de 48 horas en el expositor de productos frescos Contronics, la calidad de todos los productos de la prueba fue al menos la misma o mejor que con un expositor de productos frescos sin humidificación.

6.3 Análisis de legionela

El sistema de humidificación del expositor de productos frescos Contronics no recircula el agua, sino que tiene filtros de agua para el funcionamiento correcto de la humidificación ultrasónica. Todo ello actúa como una barrera para los microorganismos y el sistema se desinfecta automáticamente todos los días usando ozono. Al final de esta prueba, se condensó y recopiló humedad (500 ml) mediante la técnica de placa fría, y un laboratorio certificado la analizó. Los resultados del análisis se aportan a continuación.

INFORME DEL ANÁLISIS

Informe de características	EDE-401115-0
Sustituye a	-
Fecha del informe	12/07/2010
Persona de contacto	Betsy Brinkman-Verburg
Página 1 de 1	

SILLIKER
Food Safety & Quality Solutions

Agrotechnology & Food Sciences Group AFSG Finance & Control Postbus 17 6700 AA Wageningen PAÍSES BAJOS

Recibido de Wageningen UR Food & Biobased Research (anteriormente Agrotechnology & Food Innovations B.V.) Bornseweilanden 9, gebouw 118 6708 WG Wageningen, PAÍSES BAJOS	
Fecha de recepción	02/07/2010
Número de proyecto	AGROTE-L-EDE-100022
Número de pedido	307314

Datos de la muestra
N.º 1382901

Producto	: agua
Fecha de la muestra	: -
Fecha de inicio del análisis	: 02/07/2010
Responsable del muestreo	: cliente
Condición a la recepción	: refrigerada
Descripción del punto de regulación	: prueba de legionela de agua en forma de vapor
Condición del envasado	: sin abrir

Resultados del análisis

Q	Método de análisis	Resultado	Dimensiones	Valor guía	Fecha de finalización
Q	Legionela de acuerdo con NEN 6265	< 100	UFC/l	100	11/07/2010
	Coste de manipulación de la muestra para el agua	+	-	-	02/07/2010

Evaluación final de la investigación: No se observa legionela.
Fuente: Cantidad de legionela en agua.

No se detectó legionela en el vapor recuperado.

6.4 Discusión

Los resultados de esta investigación muestran que un expositor de productos frescos equipado con el humidificador Contronics puede tener un impacto positivo en la calidad de los productos frescos del expositor. El efecto principal de esta aplicación es la limitación de la pérdida de peso, que está relacionada con determinados aspectos de la calidad, como unos productos más firmes y frescos, y menos marchitos y deshidratados.

En esta investigación, examinamos específicamente la calidad después de 48 horas de simulación de exposición.

Los productos frescos que perdieron menos humedad durante este periodo *también mostraron una pérdida de calidad visible para los consumidores más lenta* en estos aspectos.

En esta investigación, no fue posible realizar una estimación realista de la posible degradación en una situación práctica.

El ciclo de la vida de los productos varía en gran medida, pero en el caso de los productos susceptibles o los plazos de comercialización, la limitación de la pérdida de humedad tendrá sin duda una influencia positiva gracias a una *menor degradación*.

La aplicación del expositor de productos frescos Contronics "Fresh in - Fresh out" aporta una mejor (o, como mínimo, similar) calidad del producto que la procedente de un expositor normal con refrigeración por la noche. Por este motivo, la aplicación ofrece un *ahorro de mano de obra* potencial, puesto que evita el transporte de productos a un almacén refrigerado y desde este.

Una condición limitadora es que el nivel de humidificación debe ajustarse correctamente. Si el nivel de humidificación es demasiado elevado, los cajones y los productos pueden mojarse, lo que puede suponer efectos negativos en la calidad de los productos. Esto debe evitarse. La humedad suministrada puede ajustarse con facilidad y también es posible ajustarla localmente cerrando la abertura de salida.

6.5 Conclusiones

En aras de la claridad, las conclusiones se han dividido en dos secciones, según las cuales la aplicación de 48 horas del expositor de productos frescos Contronics "Fresh in - Fresh out" se compara con lo siguiente:

6.5.1) 48 horas en un expositor normal a 20 °C/60 % de HR de forma continua.

6.5.2) 48 horas en un expositor normal a 20 °C/60 % de HR con regreso a un almacén refrigerado a 8 °C por la noche (2 x 12 horas) después de taparse.

6.5.1 Conclusiones. *Comparación del expositor de productos frescos Contronics con un expositor normal a 20 °C de forma continua.*

En comparación con 48 horas en un expositor normal a 20 °C/60 % de HR de forma continua, la aplicación del expositor de productos frescos Contronics "Fresh in- Fresh out" tiene como resultado lo siguiente:

- Estadísticamente, una pérdida de peso significativamente inferior (3,6 % frente a 12,6 %) en el caso de la **lechuga**, que es relativamente un 71 % menos. Como resultado, las lechugas del expositor Contronics son más firmes y tienen buena turgencia en comparación con las ubicadas en el expositor normal. El nivel de degradación fue el mismo.
- Estadísticamente, una pérdida de peso significativamente inferior (3,6 % frente a 11,6 %) en el caso de las **zanahorias**, que es relativamente un 72 % menos. Las hojas de las zanahorias estaban mucho más frescas y las zanahorias en sí, más firmes. Las zanahorias del expositor normal eran claramente elásticas.
- Estadísticamente, una pérdida de peso significativamente inferior (3,2 % frente a 9,6 %) en el caso de las **judías verdes**, que es relativamente un 65 % menos. La capa superior de las judías de los cajones estaba claramente más deshidratada en el caso del expositor normal. La degradación detectada fue la misma y solo dependió del nivel de degradación inicial.
- Estadísticamente, una pérdida de peso significativamente inferior (1 % frente a 2,9 %) en el caso de las **endibias**, que es relativamente un 66 % menos. No hubo diferencias en otras características de calidad.
- Estadísticamente, una pérdida de peso significativamente inferior (0,7 % frente a 2,4 %) en el caso de los **plátanos**, que es relativamente un 71 % menos. No hubo diferencias en otras características de calidad.

- Estadísticamente, una pérdida de peso significativamente inferior (0,4 % frente a 2,2 %) en el caso de las **uvas**, que es relativamente un 82 % menos. Los tallos estaban frescos y los de las uvas del expositor normal estaban deshidratados. La calidad de la fruta fue la misma.
- Estadísticamente, ninguna pérdida de peso significativamente inferior (0,3 % frente a 0,6 %) en el caso de los **tomates en rama**. Las hojas estaban más verdes y menos deshidratadas que en el expositor normal.
- No hay indicaciones de que la aplicación del expositor de productos frescos Contronics "Fresh in - Fresh out" determine un riesgo de propagación de legionela.

Esta investigación muestra que la aplicación del expositor de productos frescos Contronics "Fresh in - Fresh out" ofrece una buena solución para mantener elevados los estándares del peso y la calidad en comparación con los obtenidos en un expositor normal a 20 °C/60 % de HR de forma continua.

6.5.2 Conclusiones. Comparación del expositor de productos frescos a 20 °C de forma continua con un expositor normal a 20 °C y refrigeración por la noche.

En comparación con la exposición a 20 °C/60 % de HR, cobertura y refrigeración por la noche, la aplicación del expositor de productos frescos Contronics "Fresh in- Fresh out" durante 48 horas tiene como resultado lo siguiente:

- Estadísticamente, una pérdida de peso significativamente inferior (3,6 % frente a 6 %) en el caso de la **lechuga**, que es relativamente un 40 % menos. Esto hizo que las lechugas fueran claramente más firmes. El nivel de degradación fue limitado y no presentó diferencias.
- Estadísticamente, una pérdida de peso significativamente inferior (3,2 % frente a 5 %) en el caso de las **zanahorias**, que es relativamente un 36 % menos. Las hojas de las zanahorias estaban más frescas y las zanahorias en sí, sensiblemente más firmes.
- Estadísticamente, una pérdida de peso significativamente inferior (3,2 % frente a 4,4 %) en el caso de las **judías verdes**, que es relativamente un 27 % menos. No hubo diferencias en la calidad. La degradación detectada no varió en función de los expositores y fue mayor debido al nivel de degradación inicial.
- Estadísticamente, ninguna pérdida de peso significativamente inferior en el caso de las **endibias** (1 % frente a 1,4 %), los plátanos (0,7 % frente a 1,2 %), las uvas (0,4 % frente a 1,1 %) y los tomates en rama (0,4 % frente a 1,1 %). Tampoco se encontró ninguna otra diferencia de calidad en estos productos.
- No hay indicaciones de que la aplicación del expositor de productos frescos Contronics genere ningún riesgo de propagación de legionela.

Esta investigación muestra lo siguiente (para los productos y en las condiciones de la prueba):

- **La aplicación de los expositores de productos frescos Contronics "Fresh in - Fresh out" constituye una buena solución para mantener el peso y la calidad.**
- **La aplicación de los expositores de productos frescos Contronics "Fresh in - Fresh out" evita la necesidad de refrigerar la fruta y las verduras por la noche sin pérdida de la calidad.**