

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

Etiquetado de frutos ecológicos:
Caracterización
de la adhesividad de diferentes tipos de
etiquetas

Mención: Hortofruticultura y Jardinería

Modalidad: Trabajo Técnico - Experimental

Curso 2020/2021

Alumno/a: Juan José Martínez Moya

Director/es:

Juan Luís Valenzuela Manjón-Cabeza
María del Mar Reboloso Fuentes

Índice

1. Memoria descriptiva del trabajo técnico	Página 6
1.1 Importancia de la agricultura ecológica	Página 6
1.2 Empacado y etiquetado de fruta y hortaliza	Página 8
1.3 Reducción del plástico empacado de frutas y hortalizas	Página 10
1.4 Alternativas al etiquetado	Página 11
1.5 Etiquetas y su composición	Página 13
1.5.1 Tipos autoadhesivo	Página 14
1.5.1.1 Tipos de lámina	Página 14
1.5.1.2 Tipos de adhesivo	Página 14
1.5.1.3 Tipos de soporte siliconada	Página 15
1.5.2 Proceso de fabricación de autoadhesivo	Página 16
1.5.3 Control de calidad	Página 16
1.6 Objetivos de la investigación.	Página 17
2. Fases de realización y cronograma asociado	Página 18
3. Competencias adquiridas	Página 19
4. Especificaciones y requerimientos técnicos	Página 20
4.1. Material	Página 20
4.2. Diseño experimental	Página 21
4.2.1 Caracterización adhesividad en superficie neutra	Página 22
4.2.2 Cálculo de residuo sobre superficie neutra	Página 25
4.2.3 Cálculo de la adhesividad y residuo de adhesivo en frutos de pepino, limón y aguacate etiquetados en laboratorio	Página 25

4.2.4.- Cálculo de la adhesividad y residuo de adhesivo en frutos de pepino, limón y aguacate etiquetados en Central. Página 26	
4.2.5. Análisis estadístico	Página 26
5. Resultados y discusión	Página 27
5.1 Superficie de pegado	Página 27
5.2 Ensayos en superficie neutra	Página 27
5.2.1 Fuerza de adhesividad en superficie neutra	Página 27
5.2.2 Residuo de adhesivo sobre superficie neutra	Página 30
5.3 Ensayos en frutos etiquetados en laboratorio	Página 32
5.3.1 Fuerza de adhesividad en frutos etiquetados en laboratorio	Página 32
5.3.2 Residuo de adhesivo sobre frutos etiquetados en laboratorio	Página 35
5.4 Ensayos en frutos etiquetados en central hortofrutícola	Página 36
5.4.1 Fuerza de adhesividad en frutos etiquetados en central hortofrutícola	Página 36
5.4.2 Residuo de adhesivo sobre frutos etiquetados en central hortofrutícola	Página 37
6. Conclusiones y recomendaciones técnicas	Página 38
7. Bibliografía	Página 40

Índice de figuras

Figura 1: Evolución de la producción ecológica en España (Mapama,2020).
Figura 2: Porcentaje superficie ecológico a nivel europeo por países (Eurostat, 2021).
Figura 3: Superficie agricultura ecológica en el mundo (FIBL,2021).
Figura 4. Diagrama de flujo de proceso de una central hortofrutícola.
Figura 5: Empacado de fruta ecológica con plástico.
Figura 6: Envases de cartón, banderola.
Figura 7: Frutas etiquetadas con láser.
Figura 8: Frutos con etiqueta desnuda.
Figura 9. Formas de colocar la etiqueta sobre fruta desnuda.
Figura 10: Estructura del complejo autoadhesivo.
Figura 11: Tipos de etiquetas utilizadas en este TFG.
Figura 12. Tipos de frutos utilizados en los ensayos.
Figura 13. Instrumental y equipos utilizados en este TFG.
Figura 14. Esquema del diseño experimental realizado.
Figura 15. Gráfica que representa las fuerzas de despegado de la etiqueta frente al tiempo.
Figura 16. Preparación de etiquetas.
Figura 17. Condiciones ambientales estudiadas y su ubicación.
Figura 18. Etiquetas pegadas en superficie neutra (cristal).
Figura 19. Fotos analizadas mediante el programa ImageJ.
Figura20. Restos de talco en pepino etiquetado en laboratorio con etiqueta rectangular (dorso de aluminio) correspondiente a 15°C/95% HR.

Índice de tablas

Tabla 1. Cronograma de realización de las diferentes fases del TFG.
Tabla 2. Fuerza máxima necesaria para despegar la etiqueta pegada en el cristal y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.
Tabla 3. Área de fuerzas en gr/s generada para despegar la etiqueta pegada en el cristal y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.
Tabla 4. Residuos de adhesivo al despegar la etiqueta del cristal y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.
Tabla 5. Fuerza máxima necesaria para despegar la etiqueta de frutos etiquetados en laboratorio y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.
Tabla 6. Área de fuerzas en gr/s generada para despegar la etiqueta de frutos etiquetados en laboratorio y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.
Tabla 7. Fuerza máxima necesaria para despegar la etiqueta de frutos etiquetados en central hortofrutícola de forma manual y automática.
Tabla 8. Área de fuerzas en gr/s generada para despegar la etiqueta de frutos etiquetados en central hortofrutícola de forma manual y automática.

1. Memoria descriptiva del trabajo técnico

1.1 Importancia de la agricultura ecológica

La agricultura ecológica en España es un sector en alza, que ha crecido desde los años 90 hasta alcanzar 2.355.000 hectáreas en 2019 (Figura 1), el 4,8 % más frente al año anterior, según el avance de datos provisionales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. En relación con el total de Superficie Agraria Útil (SAU) de España (ESYRCE, 2019), la superficie dedicada al cultivo ecológico ya supone el 9,3 %.

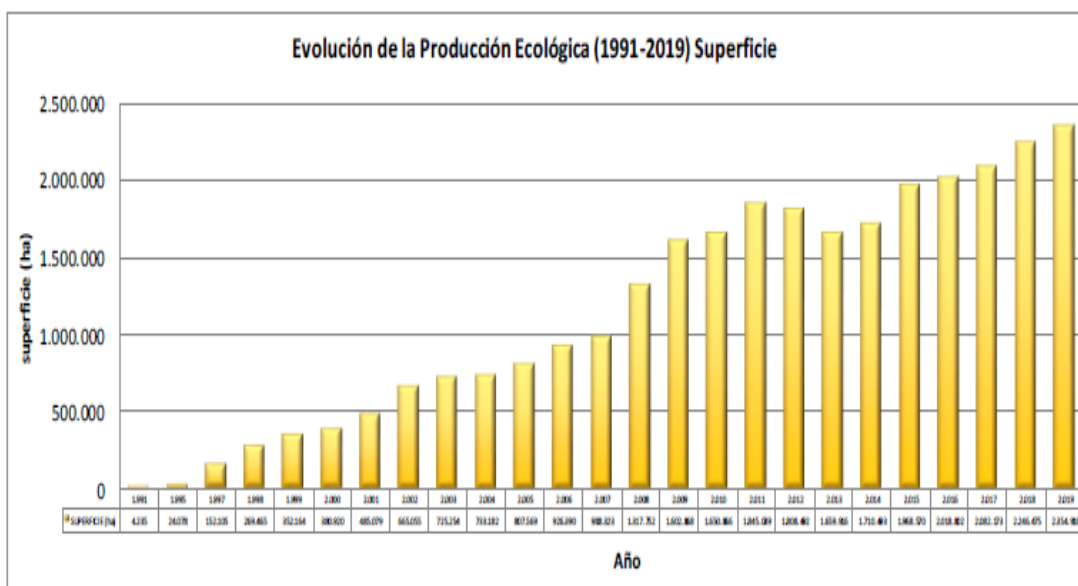


Figura 1. Evolución de la producción ecológica en España (Mapama, 2020)

La agricultura ecológica a escala europea cubre 13.8 millones de hectáreas, en 2019 cuatro Estados miembros representaban más de la mitad de todas las tierras cultivadas ecológicamente, España se sitúa a la cabeza con un 17,1%, Francia con un 16,2%, Italia 14,5% y Alemania un 9,4%. En conjunto representaban el 57,1% de la superficie orgánica de la UE (Figura 2).

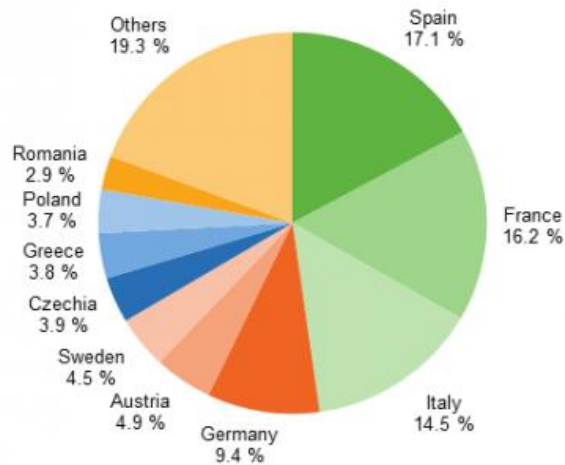


Figura 2. Porcentaje superficie ecológico a nivel europeo por países (Eurostat, 2021).

A escala mundial un total de 72,3 millones de hectáreas se cultivaron en producción ecológica a finales de 2019, lo que representa un crecimiento del 1,6% o 1,1 millones de hectáreas en comparación con 2018.

Australia tiene la mayor superficie agrícola ecológica 35,7 millones de hectáreas, seguida de Argentina 3,7 millones de hectáreas y España 2,5 millones de hectáreas. Debido a la gran superficie dedicada a la agricultura ecológica en Australia, la mitad de las tierras agrícolas ecológicas mundiales están en Oceanía 36 millones de hectáreas mientras que Europa tiene la segunda superficie más grande 16,5 millones de hectáreas, seguida de América Latina 8,3 millones de hectáreas (Figura 3).

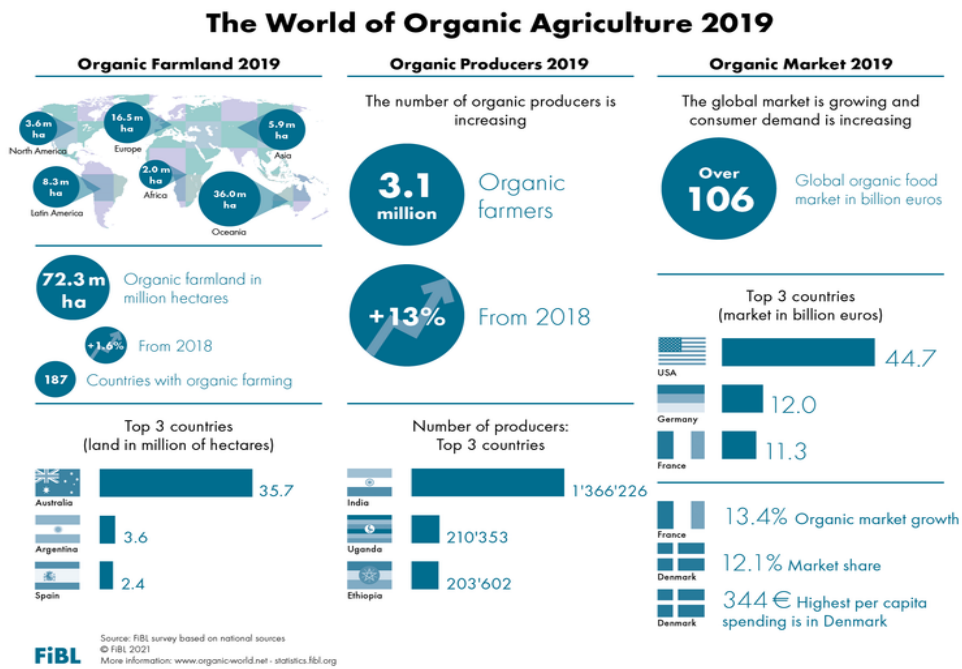


Figura 3. Superficie agricultura ecológica en el mundo y mercado ecológico (FIBL, 2021).

En términos económicos, el mercado mundial de alimentos ecológicos alcanzó los 106.000 millones de euros en 2019. Estados Unidos es el mercado líder (44.700 millones de euros), seguido de Alemania (12.000 millones de euros) y Francia (11.300 millones de euros).

En 2019, muchos mercados importantes siguen mostrando fuertes tasas de crecimiento, como, por ejemplo, el mercado francés que aumentó en más del 13 %. Los consumidores daneses y suizos gastaron más en alimentos ecológicos (344 y 338 euros per cápita, respectivamente). Dinamarca tenía la cuota de mercado ecológico más alta, con el 12,1 por ciento de su mercado total de alimentos (Figura 3).

1.2 Empacado y etiquetado de fruta y hortaliza

Una de las principales operaciones en la fase final de comercialización de frutas y hortalizas es el empacado y etiquetado (Figura 4) que contempla dos aspectos importantes: la conservación y el marketing.



Figura 4. Diagrama de flujo de proceso de una central hortofrutícola.

Aunque hay diferentes métodos de empaçado (Figura 5), en la mayoría utilizan envases de plástico, principalmente de polietileno, con diferentes formatos: en flow pack, en bandeja preformada termosellada, en film extensible, etc. (Ulma, 2021).



Figura 5. Empacado de fruta ecológica con plástico (hasta 2020).

Cabe destacar que hoy en día, estos envases están siendo cuestionados por diferentes corrientes de opinión que tratan de concienciar al consumidor en el menor uso posible de plástico. (Directiva (UE) 2019/904,). Es por esta razón que el etiquetado en fruto desnudo está tomando un papel importante, más aún en los productos ecológicos, permitiendo la valorización del producto, no sólo por ofrecer información del origen y variedad sino porque puede ayudar a conseguir la confianza y fidelización del consumidor.

En este sentido, la innovación en el etiquetado del sector hortofrutícola actualmente va dirigida a ofrecer al consumidor una etiqueta con la trazabilidad completa del producto que le permita identificar y rastrear los frutos de forma individual a través de códigos de barras (Autoid, 2021).

1.3 Reducción del plástico empacado de frutas y hortalizas

La sociedad está cada vez más concienciada con el coste medioambiental que supone envolver alimentos frescos. Una muestra es la campaña “*No más plásticos en nuestra comida*” lanzada por Greenpeace Estados Unidos en abril de 2018 y que ya ha conseguido más de dos millones de firmas en el país norteamericano y más de 200.000 en España. Es por ello que los estados miembros de la UE están tomando medidas relativas a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente, como aparecen en la Directiva (UE) 2019/904 del Parlamento y Consejo Europeo de 5 de junio de 2019. Por todo esto, los productores, exportadores, comercializadoras y supermercados, están buscando alternativas, sostenibles y viables, para estar en sintonía con los consumidores y contribuir con el medio ambiente. En el sector de la fruta y verdura se perfila una nueva tendencia: los envases de un solo material a base de cartón sustituyen cada vez más las habituales bandejas de plástico, que por lo general vienen envasadas adicionalmente en bolsas tubo o envueltas en lámina retráctil o en red. Con una etiqueta envolvente se pueden sellar de forma segura los envases y, al mismo tiempo, marcarlos. En el punto de venta, estos envases no solo resultan atractivos, sino que además logran un alto grado de aceptación entre los consumidores, que se decantan cada vez más por envases reciclables (Figura 6). (Multivac, 2021).



Figura 6. Envases de cartón, banderola.

1.4 Alternativas al etiquetado

En el etiquetado de frutos, actualmente se están empleando diferentes alternativas, aunque en este trabajo nos centraremos sólo en aquellas que están siendo utilizadas en frutas y hortalizas ecológicas:

- **Branding o grabado láser de la piel:** esta técnica usa un potente haz de luz que retira la capa de pigmento de la piel del fruto de forma superficial, creando así un grabado con contraste. No es muy utilizada en frutas y hortalizas por varias razones, como el alto coste de los equipos y los daños que pueden producir en los frutos, muchos de los cuales presentan un aspecto de envejecimiento alrededor de la zona grabada. No obstante, en sandía sí se aplica esta tecnología ya que su epidermis es muy resistente (Figura 7).

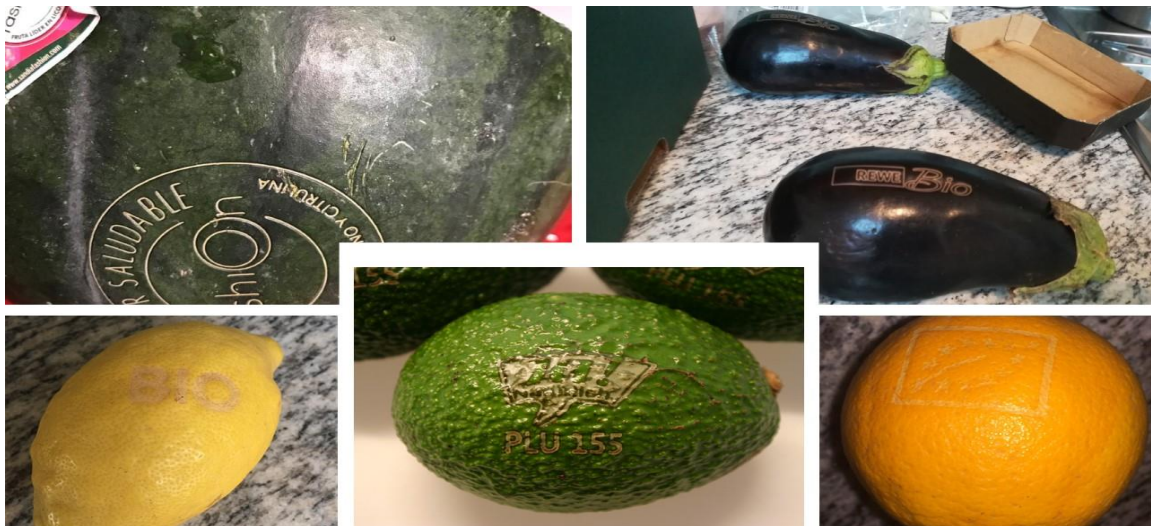


Figura 7. Frutos etiquetados con láser.

- **Etiquetado en fruta desnuda:** este sistema de identificación más ecológico ha cobrado fuerza en los últimos años, debido a una mayor concienciación social por reducir residuos plásticos, pasando de etiquetas adhesivas sobre el envase o embalaje a la colocación de etiquetas sobre el producto en sí (Figura 8).

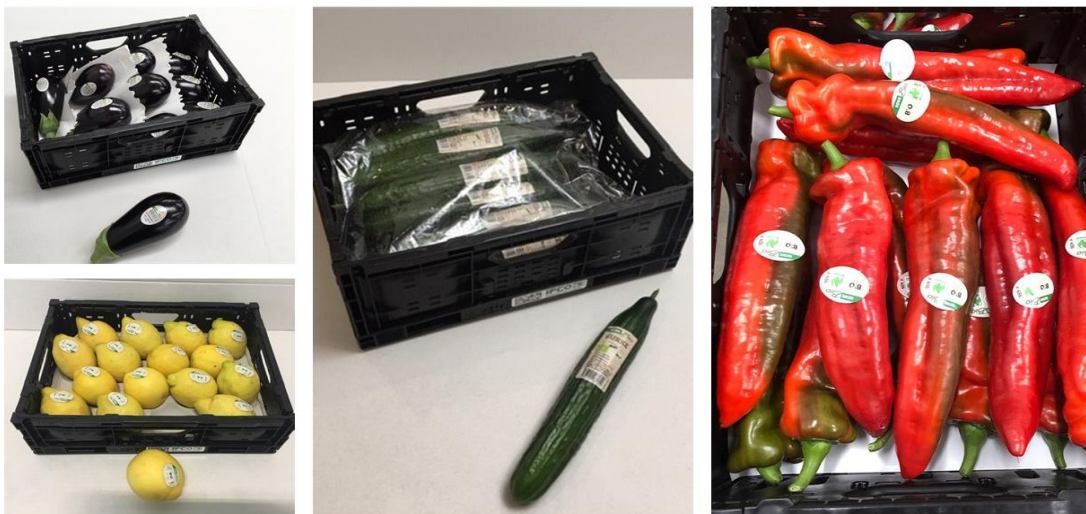


Figura 8. Frutos con etiqueta desnuda.

La colocación de estas etiquetas en el fruto puede realizarse de varias maneras: a mano, con etiquetadora manual o de forma automática en la propia línea de confección (Figura 9). En estas últimas, se realiza la aplicación de las etiquetas neumáticamente, adaptándose a diferentes aplicaciones y tipos de frutos.



Figura 9. Formas de colocar la etiqueta sobre fruta desnuda.

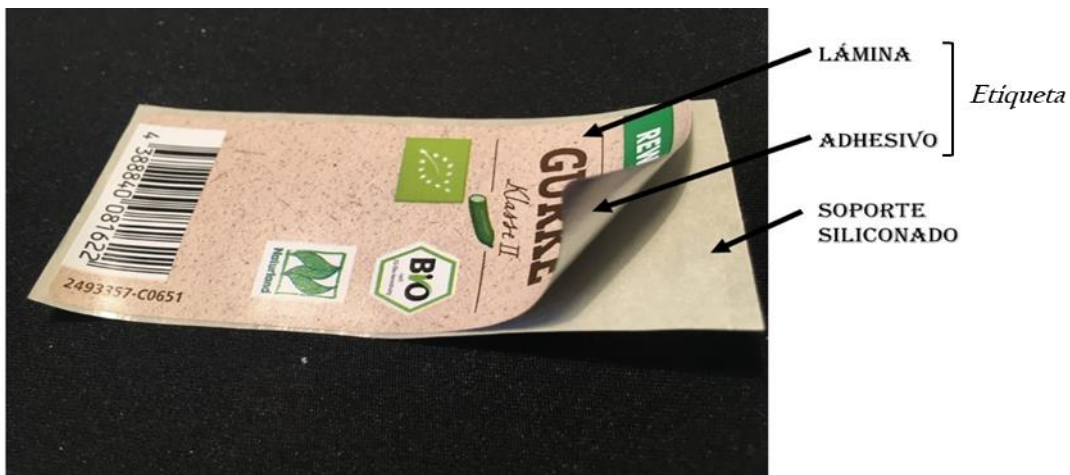
Aspectos como la velocidad de trabajo, la calidad de las etiquetas y que éstas queden bien adheridas son fundamentales para un etiquetado óptimo. En este sentido, el sistema de adherencia de las etiquetas suele realizarse a través de una ligera presión ejercida por los propios operarios (en el caso de etiquetado manual) o mediante sistemas de rodillos o discos en el etiquetado automático.

1.5 Etiquetas y su composición

Según Namesny (1998) “la visibilidad y correcta adherencia de la etiqueta sobre frutas y hortalizas condiciona notablemente la imagen que el consumidor recibe del producto en el punto de venta”. Por ello, es necesario abordar en este apartado, todo lo relacionado con las etiquetas, desde su definición y composición, detallando las materias primas empleadas en el proceso de elaboración, hasta los controles de calidad que se pueden aplicar al producto autoadhesivo.

Torraspapel (2008) define etiqueta como el complejo autoadhesivo formado por tres componentes: lámina, adhesivo y soporte (Figura 10).

- **Lámina:** es el material frontal, normalmente de papel, que lleva por una cara impresa la información del producto a etiquetar y por la otra cara el adhesivo. La unión de lámina y adhesivo formará la etiqueta.
- **Adhesivo:** substancia encargada de mantener a la lámina pegada en el sustrato.
- **Soporte siliconado:** material que mantiene unida la etiqueta de manera transitoria en tanto es usada definitivamente y que gracias a su tratamiento antiadherente (siliconado) permite despegarla fácilmente.



1Figura 10. Estructura del complejo autoadhesivo.

1.5.1 Tipos de autoadhesivos

Según el tipo de lámina, adhesivos y soportes utilizados, se pueden obtener diferentes tipos de autoadhesivos.

1.5.1.1 Tipos de láminas

Podemos encontrar en el mercado distintos tipos de láminas en función de la calidad, de las características del sustrato, etc., entre las que destacamos:

- Calidades blancas
- Verjurados, colores y fluorescentes
- Estucados (mate o brillo)
- Laminados y metalizados
- Térmicos y autocopiativos
- Films plásticos
- Duplex

1.5.1.2 Tipos de adhesivos

Se pueden distinguir cuatro tipos de adhesivos en función de su composición:

- De emulsión acuosa (acrílicos). Son polímeros dispersados en agua. Los más utilizados son las dispersiones de acrilatos.

- Base solvente. Se trata de una disolución en un disolvente orgánico de distintos componentes (cauchos, resinas).
- Hot melt. Son mezclas sólidas de caucho con resinas, plastificantes y otros aditivos. No intervienen ni disolventes ni agua.
- Reticulación por UV. Son sólidos que se aplican fundidos y posteriormente son reticulados con radiaciones ultravioleta.

1.5.1.3 Tipos de soportes siliconados

Los soportes pueden ser variados y se diferencian principalmente en que sean para suministrar el producto en bobinas o en hojas. La utilización de los diferentes soportes depende del tipo de lámina, del sistema de aplicación de la etiqueta, etc.

- Los *soportes para bobinas* se suelen conocer con el nombre de glassine o papel transparente por su transparencia y son aptos para pegar la etiqueta de manera automática. También hay bobinas con soporte kraft, pero en este caso no son aptas para la aplicación automática:
 - Glassine de 50 g/m² semitransparente de colores ámbar y azul
 - Glassine de 62 g/m² semitransparente ámbar, blanco y azul
 - Glassine de 80 g/m² de color blanco
 - Kraft de 55 g/m² blanco para láser
 - Kraft de 74 g/m² blanco para láser
- Los *soportes para hojas* se caracterizan por tener más alto gramaje que los de bobinas y se muestran a continuación:
 - Kraft de 80 g/m² blanco sin cortes
 - Kraft de 87 g/m² amarillo con y sin cortes
 - Kraft de 90 g/m² blanco con y sin cortes
 - Kraft de 130 g/m² blanco para láminas plásticas

1.5.2 Proceso de fabricación del autoadhesivo

El proceso de fabricación de un autoadhesivo consta de las siguientes etapas (Torraspapel, 2008):

- Siliconado, consiste en aplicar una pequeña capa de silicona al papel soporte con el fin de permitir aplicar el adhesivo y transferirlo a la lámina, proteger el adhesivo y permitir que la lámina se pueda despegar fácilmente.
- Adhesivado, una vez aplicada la capa de silicona en el soporte, se aplica el adhesivo sobre el soporte siliconado entre 10 y 25 g/cm² dependiendo del uso final.
- Acondicionado, es una operación que se realiza después del siliconado y el adhesivado con el fin de proporcionar al producto obtenido el grado de humedad requerido. Se suministra vapor a baja presión.
- Formación del complejo, cuando el adhesivo está suficientemente seco y el papel tiene el grado de humedad adecuado. El soporte adhesivado se junta con la lámina al pasar entre dos rodillos en contacto, quedando ambas capas adheridas.

Este proceso consiste en hacer pasar el soporte (papel) por un cabezal donde se le añade la silicona, obteniéndose así un papel siliconado. Este papel se introduce a continuación en otro cabezal donde se le añade el adhesivo, y tras ello, se une a la lámina para formar el papel autoadhesivo. Este producto será enviado a los diferentes procesos de acabado, bobinado, cortado, etc.

1.5.3 Control de calidad

Al complejo autoadhesivo se le realizan controles de calidad que pueden llevarse a cabo mediante los siguientes ensayos:

- **Peel o adhesividad:** es una medida de la capacidad de adhesión del adhesivo. Los adhesivos, en función de su capacidad de adhesión, se clasifican comúnmente en:
 - Removibles. Son aquellos que se pueden despegar una vez aplicados.
 - Permanentes. Son los que no se pueden despegar una vez aplicados.
 - Superpermanentes. Se emplean cuando el sustrato donde aplicamos la etiqueta presenta dificultades de adhesión.
- **Quick stick:** este ensayo nos mide el tack (pegajosidad) del adhesivo. El tack es muy importante en las aplicaciones automáticas. Un tack elevado quiere decir que el adhesivo quedará pegado en el momento que toca al sustrato.
- **Rolling ball:** este ensayo es también una medición del tack y consiste en calcular la distancia que recorre una bola de acero inoxidable de 11,1 mm de diámetro, que cae por un plano inclinado de 30°.

- **Cohesión:** refleja la resistencia del adhesivo a fluir. Este es un problema clásico cuando tratamos de guillotinar hojas de autoadhesivo, ya que si el adhesivo no tiene cohesión suficiente puede fluir por los bordes y las hojas quedarán pegadas entre sí.
- **Release:** es la fuerza de separación entre la lámina y el soporte, y se realiza a dos velocidades (alta y baja). Es un punto muy importante en el momento de la impresión y desmallado (en bobinas), así como en la aplicación automática de etiquetas.

1.6 Objetivos de la investigación

El objetivo general de este TFG es caracterizar la adhesividad de diferentes tipos de etiquetas. Este objetivo se alcanzará con diferentes objetivos específicos:

- a) Determinación de la fuerza de adhesividad de las etiquetas a ensayar bajo diferentes condiciones de humedad y temperatura.
- b) Cálculo del residuo de adhesivo que queda en la superficie tras despegar la etiqueta.
- c) Comparativa de la adhesividad de las etiquetas en diferentes frutos.

2. Fases de la realización y su cronograma asociado

Las fases de realización del trabajo y su cronograma se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Cronograma de realización de las diferentes fases del TFG.

FASES	2020												2021											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Diseño del TFG																								
Búsqueda bibliográfica																								
Trabajo de laboratorio																								
Análisis de datos																								
Redacción																								

3. Competencias adquiridas en la titulación

A continuación, se indican las diferentes competencias adquiridas del Grado en Ingeniería Agrícola que han sido integradas y sintetizadas en el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado.

Las competencias del módulo de Formación Básica:

E-CB01 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos, algorítmica numérica; estadística y optimización.

E-CA01 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Identificación y caracterización de especies vegetales.

Las competencias del módulo de Tecnología Específica de Hortofruticultura y Jardinería:

CTH01 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Tecnología de la Producción Hortofrutícola: Bases y tecnología de la propagación y producción hortícola, frutícola y ornamental. Control de calidad de productos hortofrutícolas. Comercialización. Genética y mejora vegetal.

CTH05 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Material vegetal: producción, uso y mantenimiento.

4. Especificaciones y requerimientos técnicos

4.1. Material

Para este proyecto nos hemos centrado en 3 tipos de etiquetas (Figura 11):

- Etiqueta rectangular papel couché (Ficha técnica Papel Couché, 2017) de dimensiones 40 x 80 mm. Habitualmente empleadas en el etiquetado de pepino.
- Etiqueta rectangular papel couché con dorso metalizado (Ficha técnica Papel Autoadhesivo Dorso Aluminio, 2015) de dimensiones 40 x 80 mm. Utilizada igualmente en pepino, aunque algunos países restringen su utilización por rechazar el metal en contacto con los frutos por posibles problemas de migración.
- Etiqueta ovalada papel couché (Ficha técnica Papel Couché, 2017) de dimensiones 20 x 30 mm y habitualmente empleada en limón y aguacate.



Figura 11. Tipos de etiquetas utilizadas en este TFG.

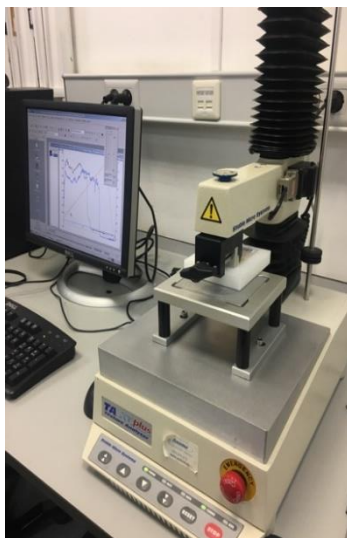
Los frutos elegidos para realizar los ensayos son limón, aguacate y pepino porque son los que presentan más problemas con el etiquetado, tales como etiquetas despegadas durante la comercialización o residuos de adhesivo sobre la piel del fruto al despegar la etiqueta.



Figura 12. Tipos de frutos utilizados en los ensayos.

Los equipos e instrumental necesarios para llevar a cabo los ensayos son los siguientes:

- Texturómetro TXT2 Plus
- Contenedor hermético
- Cámara frigorífica
- Cristales de medida 10 x 10 cm, como superficie neutra de referencia
- Cámara fotográfica



Texturómetro



Contenedor hermético en cámara frigorífica

Figura 13. Instrumental y equipos utilizados en este TFG.

4.2.- Diseño experimental

Tal y como se muestra en la Figura 14, el ensayo consistió en tres experimentos independientes: ensayo sobre superficie neutra (cristal), ensayos de frutos etiquetados en laboratorio, y ensayo de frutos etiquetados en central hortofrutícola.

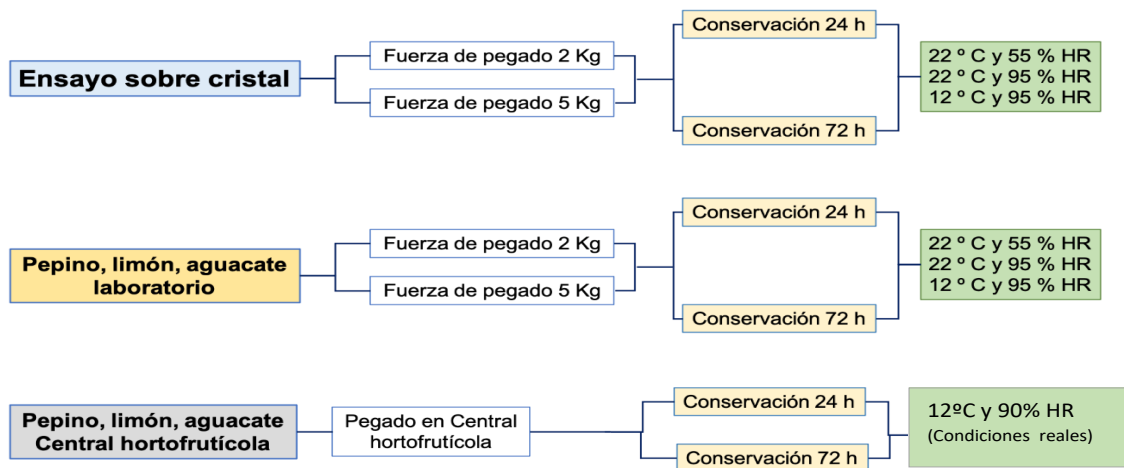


Figura 14. Esquema del diseño experimental realizado.

4.2.1.- Caracterización de adhesividad en superficie neutra

La fuerza necesaria para desprender las etiquetas se ha calculado mediante un texturómetro modelo TXT2 Plus (Stable Microsystem). Las etiquetas son adheridas a un cristal de 10 x 10 cm que es considerado como superficie neutra (Normas FINAT, 2012), utilizando dos rodillos de 2 y 5 Kg. al hacerlos rodar por encima de la etiqueta. Para proceder a la medición se utilizó una pinza en el brazo del texturómetro y para que la pinza pudiera agarrar a la etiqueta, un centímetro de ésta se mantenía con el soporte siliconado. El texturómetro fue programado en modo tensión (modo que mueve el brazo hacia arriba) y a una velocidad constante de 2 mm/s. La fuerza de tracción necesaria para despegar la etiqueta se grafica respecto al tiempo. Gracias al uso de una macro, se extrajeron los siguientes datos: las 10 fuerzas máximas que se realizan para despegar la etiqueta, así como el área de la gráfica expresada en gramos por segundo, como se observa en la siguiente figura.

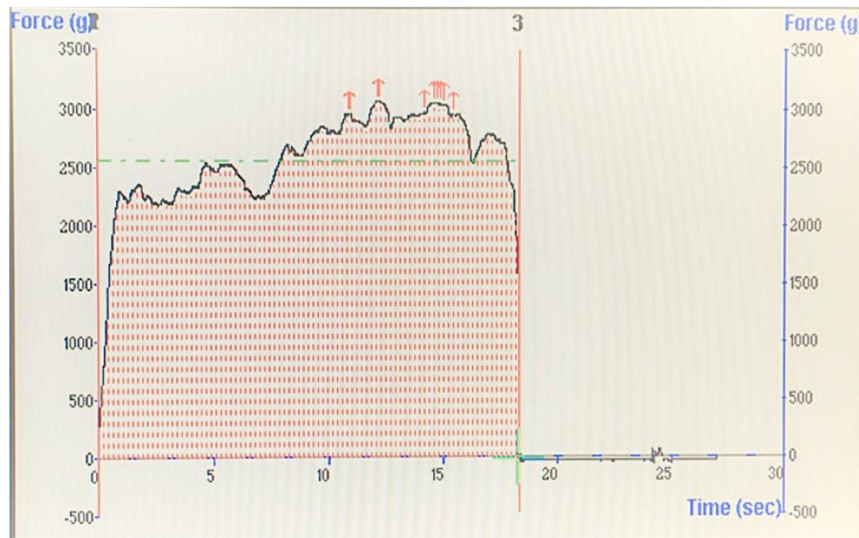


Figura 15. Gráfica que representa las fuerzas de despegado de la etiqueta frente al tiempo.

Para comprobar que en todas las etiquetas había una superficie de pegado similar se ha determinado el porcentaje de superficie de etiqueta adherida. Para ello se han tomado 10 etiquetas de cada clase y se han preparado para ser ensayadas en el texturómetro, es decir dejando la parte de solapa de agarre. Se han fotografiado y mediante el programa ImageJ se ha determinado qué porcentaje de superficie adhesiva queda lista para ser pegada.



Figura 16. Preparación de etiquetas.

Cada serie de etiquetas (2 y 5 Kg) se mantuvieron en las siguientes condiciones de conservación constituyendo los diferentes tratamientos del ensayo.

- a) Temperatura ambiente de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ y Humedad relativa del $55 \pm 4 \%$ durante 24 h.
- b) Temperatura ambiente de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ y Humedad relativa del $95 \pm 3 \%$ durante 24 h.
- c) Temperatura de refrigeración ($12 \pm 2^\circ \text{C}$) y Humedad relativa del $95 \pm 2 \%$ durante 24 h.
- d) Temperatura ambiente de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ y Humedad relativa del 55 ± 4 durante 72 h.
- e) Temperatura ambiente de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ y Humedad relativa del $95 \pm 3 \%$ durante 72 h.
- f) Temperatura de refrigeración ($12 \pm 2^\circ \text{C}$) y Humedad relativa del $95 \pm 2 \%$ durante 72 h.
- g) Los frutos confeccionados en almacén, se conservaron a 12°C y una humedad del 90% para simular las condiciones reales de almacenamiento durante 24 y 72 h.



Laboratorio 1.05 Cite II-B

Cámara frigorífica Cite V

Figura 17. Condiciones ambientales estudiadas y su ubicación.

Como se muestra en la Figura 17, los lotes a temperatura ambiente se dejaron en el laboratorio 1.05 de Fisiología Vegetal situado en el Edificio Cite II-B de la Universidad de Almería, mientras que los lotes a temperatura de refrigeración se metieron en la cámara frigorífica situada en el Cite V. Para conseguir la humedad de 95% se utilizó un papel de filtro dentro del

contenedor, se empapó con agua, y se utilizó un termohigrómetro para controlar la temperatura y humedad requerida.

4.2.2.- Cálculo del residuo de adhesivo sobre superficie neutra

De cada tipo de etiqueta se pegaron 8 muestras en un cristal aplicando una presión de 2 y 5 Kg tal y como se ha señalado anteriormente, aunque en este caso, sin la necesidad de dejar solapa para la tracción de la pinza. Tras someter a las etiquetas a los tratamientos indicados en el punto 4.2.1, se despegaron con la mano y a los residuos de adhesivo se les aplicó una capa de polvo de taco que quedó impregnada en los residuos. Se tomó una fotografía y mediante el analizador de imágenes Imagej, se calculó la superficie de adhesivo que quedó en el cristal o la parte de papel que no se pudo despegar. (Figura 18).



Figura 18. Etiquetas pegadas en superficie neutra (cristal).

4.2.3.- Cálculo de la adhesividad y residuo de adhesivo en frutos de pepino, limón y aguacate etiquetados en laboratorio

En los frutos de pepino se utilizaron las etiquetas papel couché y couché metalizadas de 40 mm x 80 mm. En cambio, en los frutos de limón y aguacate se utilizaron las etiquetas de papel couché de 20 x 30 mm. A continuación, se determinaron tanto la fuerza como el residuo de adhesivo, siguiendo el planteamiento especificado en el apartado 4.2.1. y en el apartado 4.2.2. Los frutos fueron sometidos a los tratamientos indicados anteriormente en la Figura 14.

4.2.4.- Cálculo de la adhesividad y residuo de adhesivo en frutos de pepino, limón y aguacate etiquetados en central hortofrutícola

En este ensayo se utilizaron frutos de pepino, limón y aguacate, etiquetados en una central hortofrutícola, siguiendo el método manual mediante operarios entrenados. Todos los frutos se mantuvieron durante 24 h y 72 h en las condiciones reales utilizadas en la central hortofrutícola (12 °C y 90% HR).

Sólo en el caso del pepino, se utilizó también una etiquetadora automática que, con ayuda de un rodillo, fija la etiqueta al producto. Los frutos de pepino así etiquetados fueron ensayados en las mismas condiciones que el resto de los frutos.

4.2.5. Análisis estadístico

Cada uno de los ensayos: superficie neutra, frutos etiquetados y frutos etiquetados en comercializadora, se analizaron estadísticamente de manera independiente. Los datos obtenidos de los ensayos se analizaron mediante una prueba T de datos emparejados, usando el programa estadístico Statgraphics 1.8 versión centurión, tras comprobar la normalidad de los datos.

5. Resultados y discusión

5.1. Superficie de pegado

Dado que la pinza del texturómetro necesita un trozo de etiqueta para poder agarrarla, se ha calculado la superficie de pegado de las etiquetas, para que al determinar la fuerza de despegado no haya una influencia de la cantidad de superficie pegada.

El porcentaje de superficie de pegado en las etiquetas rectangulares es del 84,47% con un intervalo de confianza al 95% de entre 83,12 y 85,82, con un coeficiente de variación del 2%. Estos datos nos dicen que las etiquetas ensayadas eran muy uniformes en cuanto a superficie de pegado, por lo que no se puede considerar que haya diferencias en la fuerza de necesaria para despegarlas en función de una mayor o menor superficie adherida. En relación con las etiquetas ovales, el porcentaje de superficie de adhesión es lógicamente menor ya que al ser la etiqueta más pequeña, la influencia de la solapa es mucho mayor. A pesar de ello los datos indican que la media de porcentaje está en 67,33 con un intervalo de confianza al 95% de entre 64,67 y 69,99 y un coeficiente de variación del 4,5%. Al igual que ocurría en las etiquetas rectangulares, con estos datos podemos considerar como válidos los datos extraídos del texturómetro ya que la población de etiquetas y su superficie adherida, tanto al cristal como a los frutos, fue muy similar en todas las etiquetas.

5.2. Ensayos en superficie neutra

5.2.1. Fuerza de adhesividad en superficie neutra

La Tabla 2 nos muestra los datos de la media de las 10 fuerzas máximas suministradas por el texturómetro en el ensayo de determinar la fuerza necesaria para despegar las etiquetas en una superficie neutra como el cristal. Además, en esta tabla se encuentran los datos en función del tipo de etiqueta, de las condiciones ambientales y tiempo de conservación, así como de la fuerza empleada en el pegado de la etiqueta en el cristal.

Tabla 2. Fuerza máxima necesaria para despegar la etiqueta pegada en el cristal y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.

Etiquetas y condiciones		24 horas		72 horas	
		Fuerza 2 Kg	Fuerza 5 Kg	Fuerza 2 Kg	Fuerza 5 Kg
OVAL. Papel	22°C/55%HR	762,4 ± 52,4	811,9 ± 12,7	1117,1 ± 10,5	1131,1 ± 7,9
	22°C/95%HR	517,8 ± 95,3	947,6 ± 49,3	1203,1 ± 18,5	1287,0 ± 7,1
	12°C/95%HR	1261,0 ± 6,5	1250,6 ± 7,1	1337,2 ± 9,9	1289,1 ± 22,5
RECT. Papel	22°C/55%HR	2102,9 ± 8,6	2013,1 ± 9,5	952,0 ± 175,9	2530,4 ± 10,0
	22°C/95%HR	1411,9 ± 10,7	2223,3 ± 12,3	899,0 ± 103,5	2227,4 ± 11,6
	12°C/95%HR	2328,2 ± 10,7	2343,6 ± 7,6	1863,2 ± 60,0	2648,9 ± 7,7
RECT. Papel+Alum.	22°C/55%HR	3114,1 ± 13,0	3126,4 ± 25,0	2917,7 ± 10,0	2635,7 ± 8,4
	22°C/95%HR	2759,6 ± 10,9	2846,8 ± 6,4	2504,5 ± 37,5	2928,4 ± 10,8
	12°C/95%HR	2753,6 ± 44,6	3108,8 ± 6,5	2569,8 ± 71,7	2526,1 ± 9,6

Cada dato es la media de 10 datos. En azul, datos con diferencias significativas al 95% según la prueba T de datos emparejados.

Los resultados nos indican, lógicamente que es necesario realizar una mayor fuerza cuando la etiqueta fue adherida al cristal mediante el rodillo del 5 Kg. Salvo en dos casos, en el resto se encontraron diferencias significativas entre la fuerza máxima necesaria para despegar la etiqueta dependiendo de la fuerza con la que se pegó. Así las etiquetas que se mantuvieron 72 horas a temperatura de refrigeración y con el 95% de HR y las que estuvieron 24 h a temperatura ambiente no se encontraron diferencias.

Por otro lado, se ha tomado los datos de áreas, que incluyen todas las fuerzas realizadas por el texturómetro para despegar la etiqueta (Figura 15) estos datos se recogen en la tabla 3.

Tabla 3. Área de fuerzas en gr/s generada para despegar la etiqueta pegada en el cristal y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.

Etiquetas y condiciones		24 horas		72 horas	
		Fuerza 2 Kg	Fuerza 5 Kg	Fuerza 2 Kg	Fuerza 5 Kg
OVAL. Papel	22°C/55%HR	2729 ± 633	3071±553	3820± 787	4328 ±1127
	22°C/95%HR	2243±1304	4498±1180	5111 ±1429	5013 ±1491
	15°C/95%HR	4412±553	4331±861	4767±1140	4938 ± 1248
RECT. Papel	22°C/55%HR	38528 ± 4596	37257 ± 4265	34883 ± 6857	39954 ± 1997
	22°C/95%HR	21393 ±14576	42204 ± 587	6243 ± 5336	32464 ±11212
	15°C/95%HR	36566 ± 9369	36016 ± 5831	15370 ±13193	39240 ±4784
RECT. Papel+Alum.	22°C/55%HR	46668 ± 3669	42961 ± 4466	47257 ± 3033	44577 ± 7007
	22°C/95%HR	50207 ± 4045	52089 ± 4708	46830 ± 10755	52317 ± 5202
	15°C/95%HR	48471 ± 14546	57765 ±4347	52312 ± 3846	48446 ± 3426

Cada dato es la media de 10 datos. En azul, datos con diferencias significativas al 95% según la prueba T de datos emparejados.

En las etiquetas ovales y etiquetas rectangulares metálicas no hubo diferencias significativas comparando la fuerza de pegado de 2 a 5 kg. Solo en ovales mantenidas 24 h a temperatura ambiente y humedad de 95% hubo diferencias significativas, así como en las etiquetas metálicas mantenidas 72 h en temperatura de refrigeración y humedad de 95%.

En las etiquetas rectangulares de papel hubo diferencias significativas en todos los casos, excepto a 24 horas tanto a en las que estuvieron a temperatura ambiente y humedad como las que se mantuvieron en refrigeración y humedad del 95%.

Respecto a las áreas, la desviación fue muy grande. Esto se debe, a que en condiciones de humedad relativa alta muchas etiquetas se rompían al realizar el ensayo, y el área era muy pequeña.

5.2.2. Residuo de adhesivo sobre superficie neutra

El cálculo de la cantidad de residuo que queda tras despegar las etiquetas se calculó mediante el programa Imagej. (Figura 19).

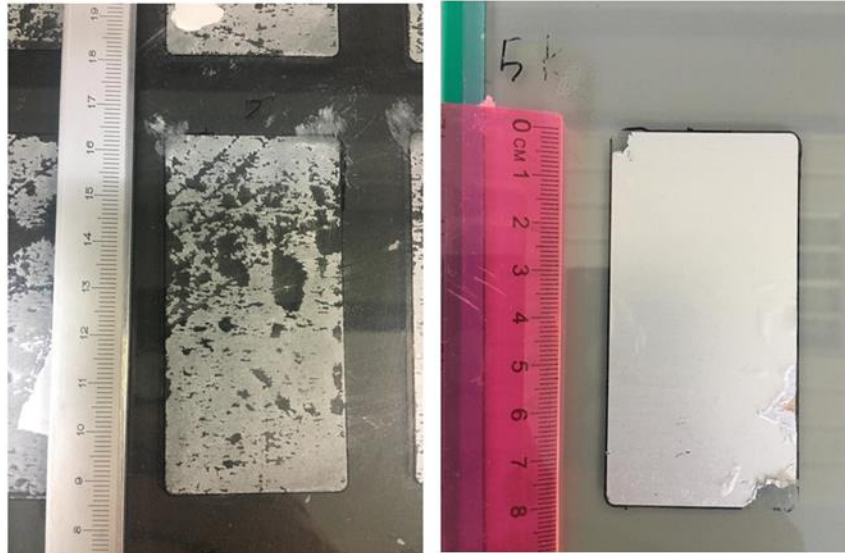


Figura 19. Restos de adhesivo y de etiquetas, en este caso de las rectangulares metálicas tras despegar la etiqueta.

Los datos obtenidos de residuos de adhesivo en cristal se recogen en la tabla 4, la cual se ha elaborado con las medias de porcentaje de restos de adhesivo (papel + talco) y el porcentaje de etiquetas en las cuales hubo restos.

Tabla 4. Residuos de adhesivo al despegar la etiqueta del cristal y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.

Condiciones			OVALADA Papel		RECTANGULAR Papel		RECTANGULAR Papel+Alum.	
			% Residuos adhesivo ¹	% Residuos etiqueta ²	% Residuos adhesivo ¹	% Residuos etiqueta ²	% Residuos adhesivo ¹	% Residuos etiqueta ²
24 horas	22°C/55HR	Fuerza 2 kg	0	0	8,7 ± 12,3	100	67,0 ± 7,83	100
		Fuerza 5 kg	0,73 ± 2,3	10	23,1 ± 14,8	100	64,2 ± 6,5	100
	22°C/95HR	Fuerza 2 kg	16,2 ± 10,4	100	91,9 ± 21,7	100	64,0 ± 11,0	100
		Fuerza 5 kg	10,6 ± 15,2	100	100 ± 0	100	61,56 ± 6,3	100
	15°C/95HR	Fuerza 2 kg	1,73 ± 1,16	75	100 ± 0	100	69,0±41,0	50
		Fuerza 5 kg	0	0	97,4 ± 5,34	100	59,8±35,9	100
72 horas	22°C/55HR	Fuerza 2 kg	0 ± 0	0	86,8 ± 12,8	100	68,3 ± 21,9	100
		Fuerza 5 kg	0 ± 0	0	80,9 ± 20,0	100	73,3 ± 10,3	100
	22°C/95HR	Fuerza 2 kg	0 ± 0	0	100 ± 0	100	66,8 ± 32,4	100
		Fuerza 5 kg	0 ± 0	0	100 ± 0	100	60,9 ± 60,4	100
	15°C/95HR	Fuerza 2 kg	9,7 ± 21,7	40	100 ± 0	100	100 ± 0	100
		Fuerza 5 kg	3,9 ± 5,7	25	100 ± 0	100	100 ± 0	100

Cada dato es la media de 8 datos. En azul, datos con diferencias significativas al 95% según la prueba T de datos emparejados.

- (1) Es el porcentaje de residuos de adhesivo que quedan en el cristal respecto a la superficie total de la etiqueta.
- (2) Es el porcentaje de etiquetas que dejaron residuos de etiqueta (lámina+adhesivo) respecto al total de etiquetas ensayadas.

Los datos de la Tabla 4 nos muestran que en la práctica totalidad de las etiquetas rectangulares quedaron restos, bien de adhesivo o de papel o de ambos. Únicamente en las etiquetas metálicas mantenidas 24 h a temperatura ambiente y a 95% de HR, la mitad de las etiquetas dejaron restos al ser despegadas. Consideramos que este dato puede deberse a algún error más que a una influencia de las condiciones de pegado y las condiciones en las que las etiquetas se mantuvieron, teniendo en cuenta el resto de los resultados obtenidos en las etiquetas rectangulares.

Los datos muestran una gran diferencia en el despegado de las etiquetas en función de su forma y tamaño, así las etiquetas ovaladas no sólo dejaron menos residuos al ser despegadas, sino que también el porcentaje de etiquetas que dejaron restos fue sensiblemente menor. Sin embargo, se notó un efecto de la humedad relativa, pues en las etiquetas ovaladas, en todos los casos menos dos, el porcentaje de etiquetas con residuos fue más elevado, e incluso del 100% cuando las etiquetas se encontraron con humedad relativa alta. Dicho en otras palabras, siempre que las etiquetas ovaladas, se encontraron en humedad relativa baja (55%) no aparecieron restos de adhesivo al ser despegadas y hay que indicar que en este caso, siempre la temperatura fue de 22°C, y posiblemente el efecto no haya sido tanto la temperatura o la humedad de conservación, como la posibilidad de condensación tras la salida de la cámara de las etiquetas, o el hecho de que aunque no se llegue a alcanzar el punto de rocío, y por ende la condensación, la etiqueta sí se ve rodeada de una masa de aire que tiene una HR alta que puede aportar agua al papel por migración.

Este mismo efecto puede haberse dado en las etiquetas rectangulares cuando se encuentran mantenidas a temperatura baja, pues los porcentajes, tanto de restos de adhesivo como sobre todo de etiquetas que dejan restos, son muy altos (en la mayoría de los casos el 100%). Este hecho es mucho más notable en las etiquetas metálicas, ya que, debido a su diferente constitución, al tratar de despegarlas es imposible despegarlas porque se separan los diferentes componentes de la etiqueta.

En resumen, se ha encontrado un efecto de la temperatura de almacenamiento sobre el pegado de las etiquetas en el cristal, posiblemente, más debido a la influencia que la temperatura tiene sobre la humedad relativa, que debido a la temperatura en sí. Al sacar las etiquetas de la cámara frigorífica para proceder a su análisis, se producen fluctuaciones de humedad relativa que conlleva que alrededor de la fría etiqueta, el aire aumente su humedad relativa y este mayor contenido de agua puede migrar a la etiqueta y así modificar sus características técnicas, provocando que la lámina de papel se desprenda fácilmente, dejando el adhesivo y restos de papel en el cristal. Esto es particularmente notorio en las etiquetas con el componente metálico.

5.3. Ensayos en frutos etiquetados en laboratorio

5.3.1. Fuerza de adhesividad en frutos etiquetados en laboratorio

La Tabla 5 nos muestra los datos de la media de las 10 fuerzas máximas suministradas por el texturómetro en el ensayo de determinar la fuerza necesaria para despegar las etiquetas en los

frutos. Además, en esta tabla se encuentran los datos en función del tipo de etiqueta, de las condiciones ambientales y tiempo de conservación, así como de la fuerza empleada en el pegado de la etiqueta en el cristal.

Tabla 5. Fuerza máxima necesaria para despegar la etiqueta de frutos etiquetados en laboratorio y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.

Etiquetas y condiciones		24 horas		72 horas	
		Fuerza 2 Kg	Fuerza 5 Kg	Fuerza 2 Kg	Fuerza 5 Kg
AGUACATE OVAL. Papel	22°C/55%HR	190,6 ± 12,9	73,7 ± 21,08	125,0 ± 14,94	109,70 ± 13,4
	22°C/95%HR	183,6 ± 13,0	340,3 ± 24,18	242,2 ± 22,11	177,0 ± 20,9
	15°C/95%HR	288,9 ± 13,7	221,7 ± 7,62	105,4 ± 17,92	122,9 ± 11,3
LIMÓN OVAL. Papel	22°C/55%HR	130,8 ± 11,0	104,1 ± 16,64	229,8 ± 25,6	166,7 ± 24,1
	22°C/95%HR	330,0 ± 46,7	286,4 ± 32,93	179,3 ± 27,5	274,9 ± 10,8
	15°C/95%HR	372,9 ± 9,0	323,4 ± 12,54	87,5 ± 27,9	151,2 ± 27,7
PEPINO RECT. Papel	22°C/55%HR	409,3 ± 9,2	373,4 ± 13,2	256,6 ± 9,48	337,9 ± 14,8
	22°C/95%HR	439,6 ± 7,8	445,8 ± 7,1	404,7 ± 16,0	593,8 ± 19,6
	15°C/95%HR	532,5 ± 17,8	455,2 ± 16,2	117,5 ± 51,6	141,4 ± 18,6
PEPINO RECT. Papel+Alum.	22°C/55%HR	633,4 ± 20,7	619,8 ± 13,24	542,7 ± 16,1	657,3 ± 20,8
	22°C/95%HR	485,6 ± 6,3	607,5 ± 11,9	429,3 ± 13,6	509,0 ± 17,0
	15°C/95%HR	660,0 ± 16,0	482,7 ± 10,3	418,2 ± 8,7	414,8 ± 25,4

Cada dato es la media de 10 datos. En azul, datos con diferencias significativas al 95% según la prueba T de datos emparejados.

La Tabla 5 nos muestra las fuerzas máximas necesarias para despegar la etiqueta del fruto. Los datos nos muestran que en líneas generales hay una influencia de la fuerza con la que se pegan las etiquetas, y que esta influencia se pone de manifiesto cuando la etiqueta es ovalada, pues en todos los casos se encontraron diferencias significativas entre la fuerza máxima necesaria en

las etiquetas pegadas con 2 y con 5 Kg. Sin embargo, hay que señalar que en los casos donde no aparecieron diferencias, siempre fueron en pepino cuyas etiquetas eran rectangulares. Se ha de indicar que no se encontraron diferencias cuando los frutos etiquetados se mantuvieron a HR de 95%, excepto en un caso. Esta excepción se encontró en etiquetas metálicas y frutos de pepino mantenidos 24 h a 22°C y 55% de HR.

Tabla 6. Área de fuerzas en gr/s generada para despegar la etiqueta de frutos etiquetados en laboratorio y con aplicación de dos fuerzas de pegado: 2 y 5 Kg.

Etiquetas y condiciones		24 horas		72 horas	
		Fuerza 2 kg	Fuerza 5 kg	Fuerza 2 kg	Fuerza 5 kg
AGUACATE OVAL. Papel	22°C/55%HR	1422,2 ± 464,6	267,3 ± 91,5	508,0 ± 413,7	390,2±381,6
	22°C/95%HR	1044,1 ± 435,1	2252,2 ± 1424,7	1928,6 ± 1218,5	874,9 ± 855,2
	15°C/95%HR	1621,1 ± 891,7	1026,1 ± 572,6	436,6 ± 229,6	646,9 ± 330,2
LIMÓN OVAL. Papel	22°C/55%HR	665,1 ± 345,6	417 ± 230,5	1274,0 ± 876,0	894,5 ± 957,1
	2°C/95%HR	1530,1±548,6	1305,4 ± 720,3	1162,1 ± 1048,8	1656,7 ± 1815,5
	15°C/95%HR	1912,3 ± 1318,0	1306,3 ± 625,3	661,0 ± 477,4	828,9 ± 335,9
PEPINO RECT. Papel	22°C/55%HR	3230,3 ± 1394,7	2660,5 ± 1217,1	2199 ± 1528,8	2855,8 ± 781,3
	22°C/95%HR	3815,5 ± 1276,1	3584,5 ± 1062,3	3742, 2± 1391,3	4873,0 ± 1438,9
	15°C/95%HR	3667,5 ± 1190,5	4157,5 ± 2226,8	1216,1 ± 317,1	1232,2 ± 391,8
PEPINO RECT. Papel+Alum.	22°C/55%HR	5335,0 ± 1407,6	5285,2±1991,9	4501,5 ± 1655,6	5859,4 ± 2626,2
	22°C/95%HR	4906,8 ± 2141,4	5784,2±2398,4	4185,1 ± 2140,9	4244,2 ± 1816,4
	15°C/95%HR	3668,2 ± 2073,1	4590,4 ± 2094,6	3239,8 ± 976,6	2214,0 ± 698,9

Cada dato es la media de 10 datos. En azul, datos con diferencias significativas al 95% según la prueba T de datos emparejados.

Los datos de la Tabla 6 en líneas generales nos indican que no hay diferencias en función de la fuerza de pegado, 2 o 5 Kg. cuando aparecieron estas diferencias lo hicieron en los frutos de aguacate y, posiblemente, las diferencias se deban a la constitución de la epidermis del aguacate Hass, con numerosas protuberancias, superficie de la piel irregular que dificulta al pegado.

5.3.2. Residuos de adhesivo sobre frutos etiquetados en laboratorio

De todos los frutos de limón y aguacate analizados, no se detectaron restos de residuo en ninguno de ellos.

En cuanto a los resultados en pepino, de todos los frutos de pepino analizados no se detectaron restos de residuo, salvo en 1 fruto con un porcentaje mínimo respecto a la superficie de etiqueta (Figura 19), en condiciones de refrigeración y humedad elevada, con etiqueta rectangular dorso de aluminio.



Figura 19. Restos de talco en pepino etiquetado en laboratorio con etiqueta rectangular (dorso de aluminio) correspondiente a 15°C/95% HR.

5.4. Ensayos en frutos etiquetados en central hortofrutícola

5.4.1. Fuerza de adhesividad en frutos etiquetados en central hortofrutícola

Tabla 7. Fuerza máxima necesaria para despegar la etiqueta de frutos etiquetados en central hortofrutícola de forma manual y automática.

Etiquetas y condiciones		24 horas		72 horas	
		Manual	Automático	Manual	Automático
15°C / 90%HR	AGUACATE OVAL. Papel	169,9 ± 8,3 a	-	124,2 ± 10,5 b	-
	LIMÓN OVAL. Papel	238,4 ± 112,2 a	-	128,8±23,7 b	-
	PEPINO RECT. Papel+Alum.	550,4 ± 17,9 Ab	565,2 ± 15,9 Aa	602,8 ± 18,0 Aa	322,9 ± 51,2 Bb

Cada dato es la media de 10 datos. En el caso de aguacate y limón, letras minúsculas diferentes significan diferencias significativas entre tiempos de conservación. En el caso del pepino, letras mayúsculas diferentes significan, dentro de un mismo tiempo de conservación, diferencias entre etiquetado manual y automático y las letras minúsculas diferentes significan, dentro de un mismo modo de etiquetado, diferencias significativas entre tiempos de conservación. En todos los casos según la prueba T de datos emparejado con significación del 95%.

Tal y como se observa en la tabla 7, en productos etiquetados en almacén y conservados en las condiciones propias de la central hortofrutícola, se encontró que el tiempo de conservación disminuía la fuerza máxima necesaria para despegar la etiqueta en el limón y aguacate. En pepino no se utilizó el etiquetado papel couché, dado que en el momento del estudio no disponía el almacén de ese tipo de etiquetas. En pepino, los datos indican que en el etiquetado manual la fuerza máxima necesaria para despegar la etiqueta es mayor tras 72 horas de conservación. Sin embargo, cuando la etiquetadora es automática, la fuerza necesaria es menor.

Tabla 8. Área de fuerzas en gr/s generada para despegar la etiqueta de frutos etiquetados en central hortofrutícola de forma manual y automática.

Etiquetas y condiciones		24 horas		72 horas	
		Manual	Automático	Manual	Automático
15°C /90%HR	AGUACATE OVAL. Papel	738,8 ± 120 a	-	915,0 ± 464 a	-
	LIMÓN OVAL. Papel	452,5 ± 96 a	-	451,8 ± 175 a	-
	PEPINO RECT. Papel+Alum.	3651,9 ± 1424 Aa	4015,3 ± 1370 Aa	2596,1 ± 3194 Aa	1031,4 ± 1524 Ab

Cada dato es la media de 10 datos. En el caso de aguacate y limón, letras minúsculas diferentes significan diferencias significativas entre tiempos de conservación. En el caso del pepino, letras mayúsculas diferentes significan, dentro de un mismo tiempo de conservación, diferencias entre etiquetado manual y automático y las letras minúsculas diferentes significan, dentro de un mismo modo de etiquetado, diferencias significativas entre tiempos de conservación. En todos los casos según la prueba T de datos emparejado con significación del 95%.

La tabla 8 nos muestra el área de fuerzas. Para limón y aguacate no se encontraron diferencias entre los dos tiempos de conservación, lo que indicaría que, al menos en tres días de conservación no se observan diferencias en la adhesividad de las etiquetas. Para el caso del pepino no hay diferencias entre etiquetado automático o manual en función del tiempo de conservación. Sin embargo, sí se nota un efecto negativo al menos tras 3 días de conservación cuando el etiquetado es automático, manifestando que el etiquetado manual es superior. Esto posiblemente se deba a la manera en que la etiquetadora automática pega la etiqueta al fruto, ya que lo hace haciendo rodar el fruto entre unos rodillos que presionan la etiqueta contra el fruto y así ésta es pegada al fruto. Este método hace que sobre todo al inicio y final del pegado los bordes de la etiqueta puedan no quedar bien adheridos, e incluso quedan sin pegar. Es decir, la etiquetadora de rodillos ejerce una muy buena presión en la parte central de la etiqueta, pero no así en los extremos. En cambio, la etiquetadora manual se asegura de pegar bien la etiqueta por toda su superficie, especialmente sobre los bordes y extremos de la etiqueta. Esto podría ser la razón de las diferencias observadas.

5.4.2 Residuo de adhesivo sobre frutos etiquetados en central hortofrutícola

No se detectaron restos de residuos en los frutos etiquetados en almacén.

6. Conclusiones y recomendaciones técnicas

Conclusiones

1. La fuerza de pegado en frutos no influyó significativamente en la adhesividad, depende más de otros factores, como la cantidad de etiqueta que está en contacto con los frutos.
2. De los datos parece desprenderse que ni la fuerza aplicada al pegar la etiqueta en el cristal, ni las condiciones de conservación influyen, salvo que éstas proporcionen las condiciones que hagan que provoquen condensación sobre el papel de la etiqueta, o las condiciones impliquen que el papel absorba humedad suficiente como para debilitar su estructura y que la etiqueta se desestructure al tratar de despegarla, quedando así restos de la etiqueta en el cristal.
- 3.- De acuerdo con la conclusión 3, las etiquetas metálicas son las más afectadas por el efecto de la humedad relativa (HR).
- 4.- El etiquetado manual pega las etiquetas con más fuerza que el etiquetado automático y esto se nota especialmente tras 3 días de conservación, según las condiciones usuales de una central hortofrutícola.
- 5.- No se han encontrado diferencias respecto a la adhesividad de las etiquetas en limón y aguacate en central hortofrutícola. En relación con los tres frutos, no se encontraron restos de adhesivo en ningún caso.

Recomendaciones técnicas

Los datos de este ensayo recomiendan que se vigilen las fluctuaciones de HR pues puede ser la causa de problemas tanto de desprendimiento de las etiquetas en los frutos, como que dejen restos bien de adhesivo o de papel tras arrancar las etiquetas. Aunque consideramos que la vigilancia de la HR puede ayudar a mitigar posibles problemas de desprendimiento de etiquetas, consideramos que, en el caso de la comercialización de frutos etiquetados en tiendas, supermercados y grandes superficies, prácticamente es imposible controlar estas fluctuaciones, por el proceso que siguen los frutos, pues suelen estar expuestos al público, y tras el cierre de los establecimientos, suelen guardarse en cámaras frigoríficas, para volver a ser expuestos al público una vez el establecimiento vuelve a abrir sus puertas. Esta dinámica influirá

negativamente en el estado de las etiquetas, pero es difícil o imposible de evitar, salvo que se disponga de la cantidad de frutos tal que sean vendidos y adquiridos por el público en una misma jornada de ventas, evitando un estocaje grande disponible para el día siguiente.

7. Bibliografía

- Autoid, 2018. La innovación en el sector hortofrutícola a través de la rastreabilidad y la transparencia. <https://www.autoid.es/2018/11/23/la-innovacion-en-el-sector-hortofruticola/> (Consulta 15-05-21)
- Directiva (UE) 2019/904 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente
- ESYRCE, 2019. La superficie ecológica crece el 4,8 % en 2019 y se sitúa en 2,35 millones de hectáreas <https://www.mapa.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/la-superficie-ecol%C3%B3gica-crece-el-48--en-2019-y-se-sit%C3%BAa-en-235-millones-de-hect%C3%A1reas/tcm:30-541106>. (Consulta 28-04-21)
- EUROSTAT, 2021. Organic Farming Statistics https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics?action=statexp-autotranslate&lang=es#Superficie_org.C3.A1nica_total (Consulta 29-04-21)
- FIBL, 2021. The World of Organic Agriculture. (<https://www.organic-world.net/index/news-organic-world/article/1749.html>) (Consulta 29-04-21)
- Multivac, 2021. Envasado y etiquetado sostenibles para frutas y verduras frescas. <https://www.freshplaza.es/article/9324262/envasado-y-etiquetado-sostenibles-para-frutas-y-verduras-frescas/> (Consulta 04-05-21)
- Ficha técnica Papel Autoadhesivo Dorso Aluminio, 2015 Distribuidora Vizcaína de Papeles S.L.
- Ficha técnica Papel Couche Autoadhesivo, 2017. Avery Dennison Materials Group Europe.
- MAPAMA, 2020. Producción Ecológica Estadística 2019 https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/produccioneco/estadisticas_ae_2019_word_ver31_tcm30-540808.pdf (Consulta 28-04-21)
- Namesny, A.1998. Etiquetadoras de frutas y hortalizas Tan importantes como la etiqueta. Horticultura Internacional. 80-84.
- Normas FINAT, 2012. Propiedades de los adhesivos y métodos de ensayo.
- Torraspapel, 2008. Papel autoadhesivo. Lecta Group. <https://docplayer.es/11010286-Formacion-papel-autoadhesivo.html> (Consulta 20-04-21)

- ULMA Packaging, S. Coop, (2021). Hortofrutícola. Soluciones de envasado. <https://www.ulmapackaging.com/es/soluciones-de-ensado/hortofruticola> (Consulta 3-5-21)



Resumen

El presente trabajo caracteriza la adhesividad de diferentes tipos de etiquetas que se suelen utilizar normalmente en el etiquetado de frutos ecológicos. La concienciación de los ciudadanos por cuidar el medio ambiente ha modificado la forma de envasado de los productos ecológicos, reduciendo o eliminando su envasado en plástico. Esto ha obligado a los supermercados a buscar alternativas más sostenibles con el medio ambiente, por ello, una gran cantidad de fruta y hortaliza se envasa a piel desnuda, utilizando una etiqueta que da la información necesaria para el consumidor. Este uso a piel desnuda ha generado algunos problemas, ya que algunas veces la etiqueta se desprende del producto, en otras ocasiones cuando el consumidor la despegó quedan restos de adhesivo en la piel del producto, originando algunas quejas por parte del consumidor.

Por todo ello se ha estudiado la adhesividad de diferentes etiquetas, a diferentes condiciones de fuerza de pegado, y diferentes condiciones de temperatura y humedad.

Abstract

This study analyses the adhesiveness of different types that are commonly used in the labelling of organic fruit and vegetables. The environmental awareness of citizens has changed the way organic products are packaged, reducing or eliminating plastic packaging. This has led supermarkets to look for more environmentally sustainable alternatives therefore, a large amount of fruit and vegetables are now packaged with bare skins, using a label which shows the necessary information to the consumer. The use of labelling on bare skin has caused problems, as sometimes the label comes off the product and when the consumer peels it off, adhesive residues remain on the skin of the product, causing some complaints from the consumer. For these reasons, the adhesiveness of different labels has been studied, under different conditions of adhesive strength, and different conditions of temperature and humidity.