

Curso Tecnología Poscosecha de cítricos y otros cultivos en la Comunidad Valenciana

Del 25 de enero al 2 de marzo de 2018



APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS EN LA INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA



Poscosecha

FRUTAS, HORTALIZAS Y ORNAMENTALES

www.poscosecha.com

Dra. Claudia Conesa Domínguez

poscosecha@poscosecha.com

Síguenos también en redes sociales:



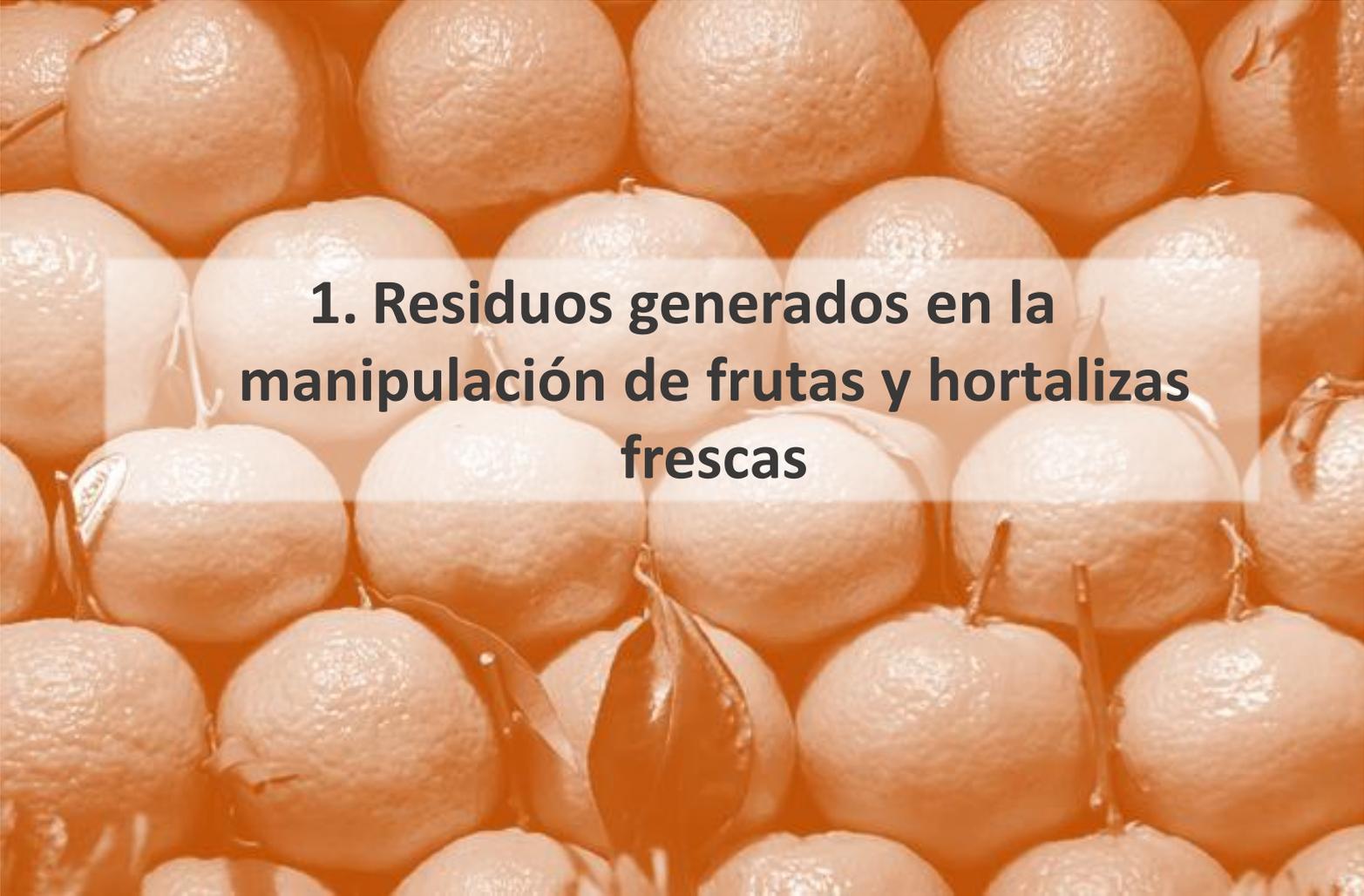
[@Poscosecha.Postharvest](https://www.facebook.com/Poscosecha.Postharvest)



[@poscosecha](https://www.twitter.com/poscosecha)



1. Residuos generados en la manipulación de frutas y hortalizas frescas
2. Residuos generados en el procesado de frutas y hortalizas
3. Valorización de los residuos
 - 3.1. Marco legislativo
 - 3.2. Alimentación animal
 - 3.3. Obtención de compuestos de alto valor añadido
 - 3.4. Obtención de bioenergía
 - Biogás
 - Biohidrógeno
 - Bioetanol
 - 3.5. Aplicación agrícola
4. Ejemplos



**1. Residuos generados en la
manipulación de frutas y hortalizas
frescas**



➤ La central hortofrutícola: industrias de manipulación y envasado de frutas y hortalizas frescas. Los productos agrícolas reciben una serie de tratamientos para convertirse en alimentos

➤ RESIDUOS ORGÁNICOS

- **Destrío:** “Frutas u hortalizas que han sido rechazadas para la comercialización durante el proceso de selección en el lugar de empaquetado, por estar mal formadas, inmaduras, afectadas por algún patógeno, con presencia abundante de manchas y rajadas o no responder a los estándares de tamaño” (MAGRAMA, 2012)
- **Problemas:**
 - Volumen importante: en la selección \approx 10% de la producción (GPA, 2006)
 - Contenido elevado de agua (olores, lixiviados, contaminaciones)





▪ **Subproducto** (Ley 22/2011, 28 de julio, de residuos y suelos contaminados):

Sustancias u objetos, resultantes de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto; entonces será considerado como subproducto y no como **Residuo** (cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar) cuando:

- Se tenga la seguridad de que la sustancia u objeto va a ser utilizado posteriormente
- La sustancia u objeto se pueda utilizar directamente sin tener que someterse a una transformación ulterior distinta de la práctica industrial habitual
- La sustancia u objeto se produzca como parte integrante de un proceso de producción
- El uso ulterior cumpla todos los requisitos pertinentes relativos a los productos así como a la protección de la salud humana y del medio ambiente, sin que produzca impactos generales adversos para la salud humana o el medio ambiente

▪ **Aprovechamientos subproductos del destrío:**

- Industrialización
- Alimentación animal
- Compostaje





➤ EFLUENTES

- **Las aguas de tratamiento en drencher**
 - Bajo volumen pero alta carga orgánica y de fitosanitarios
 - Gestor autorizado
 - Depuración previa a verter en un colector municipal (500 ppm hasta valores de 0,05 ppm)
 - Dilución con las aguas residuales de lavado y depurar

- **Aguas de lavado:**
 - Elevado volumen pero baja carga orgánica y de fitosanitarios
 - Depuración previa a verter en un colector municipal

- **Aguas de lavado de equipos e instalaciones:**
 - Consumo alto de agua
 - Reutilización del agua o de la procedente de otras etapas siempre que sea pretratada y cumpla aspectos higiénicos necesarios
 - Gestor autorizado
 - Depuración previa a verter en un colector municipal





➤ RESIDUOS PELIGROSOS

- Envases, restos de fitosanitarios y productos químicos -> Gestor autorizado (Sistema Integrado de Gestión de Fitosanitarios, SIGFITO)



➤ OTROS RESIDUOS

- Envases y embalajes deteriorados: Papel, cartón y plásticos -> Gestor autorizado
- Cajas y Palets / Palots -> Reutilización / Gestor autorizado





2. Residuos generados por el procesado de frutas y hortalizas



- **Sector de los transformados vegetales:** representa un 7% de la producción agroalimentaria total. Agrupa aquellas industrias que procesan las frutas y hortalizas mediante cualquier técnica de conservación, para la fabricación de: conservas; congelados; zumos, concentrados y néctares; IV y V gama

➤ RESIDUOS ORGÁNICOS

- Volumen importante ≈ 83% del total de residuos (GPA, 2006)
- % Restos: materia prima + proceso
- Gestión: alimentación animal o gestor de residuos

Materia prima	Tipo de restos	% de restos total
Tomate	Piel, pepita, podridos	15
Pimiento	Corazones, pieles	50 – 60
Alcachofa	Brácteas, tallos	60 – 65
Judía verde	Puntas	28
Puerro	Hojas, raíces	47
Brotos de ajo	Partes blancas	17
Borraja	Hojas	28
Cardo	Penca, hoja, corazón	65
Acelga	Pencas, hojas	48
Espinacas	Hojas secas	13
Melocotón	Pieles, huesos	22 – 28
Ciruela, albaricoque	Pieles, huesos	10 – 25
Naranja, mandarina	Piel, corteza, semillas	40 – 45
Naranja zumo	Piel, corteza, semillas	60 – 65
Pera	Piel, peciolos, corazón	42 – 45



➤ AGUA RESIDUAL

- Gran consumo de agua:
 - 70 - 80% volumen -> Aguas residuales
 - 20 - 30% volumen -> Incorporación en el producto + pérdidas
- Gestión:
 - Gestor autorizado
 - Depuración biológica previo a vertido
 - Lodos de depuración -> 0,7% del total de residuos -> Gestor autorizado o Compostaje

Materia prima (100 t)	Agua residual (m ³)	Lodos (toneladas)
Alcachofa	500 – 1.600	2 – 4
Pimiento	500 – 900	3 – 5
Melocotón	600 – 900	4 – 7
Albaricoque	600 – 900	2 – 4
Pera	400 – 800	4 – 6
Tomate	400 – 800	4 – 7
Naranja zumo	400 – 1.000	5 – 8

➤ OTROS RESIDUOS:

- Inertes (cartón, plástico, chatarra, vidrio, hojalata, ...): 16% -> Selección en origen y gestor autorizado
- Residuos peligrosos (productos químicos, de limpieza, envases que los contienen, ...): 0,3% -> Gestor autorizado



3. Valorización de los residuos





- **Directiva 2006/12/CE:** establece la obligación a los Estados Miembros del fomento de la reducción de los residuos mediante, entre otros, valorización de los residuos por reciclado, nuevo uso, recuperación u otra acción destinada a obtener materias primas secundarias, o también la utilización de residuos como fuente de energía.
- **Directiva Europea sobre residuos 2008/98/CE:** Medidas destinadas a proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención o la reducción de los impactos adversos de la generación y gestión de los residuos, la reducción de los impactos globales del uso de los recursos y la mejora de la eficiencia de dicho uso. Para ello, establece la siguiente jerarquía:
 - Prevención
 - Preparación para la reutilización (separación de los diferentes residuos)
 - Reciclado
 - Otro tipo de **valorización**
 - Eliminación
- **Valorización:** Procedimiento que permite el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que dañen el medioambiente (MAGRAMA, 2012)
- **Artículo 8 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelo contaminados:** establece como última vía la eliminación y la acumulación en vertedero de los residuos que puedan ser reutilizados, reciclados o valorizados.





- Directa o procesada (ensilaje / deshidratación / peletizado)
- Alto contenido en fibra y nutrientes



Compuesto	(%)
Humedad	80
Fibra	39
Grasa	2
Azúcares	15
Proteínas	7
Cenizas	8
Calcio	1,5
Sodio	0,5
Potasio	2

Naranja fresca

	A.A.	%PB
Lisina		2,66
Metionina		1,25
Metionina + Cistina		2,34
Treonina		2,81
Triptófano		0,78
Isoleucina		2,81
Vallina		3,75

Naranja deshidratada

Rumiantes en producción intensiva. El valor nutritivo es semejante al del grano de cebada y además ayuda a mejorar la producción de materia grasa

➤ Inconvenientes:

- Estacionalidad y variabilidad de la producción
- Compatibilidad entre el animal y el pienso
- Normativa de control detallado de la alimentación, trazabilidad y seguridad alimentaria

Búsqueda de alternativas sostenibles y económicamente rentables de valorización de dichos residuos y subproductos: la obtención de compuestos de alto valor añadido, bioenergía y aplicación agrícola



- Compuestos de interés para la industria alimentaria, farmacéutica, nutracéutica, cosmética y química. Compuestos antimicrobianos, bioactivos (polifenoles, fitoestrógenos, terpenoides y ácidos grasos, compuestos organosulfurados y monoterpenos), compuestos aromáticos, grasos, vitaminas, azúcares, materias gelificantes (pectinas), ácidos, aceites, aromas y sabores
- **Aplicaciones:**
 - Colorantes: E-140/141 Clorofilas y Clorofilinas; Carotenoides; E-160 c Capsantina/Capsorrubina; E-160 d Liocopeno; E-161 Xantofilas y dentro de este E-161 a Flavoxantina (hojas verdes), E 161 b Luteina, E 161 c Criptoxantina; E-163 Antocianinas
 - Antioxidantes: aditivos alimentarios que impiden o retardan las oxidaciones catalíticas y el enranciamiento natural o provocado por la acción de diversos agentes (aire, luz, calor, ...). Los antioxidantes naturales pueden ser compuestos fenólicos (tocoferoles, flavonoides y ácidos fenólicos), compuestos nitrogenados (alcaloides derivados de clorofila, aminoácidos y aminos), carotenoides y ácido ascórbico
 - Fibras

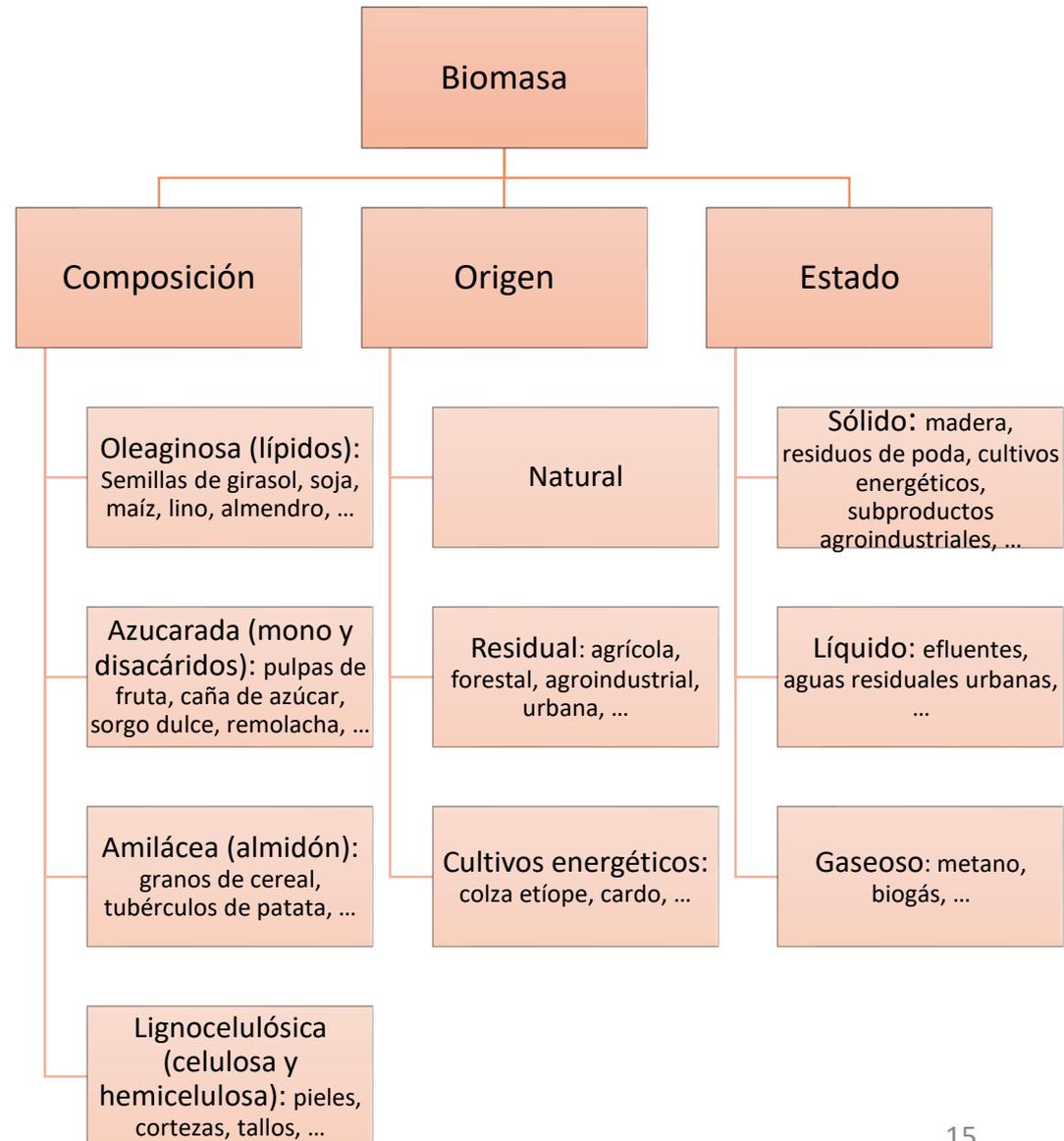




➤ **Biomasa:** materia orgánica no fosilizada originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía aunque puede tener otros usos industriales

➤ **Biocombustibles:** sustancias o materiales que provienen de la transformación física o química de la biomasa, que puede reaccionar con el oxígeno para desprender energía calorífica

- **Biocarburantes:** todo combustible líquido o gaseoso producido a partir de biomasa que es posible utilizarlo en motores de combustión interna empleables en vehículos de transporte: bioetanol, biometanol, biodiésel, biogás, biohidrógeno, ... (Directiva 2003/30/CE)



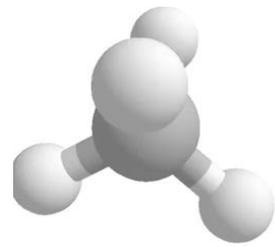


➤ Ventajas:

- Disminución de las emisiones de CO₂ respecto a otros combustibles fósiles. Las emisiones de CO₂ se reducen un 12% por la producción y la combustión del etanol y un 41% por el biodiesel
- Menor cantidad de emisiones contaminantes a la atmósfera (hidrocarburos volátiles, partículas, SO₂ y CO)
- Disminución de residuos
- Diversificación energética y disminución de la dependencia externa del abastecimiento de combustibles

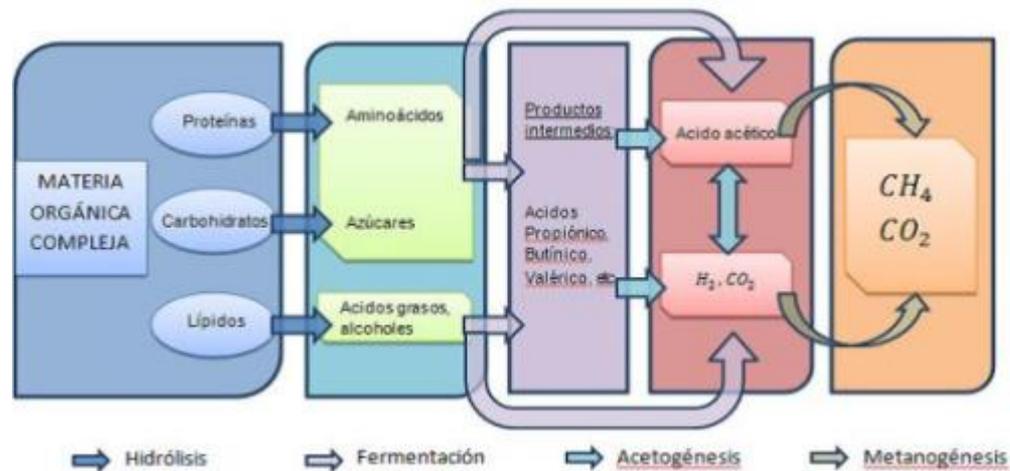
➤ Inconvenientes:

- Menor rendimiento energético que los combustibles fósiles. Su uso se limita a motores de bajo rendimiento y poca potencia
- Baja densidad energética, es decir, que para conseguir la misma cantidad de energía se requiere utilizar más cantidad de materia prima
- Necesidad de acondicionamiento o transformación para su utilización
- Mayores costes de producción frente a la energía que proviene de los combustibles fósiles



➤ BIOGÁS

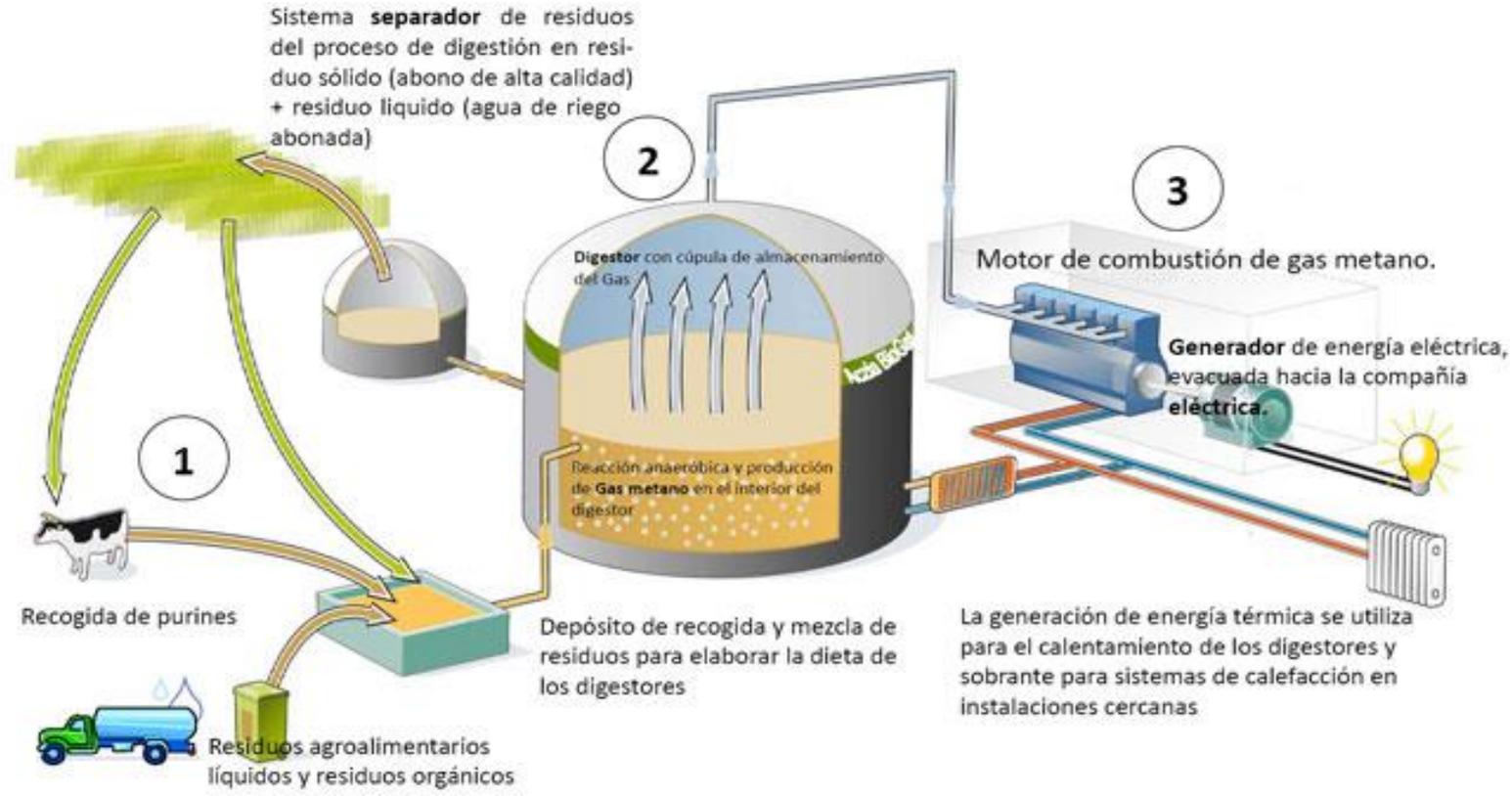
- Mezcla de CH_4 (55 -70%), CO_2 (30 – 45%) y < 5% trazas de otros gases (H_2 , N_2 , O_2 y SH_2) obtenida mediante digestión anaerobia por microorganismos de los restos orgánicos. Además, se genera un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico



- Poder calorífico entre 18,8 y 23,4 MJ/m^3 -> generación de electricidad + combustible para motores de gasolina + incorporación a la red de gas natural tras un tratamiento de purificación

Curso Tecnología Poscosecha de cítricos y otros cultivos en la Comunidad Valenciana

Del 25 de enero al 2 de marzo de 2018





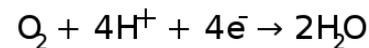
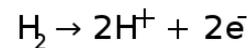
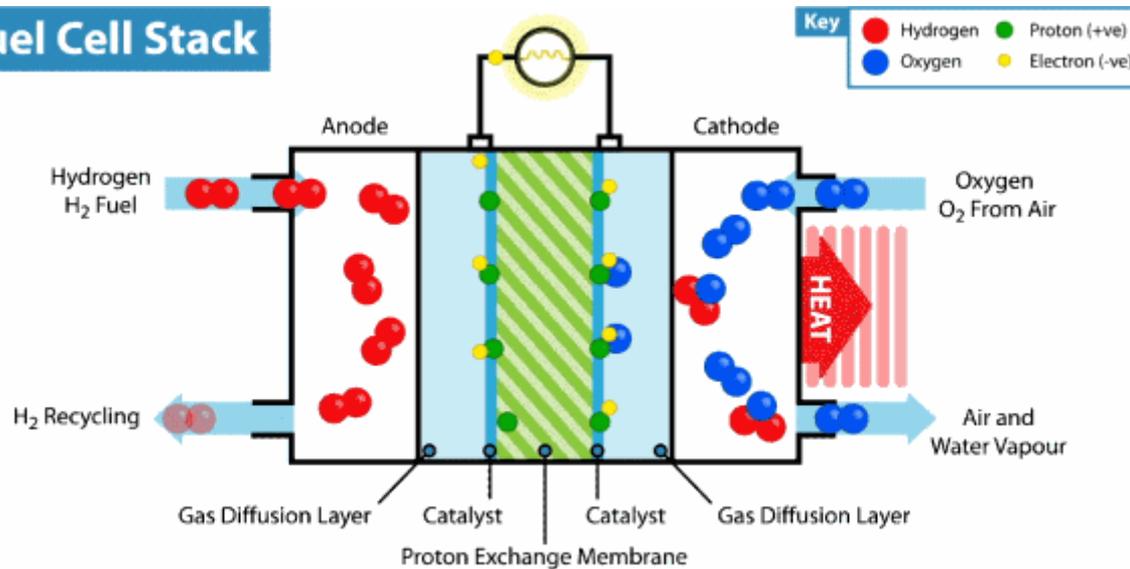
➤ BIOHIDRÓGENO:

- Representa sólo el del 1% del H₂ total. Actualmente, el 40% de este gas se obtiene de la oxidación catalítica de gases naturales, el 30% de metales pesados y nafta, el 18% de carbón y el 4% de la electrólisis y cerca del 1% de biomasa.

Mecanismos	Microorganismos	Sustrato	Gases producidos	Ventajas	Inconvenientes
Fermentación oscura de compuestos orgánicos ricos en carbohidratos	Bacterias anaerobias	Carbohidratos y compuestos orgánicos de fermentación	H ₂ y CO ₂	Alta producción de H ₂ Producción constante (noche y día) Uso de residuos orgánicos Producción de metabolitos de interés comercial (ácidos orgánicos)	Bajo rendimiento de hidrógeno por fermentación incompleta Pretratamiento de la biomasa Presencia de microorganismos metanogénicos
Fotofermentación de compuestos orgánico	Bacterias púrpuras no del azufre	Ácidos grasos, azúcares y aminoácidos Luz como fuente de energía	H ₂ y CO ₂	No hay generación de bioproductos	Alta demanda de enzima nitrogenasa Reactores impermeables que permitan anaerobiosis Diseño de reactores para incrementar el uso de luz
Biofotólisis del agua	Microalgas y cianobacterias	CO ₂ Luz como fuente de energía	H ₂ y O ₂	No se generan gases de efecto invernadero H ₂ producido a partir de agua y luz Alta eficiencia	Sensibilidad al O ₂ Cambios en el diseño de reactores para maximizar el uso de luz Baja productividad



Fuel Cell Stack



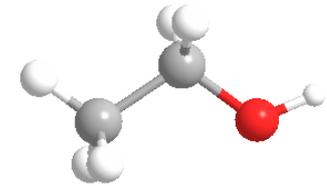
■ Ventajas:

- Mayor contenido energético por unidad de peso entre los combustibles gaseosos conocidos (122-142 kJ/g)
- Es altamente eficiente al convertirlo en energía utilizable
- Es el único libre de carbono que al oxidarse totalmente libera agua como su producto de combustión, por lo que no genera gases de efecto invernadero
- Fácil transporte, muy versátil y seguro en su manejo y uso



➤ BIOETANOL

- Alcohol etílico obtenido a partir de la fermentación de la biomasa azucarada, amilácea o lignocelulósica (B2G)
- **Características:**
 - Alta producción: 97.200 millones de litros en 2015
 - Biocombustible más utilizado en el sector transporte
 - Solo, como aditivo (MTBE) o mezclarse con gasolina convencional. Desde 2012, posible obtener gasolina E10 en la UE sin necesidad de modificar el motor.
 - Combustible de alto poder energético
 - Menores emisiones de CO₂ y de partículas contaminantes
 - B2G no compite con el mercado de alimentos
 - Posibilidad de dar valor a productos de desecho





Biomasa lignocelulósica

Pretratamiento

Hidrólisis ácida

Hidrólisis enzimática

Sacarificación y fermentación simultáneas

Fermentación

✓ Sacarificación y fermentación consecutivas (SHF)

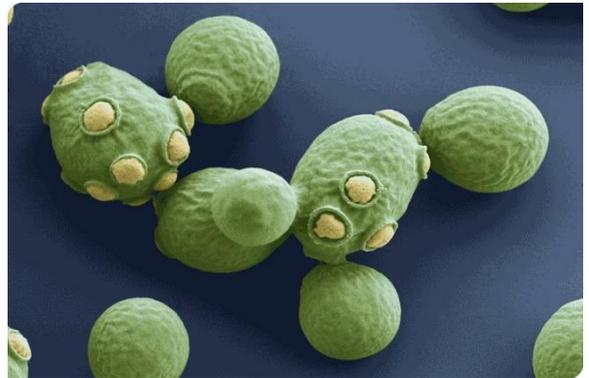
Destilación

✓ Sacarificación y fermentación simultáneas (SSF)

Deshidratación

Bioetanol

www.poscosecha.com





➤ COMPOSTAJE:

- Residuos vegetales + lodos de depuradoras + subproductos generados tras una revalorización inicial
- Proceso controlado de degradación biológica aeróbica: fase termófila + proceso de maduración

- **Ventajas:** compuesto imprescindible en una agricultura sostenible, utilizándose como enmienda orgánica
 - Incrementa el contenido en materia orgánica en el suelo
 - Mejora la capacidad de retención hídrica del suelo
 - Fuente de nutrientes a largo plazo





4. Ejemplos



➤ CÍTRICOS:

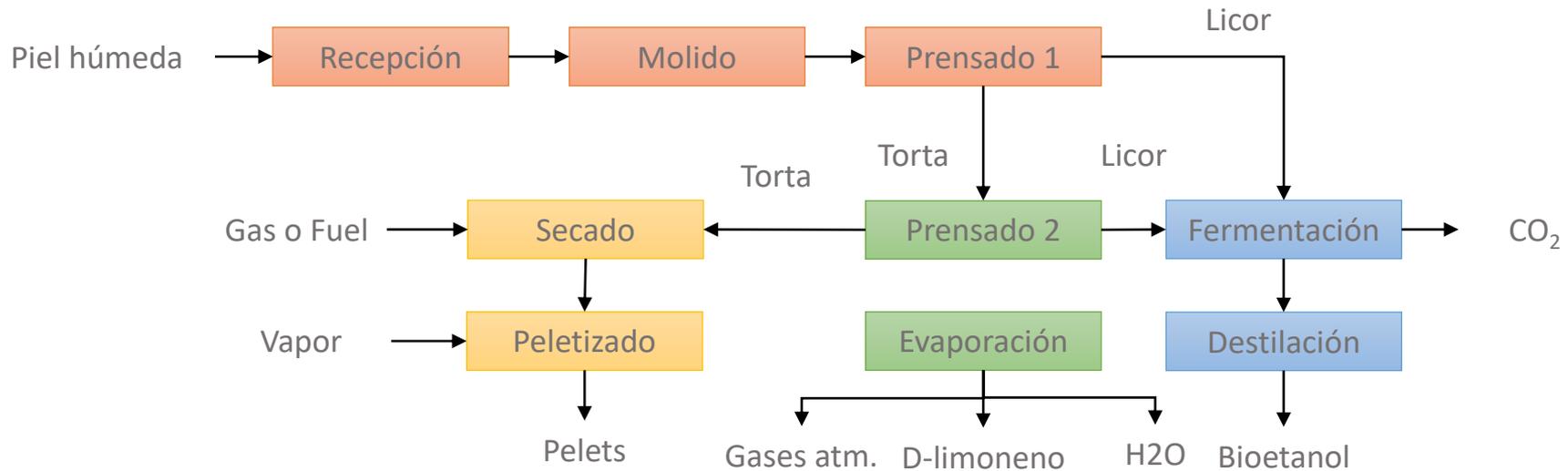


Diagrama de flujo de la GMI de cítricos

- Pulpa gruesa -> componentes volátiles -> fuente aromática (Lafuente *et al.*, 1980)
- Albedo -> pectinas -> estabilizantes + fibra (May *et al.*, 1989)
- Carotenoides -> pigmentos naturales (Cháfer *et al.*, 2000)
- Flavedo -> aceites esenciales: D-limoneno -> disolvente biodegradable, componente aromático y síntesis de nuevos compuestos
- Corteza -> Flavonoides -> Narangina (obtención de dihidrochalcona, sust. edulcorante que no aporta calorías + antioxidante + tratamiento de resfriados, quemaduras por frío o irradiación) y Hesperidina (antioxidante)



➤ CAQUIS:

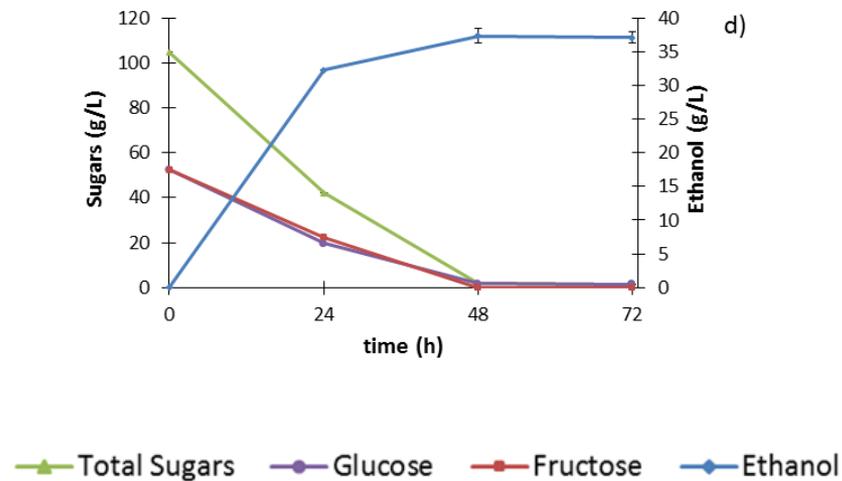
- Obtención de vinagres (Kim *et al.*, 2011) y harinas (Kim y Kim, 2005) -> preparación y conservación de alimentos
- Fuente potencial de compuestos bioactivos (Deng *et al.*, 2012) -> antioxidantes en caqui para luchar contra la diabetes, varias enfermedades degenerativas y cardiovasculares (George y Redpath, 2008; Park *et al.*, 2008; Piretti, 1991; Uchida *et al.*, 1990) y prevenir diferentes tipos de cáncer (Takayuki, 2005)

Propiedad antioxidante	Valor medido	Valor en bibliografía
Fenoles Totales (mg EAG/100 g producto)	59,2 ± 0,4	Pulpa Rojo Brillante: 31 con CO ₂ – 200 con EtOH (Del Bubba <i>et al.</i> , 2009)
Flavonoides Totales (mg EQ/100 g producto)	7,5 ± 0,4 (12,7 % FT)	Diferentes cultivares y estados de madurez: 0,9 - 4,2 (Denev y Yordanov, 2013)
β-caroteno (μg/100 g producto)	400 ± 7	- Pulpa: 12-115 (Zhou <i>et al.</i> , 2009)
Licopeno (μg/100 g producto)	194,3 ± 0,7	- Pulpa “Fuyu”: 242 (Wright y Kader, 1997) - Pulpa “Rojo Brillante” 534 (De Ancos <i>et al.</i> , 2000) - Pulpa varios cultivares: 2,5 – 112 (Zhou <i>et al.</i> , 2009)



- Fuente potencial para la obtención de bioetanol (Conesa *et al.*, 2017)

SFS residuo inicial





➤ TOMATE:

- 50% del licopeno (carotenoide) en la cutícula y pulpa adherida
 - Colorante alimentario -> coste de extracción alto y baja estabilidad
 - Medicina -> alto poder antioxidante relacionado con la prevención del cáncer de próstata y la disminución de las afecciones coronarias como la arteriosclerosis (Mendoza y Andrés Vasconcellos, 2000)
- Cutina -> Biolacas y envases

➤ ALCACHOFA:

- Cinarina, Cinaporicina, inulina, flavonoides y sales minerales -> Tratamiento de la anorexia, hepatitis, hipercolesterolemia, arteriosclerosis, hipertensión arterial, estreñimiento, ...

Curso Tecnología Poscosecha de cítricos y otros cultivos en la Comunidad Valenciana

Del 25 de enero al 2 de marzo de 2018



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Poscosecha

FRUTAS, HORTALIZAS Y ORNAMENTALES

www.poscosecha.com

Dra. Claudia Conesa Domínguez

poscosecha@poscosecha.com

Síguenos también en redes sociales:



[@Poscosecha.Postharvest](https://www.facebook.com/Poscosecha.Postharvest)



[@poscosecha](https://twitter.com/poscosecha)