



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



# Bio-etanol. Alternativa a los residuos agrícolas e industriales.

---

## Bio-ethanol. An alternative for agro industrial wastes.

Prof. Pedro Fito  
Director IAD



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



- **El bioetanol se produce:**

A partir de plantas ricas en azúcares de reserva (caña de azúcar, remolacha, ...)

A partir de plantas ricas en polisacáridos (cereales (maíz, trigo,...), patatas, pataca, raíces,...)

A partir de residuos lignocelulósicos.

A partir de subproductos industriales



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



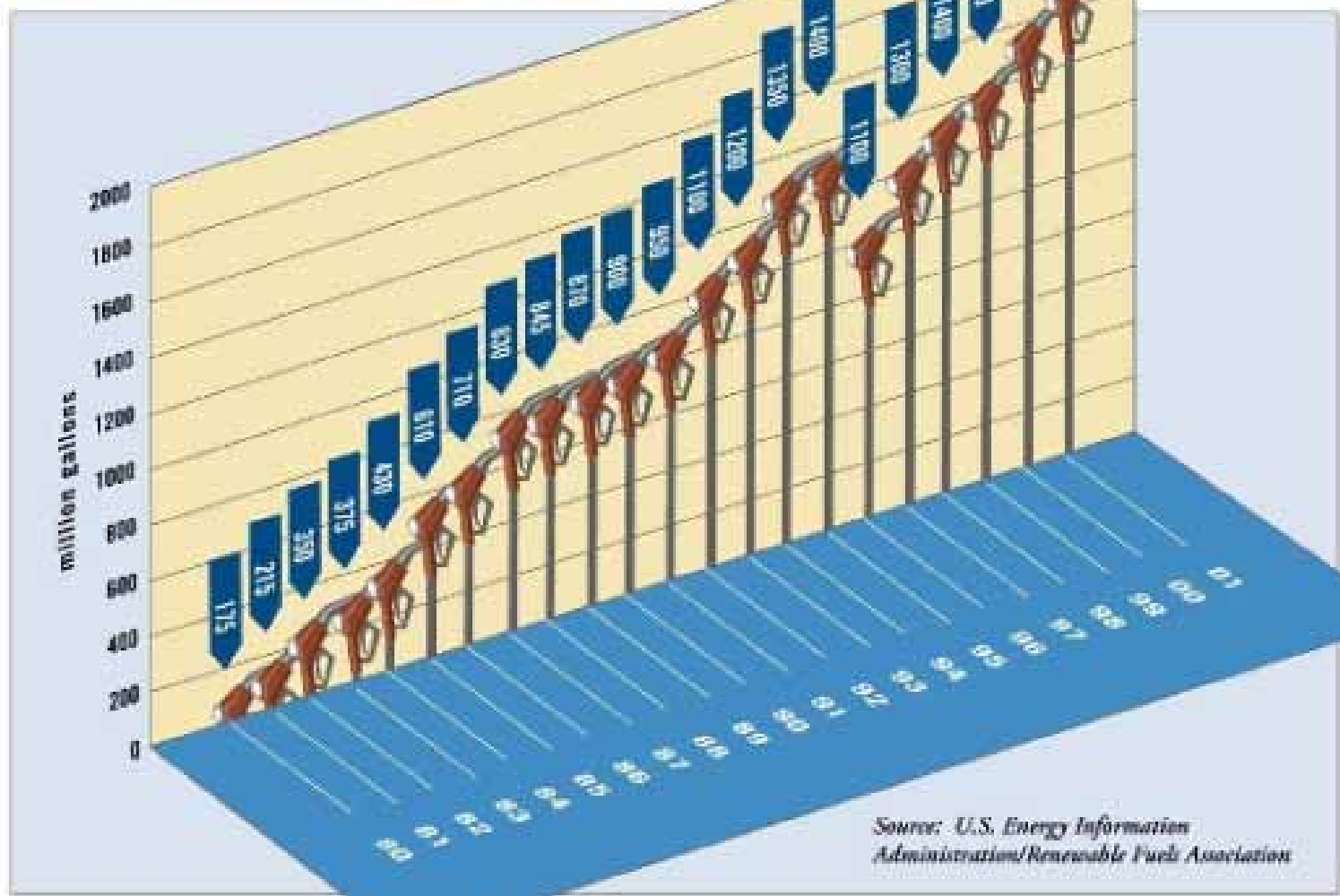
- **The bio-ethanol raw materials:**

Plants with sugar reserves (sugar cane, sugar beet, ...)

Plants with polysaccharides reserves (cereals (corn,...), potatoes, pataca, reserve roots,...)

Lignocelluloses from wastes.

# Historic U.S. Fuel Ethanol Production



Source: U.S. Energy Information Administration/Renewable Fuels Association



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



## Potenciales subproductos:

- Cítricos
- Otras frutas
- Otros vegetales (fabricas de conservas,...)

## Condiciones de rentabilidad.

- Alto contenido en azúcares
- Producción alta
- Transformación “in situ”
- Optimización/Diversificación de los productos obtenidos



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



## By products:

- Citric
- Other fruits
- Other vegetables (Canning factories,...)

## Conditions for economical viability.

- High sugar content
- High production for the plants
- Low cost of transport
- Optimization & Diversification for the obtained products



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



## Paradigma

Transformar:

- Subproducto en **Producto**
- Planta de tratamiento de subproductos en

**Planta de fabricación de productos con alto valor añadido.**



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



## Paradigm

To transfor:

- Waste in **Raw Material**
- Waste treatment Plant in **High Added Value Products Plant**



# Plantas de zumos cítricos

- 1 t de naranjas produce:
  - 0,40-0,50 t de zumo,
  - 0,50-0,60 t de residuos (restos de celdillas, pieles, etc.)
- Ejemplo de aprovechamiento actual
  - procesa 1 Mt/año.
  - produce 0.5-0.6 Mt de residuos usados como alimento no procesado (fresco) para el ganado.  
(En España tendencia a aumentar)
- Problemas:
  - Transporte a las granjas en camiones.
  - Contaminaciones, fermentación espontánea,.....
  - Perdida de líquidos durante el transporte y el almacenamiento en granja (alta DBO).
- Solución
  - **PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOSTENIBLE.**

# Citrus Juice Plants

- 1 t of orange fruits produce:
  - 0,40-0,50 t of juice,
  - 0,50-0,60 t waste (peels, etc.)
- **Example of Currently Plants Production**
  - processing 1 Mt/año.
  - producing 0.5-0.6 Mt of fresh (moist) waste.  
(Production increasing in Spain)
- **Problems:**
  - Transport to the farms.
  - Contamination, spontaneous fermentation,....
  - Lost of liquids during transport and farm storage (high BOD).
- **Solution: Added Value Products Plant for waste treatment.**





Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



Las empresas industrializadoras de cítricos de la Comunidad Valenciana poseen, en la actualidad, instalaciones destinadas, exclusivamente, a:

- La obtención de zumo y su posterior procesado para la venta a granel (cisternas refrigeradas) o envasado.
- La obtención de celdillas (pulpa separada del zumo después de su extracción) para su venta o para su reutilización en la normalización del zumo. Esta sección es de reciente implantación en las fábricas (a partir de 2002).
- La obtención de aceites esenciales de la corteza de las frutas para su venta.
- **Los subproductos resultantes de la industrialización: cortezas, membranas intercarpelares, pulpa grosera, etc., no se aprovechan en la actualidad.**



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



- Citric fruit industries from Comunidad Valenciana currently have installations devoted to:
- Juice production for retailers (refrigerated tanks) or packaging.
- Pulp production (removed from the juice after extraction) for sailing or for juice normalization. This treatment is relatively new in the industrial plants (since 2002).
- Essential oils production from the fruit peels.
- By-products production: peels, intercarpelar membranes, non-useful pulp, etc., with no current utilization.



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



- La práctica habitual es recoger estos residuos húmedos en tolvas elevadas, ubicadas junto a la nave de extracción, y descargarlos en camiones para su transporte a granjas en las que se utilizan como alimento para el ganado.
- El elevado contenido de agua de estos residuos (entre el 78% y el 82% en peso en función del agua aportada a la fruta durante la extracción) supone un elevado coste de transporte (casi todo lo que se transporta es agua) y una pérdida de líquidos durante el trayecto hasta su destino o el almacenamiento en la granja. Estos líquidos suponen una importante contaminación a nivel medioambiental y de niveles freáticos.



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



- The normal practice is to gather the moist by-products in containers, sited close to the extraction plant, for later transport to farms for cattle feed.
- The high moisture content of the by-products (ranging 78% to 82%) lead to a high cost in transport, and the leaching of liquids to the land (and freatic levels) during their transportation to the farm is an important source of contamination.



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



- Entre estos líquidos lixiviados se encuentra el d-Limoneno que es el principal componente del aceite esencial de la corteza. La mayor parte de este aceite (aproximadamente las tres cuartas partes) se recupera en forma de emulsión durante la operación de extracción del zumo pero el resto permanece en los residuos y se libera junto a los líquidos durante el transporte o el almacenamiento en la granja.



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



- An important component of the lixiviated liquid is the d-limonene, the main component of the essential oil of the peel. Most of this oil (c.a. 75%) is recovered as an emulsion during the fruit extraction process, but the other part remains in the by-product and is lost during the transport and storage in the farm.





Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



Una empresa que industrialice 30 toneladas de fruta por hora está generando entre 16 y 19 toneladas (en función de la variedad cítrica y su contenido en zumo) de residuos por hora lo que la obliga a disponer de un camión cada hora para la retirada de estos residuos.

La demora en la retirada puede obligar a la fábrica a tener que parar su actividad principal (la obtención de zumo) por no disponer de instalaciones adecuadas para el almacenamiento temporal de los residuos (las tolvas de recogida tienen como máximo 20 m<sup>3</sup>) y por la rapidez con la que éstos fermentan.



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



- An enterprise processing 30 tones of fruit per hour generates 16-19 tones (depending on the fruit variety and juice content) of by-products per hour, so it is necessary to have some transport media (i.e trucks) for the transport of the by-products each hour. If this by-products are not transported out of the plant in time the juice production process must be stoped sometimes, due to by-products starts to ferment quickly.



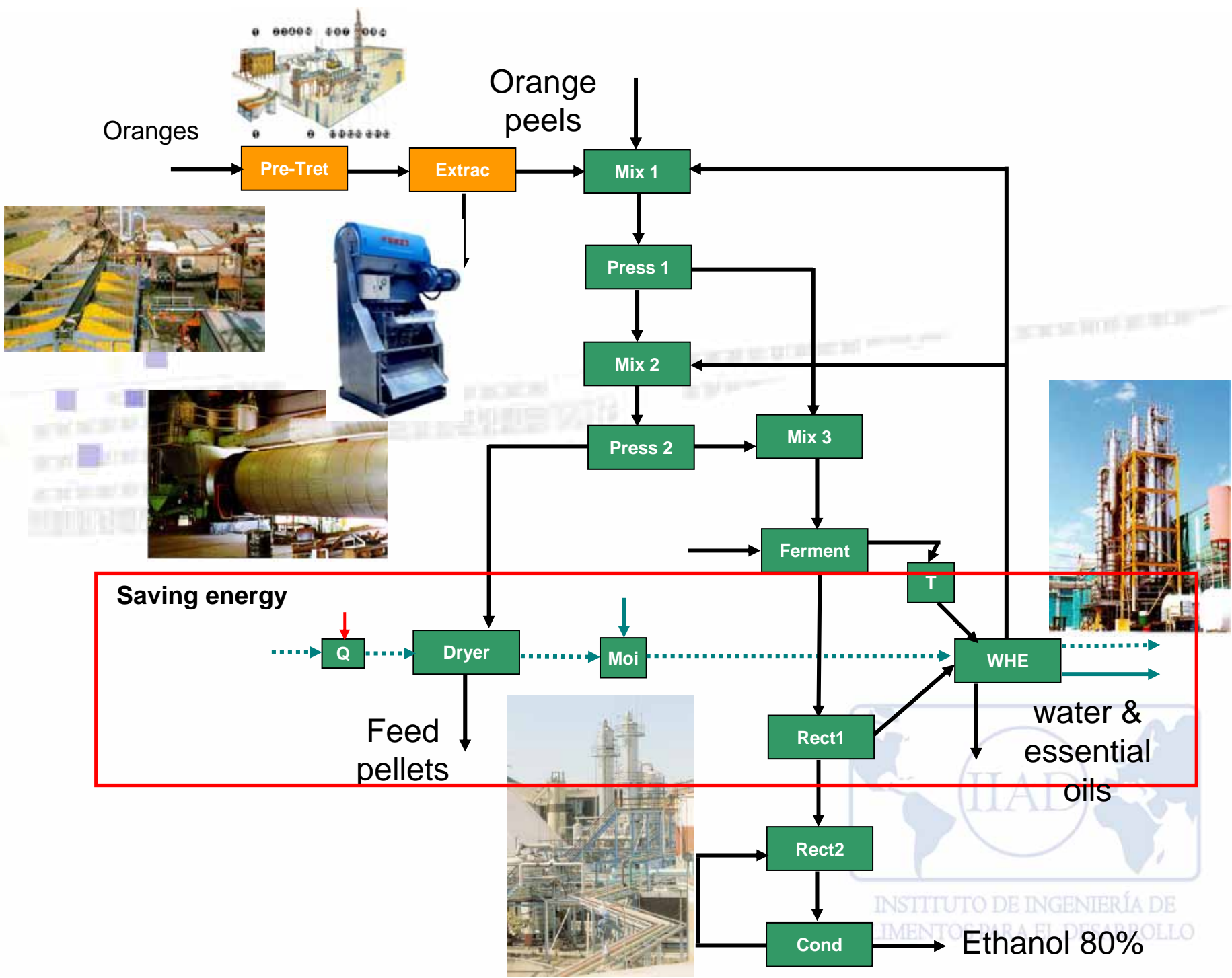
Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



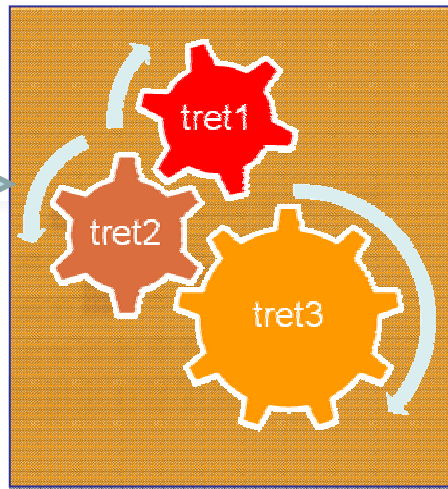
- En el sector de la industrialización de cítricos las empresas de Brasil, Florida, México, Argentina, Cuba, etc., que tienen una capacidad de industrialización a partir de 30 toneladas de fruta (a partir de 20 en el caso de limón), no existe ninguna fábrica que envíe sus residuos húmedos a granjas.
- Además de los factores logísticos y de la necesidad de cumplir con las normas medioambientales, existen factores económicos que las motivan a disponer de instalaciones propias para el adecuado tratamiento y aprovechamiento de sus residuos.
- En estas fábricas, los residuos de la extracción se retiran de la nave de producción en el mismo momento en que se generan y se envían, por medio de tornillos o mediante un sistema de bombeo por tuberías, hasta una nave independiente, ubicada en la misma parcela o en una contigua, en la que se procede al tratamiento de los mismos.

## **Ejemplo de optimización del proceso de tratamiento de los residuos cítricos: Integración térmica, optimización económica y obtención de bioetanol**

- **En el IU-IAD se están realizando estudios en planta piloto durante los últimos dos años dirigidos a la optimización del proceso descrito en el apartado anterior y expuesto en el diagrama de flujo que se incluye.**
- **Además, se ha planteado mejoras técnicas que permiten incluir la fabricación de bioetanol y la recuperación total de todos los componentes valiosos de la materia prima, especialmente la recuperación del agua total que entra en la línea, así como reducir el combustible necesario para su secado**

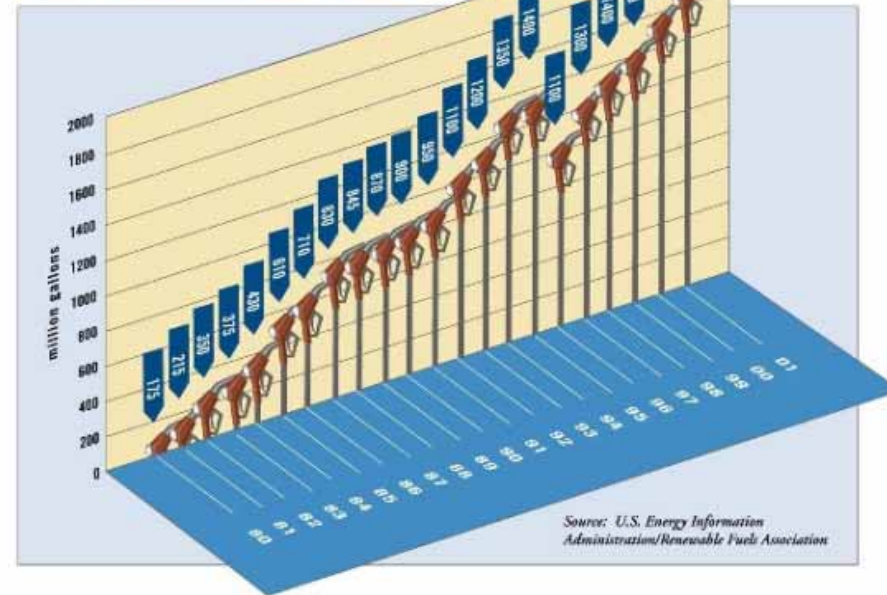


Citrus peels  
and moist  
waste citrus



PRE-TREATMENT

Historic U.S. Fuel Ethanol Production



essential oils

starters

SEPARATION

recovery of  
essential oils

FERMENTATION

Drying

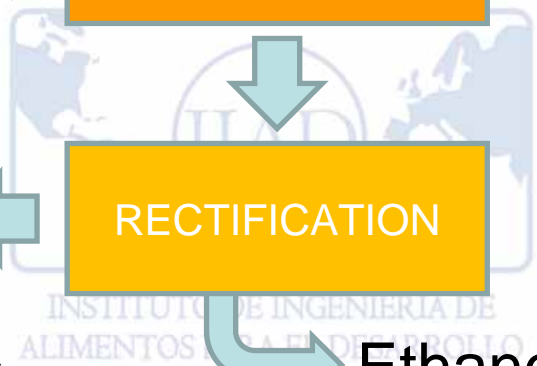
Concentration

RECTIFICATION

pellets

water

Ethanol





# Flujos diarios (planta de 30 t/h)

## Materia Prima

---

**Residuos 1000t**

## Productos

---

**Pienso 140 - 160 t**

**Aceite esencial 1.2 -1.4 t**

**Bio-etanol 25 - 40 t**

**Agua Purificada 500 t**

**Agua de riego 280 t**

**Sin efluentes sólidos ni líquidos**



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

# Daily Fluxes (plant for 30 t/h)

## Raw Material

---

**Wastes 1000t**

## Productos

---

**Cattle feed 140 - 160 t**

**Essential oil 1.2 -1.4 t**

**Bio-ethanol 25 - 40 t**

**Purified Water 500 t**

**Irrigation Water 280 t**

**No effluents (solids or liquids)**



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE  
AVANCES PARA EL DESARROLLO



# Producción anual correspondiente al tratamiento de 1 Mt de residuos (2Mt de cítricos aprox.)

## Materia Prima

**Residuos 1Mt**

## Productos

<b>Pienso</b>	<b>0,14 – 0,16 Mt</b>
<b>Aceite esencial</b>	<b>1200 -1400 t</b>
<b>Bio-etanol</b>	<b>25000 - 40000 t</b>
<b>Agua Purificada</b>	<b>0,5 Mt</b>
<b>Agua de riego</b>	<b>0,28 Mt</b>

**Sin efluentes sólidos ni líquidos**



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE AVANZADOS PARA EL DESARROLLO

# Annual Production for 1 Mt of waste (2Mt of citrus fruit)

## Raw material

**Waste 1Mt**

## Products

<b>Cattle feed</b>	<b>0,14 – 0,16 Mt</b>
<b>Essential oil</b>	<b>1200 -1400 t</b>
<b>Bio-ethanol</b>	<b>25000 - 40000 t</b>
<b>Water (Purified)</b>	<b>0,5 Mt</b>
<b>Water (Irrigation)</b>	<b>0,28 Mt</b>
<b>No solid or liquid effluents</b>	

## El petróleo bate un nuevo máximo

El euro supera los 1,42 dólares y la moneda estadounidense "sigue sobrevalorada", afirma Rato

CLAUDI PEREZ. Madrid  
El petróleo vive en un permanente estado de shock. El barril de crudo de referencia en Europa superó ayer los 82 dólares, y los 85 en EE.UU.: nuevos máximos históricos en am-

bos casos. Esa evolución obedece tanto a la coyuntura —la especulación, animada por la extrema debilidad del dólar, y las tensiones geopolíticas, esta vez con epicentro en Turquía—, como a causas estructurales, con

la oferta incapaz de crecer al ritmo de la incontenible demanda mundial. "El crudo sobrepasará los 100 dólares por barril si las condiciones no cambian", vaticina Paul Isbell, investigador principal del Instituto Eikano.

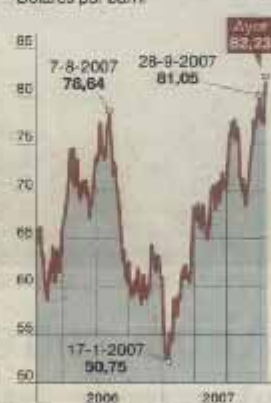
La cotización del petróleo es víctima de un cóctel explosivo. La producción está cerca de su máximo, incapaz de seguir a una demanda que crece a un ritmo infernal; la capacidad de refino es un cuello de botella insalvable a corto plazo; las tensiones geopolíticas se dejan notar desde hace meses, y hasta las previsiones de huracanes contribuyen a espolear un rally alcista que dura ya varios meses. El barril de crudo Brent —de referencia en Europa— hizo añicos ayer la marca alcanzada en septiembre y sobrepasó los 82 dólares por barril. Acumula una revalorización del 60% en lo que va de año. Y, a juicio de los expertos, no parece que la situación vaya a cambiar.

No se puede hablar de máximo histórico porque, en términos reales, el petróleo está aún por debajo de la cota que alcanzó a finales de

los setenta, con la revolución iraní. "Todo indica que la cotización superará los 100 dólares por barril si prosigue esta dinámica", dijo Isbell. Los precios actuales están en el límite de lo asumible para la economía mundial. Pero si persiste la escalada alcista, "el crecimiento económico se resentirá", afirmó el investigador del Instituto Eikano.

El mercado espera nuevas subidas. La OPEP —que reúne a los principales países exportadores— citaba ayer como causas del incremento de precios las hostilidades en Turquía, los huracanes en el golfo de México y la creciente volatilidad. Con estos mimbres, Citigroup considera "razonable" una carrera "hacia los 90 dólares". Mariano Marzo, catedrático de recursos energéticos de la UB, aseguró que la era del petróleo "fácil y barato" se ha acabado, y consideró

Precio del 'brent'  
Dólares por barril



Fuente: Bloomberg

EL PAÍS

"seguro" que el crudo rompa el listón de los 100 dólares en uno o dos años a causa de la fortaleza de la demanda.

Hay un dato más que no favorece a la estabilidad de la cotización. La extrema debilidad del dólar —consecuencia de la situación de la economía estadounidense, tocada tras la crisis del crédito— contribuye a la volatilidad de los precios del petróleo. El euro superó ayer los 1,42 dólares por unidad. El director gerente del Fondo Monetario Internacional, Rodrigo Rato, aseguró ayer que pese a la fuerte caída de los últimos meses, el dólar está todavía "sobrevalorado".

Al margen de su incidencia en el petróleo, el tipo de cambio explica el deterioro de la balanza comercial española. El déficit se situó en 60.081 millones de euros en julio, con un alza interanual del 10,8%.

Siemens-Elas  
cierra su planta  
en Zaragoza,  
con 313 empleos

CRÉDITO PERSONAL

SIN COMISIÓN  
DE CANCELACIÓN  
PARCIAL O TOTAL

INSTITUTO DE INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

El presidente del Grupo Huiyuan Juice visitó ayer el parque científico de la UPV y se entrevistó con los investigadores del Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos (IU-IAD)







INSTITUTO DE INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo

Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia

c p i



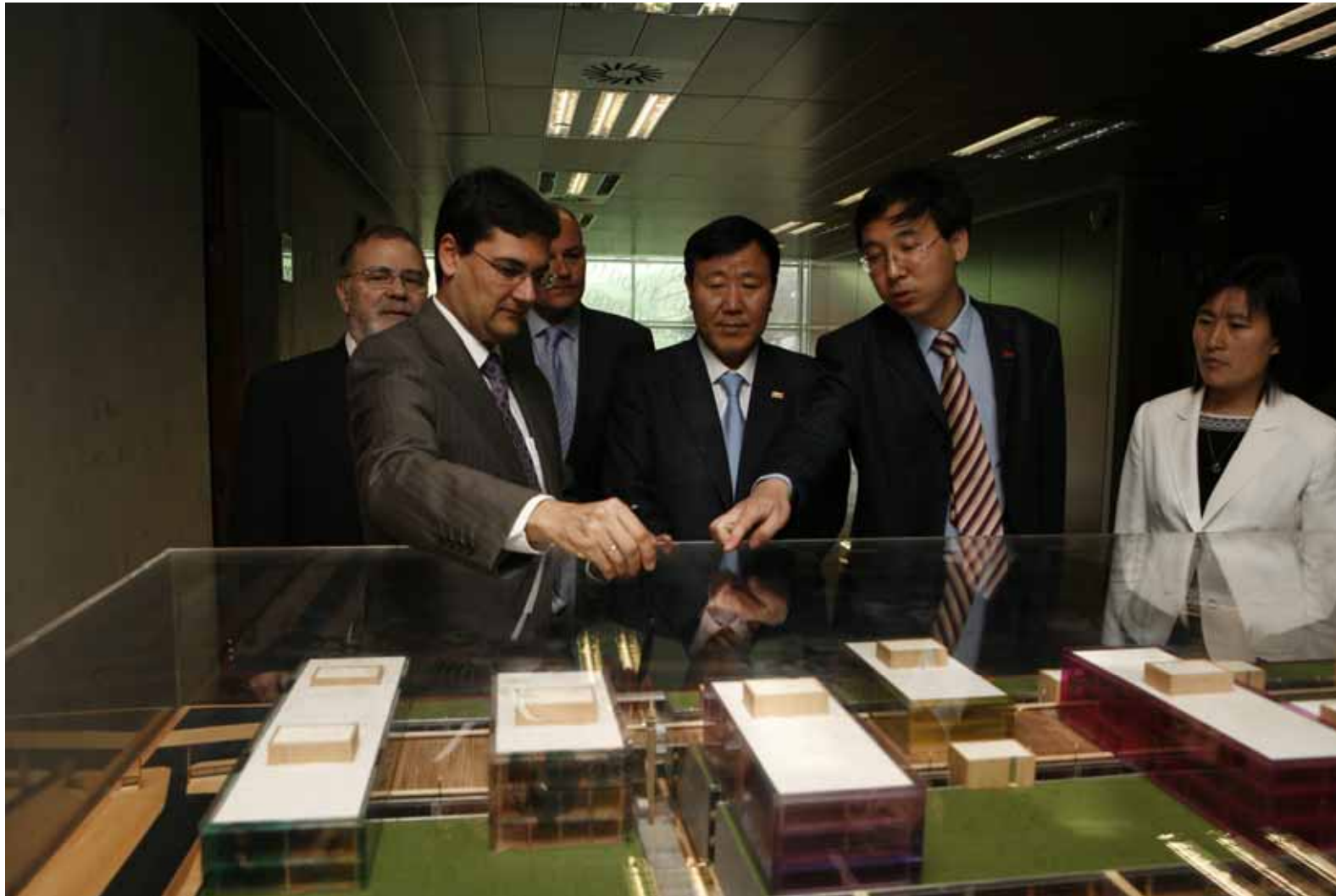


INSTITUTO DE INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo

Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia

c p i





INSTITUTO DE INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia

c p i



- Project:
- **Sustainable production and by-products management in the fruit juice industry.**
- Project Leader:
- **Prof. Pedro Fito Maupoey.** Institute of Food Engineering for the Development, Polytechnic University of Valencia (Spain).
- Scope of the project
- The Institute of Food Engineering for the Development has been developing during the last years new technologies for the sustainable processing in the orange juice industry by the treatment of its wastes. Fruit of this effort it is now possible a high recovery of the water effluents, aromas and food ingredients, as well as the production of bioethanol by waste fermentation.
- Some new challenges are proposed in this project:
  - The development of new technologies for process optimization, i.e. new microbiological strains to increase bioethanol production.
  - New separation techniques to extend the range of recovered by-products and increase their recovery rates.
  - To adapt the technology to other related industries (mainly biotechnological or agro-food).
  - Study the viability of the developed technology with other energy crops for bioethanol production.
  - People in the fields of Biotechnology, Chemical Engineering, Agro-food Engineering and Industry among others are potential partners of the project.



Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo  
Ciudad Politécnica de la Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia



**Gracias por su atención!**  
**Thanks for your attention!**

