



Universitat de València

HACIA UNA PRODUCCIÓN QUÍMICA SOSTENIBLE

¿PARA QUÉ UNA PRODUCCIÓN QUÍMICA SOSTENIBLE?

Para la sostenibilidad de la vida moderna
en todo el planeta

Para el mantenimiento de la actividad de
la química preparativa en el futuro

Efectos positivos de la química

Aplicaciones de productos químicos

farmacia

control de

**SIN PRODUCCIÓN
QUÍMICA NO ES POSIBLE
LA VIDA MODERNA**

alimentación

colorantes

Aplicaciones de materiales sintéticos

textil

material clínico

embalaje

envasado

automóvil

mueble

electrónica

construcción

EFFECTOS NOCIVOS DE LA QUÍMICA

Contaminación

Atmósfera

R

C

Ríos, la

Suelos

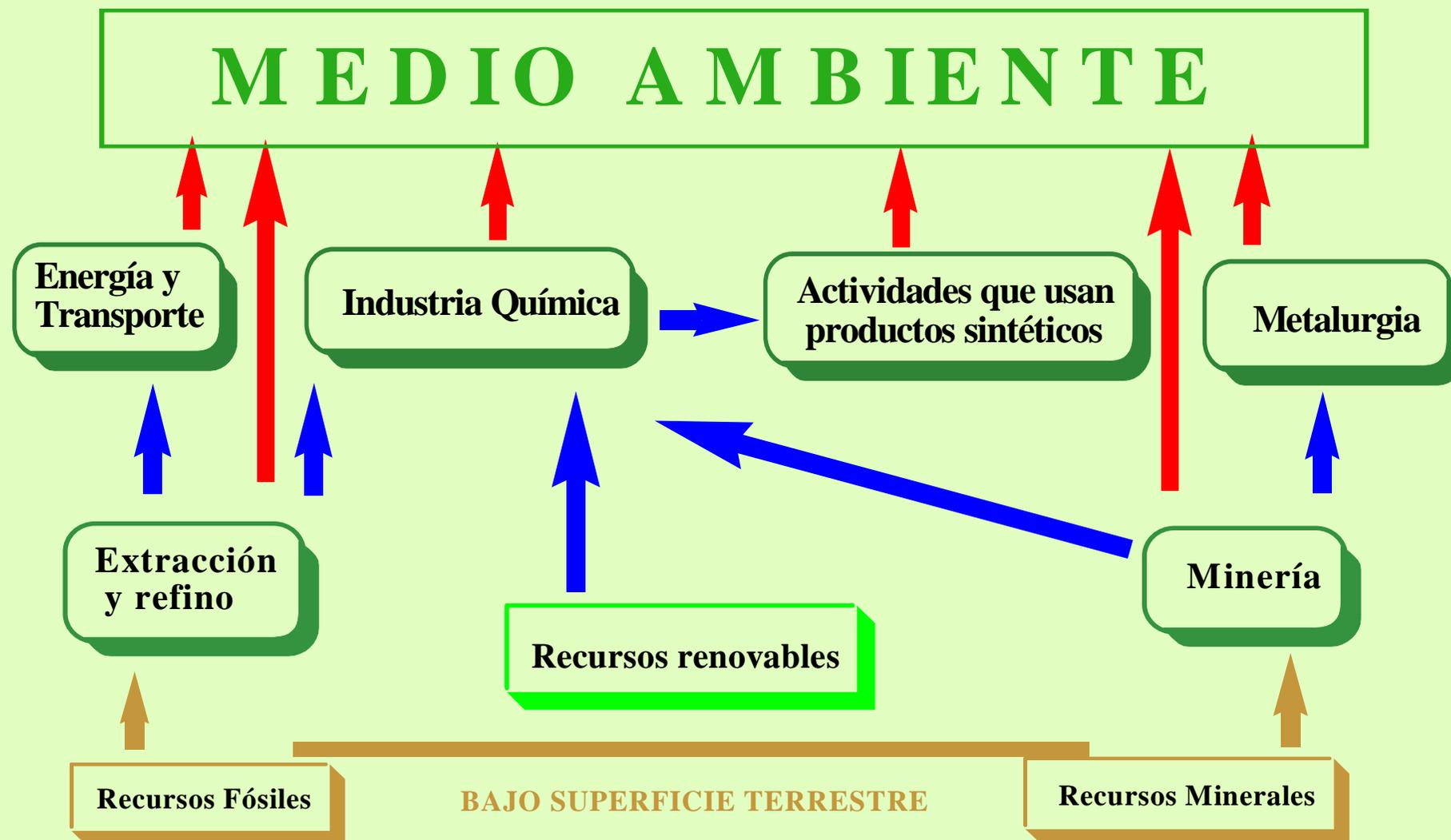
Riesgo

Incendi

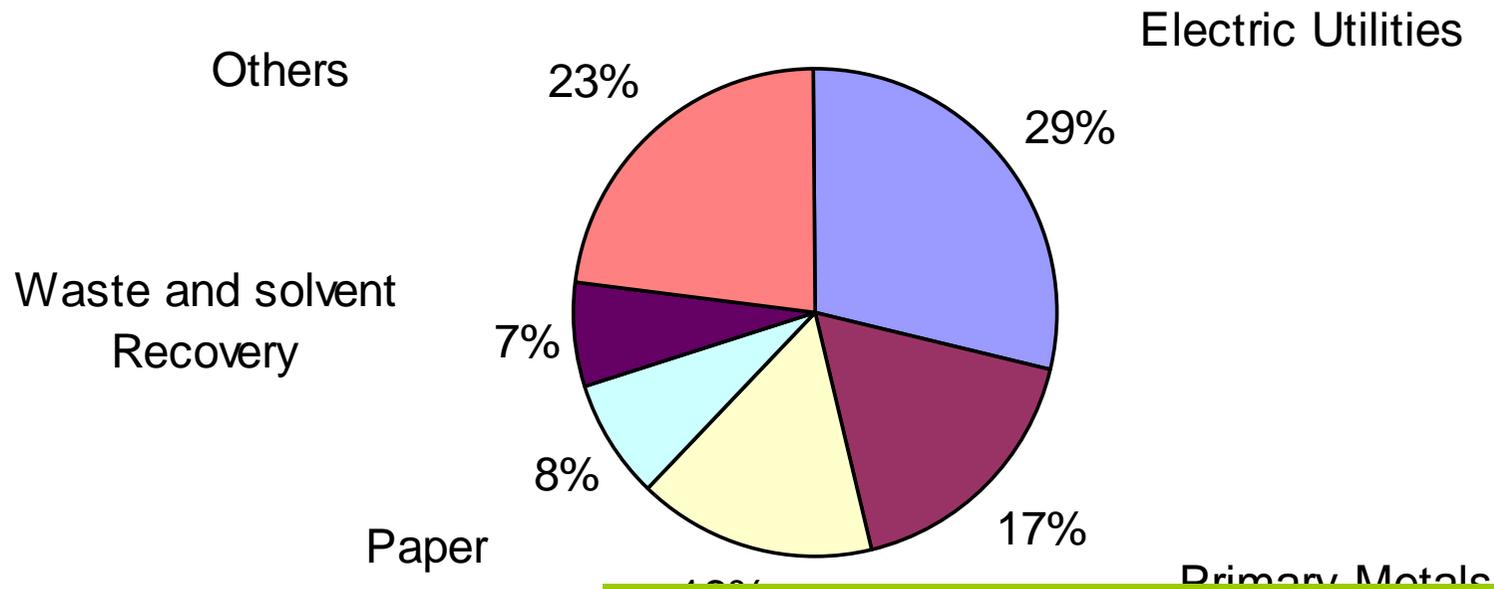
**LA PRÁCTICA ACTUAL
DE LA PRODUCCIÓN
QUÍMICA**

**PUEDE HACERLA
INVIABLE EN EL FUTURO**

ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA



Sources of Pollution in North America in 2001



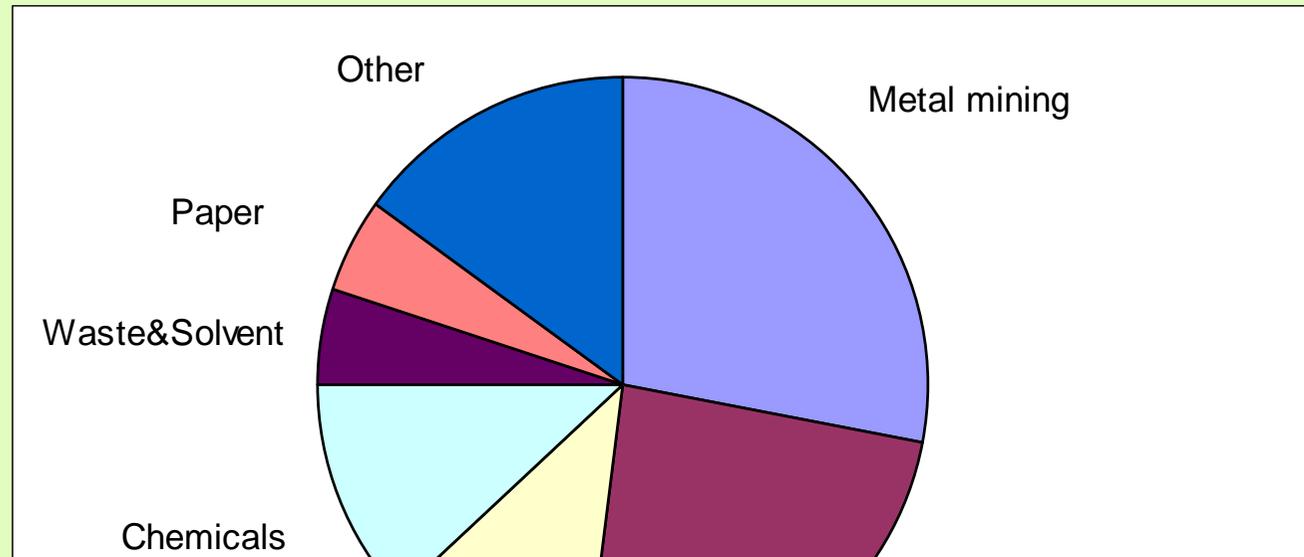
Mercurio emitido a la atmósfera

Eléctricas 43,4 Tm

Químicas 7,5 Tm

TRI (Toxics Release Inventory) data by EPA

2003



TOXIC SUBSTANCES RELEASED TO THE ENVIRONMENT

Metal mining: 1.200 million lb

Electric utilities: 1.100

Chemical companies: 545

(3 % less than 2002)

RIESGOS RELACIONADOS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS

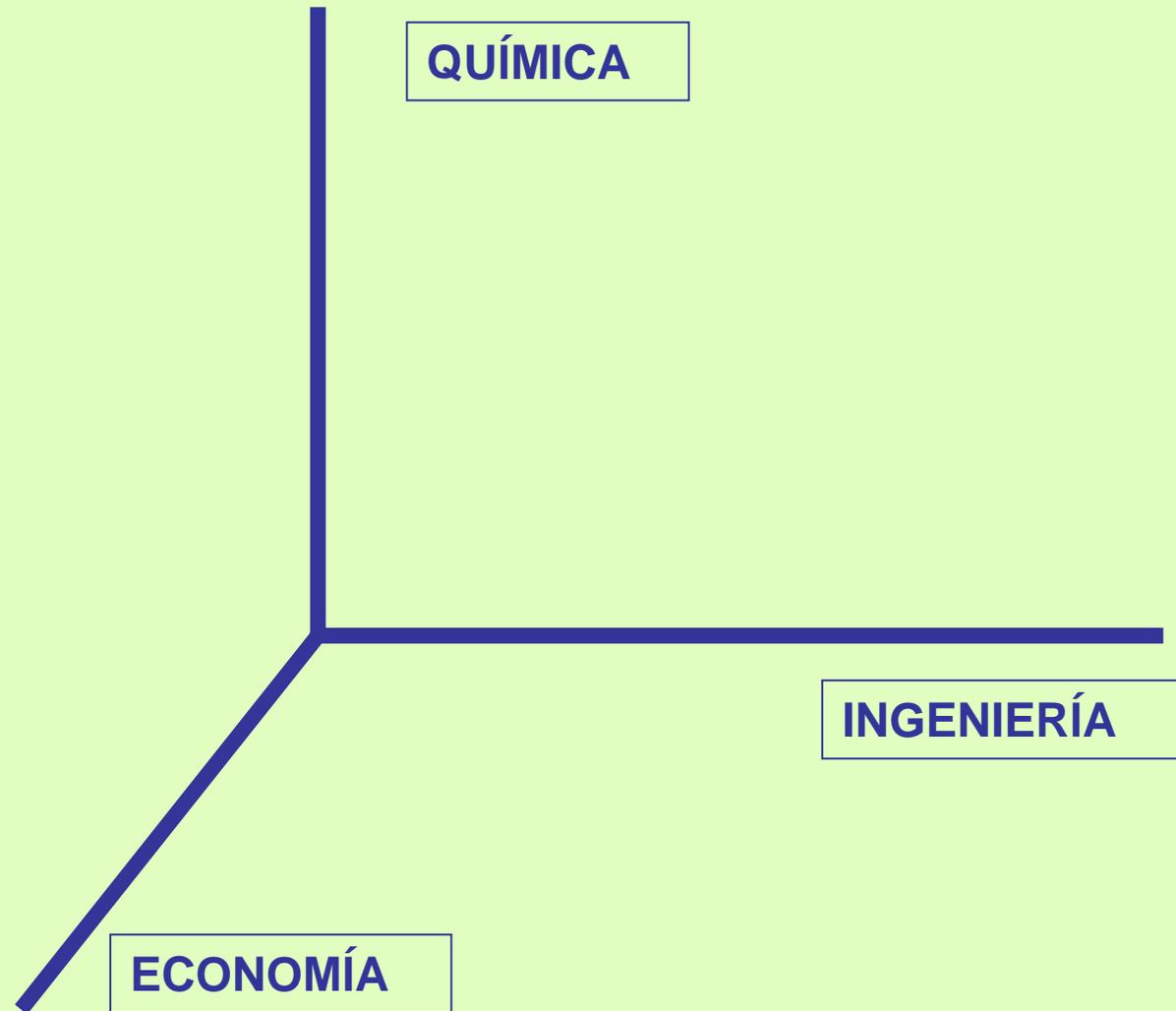


**ANTE ESTAS SITUACIONES DE
CONTAMINACIÓN
RIESGO**

¿QUÉ HA HECHO

LA INDUSTRIA QUÍMICA?

DIMENSIONES DEL PROCESO QUÍMICO INDUSTRIAL



SOLUCIONES ACTUALES A CONTAMINACIÓN Y RIESGO

QUÍMICA

Neutralizaciones

Plantas de tratamiento

Plantas de recuperación

Lagunas de aireación

Dstrucción de residuos

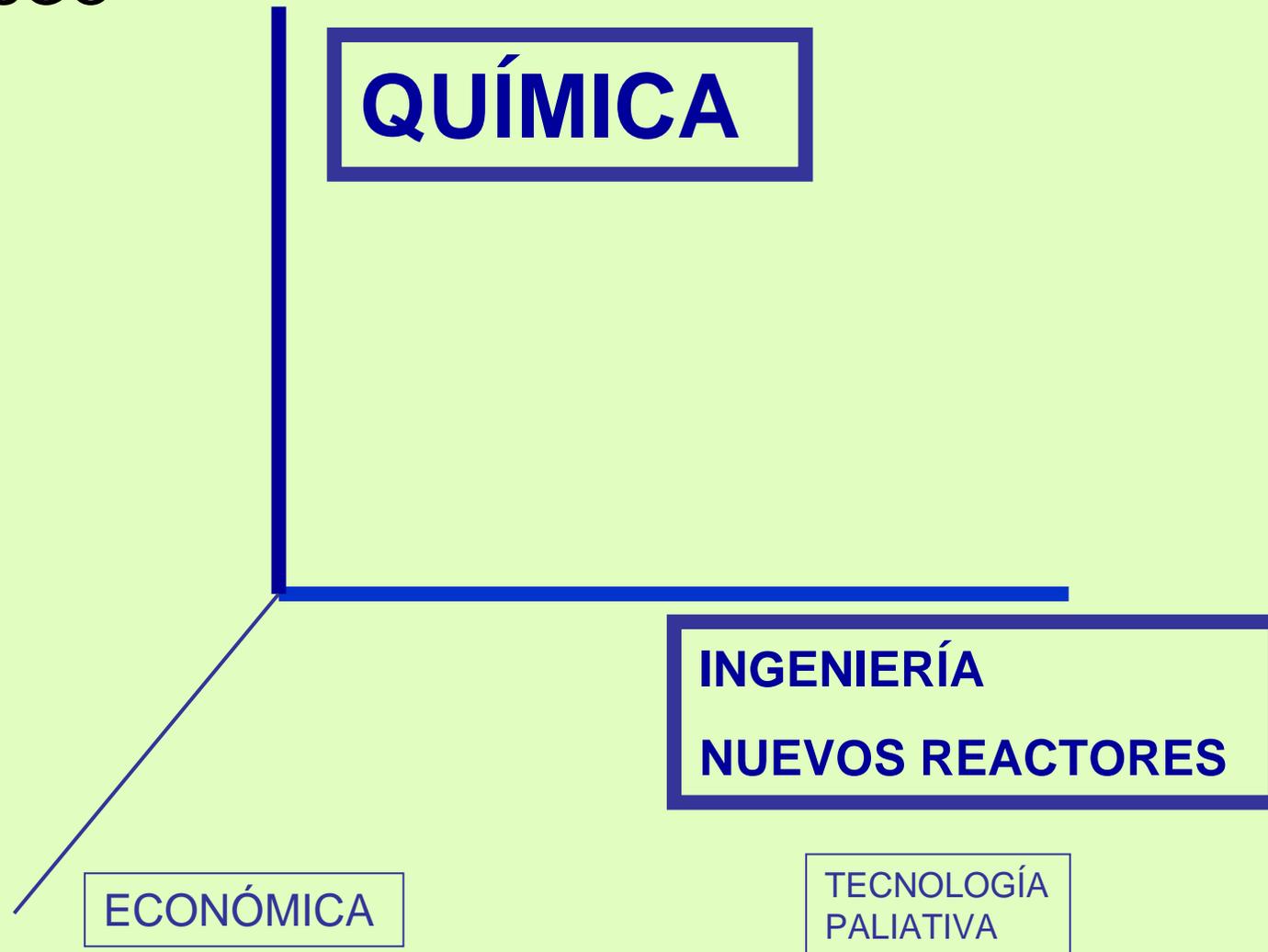
ECONÓMICA

INGENIERÍA

TECNOLOGÍA

PALIATIVA

SOLUCIONES DESEABLES A LA CONTAMINACIÓN Y EL RIESGO



CAUSAS ADICIONALES DE PREOCUPACIÓN

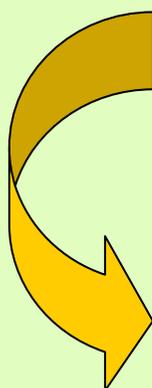
**AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS
FÓSILES**

**DESARROLLO DE LAS NACIONES
JÓVENES**

What you don't have can't leak

(Trevor Kletz)

No tendrás

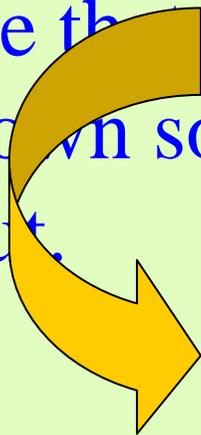


SI NO QUIERES
CONTAMINACIÓN, NO USES
NI GENERES AQUELLO QUE
PUEDE CONTAMINAR

REPENSAR LA QUÍMICA

The first solution to a process safety problem should always be to get rid of the hazard, not control it.

The very best way
to simply replace
with one that
stock down so
leaks out.



SI NO QUIERES
ACCIDENTES, NO USES NI
GENERES SUSTANCIAS
PELIGROSAS

(Trevor Kletz)

REPENSAR LA QUÍMICA

**PRÁCTICA ACTUAL
DE LA QUÍMICA**

**SOSTENIBILIDAD DE LA
CALIDAD DE VIDA
EN TODO EL MUNDO**

**REVERDECIMIENTO
RADICAL DE LA QUÍMICA**

**PRÁCTICA SOSTENIBLE
DE LA QUÍMICA**



PROBLEMA



ESTRATEGIA



CAMPOS DE
INVESTIGACIÓN

EL REVERDECIMIENTO RADICAL DE LA QUÍMICA SUPONE:

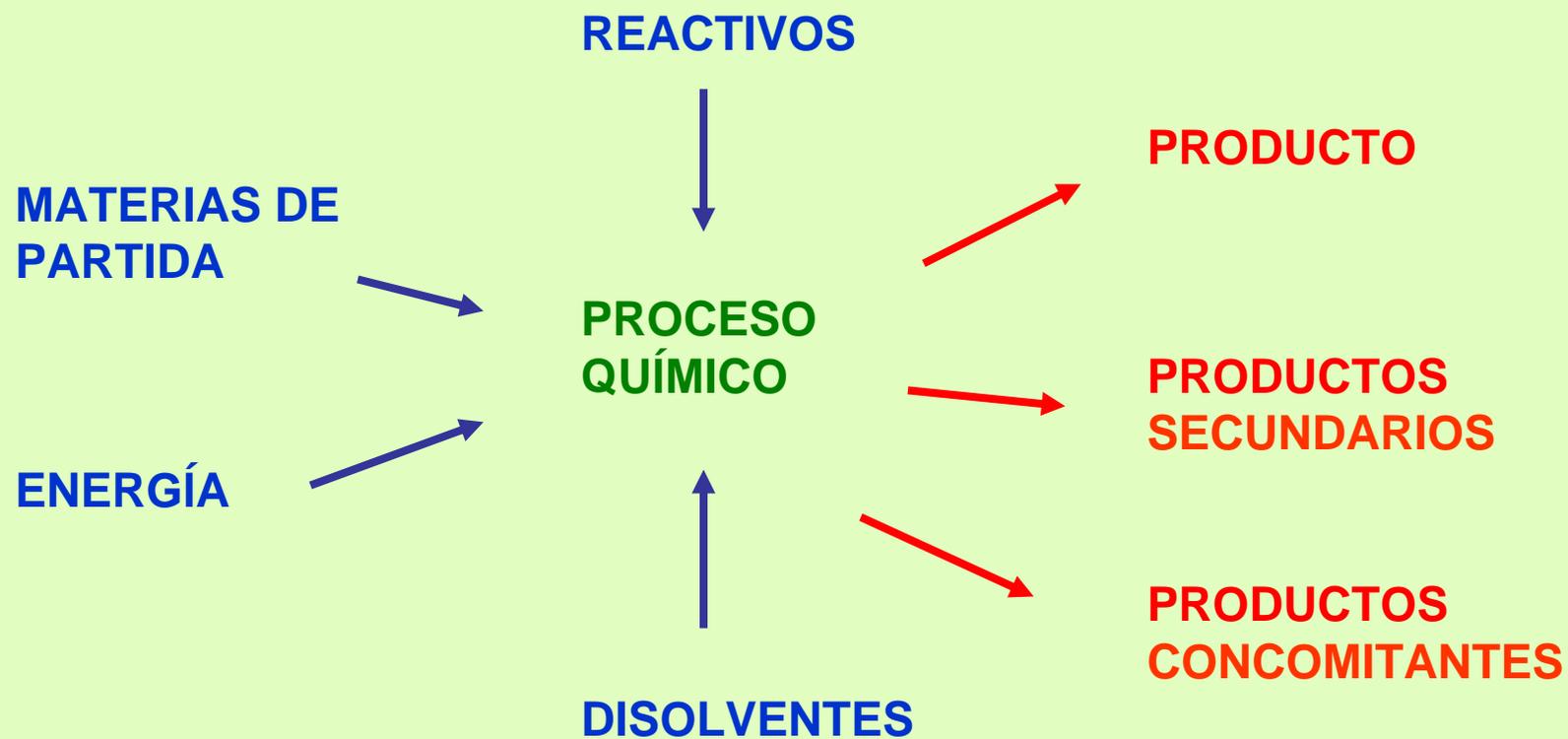
**1 REDUCCIÓN DE LOS EFECTOS NOCIVOS DE LOS
PRODUCTOS FINALES**

**2 REDUCCIÓN DE LA GENERACIÓN Y USO DE PRODUCTOS
CONTAMINANTES**

**3 REDUCCIÓN DEL USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

**4 REDUCCIÓN DEL USO DE FUENTES EXTINGUIBLES DE
MATERIAS PRIMAS Y DE OTROS RECURSOS ESCASOS**

COMPONENTES DEL PROCESO QUÍMICO



PRODUCTOS FINALES INOCUOS

QSAR y otros tratamientos

PRODUCTO



Diseño de Productos Químicos de baja toxicidad
Diseño de Materiales Degradables
Diseño de Materiales Reciclables

**Productos menos
tóxicos**

Presidential Green Chemistry Awards 2003

Pigmentos azoicos para envases de plástico

Preparados en agua

Su posible degradación da fragmentos no lipofílicos

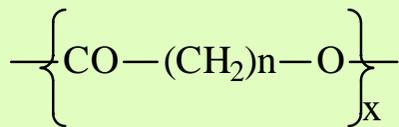
No contienen metales pesados, sino Ca, Sr, o Ba

Engelhard.Co ha reducido en un 80 % la producción de pigmentos tóxicos (con metales pesados)

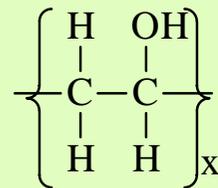
2000 Tm/a en 1995

400 Tm/a en 2002

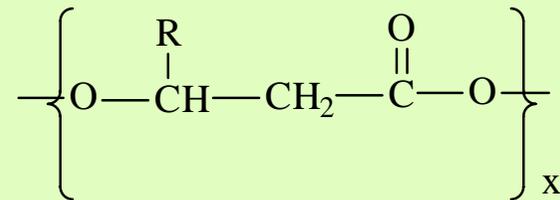
POLÍMEROS BIODEGRADABLES



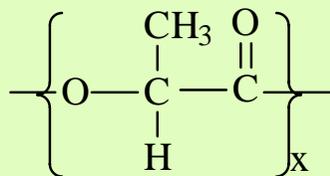
Policaprolactona



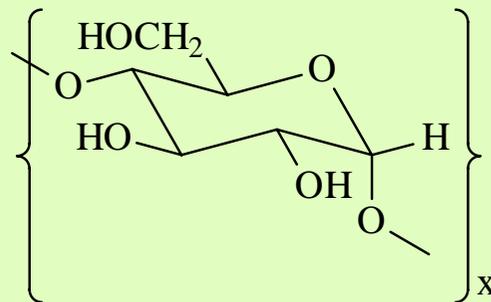
Alcohol Polivinílico



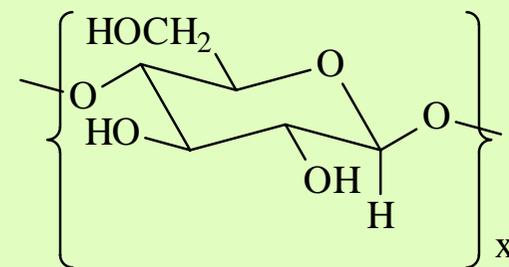
R = Me; Poli-3-hidroxitirato
R = Et; Poli-3-hidroxi valerato



Ácido Poliláctico



Almidón

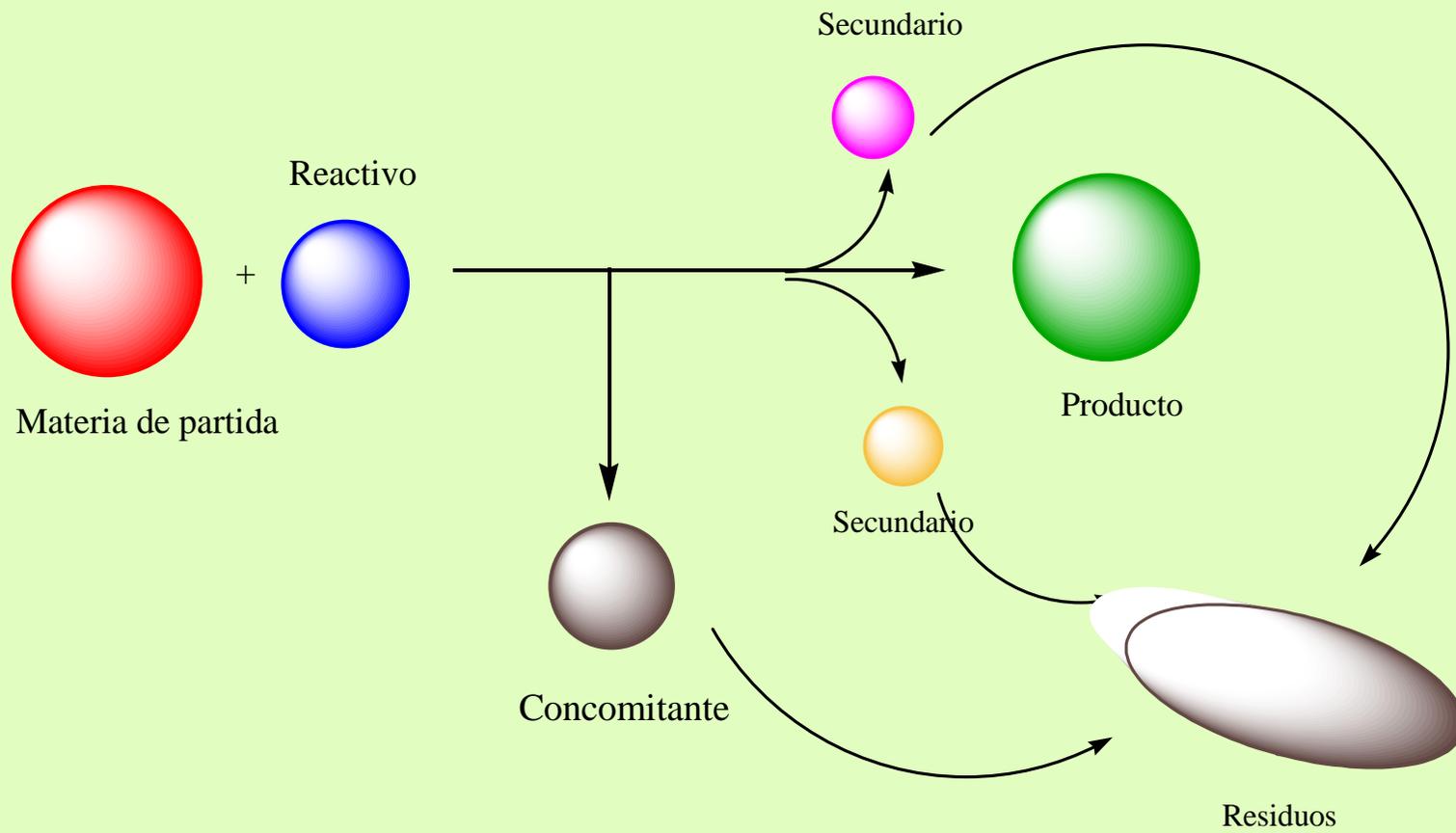


Celulosa

COMPONENTES DEL PROCESO QUÍMICO

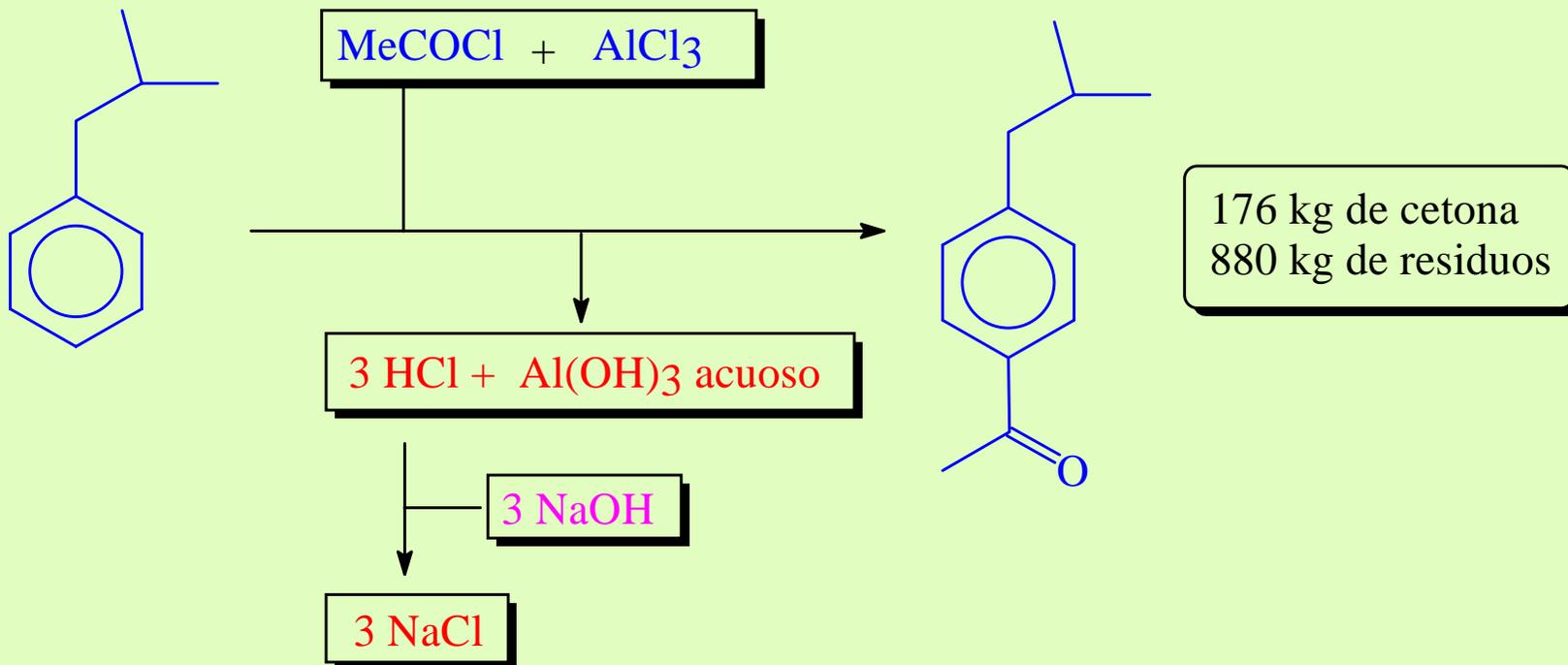


RESULTADO DE UNA REACCIÓN QUÍMICA DE SÍNTESIS



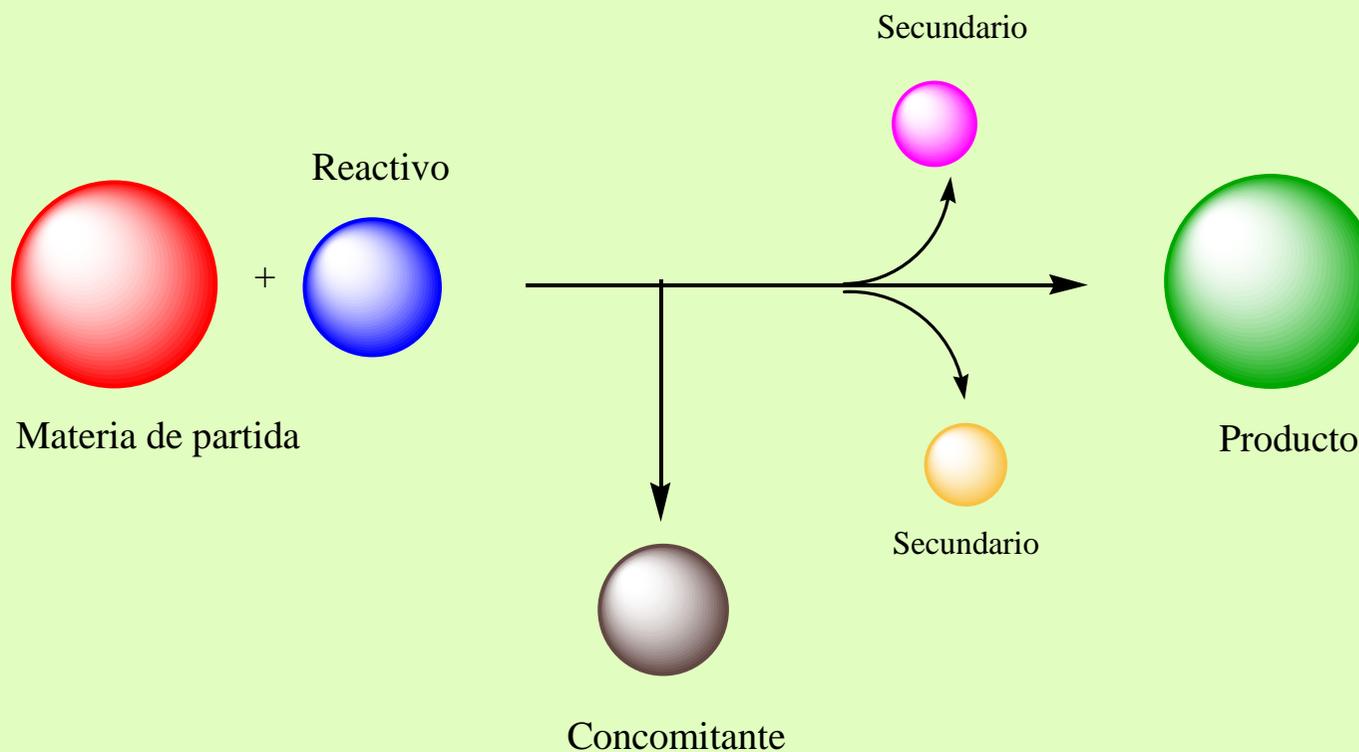
Productos concomitantes

Un ejemplo: Ibuprofeno; Síntesis de un intermedio



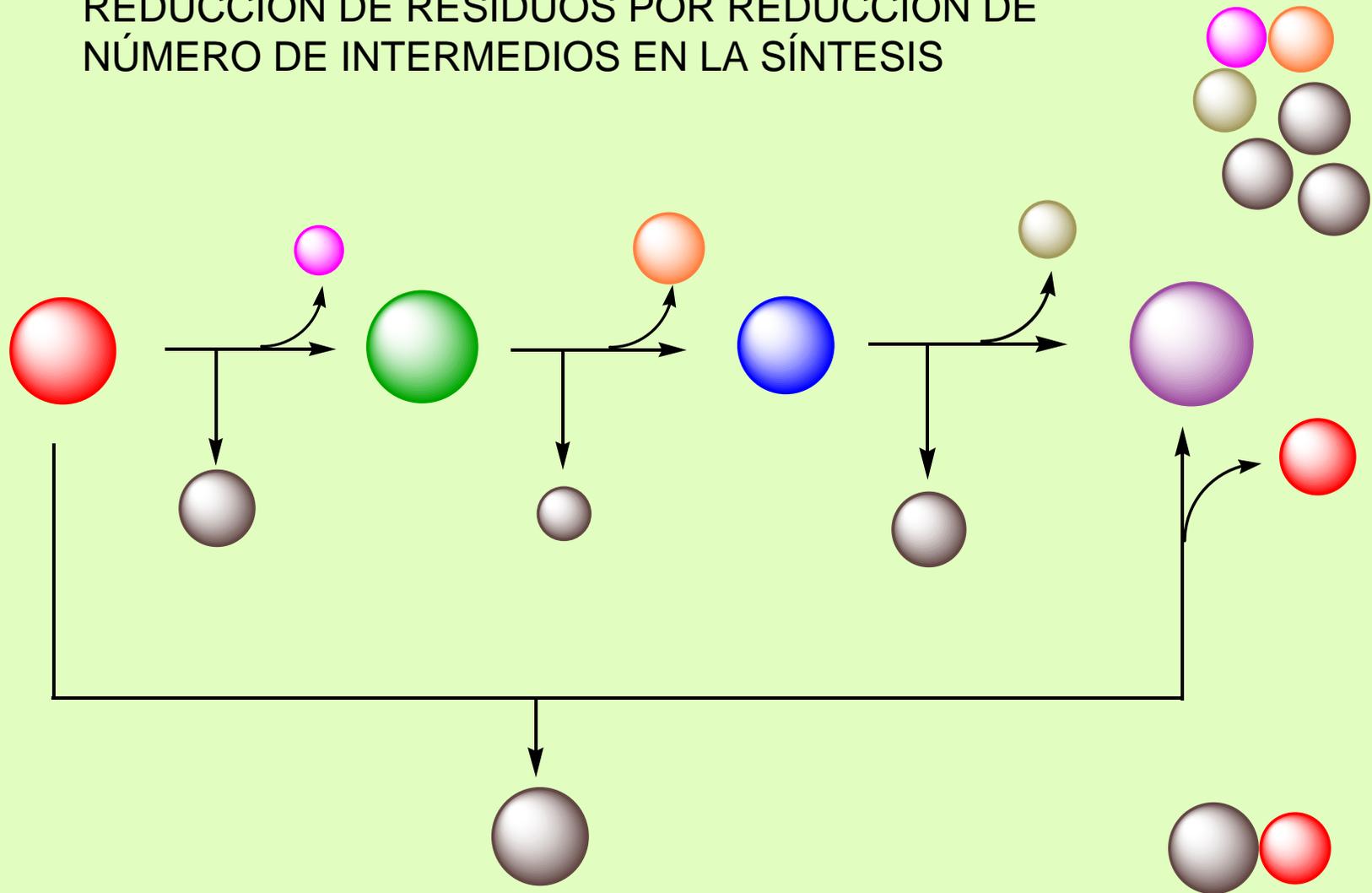
COMO DEBE SER UNA REACCIÓN QUÍMICA DE SÍNTESIS ÓPTIMA

REACCIÓN 100 % SELECTIVA



REACCIÓN CON ECONOMÍA ATÓMICA 100 %

REDUCCIÓN DE RESIDUOS POR REDUCCIÓN DE NÚMERO DE INTERMEDIOS EN LA SÍNTESIS



**Reacciones sin Productos
Concomitantes**

Reacciones Selectivas

**Reducción del Número de
Pasos de Síntesis**

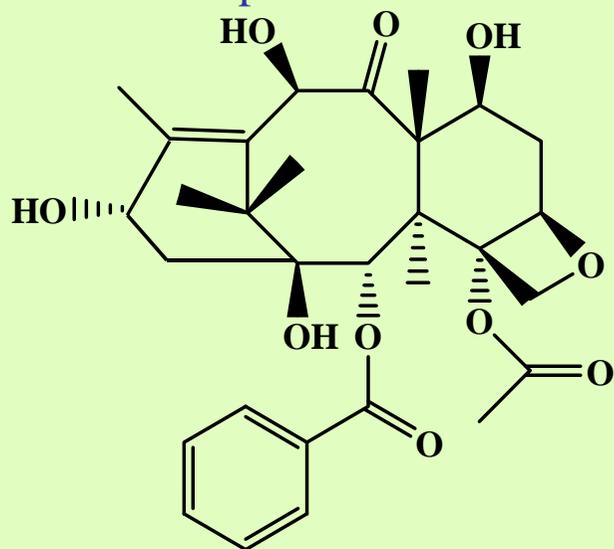
**Procedimientos Catalíticos
y Biocatalíticos
Mecanismos de Reacción
Control a tiempo real de
procesos en marcha
Procesos Continuos
Intensificación de Proceso**

**PRODUCTOS
SECUNDARIOS**

**PRODUCTOS
CONCOMITANTES**

Presidential Green Chemistry Awards 2003

Biocatalytical
reduction of the
number of steps



10-Deacetylbaconine
from leaves of European yew
Taxus baccata

1 fermentation step

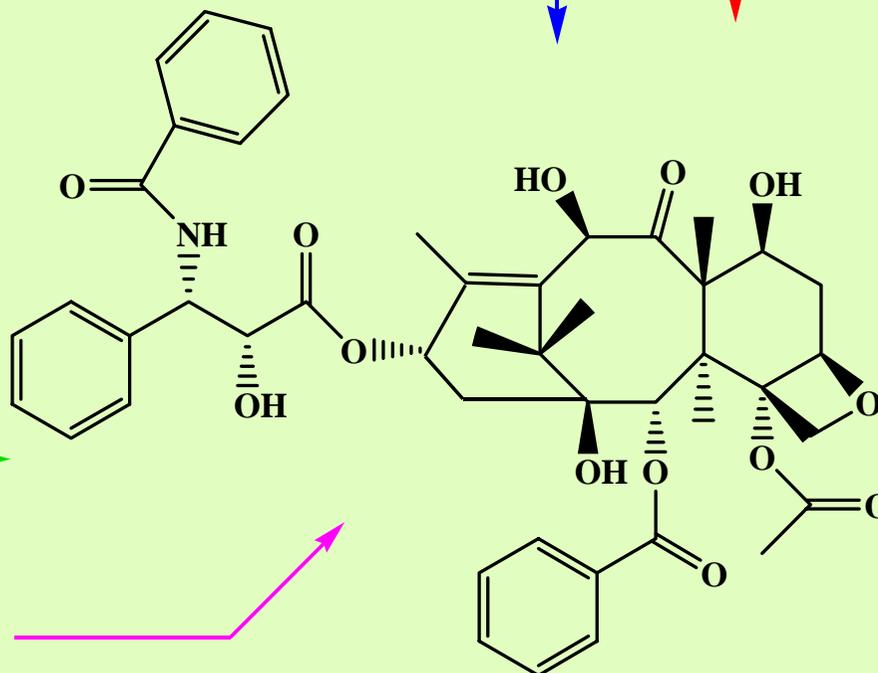
1 isolation step

From the bark of Pacific yew tree
Taxus brevifolia
Very low yield and kills the tree
Requires 200 years to mature

11 synthetic steps

7 isolation steps

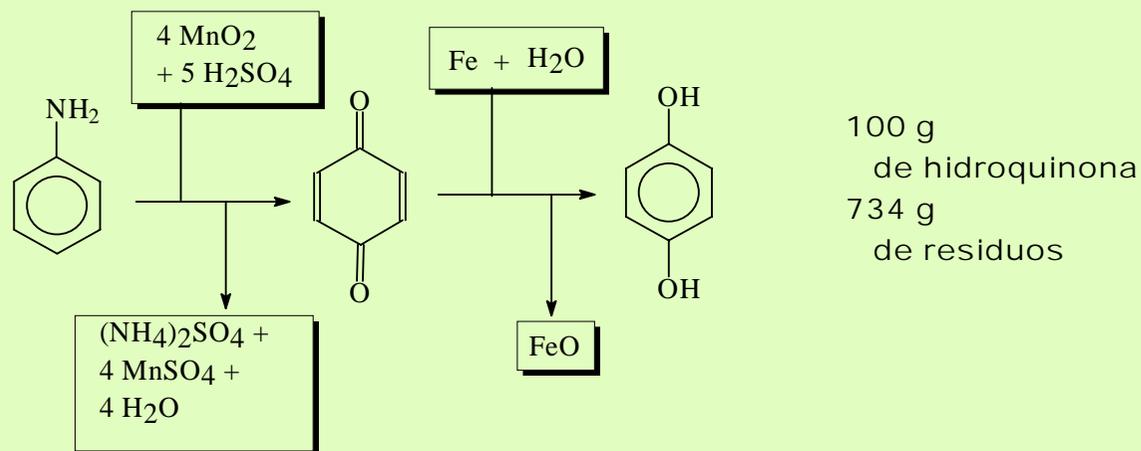
Total 40 step
synthesis



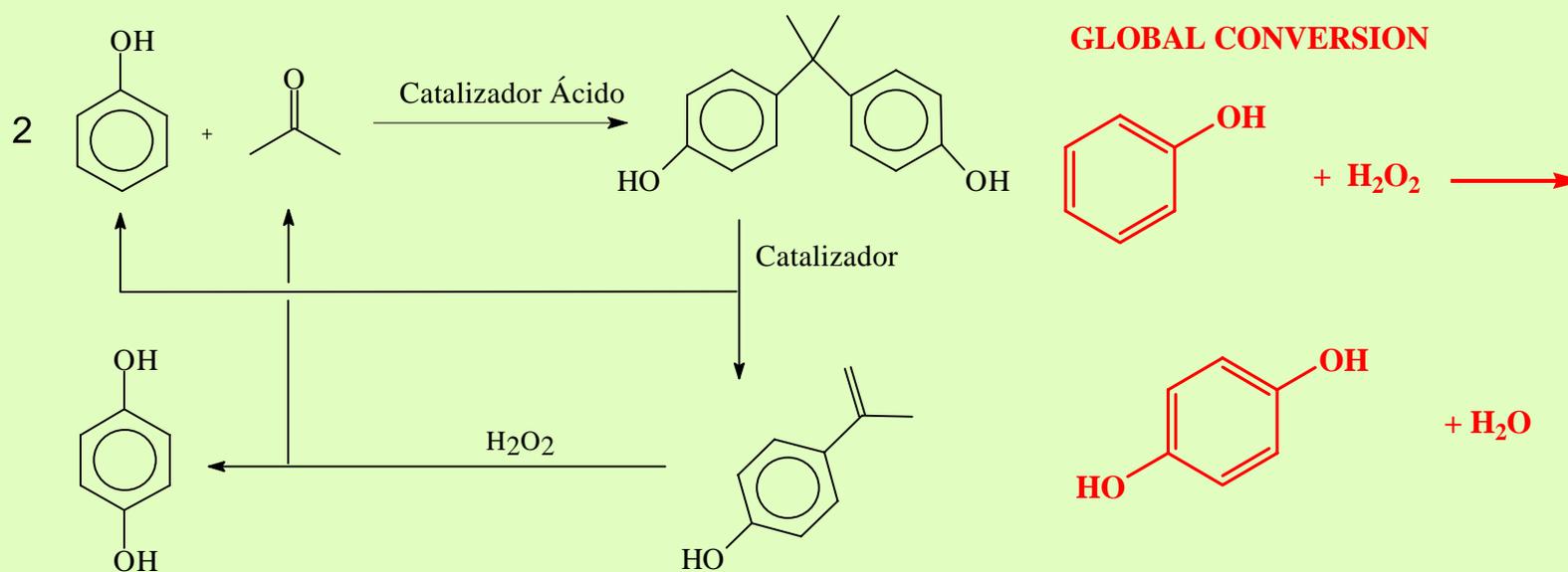
Paclitaxel (Taxol)

REDUCCIÓN DE CONCOMITANTES Y MODIFICACIÓN DE PROCESOS

PROCESO HABITUAL DE SÍNTESIS DE LA HIDROQUINONA



NUEVO PROCESO DE SÍNTESIS DE LA HIDROQUINONA



**POTENCIAL
CONTAMINANTE**

**DAÑO
HISTÓRICO**

REACTIVOS

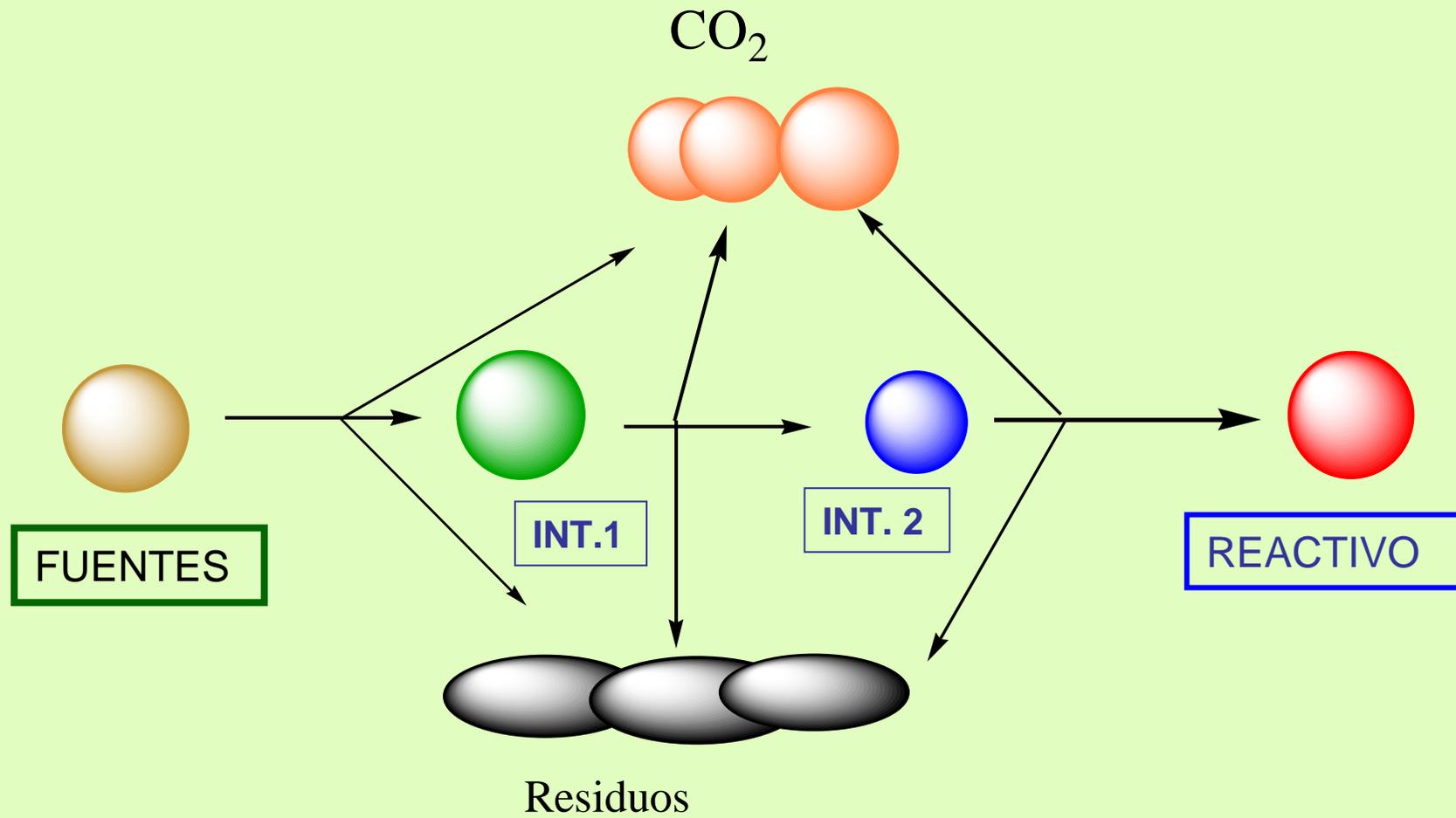
**MATERIAS DE
PARTIDA**

**FUENTES
RENOVABLES
DE MATERIAS
PRIMAS**

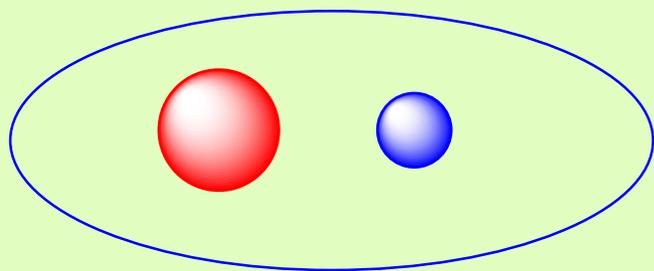
DISOLVENTES

**MATERIAS
PRÓXIMAS A
LAS FUENTES**

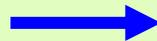
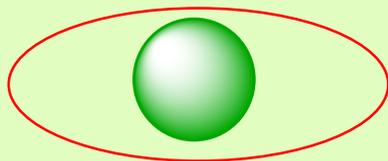
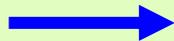
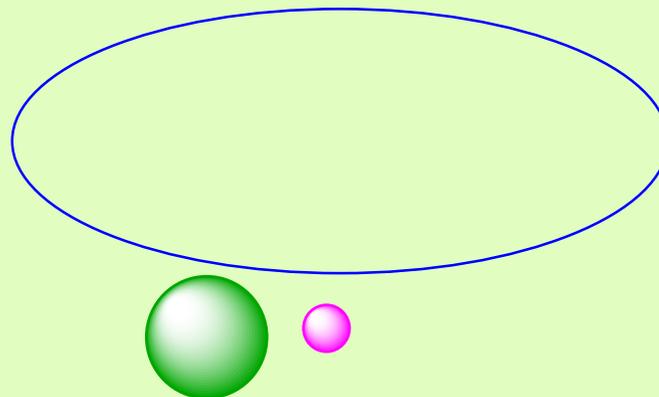
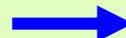
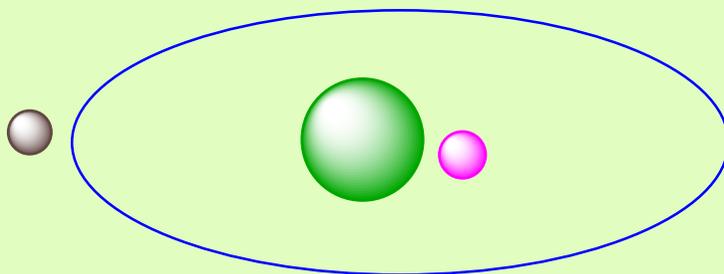
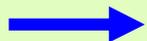
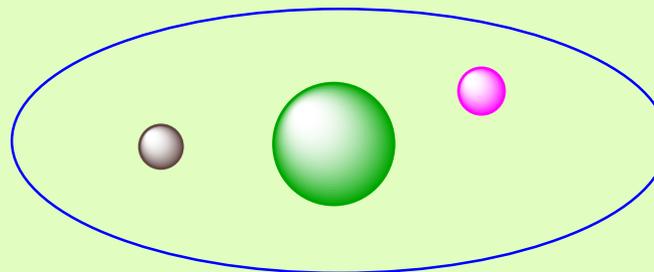
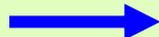
EL IMPACTO HISTÓRICO



LOS DISOLVENTES COMO MEDIO DE REACCIÓN Y DE SEPARACIÓN



Disolvente



**Reducción del uso de disolventes
contaminantes como medio de reacción**

**Catálisis Heterogénea
Condiciones Bifásicas
Reactivos Poliméricos**

**Reacciones Libres de
Disolvente**

**Agua como Disolvente
de Reacción**

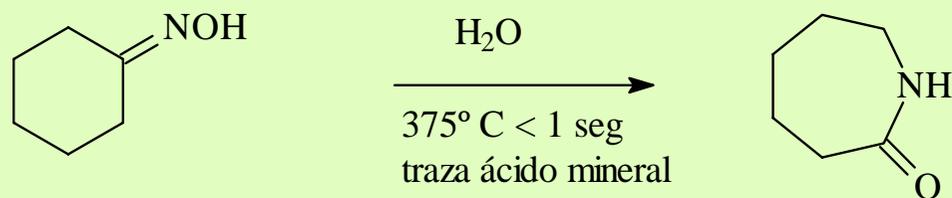
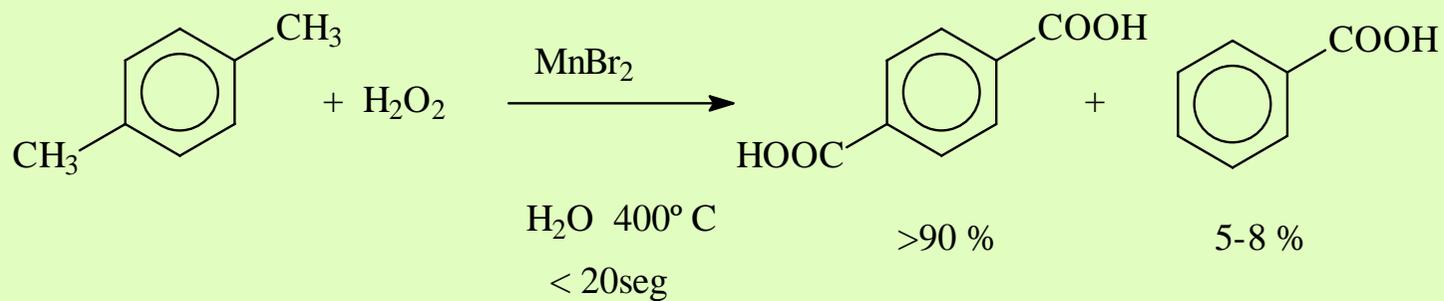
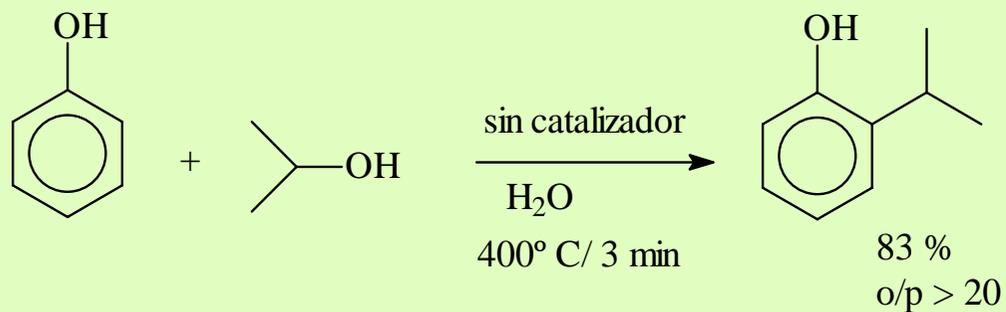
**Fluidos en Condiciones
Supercríticas**

Líquidos Iónicos

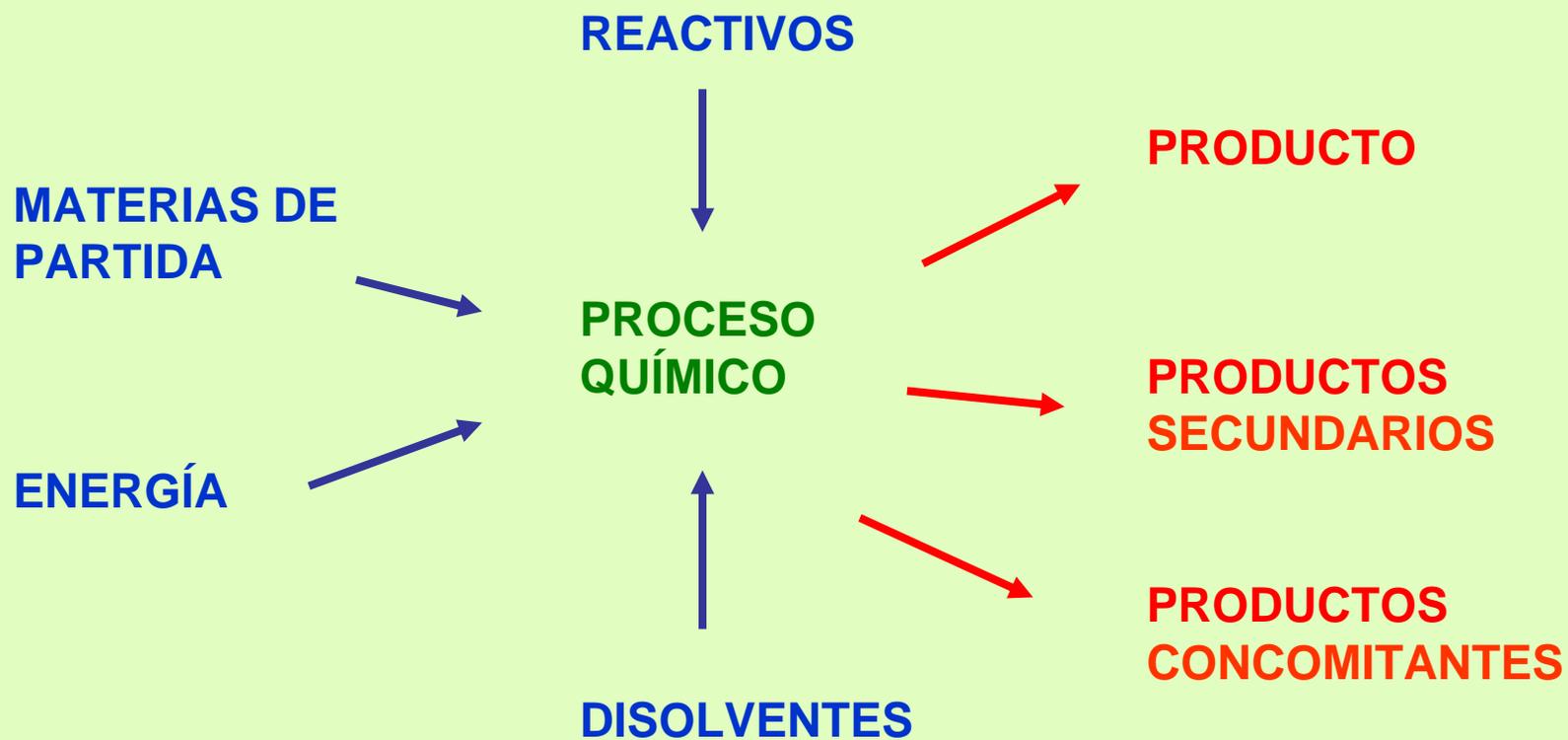
DISOLVENTES

**Reducción del Uso de Disolventes en
Procesos de Separación y Purificación**

EJEMPLOS DE REACCIONES EN AGUA SUPERCRÍTICA



RIESGOS EN EL PROCESO QUÍMICO

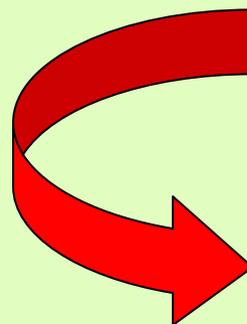


PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS EN EL PROCESO QUÍMICO

**MATERIAS DE
PARTIDA**

REACTIVOS

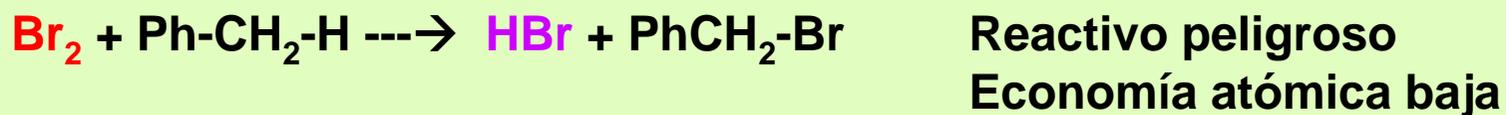
Inflamabilidad
Explosionabilidad
Toxicidad
Agresividad



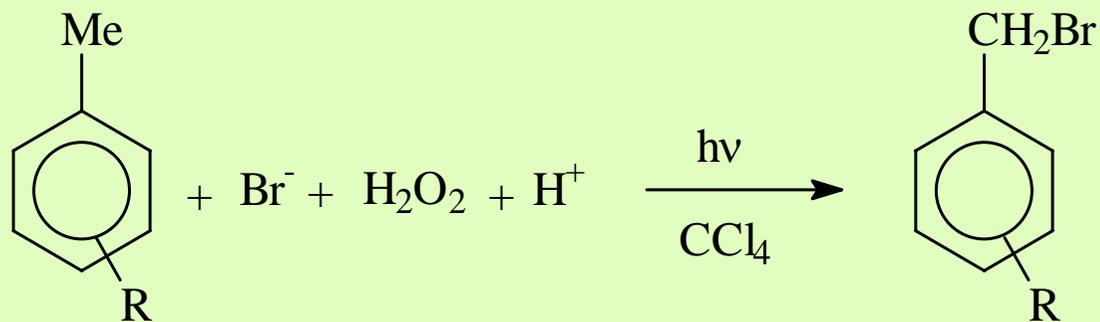
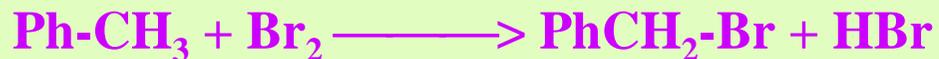
DISOLVENTES

**Materias de Partida,
Reactivos, Disolventes,
menos Peligrosos,
Procedimientos
Catalíticos y Biocatalíticos**

Reducción de riesgos por sustancias peligrosas

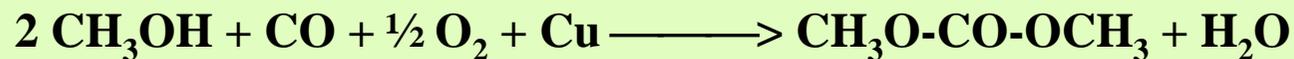


Alternativa para evitar bromo molecular

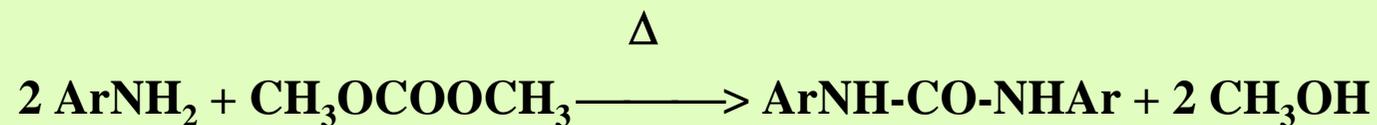


Carbonato de metilo para substitución del fosgeno O=CCl₂

Preparación



Reacciones con aminas



CONDICIONES DE REACCIÓN MÁS SEGURAS

**Temperatura
Ambiente y
Presión
Atmosférica**

**Escala
Reducida**



**Procesos
Continuos

Intensificación
de Proceso**

**PROCESO
QUÍMICO**

**Técnicas de
Activación Selectiva**

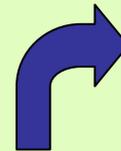


**Fotoquímica
Electroquímica
Microondas
Sonoquímica**

FUENTES RENOVABLES DE MATERIAS PRIMAS

MATERIAS DE PARTIDA

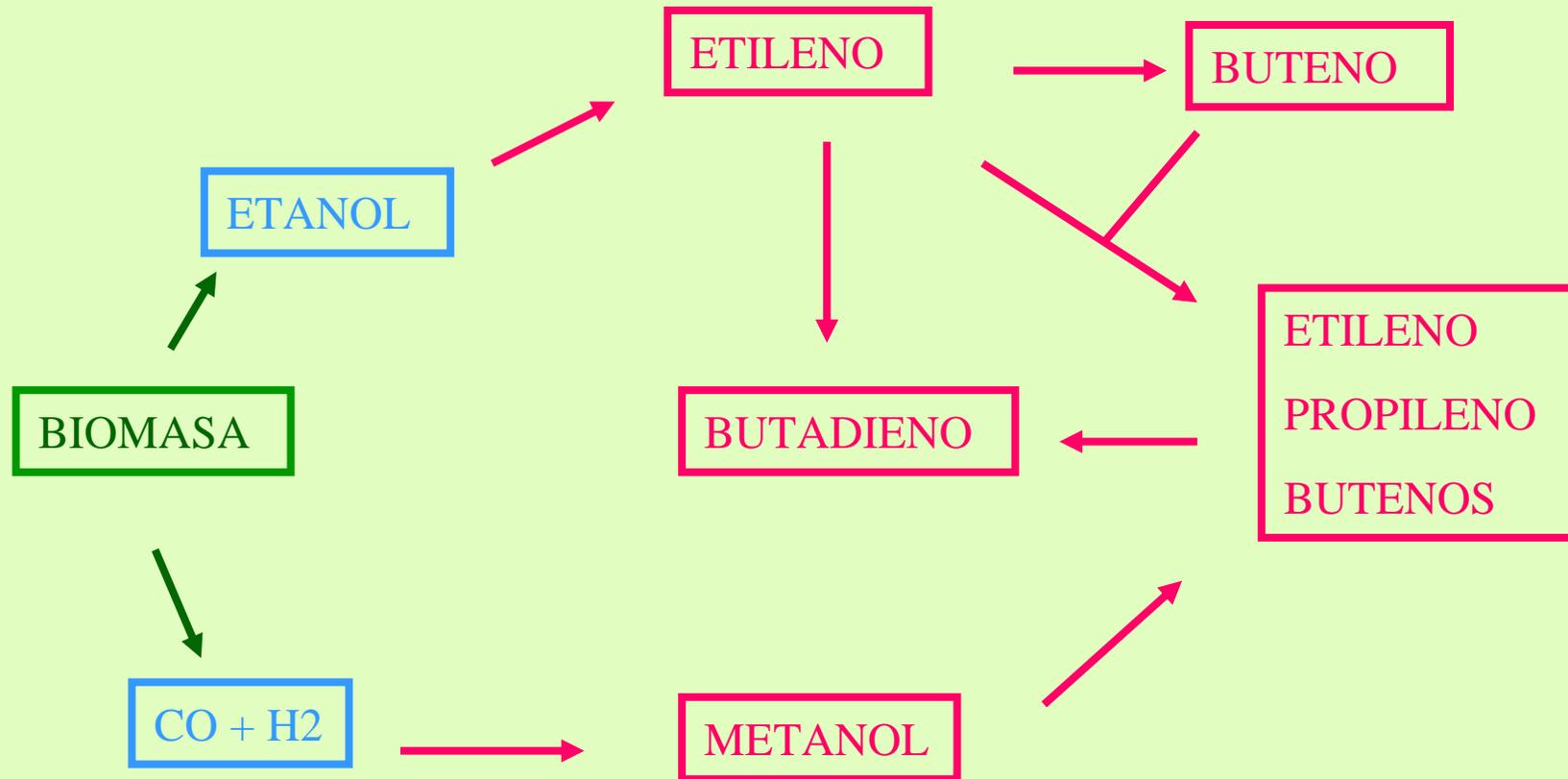
Biomasa
Materiales Reciclados



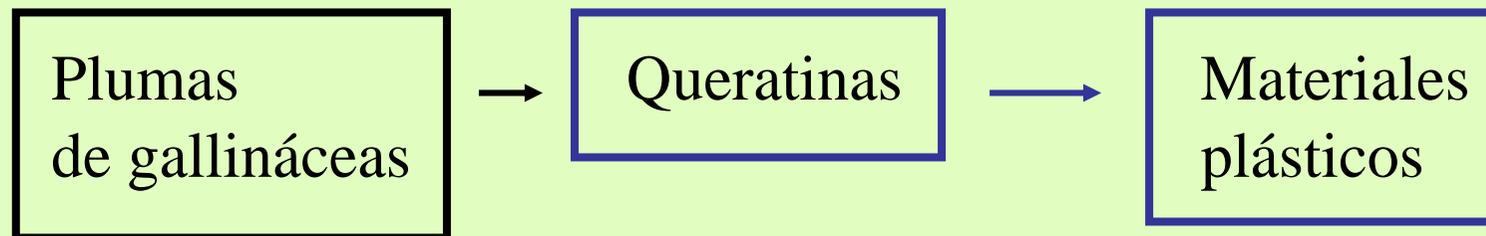
Productos Químicos Básicos
Intermedios de Síntesis
Productos Finales
Reciclado Químico de plásticos

USO DE LA BIOMASA

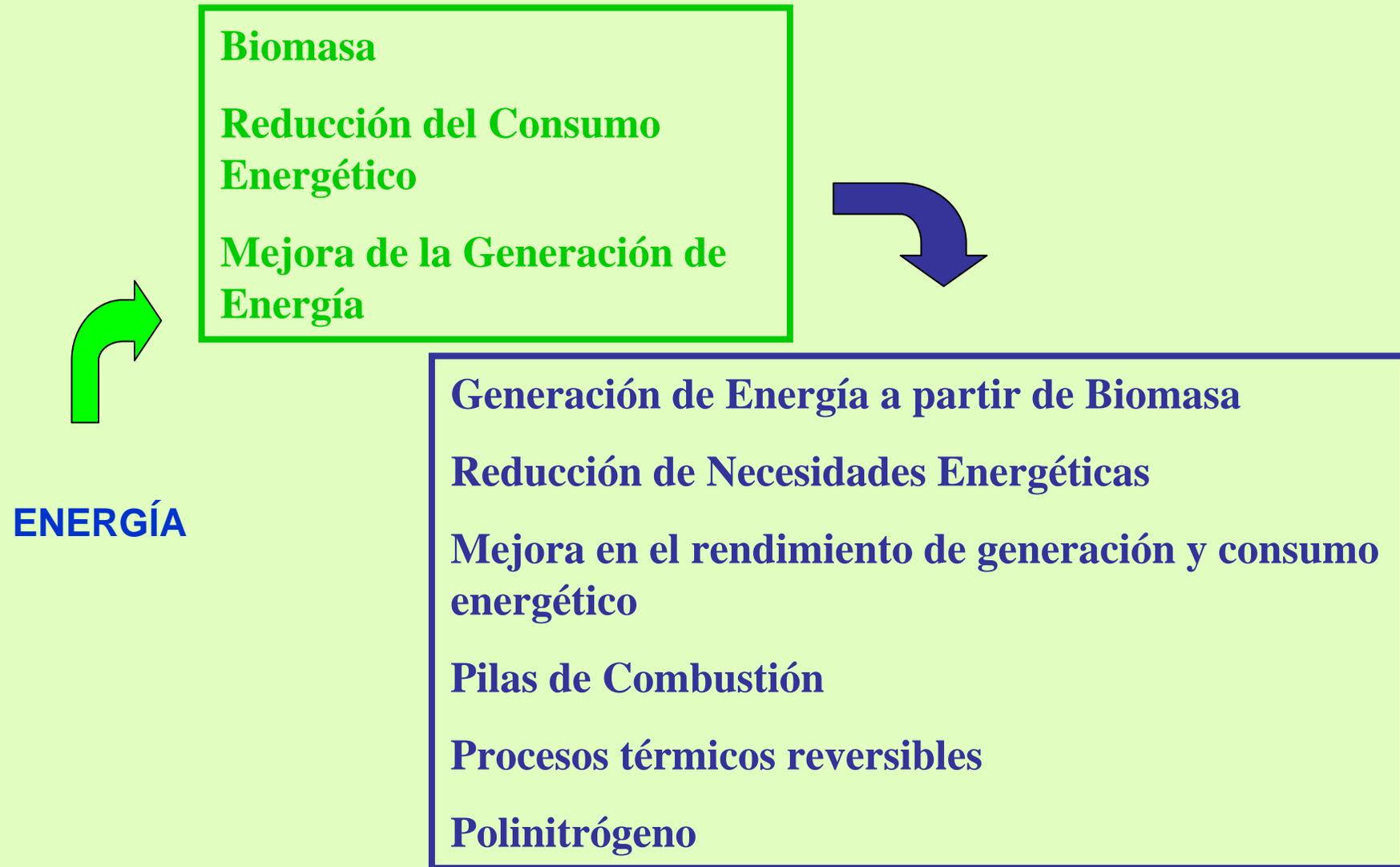
Fracciones C1,C2,C3 y C4



APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS Y GANADEROS



FUENTES RENOVABLES DE MATERIAS PRIMAS



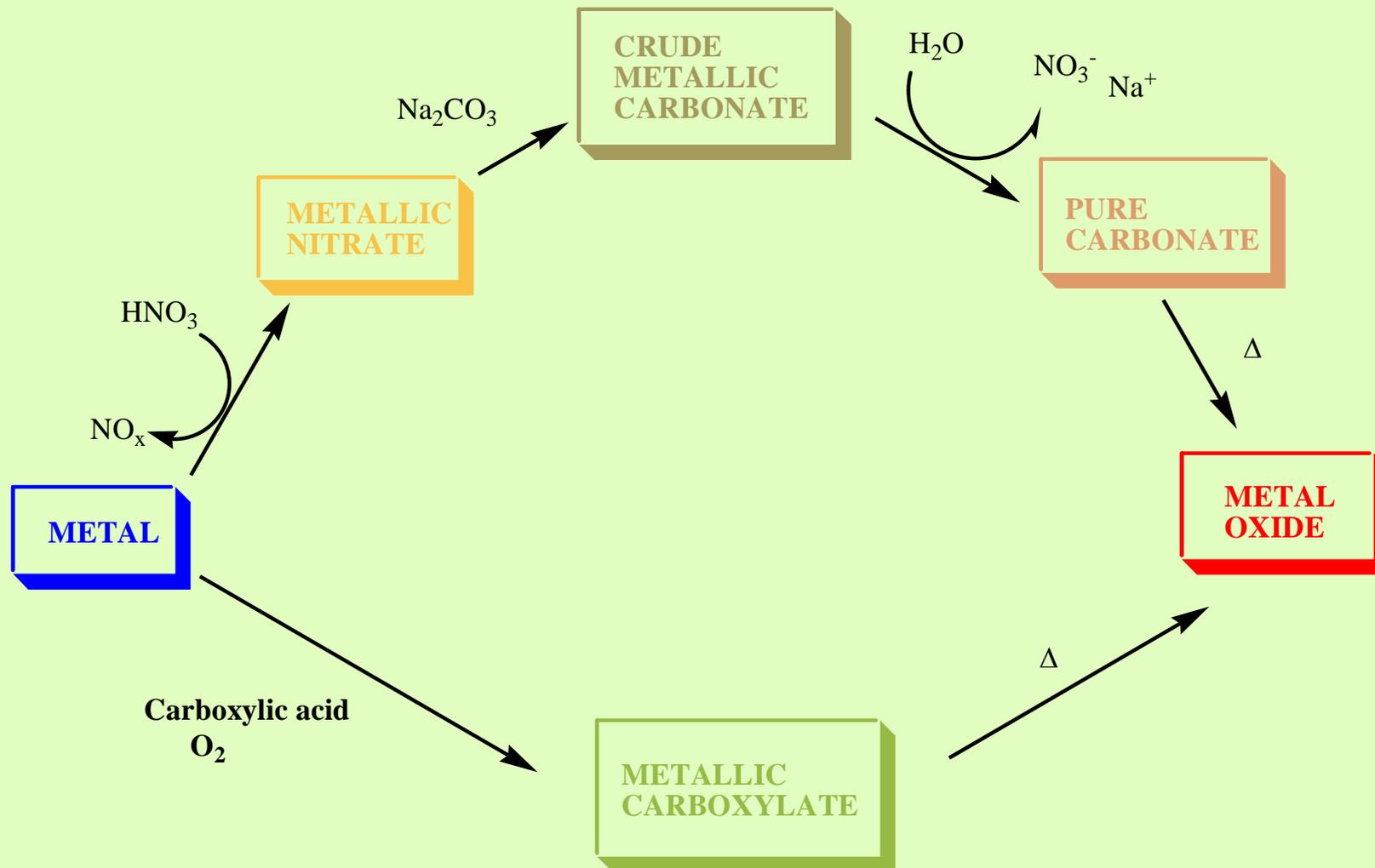
MATERIAS DE PARTIDA ESCASAS

MATERIAS DE
PARTIDA

ECONOMÍA DEL AGUA

Presidential Green Chemistry Awards 2004

Water economy



ALGUNAS DIFICULTADES

Desconocimiento

Inercia Universitaria y Científica

Inercia Industrial

Falta de integración en el trabajo entre los químicos y los ingenieros químicos

INICIATIVAS PARA PROMOVER UNA QUÍMICA SOSTENIBLE

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA)

GREEN CHEMISTRY

Definición de P.Anastas y J.Warner

Utilización de un conjunto de principios que reduce o elimina el uso y la generación de sustancias peligrosas en el diseño, manufactura y aplicación de productos químicos

DOCE PRINCIPIOS (TWELVE GREEN CHEMISTRY PRINCIPLES)

ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA

GREEN CHEMISTRY INSTITUTE (Washington USA)

INSTITUTOS ASOCIADOS (CHAPTERS en 25 países)

GREEN CHEMISTRY PRESIDENTIAL AWARDS

**CONTAMINACION EVITADA 45000 Tm/a de residuos y
productos peligrosos**

JAPÓN

GREEN AND SUSTAINABLE CHEMISTRY

ITALIA

INCA

REINO UNIDO

GREEN CHEMISTRY NETWORK

REVISTA GREEN CHEMISTRY

UNIÓN EUROPEA

CEFIC

FEIQUE

PROGRAMA SUSCHEM

PLATAFORMA TECNOLÓGICA
PARA LA QUÍMICA
SOSTENIBLE

ESPAÑA

**RED ESPAÑOLA DE QUÍMICA SOSTENIBLE GREEN
CHEMISTRY NETWORK OF SPAIN (REDQS)**

16 DEPARTAMENTOS

13 UNIVERSIDADES

7 INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN

Doctorado Interuniversitario

Cursos de Verano

Congresos y Jornadas

Proyecto Europeo

ISTAS



Universitat de València

**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN Y
PACIENCIA**