

Valorización de productos y residuos de la industria agroalimentaria

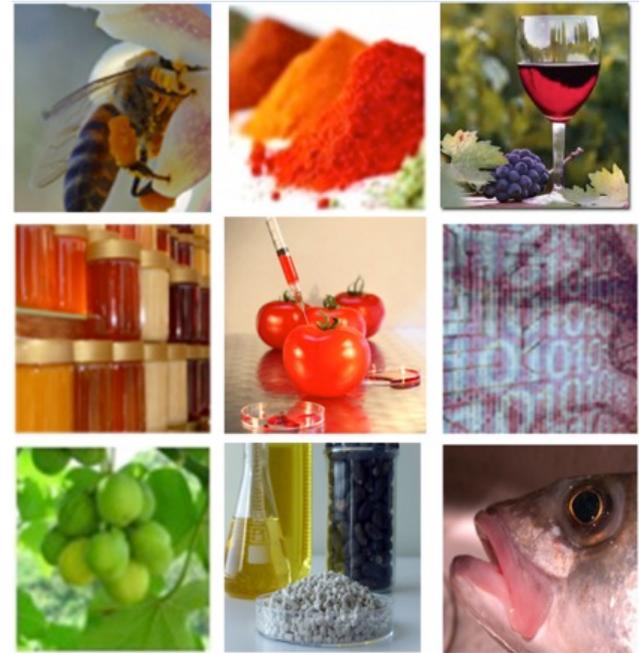
Casos de éxito de Fraunhofer Chile Research

Dr. Franko Restovic

**Project Manager Agro, Foods & Ingredients Business Area
(AFI)**

Center for Systems Biotechnology (CSB)

Fraunhofer Chile Research (FCR)



Fraunhofer Gesellschaft

Alemania

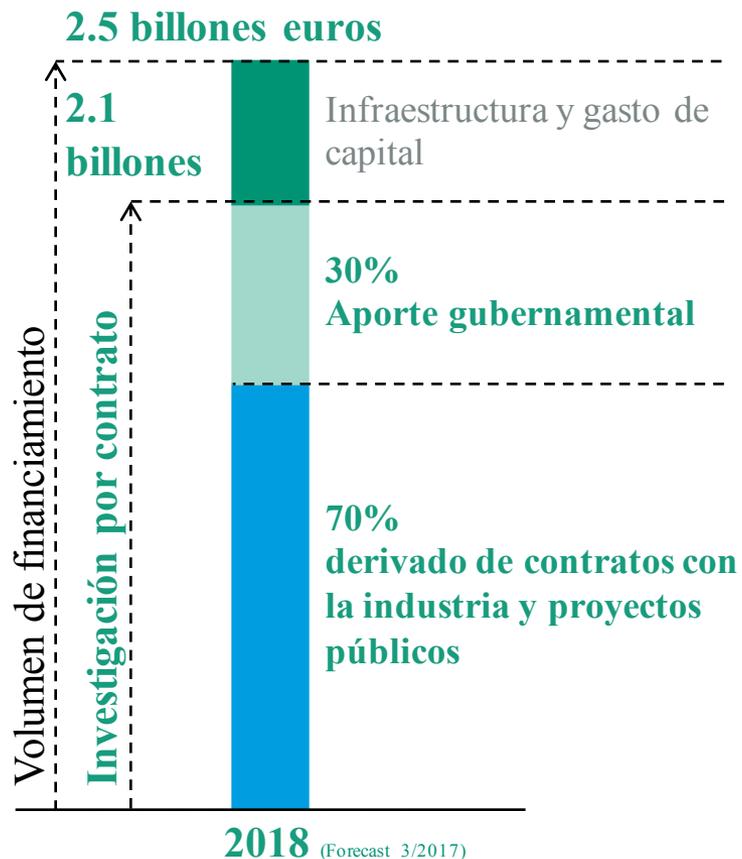
Misión: Promover y ejecutar investigación aplicada para el beneficio de empresas públicas y privadas, y la sociedad como un todo.



26,600 personas

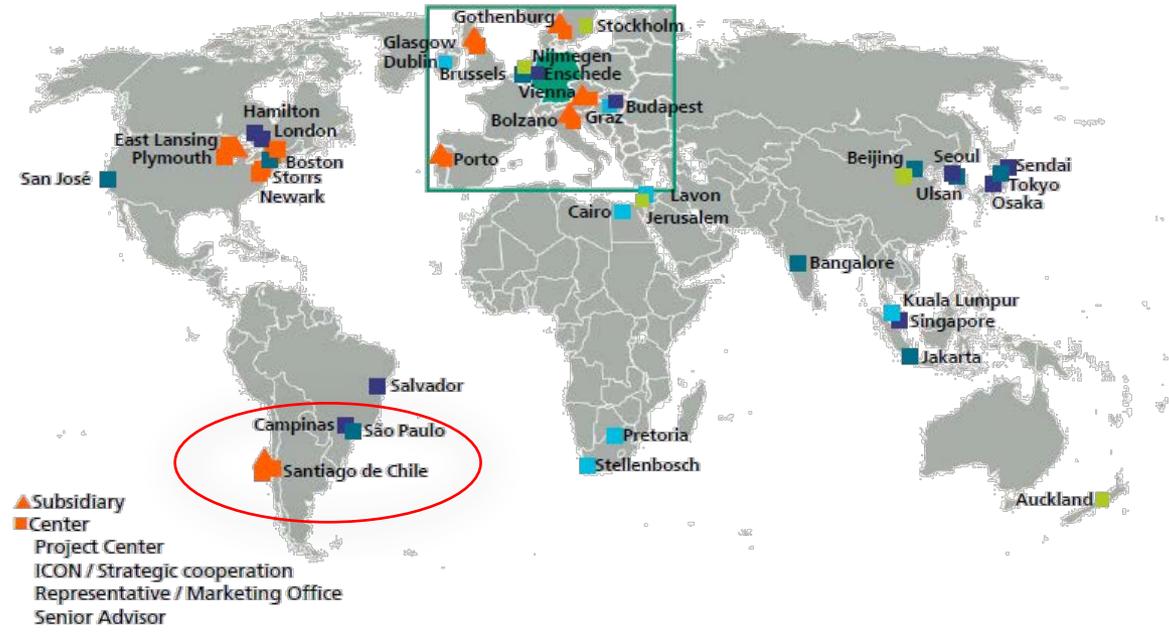
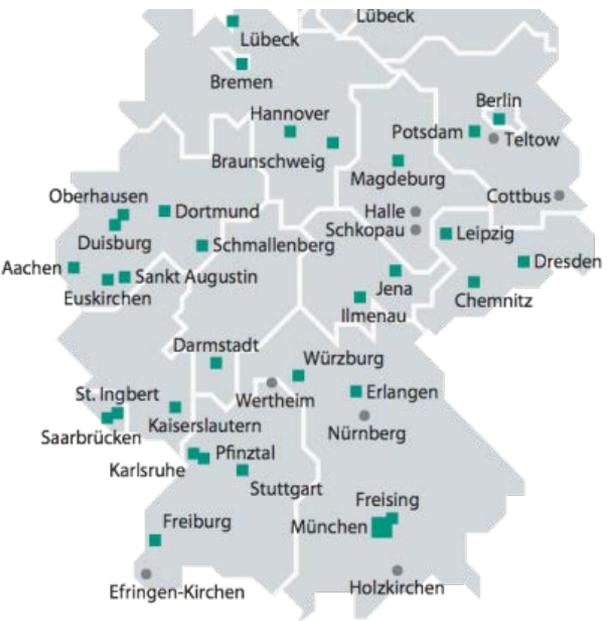


72 Institutos y unidades de investigación



Fraunhofer Chile Research

Investigación aplicada desde Alemania para Chile



Fraunhofer Chile Research

Investigación aplicada desde Alemania para Chile

CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA DE SISTEMAS
FRAUNHOFER CSB

Año Instalación: 2010

CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA ENERGÍA SOLAR
FRAUNHOFER CSET

Año Instalación: 2015

ÁREAS DE NEGOCIOS



AGRO, ALIMENTOS E INGREDIENTES (AFI)



ACUICULTURA Y ECOSISTEMAS MARINOS (AME)



BIOSUSTENTABILIDAD INDUSTRIAL (IB)

I+D PLATAFORMA DE SERVICIOS INTERNOS Y EXTERNOS



QUÍMICA



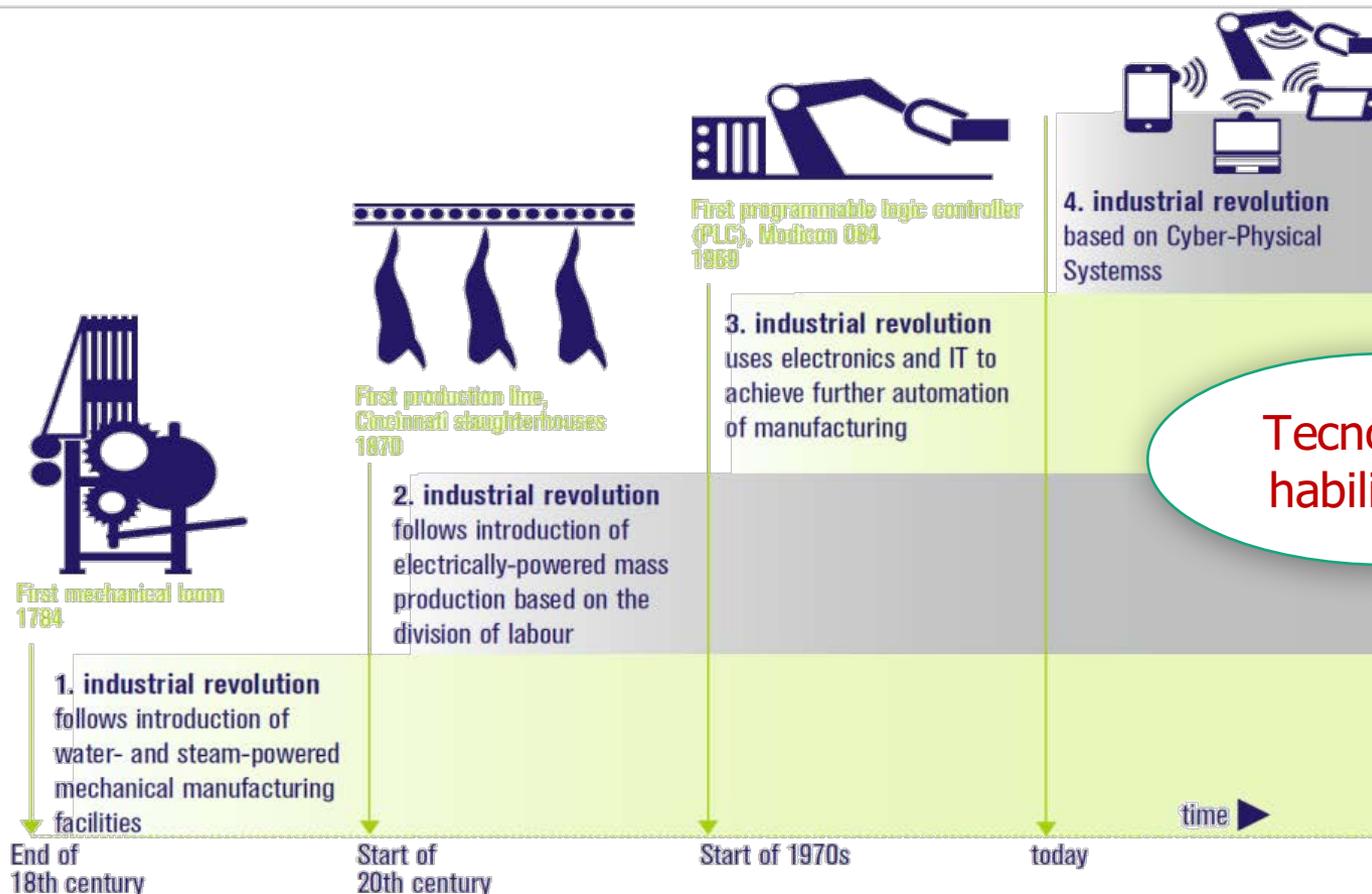
BIOLOGÍA



BIOINFORMÁTICA

Revoluciones industriales

Adaptación a nuevos paradigmas



Tecnologías habilitantes

Source: Acatech (2013).



Tecnologías habilitantes

Definición

Equipamientos y/o metodologías que, por si solas o en combinación con tecnologías asociadas, permiten un aumento significativo en la productividad del usuario, producto o proceso.

Se caracterizan por el hecho que permiten el rápido desarrollo de tecnologías derivadas subsecuentes.

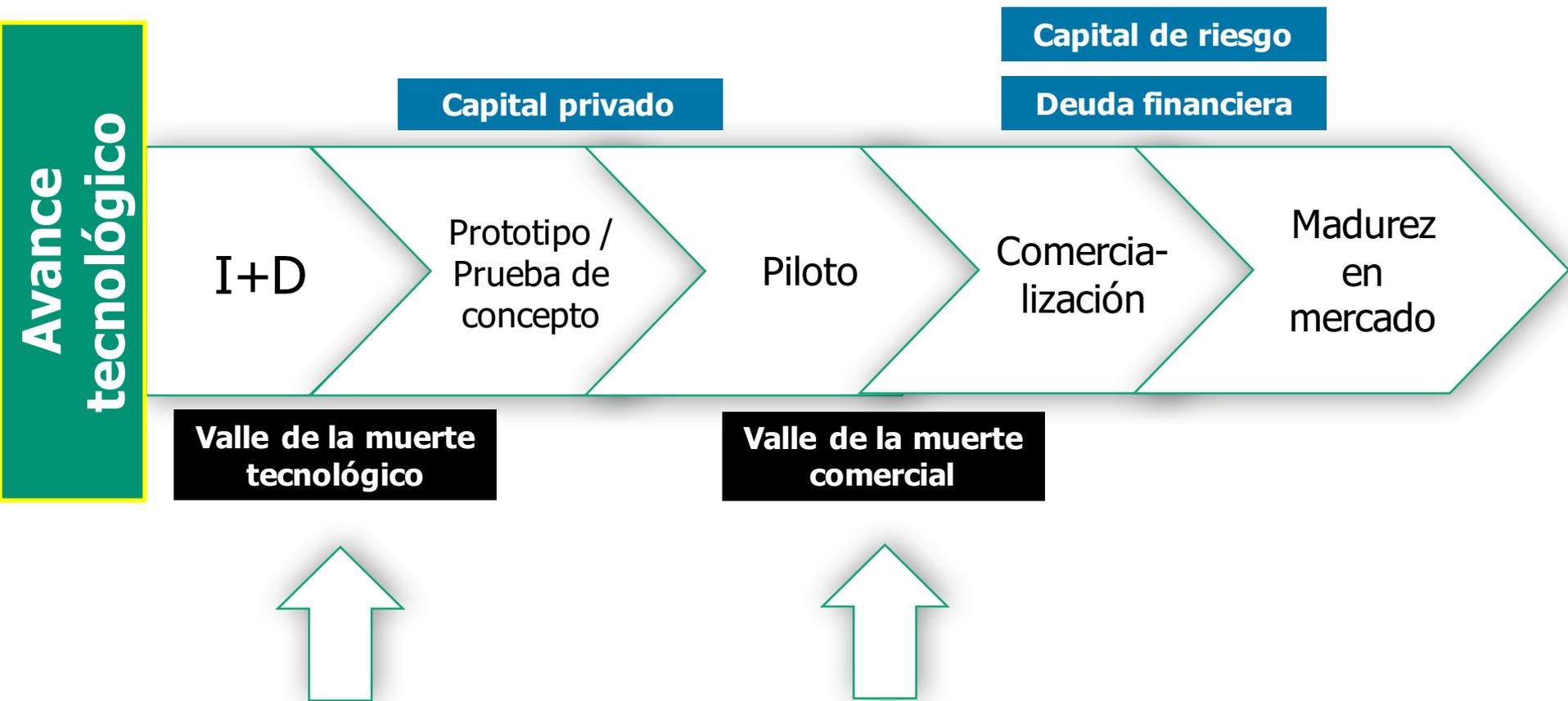
Están directamente asociadas a I+D intensivo, ciclos de innovación rápidos, inversión de capital y empleo altamente capacitado.

Generalmente son multidisciplinarias, pero a su vez convergentes e integrativas, siempre teniendo como foco el aumento en la productividad.



Tecnologías habilitantes

Pueden ayudar a pasar los valles de la muerte



Tecnologías habilitantes

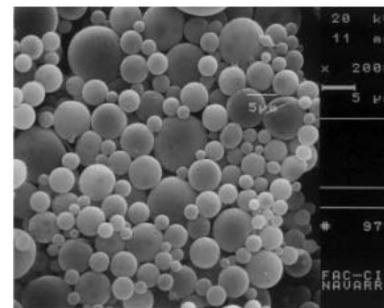
Ejemplos Fraunhofer Chile

Tecnologías habilitantes de extracción:

- Extracción convencional líquido-líquido o sólido-líquido.
- Extracción con líquidos presurizados.
- Extracción sub- y super-crítica.
- Extracción asistida por microondas o ultrasonidos.

Tecnologías habilitantes de formulación de ingredientes:

- Productos que pueden llevar a cabo una función específica y tener un efecto bioactivo deseado.
- Encapsulación y emulsificación a escalas micro- y nano-métricas mejoran los sistemas de liberación y mejoran el efecto que tienen los ingredientes bioactivos.



Valorización residuos agro industriales

Donde aplicar tecnologías habilitantes

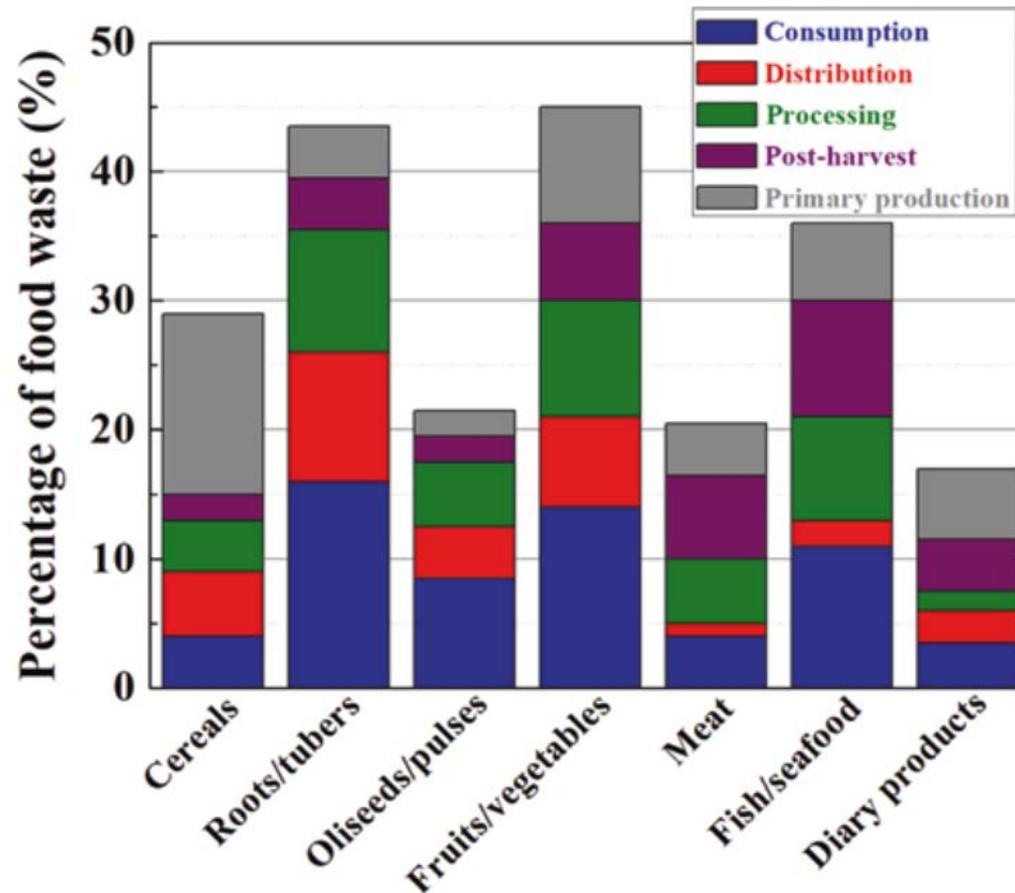


Fig. 1 Percentage of food waste along the food supply chain (Source: FAO)

Valorización residuos agro industriales

Donde aplicar tecnologías habilitantes

Origen de residuo	Fuente seleccionada	Ingredientes blancos
Cereales	Salvado de arroz Semillas de trigo Paja de trigo Residuos de molino de avena Residuos de malta	Albúmina, globulina, hemicelulosa B y fibra Arabinoxilano Hemicelulosa Beta-Glucanos Glucosa, arabinosa y galactosa
Raíces y tubérculos	Cáscara de papas Melaza de remolacha	Carbohidratos y polifenoles Ácidos orgánicos
Cultivos aceitosos y legumbres	Semillas de girasol Semillas de soya Residuos de aceite de soya Aguas residuales de soya Residuos de oliva	Fitoesteroles Fitoesteroles Fitoesteroles Albúmina Polifenoles
Frutas y vegetales	Cáscara de mandarinas Cáscara de naranjas Subproductos del limón Pulpa de manzanas Piel de manzana Pulpa de duraznos Hueso de damascos Pomaza de uva Piel de uvas Lías de vino Cáscara de plátanos Cáscara de zanahorias Pomaza de tomates Piel de tomate	Narirutina Hesperidina, apocarotenoides y limoneno Pectina Pectina Polifenoles Pectina Proteína Fibra dietaria Fenoles Tartatro de calcio y enocianina Cianidina-3-rutinosido Beta-caroteno y fenoles Licopeno Carotenoides



Tecnologías habilitantes

Ejemplos Fraunhofer Chile en residuos y productos

Valorización de **RESIDUOS** agroindustriales.

Proyecto Biocode.

Desarrollo de productos desde residuos de campo de maíz y **trigo**.

Valorización de **PRODUCTOS** agroindustriales.

Proyecto Bees for Care (B4C).

Desarrollo de productos de alto valor a partir de mieles y **propóleos**.

Proyecto Biocode

Ejemplo de valorización de residuos

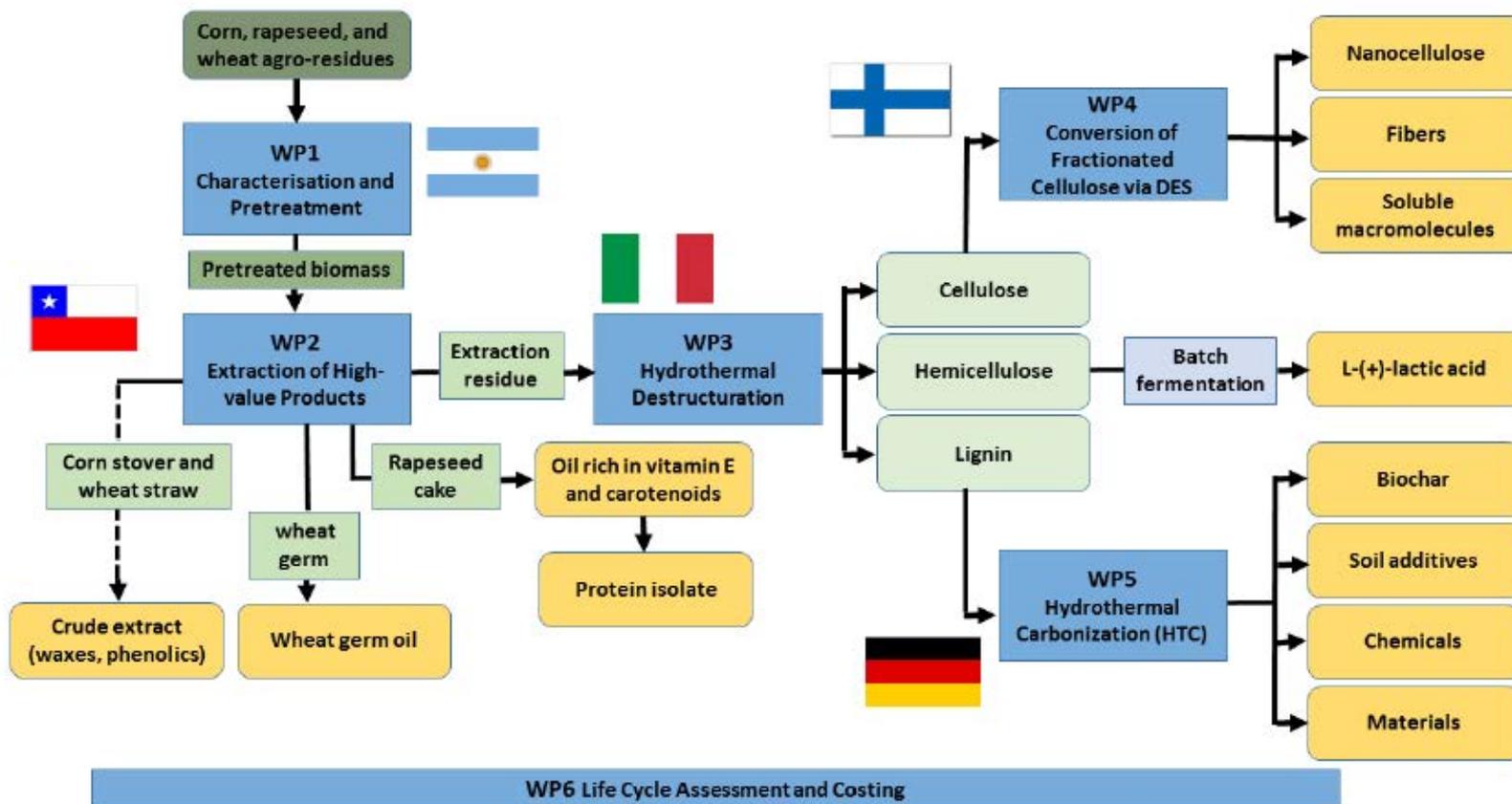
- Es un concepto de **fraccionamiento secuencial** basado en **pretratamientos de extracción** (componentes menores) seguido por **destructuración hidrotérmal** (componentes mayores).



Proyecto Biocode

Ejemplo de valorización de residuos

Project structure



Proyecto Biocode

Ejemplo de valorización de residuos

Obtención y pretratamiento de residuos de campo

- Elección de cultivos y residuos según su composición.
- Homogenización y acondicionamiento (10% humedad, molido y sellado al vacío)
 - Entre más denso el material obtenido, mejor será la viabilidad económica.
- Ejemplo: Trigo.
 - **Se puede obtener hasta 2,4 ton/ha de celulosa+hemicelulosa y 1,4 ton/ha de lignina.**



Colza



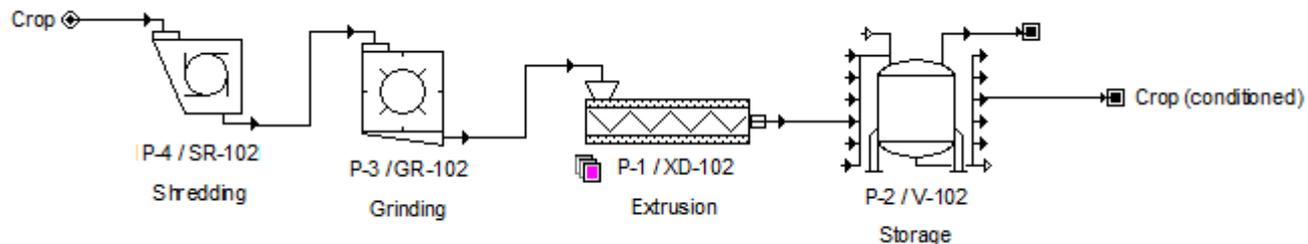
Paja de trigo



Rastrojo de maíz



Germen de trigo



Proyecto Biocode

Ejemplo de valorización de residuos

Desgrasado mediante extracción por CO₂ supercrítico

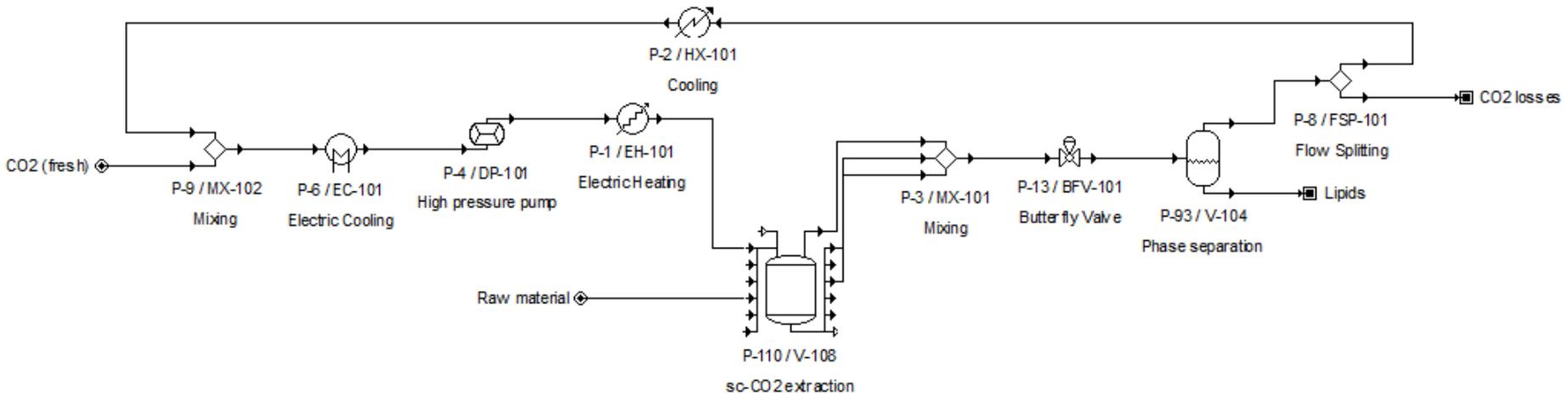
- Base de cálculos: 1.5 ton de materia prima por batch
- Parámetros Sc-CO₂
 - Presión: 300 – 400 bar
 - Temp.: 40 – 90°C
 - Tiempo: 5.3 – 13.2 h
 - Hasta 100 kg CO₂/kg materia prima
- **Recuperación de lípidos/ceras del 2-3% peso seco total.**



Materia prima antes del sc-CO₂



Lípidos recuperados post sc-CO₂



Proyecto Biocode

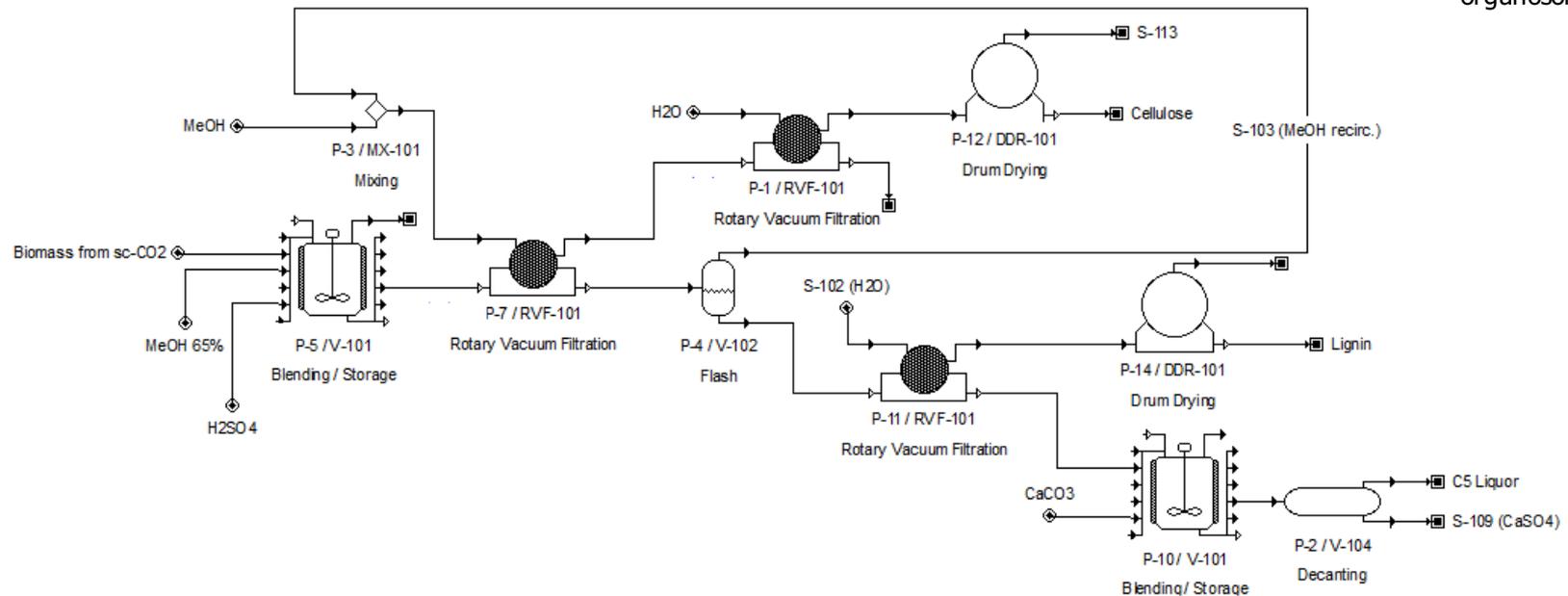
Ejemplo de valorización de residuos

Organosolv (parámetros)

- Biomasa: 10% p/v; Tiempo: 40 min; Temp: 165° C;
- Presión: 4 bar; MeOH: 65% v/v; H₂SO₄: 2,5% p/p.
- **Proceso produce 45% y 5% peso seco total de celulosa y lignina, respectivamente.**



Lignina post organosolv



Proyecto Biocode

Ejemplo de valorización de residuos

Fermentación (parámetros)

- *Bacillus coagulans* XZL4
- Concentración de azúcares 100 g/L
- Extracto de levaduras 10 g/L
- CaCO₃ 60 g/L
- Temp.: 50°C
- Agitación: 130 RPM
- Tiempo: 144 h

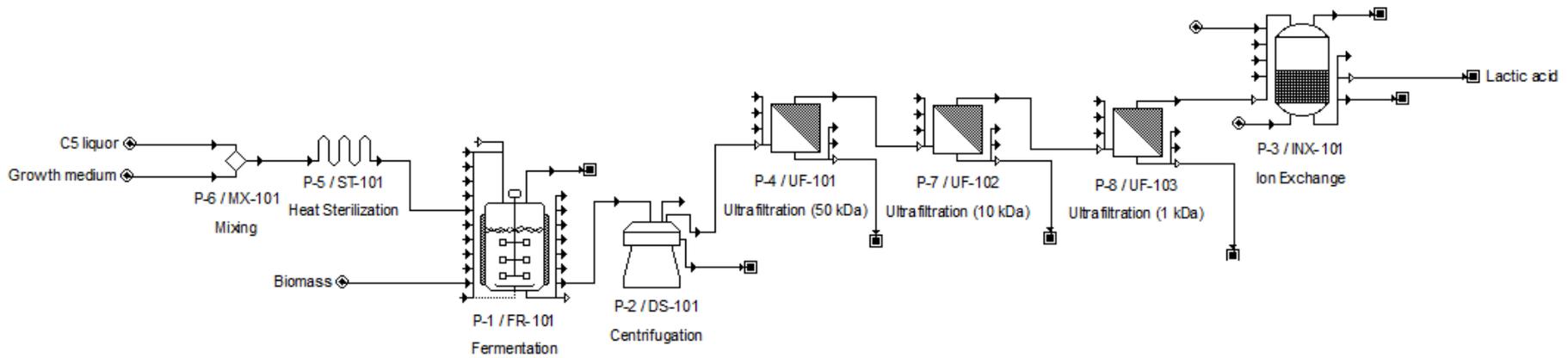
Azúcar	%
Glu	12.3
Xyl	83.7
Gal	1.9
Ara	2.1



Fermentation broth

Equivalentes de xilosa por ensayo DNS en licor negro C5: 5.28 g/L

Producción de ácido láctico de hasta 0,9 g/g de azúcar.

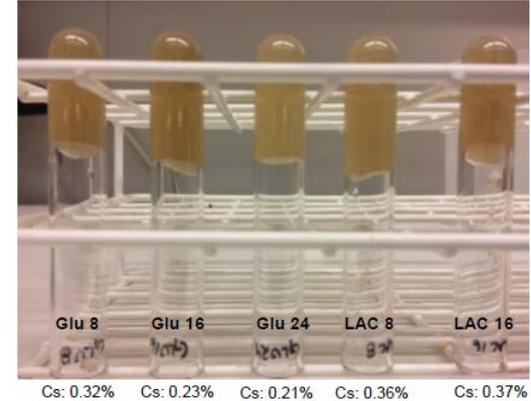


Proyecto Biocode

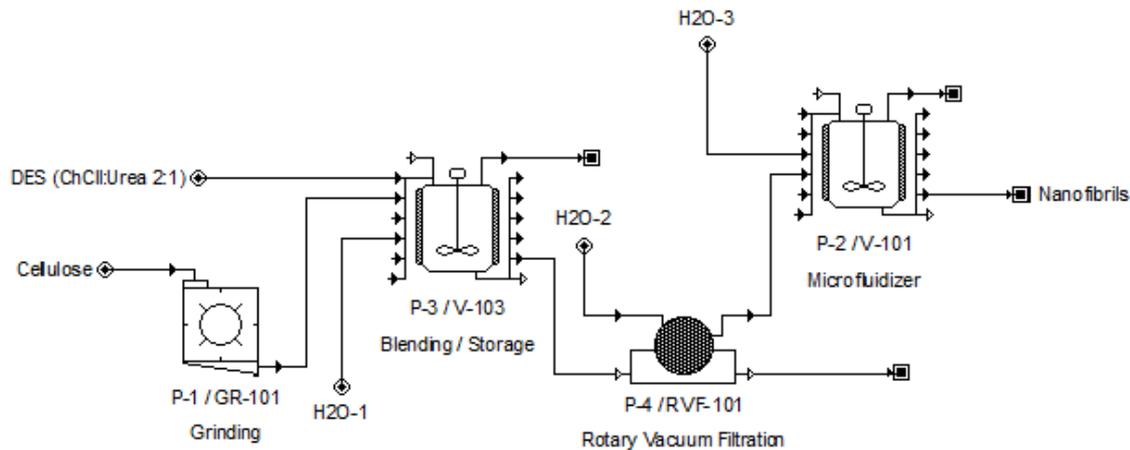
Ejemplo de valorización de residuos

Solventes eutécticos profundos (parámetros).

- Cloruro de colina-urea (2:1).
- Temp: 100° C.
- Tiempo: 2 h.
- Cs: 2%.
- Los resíduos de pulpa sólida se fibrilaron.
- **Los mejores resultados se obtuvieron con fuerzas de resistencias en el rango de 92.0–99.2 Mpa.**



Pulpa de celulosa post formación de fibras



Proyecto Biocode

Ejemplo de valorización de residuos

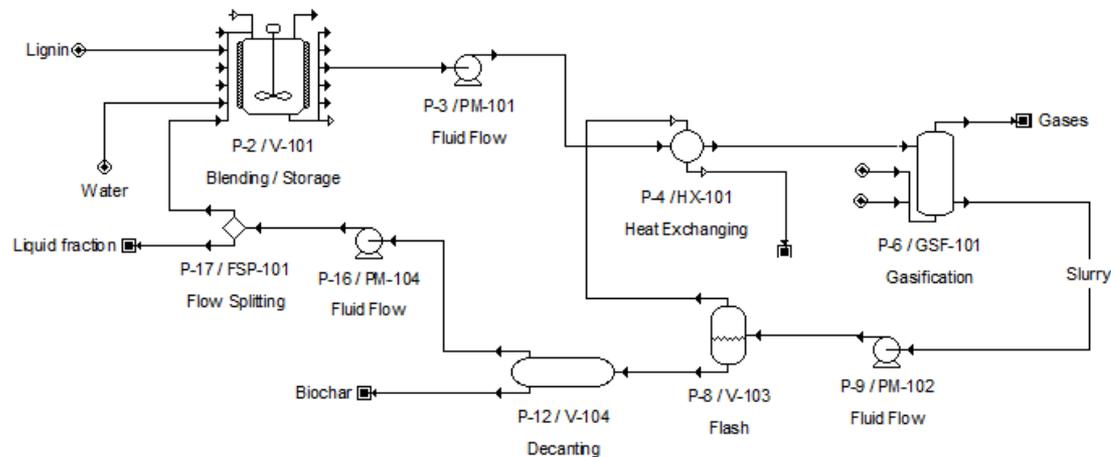
Carbonización hidrotérmal (HTC; parámetros)

- Temp: 160-240° C.
- Presión: autógena – 50 bar (N₂).
- Tiempo: 1 – 24 h.
- Catalizador: base mineral, TiN/NDC.
- **Rendimiento del biocarbón: 65%.**



Lignina disuelta antes HTC

Fracción líquido post HTC

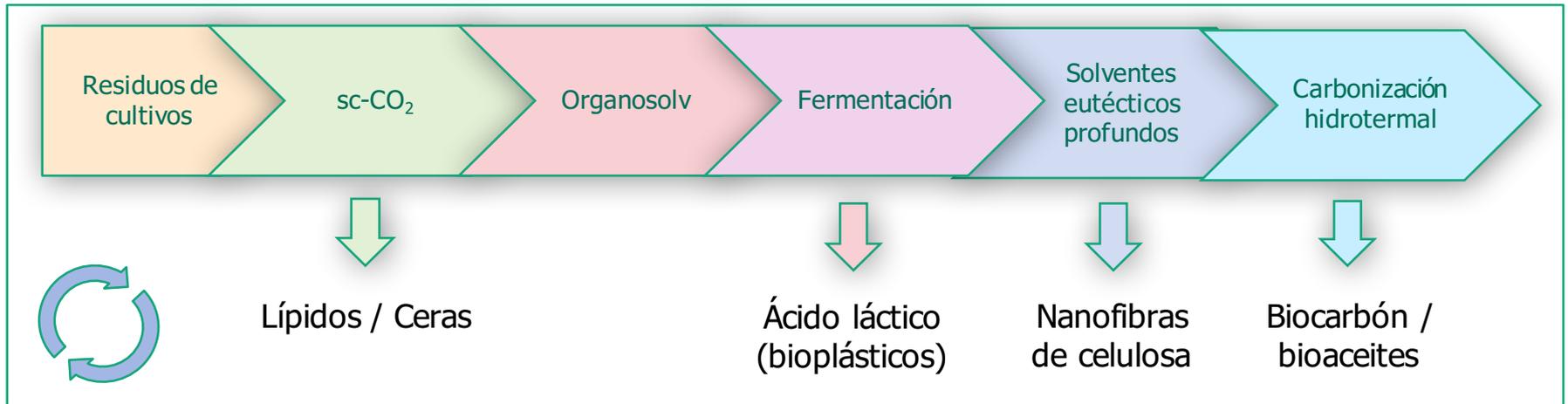


Proyecto Biocode

Ejemplo de valorización de residuos



Energía – Combustible
Residuos orgánicos
Químicos
Trabajo

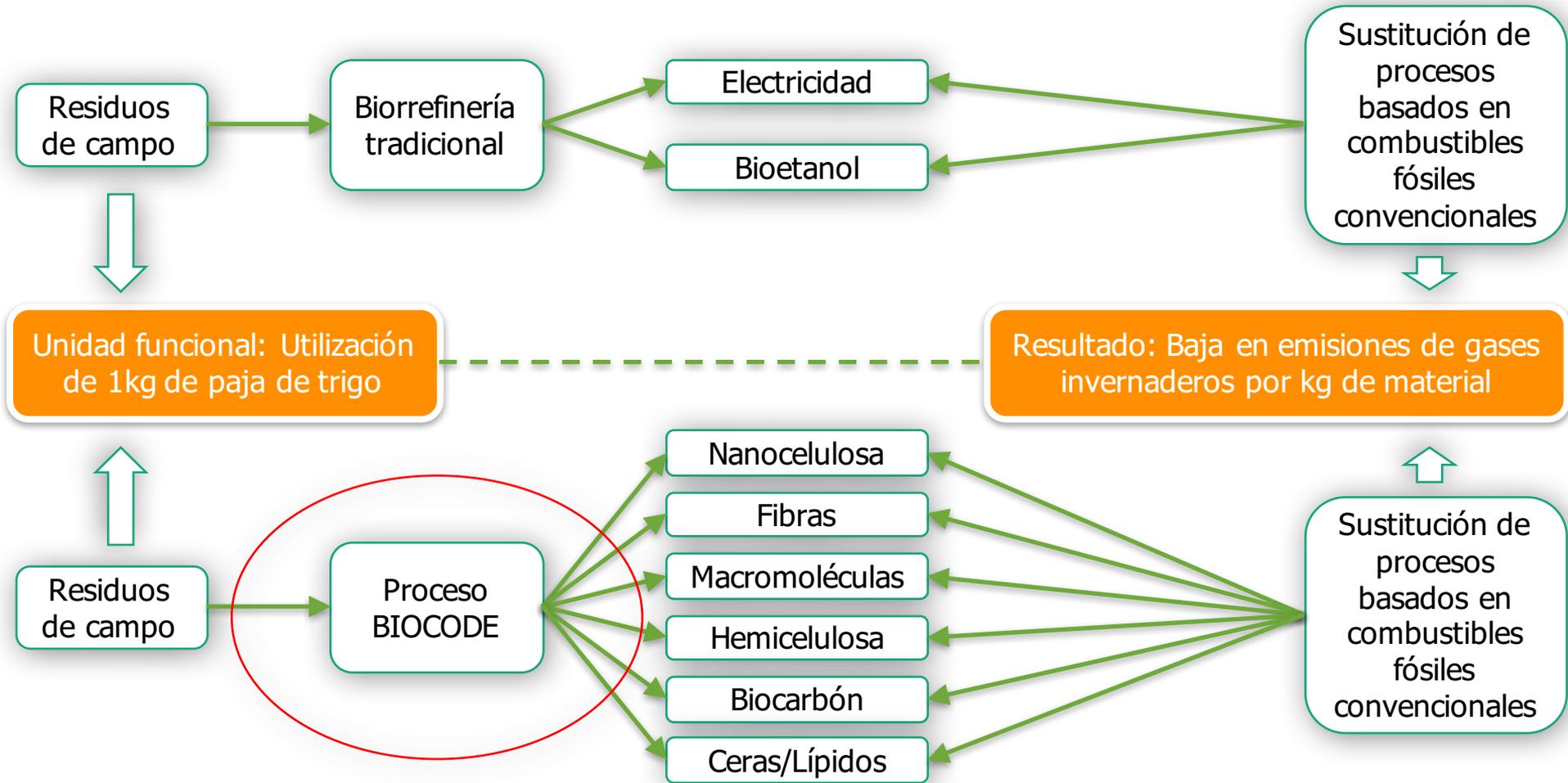


Emisiones
Productos
Conocimiento
Valor agregado



Proyecto Biocode

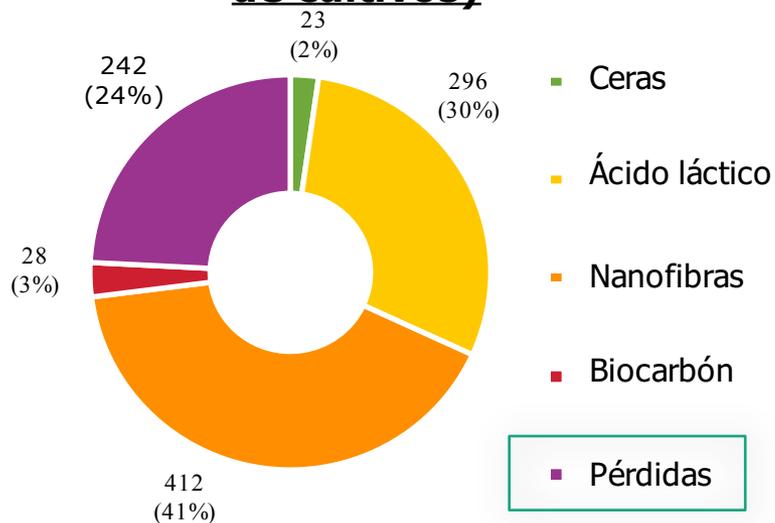
Ejemplo de valorización de residuos



Proyecto Biocode

Ejemplo de valorización de residuos

Productos (kg/ton residuos de cultivos)

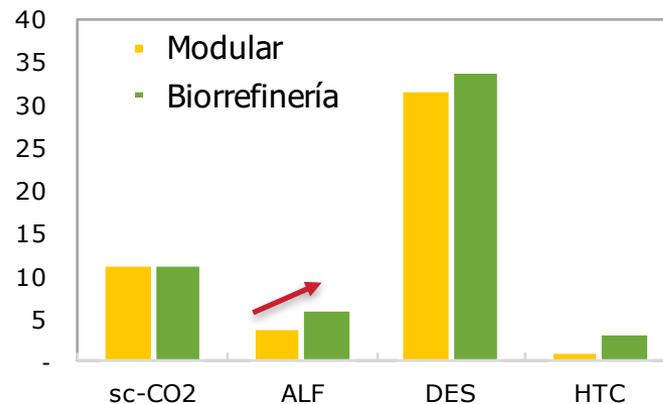


IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS



- ¿Condiciones de procesamiento?
- ¿Emisiones?
- ¿Hay posibilidad de valorizar?
- ¿Vale la pena...?

Unit production cost (\$/kg)



Costos de organosolv deben ser absorbidos por producto final



Tecnologías habilitantes

Ejemplos Fraunhofer Chile en residuos y productos

Valorización de **RESIDUOS** agroindustriales.

Proyecto Biocode.

Desarrollo de productos desde residuos de campo de maíz y **trigo**.

Valorización de **PRODUCTOS** agroindustriales.

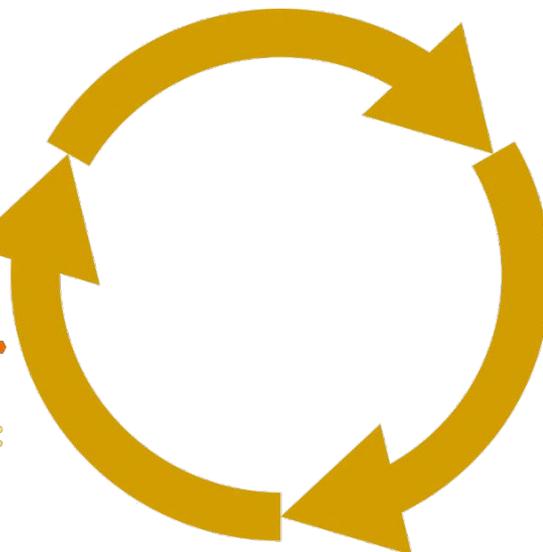
Proyecto Bees for Care (B4C).

Desarrollo de productos de alto valor a partir de mieles y **propóleos**.

Proyecto B4C

Ejemplo de valorización de productos

Agroecología - Polinización



Proyecto B4C

Ejemplo de valorización de productos

- Caracterización de mieles y propóleos de origen chileno.
- Desarrollo de base científica para su uso en tratamientos de heridas.
- Desarrollo de productos cosméticos.
- Desarrollo de productos nutracéuticos.

Proyecto B4C

Ejemplo de valorización de productos

Perfil químico
propóleos

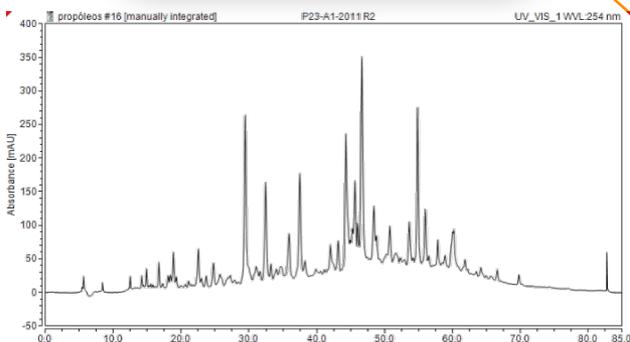
Actividad
antioxidante

Actividad
antimicrobiana

Actividad
antiinflamatoria,
angiogénica,
otros

Desarrollo de productos:

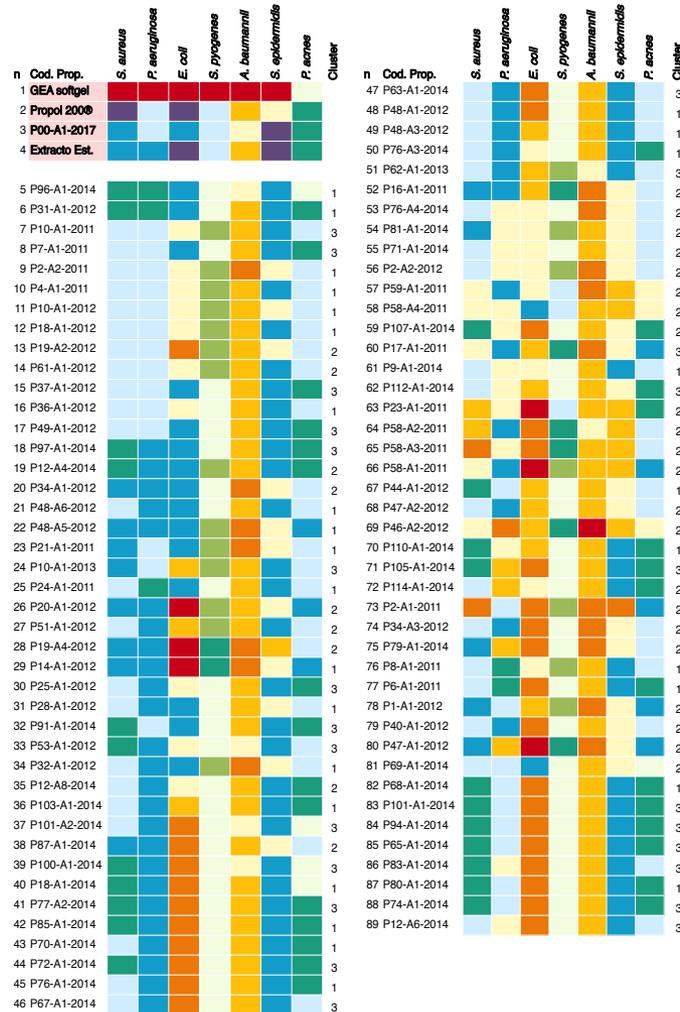
- Tratamiento de heridas
- Cosméticos
- Nutracéuticos
- Otros



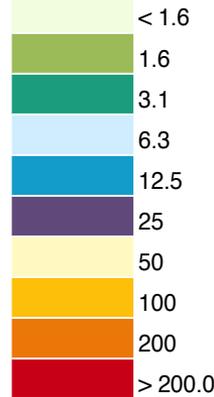
HPLC DAD de propóleos

Proyecto B4C

Ejemplo de valorización de productos



MIC % m/v (mg/100 mL)



Actividad anti microbiana (MIC) de muestras de propóleos (mg/100 mL).

Streptococcus pyogenes (Sp)

Streptococcus mutans (Sm)

Staphylococcus epidermidis (Se)

Acinetobacter baumannii (Ab)

Staphylococcus aureus (Sa)

Escherichia coli (Ec)

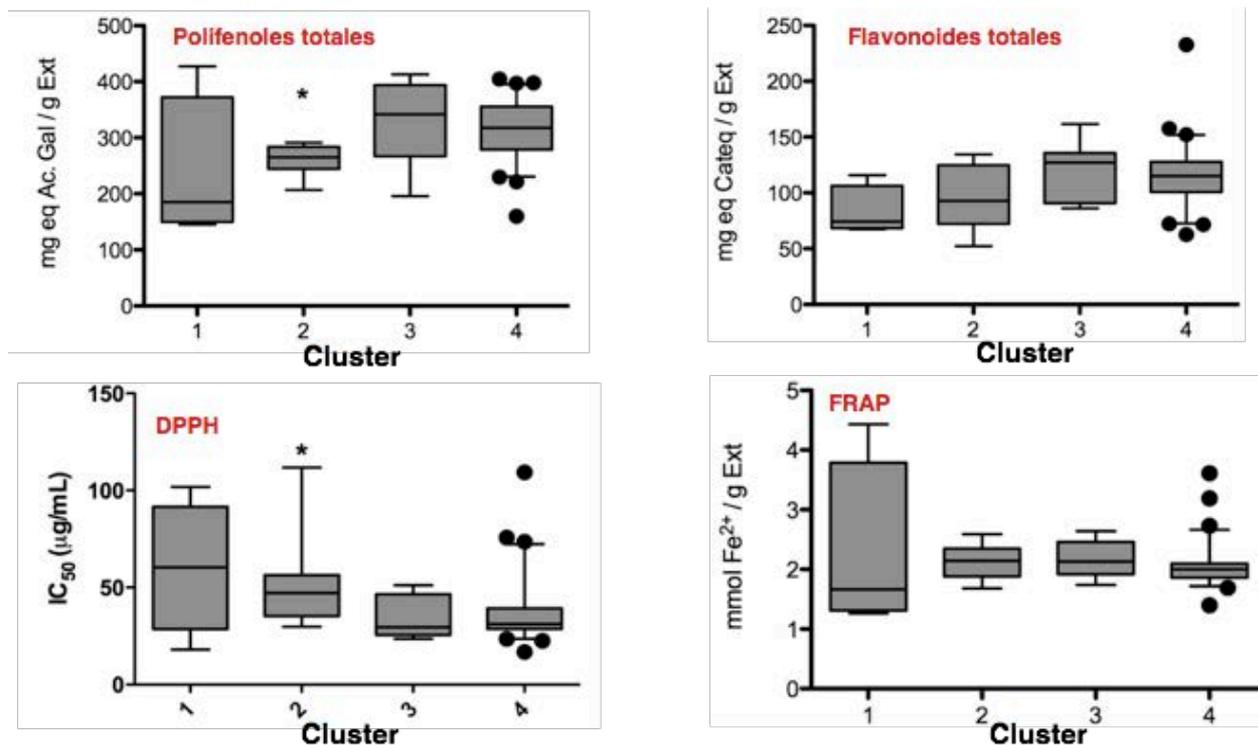
Pseudomona aeruginosa (Pa)

Propionibacterium acnes (Ppa).



Proyecto B4C

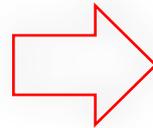
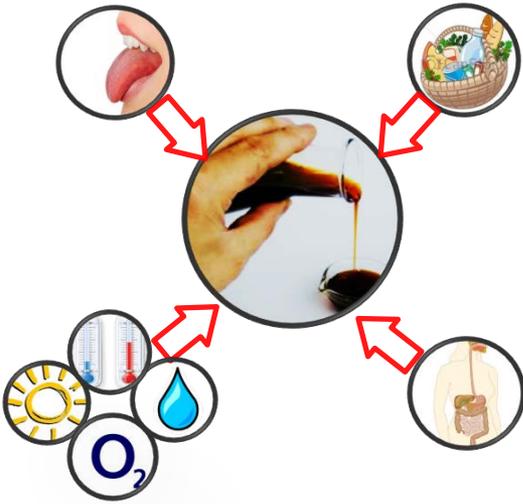
Ejemplo de valorización de productos



En términos de concentración de fenoles totales y capacidad antioxidante de propóleos. Se analizaron 89 muestras de propóleos.

Proyecto B4C

Ejemplo de valorización de productos



**MICRO
ENCAPSULACIÓN**



Secado por atomización

LIMITANTES

- ↓ *Aceptabilidad*
- ↓ *Estabilidad*
- ↓ *Bioaccesibilidad*
- ↓ *Biodisponiilidad*

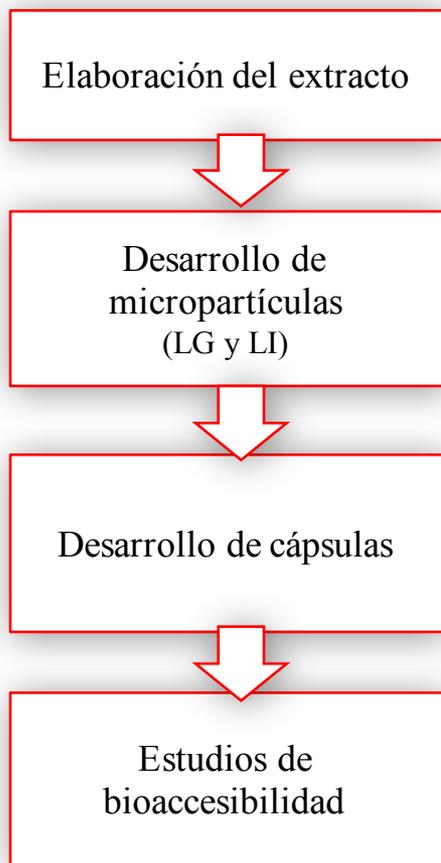
VENTAJAS

- *Tecnología más utilizada*
- *Rápido*
- *Bajo costo*
- *Reproducible*



Proyecto B4C

Ejemplo de valorización de productos



Variable	Extracto de propóleo
Rendimiento (%)	41,0
Fenoles totales (mg EAG/g)	196,0 ± 8,1
Flavonoides totales (mg ECat/g)	104,8 ± 8,7
Capacidad antioxidante (FRAP) (μmol Trolox/g)	1753,1 ± 26,9
Capacidad antioxidante (DPPH) (IC ₅₀ , μg/mL)	35,1 ± 2,0

Proyecto B4C

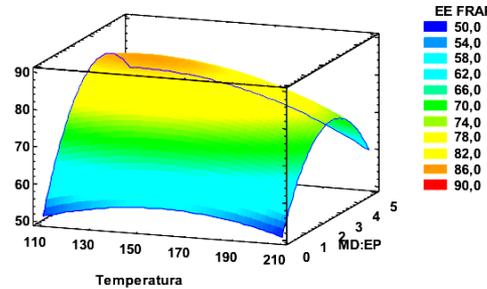
Ejemplo de valorización de productos



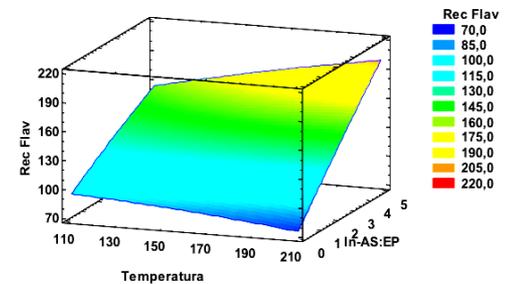
**Liberación
Gástrica**

**Liberación
Intestinal**

Superficie de Respuesta Estimada



Superficie de Respuesta Estimada



LI

LG



Proyecto B4C

Ejemplo de valorización de productos



Concentración por g de micropartícula:
equivalente a producto comercial.

Características diferenciadoras:

Extracto de propóleo (sin ceras).

Extracto de propóleo estandarizado.

Extracto caracterizado (concentración de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante).

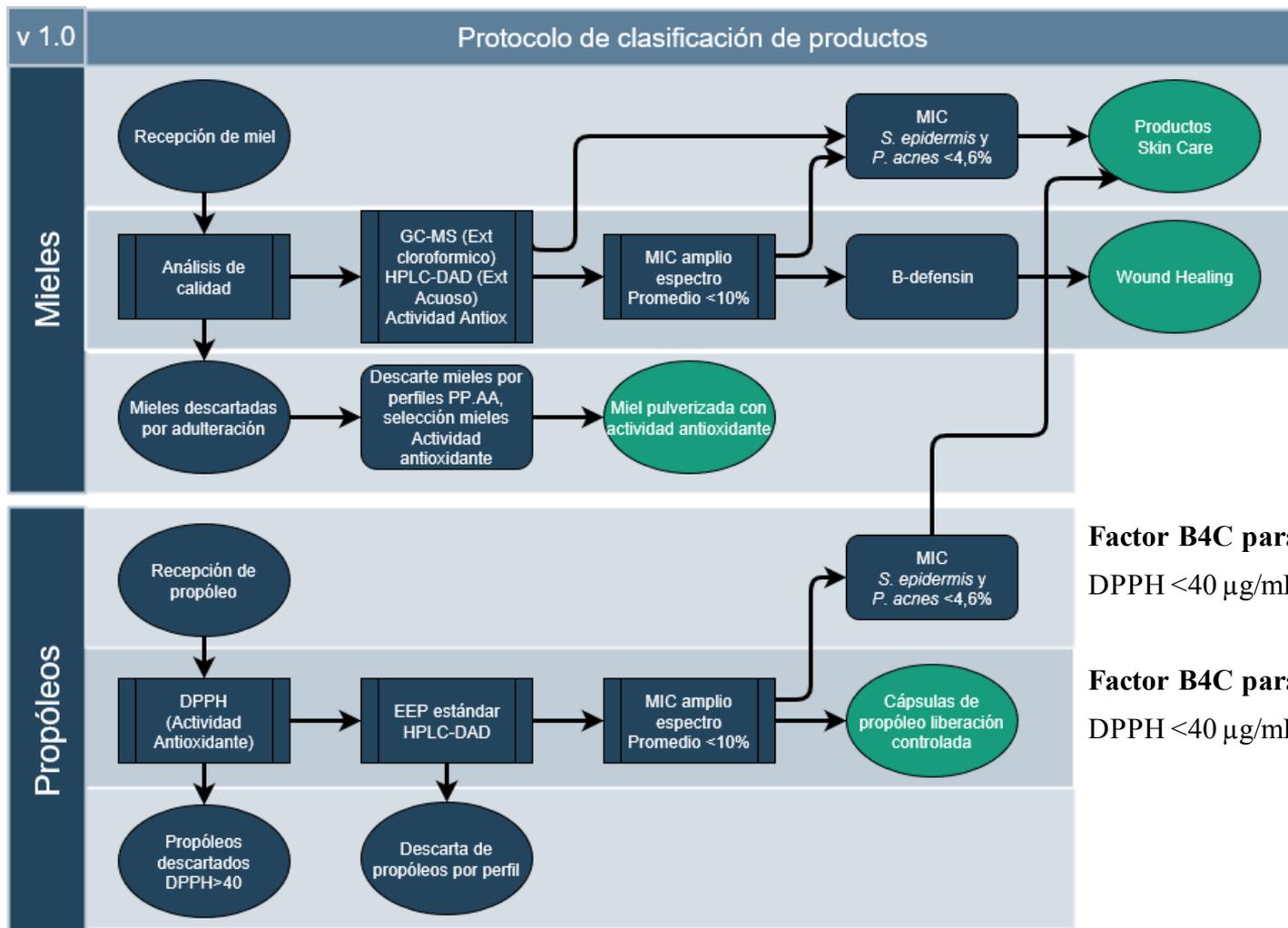
Nutracéuticos con propiedad de liberación controlada para efecto localizado (bioccesibilidad analizada).

Supplement Facts

Serving Size: 1 capsule	Servings: 90
Amount Per Serving	% D.V.
Bee Propolis Extract (2x) equivalent to 1,000 mg natural state	500 mg*
*%Daily Value not established	

Proyecto B4C

Ejemplo de valorización de productos



Factor B4C para mieles:

DPPH <40 µg/mL IC50 + MIC <10% + B-defensina

Factor B4C para propóleos:

DPPH <40 µg/mL IC50 + MIC <10%

Observaciones finales

La necesidad de tecnologías habilitantes para avanzar

- Gran parte de las tecnologías habilitantes vienen actualmente desde desarrollos desde la ciencia básica, es necesario unir necesidades de la agroindustria con el desarrollo de estas.
- Faltan incentivos para que PYMES puedan desarrollar este tipo de tecnologías.
- Fraunhofer Chile Research ofrece a empresas del ámbito agrícola la oportunidad de desarrollar en conjunto nuevas metodologías que lleven a nuevos productos desde residuos agroindustriales o directamente desde productos de bajo valor.
- Fraunhofer Chile Research presenta un catálogo de tecnologías habilitantes, entre las que destacan los siguientes:
 - Servicios de extracción desde material vegetal de tipo convencional o por CO₂ supercrítico.
 - Estabilización de extractos mediante microencapsulación.





Promovemos un equilibrio entre la excelencia en investigación y el desarrollo orientado a la aplicación. Esta característica única nos motiva y nos diferencia, brindando un valor agregado para nosotros y nuestros grupos de interés.

Dr. Franko Restovic

Director Agro, Foods & Ingredients Business Area (AFI)
Center for Systems Biotechnology (CSB)
Fraunhofer Chile Research (FCR)

franko.restovic@fraunhofer.cl



Text
Text

Text