



EL
GOBIERNO
DE TODOS



I Congreso Internacional de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología - CICABI Jornada Seguridad Alimentaria I+D

Agroalimentación y Salud: Fitoquímicos Bioactivos en las Bebidas de Frutas

Beatriz Brito Grandes
Investigadora INIAP

Ambato, 28 Junio 2018

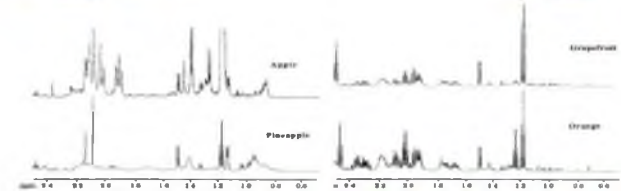
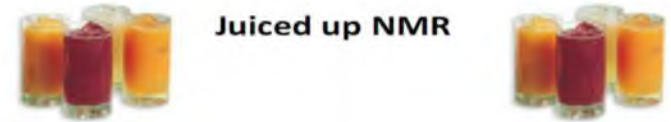
INTRODUCCIÓN

Las frutas tienen una alta calidad organoléptica y un importante mercado.

El estancamiento tecnológico está ocasionando la pérdida de posicionamiento en el mercado.

Los sabores y aromas son muy apetecidos, existe un interés por el consumidor hacia productos innovadores, económicos y saludables, que conserven sus propiedades organolépticas originales.

El mercado de bebidas de frutas, destaca por su contenido de antioxidantes naturales, el interés por alimentos que ofrezcan la prevención de problemas con la salud, como las ECNT.



INTRODUCCIÓN

ALIMENTOS FUNCIONALES

Aparece en los años ochenta en Japón, las autoridades de salud recomendaron que era posible controlar el aumento del gasto de salud asociado con la mayor esperanza de vida de la población a través el consumo de alimentos de mejor calidad.

International Life Sciences Institute, Europa “son aquellos que al margen de su valor nutritivo, son incluidos en las dietas alimenticias porque aportan sustancias biológicamente activas, sean o no nutrientes, en cantidades lo suficientemente significativas como para producir efectos positivos sobre alguna función fisiológica relacionada con el estado de salud”.

A.F. naturales, contienen concentraciones elevadas de minerales, vitaminas, ácidos grasos, fibra dietética o de antioxidantes.

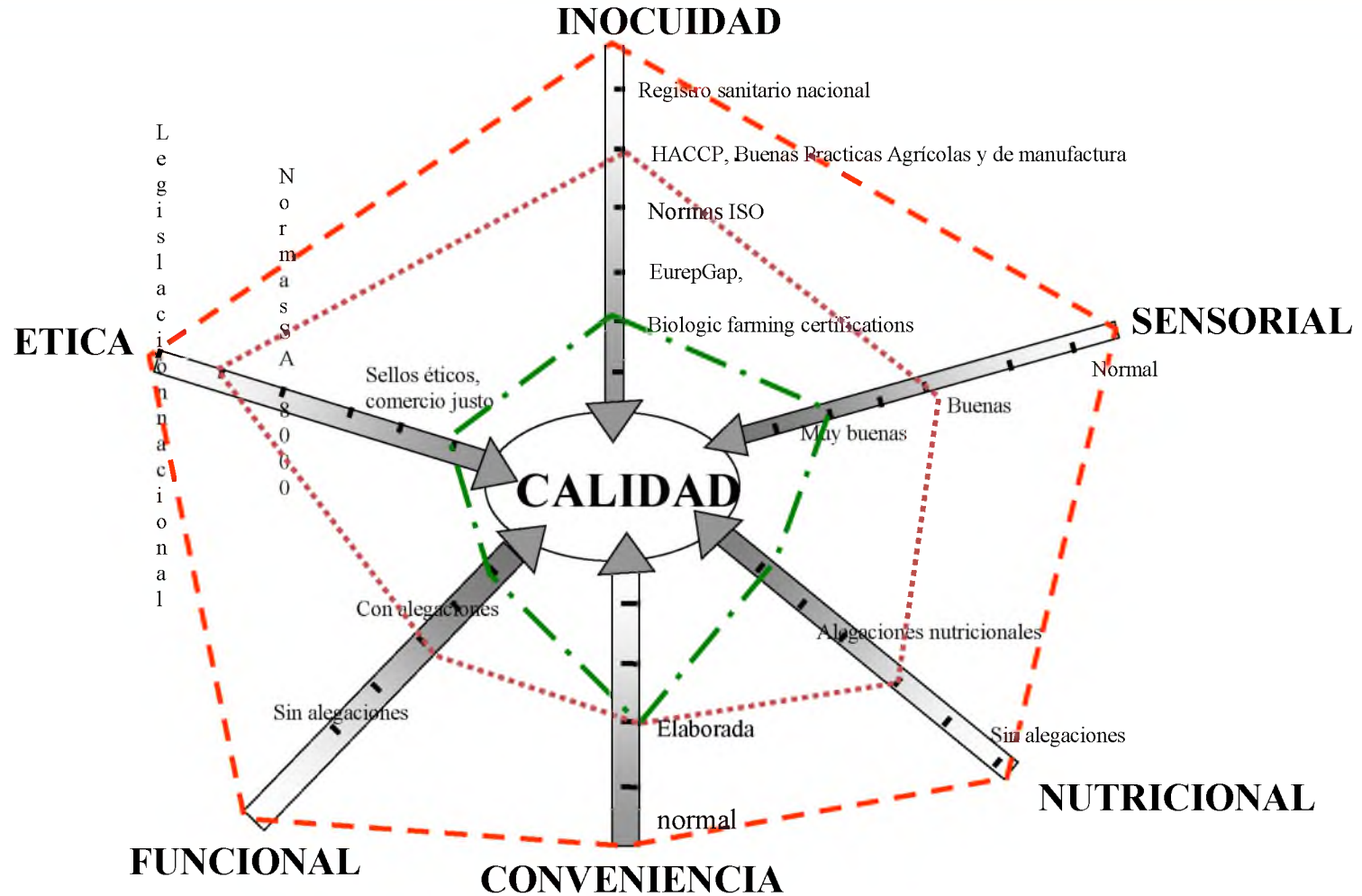
A.F. modificados, han sido enriquecidos con componentes bioactivos, como fitoquímicos, antioxidantes, pre o probióticos.

INTRODUCCIÓN

Alegaciones de Salud establecidas por la FDA

Sustancias Bioactivas	Relación con la salud
Calcio	Prevención de Osteoporosis
Lípidos omega 3 y 6	Prevención cáncer
Fibra en cereales, fruta y vegetales	Prevención de cáncer
Ácido fólico	Evita los defectos del tubo neural
Frutas y Hortalizas	Cáncer
Frutas, hortalizas y granos, fibra especialmente soluble	Prevención de riesgo de enfermedad coronaria
Sodio	Hipertensión
Fibra soluble (salvado de avena)	Prevención de enfermedad coronaria
Proteína de Soja,	
Esteroles, estanoles	Prevención enfermedad coronaria.

EJES DE LA CALIDAD Y RELACIÓN CON EL MERCADO



----- Mercado tradicional poco exigente y competitivo

..... Mercado "nicho" de alimentos funcionales

-.-.-.-.- INIAP - Estación Experimental San Carlos - Mercado "nicho" de alimentos funcionales, biológicos y éticos

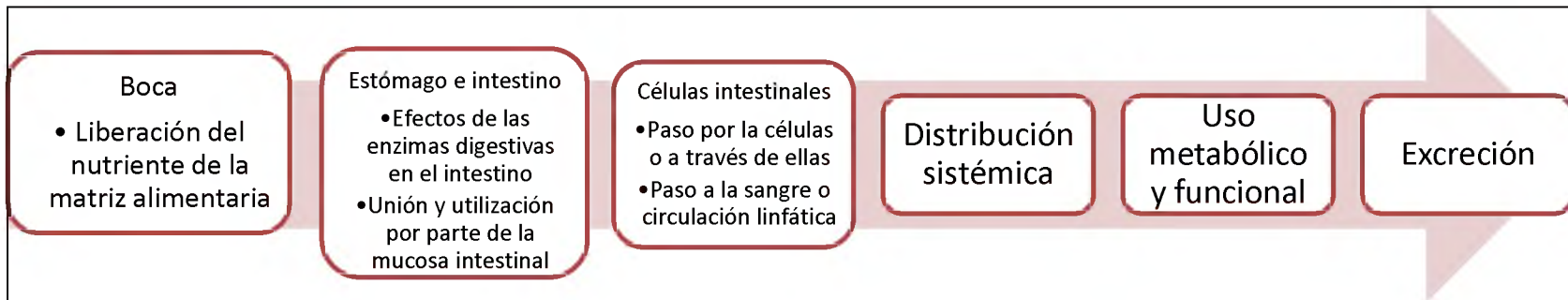
INTRODUCCIÓN

CRITERIOS DE CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE INTERÉS COMERCIAL

- Contenido en **micronutrientes** y su **caracterización específica**
- Propiedades funcionales objetivas
 - Poder antioxidante
 - Poder anti-inflamatorio
 - Poder anti-cancerígeno, etc....
- Bio-disponibilidad, Bio-accesibilidad, Bio-actividad
in-vitro, in-vivo

INTRODUCCIÓN

Biodisponibilidad. La proporción de un nutriente que nuestro organismo absorbe de los alimentos y que utiliza para las funciones corporales, actuando sobre un tejido u órgano diana. Incorpora: bioaccesibilidad, absorción, distribución tisular y bioactividad.



Bioaccesibilidad: es la fracción máxima que puede liberarse de la matriz del alimento en el tracto gastrointestinal y que puede ser capaz de atravesar la barrera intestinal. Es considerada como un metabolismo presistémico. Para ejercer su actividad biológica, los antioxidantes tienen primero que ser bioaccesibles, en el intestino, pues es el principal lugar de absorción de los nutrientes.

Bioactividad: Es la fracción de una sustancia que alcanza la circulación sistémica a partir del tracto gastrointestinal y que está disponible para promover su acción dentro del organismo.

COMPONENTES BIOACTIVOS

**Captadores de radicales libres
Quelantes de metales**

**Moléculas de señalización
del equilibrio redox**

**Prevención de la oxidación
de lípidos, proteínas y ADN**

**Anti-envejecimiento, anti-aterogenicidad,
anti-carcinogénesis, inmunomodulación,
efecto neuroprotector**

Fitoquímicos Bioactivos de Alimentos

Definición de Fitoquímico

Compuestos característicos de las plantas y que generalmente proceden del metabolismo secundario de las mismas.

(Harbone, 1973; Chitwood, 2002)

Polifenoles

Carotenoides
(Terpenoides)

Terpenos simples

Esteroles

Glucosinolatos
(Isotiocianatos e Indoles)

Cumarinas

Alcaloides

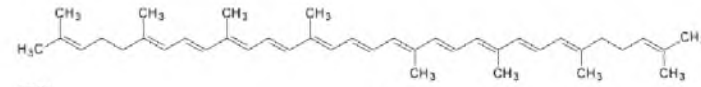
Saponinas

Betalainas

Quinonas
(Antraquinonas y Naftoquinonas)

Fitoquímicos Bioactivos de Alimentos

Carotenoides



✓ Metabolitos circulantes y
microbianos
✓ Mecanismos de liberación

✓ Forma de acumulación en tejidos
✓ Posibilidad asociación otras moléculas

✓ Participación, modulación ó
inducción en rutas metabólicas

Biodisponibilidad y
metabolismo

✓ Estudios clínicos-epidemiológicos
cáncer

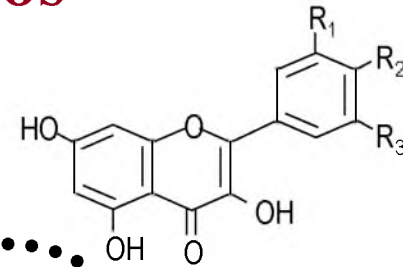
✓ Ingestas adecuadas a cada
patología (Umrales ingesta)

✓ Nuevos estudios epidemiológicos
patología cardiovascular

✓ Genómica y proteómica clínica
patologías

Bioactividad

Fitoquímicos Bioactivos de Alimentos



Polifenoles

- ✓ Transporte celular
- ✓ Metabolismo intracelular
- ✓ Desconjugación

✓ Forma aglicona ó conjugada
Estado fisiopatológico

✓ Interacción con componentes de la dieta-proteínas,.....

- ✓ Metabolismo microbiano
- ✓ Metabolómica

Biodisponibilidad y metabolismo

- ✓ Estudios *in vitro* concentraciones <1-2 μM

✓ Mayores estudios con Animales modelo

✓ Genómica y proteómica patologías

✓ Mayores estudios clínicos Sanos y patologías

Bioactividad



HPLC



LC-PDA-ESI-MSn



**uHPLC-ESI-MSn
Ultra MS**



**UHPLC-PDA-ESI-MSn
(3Q)**

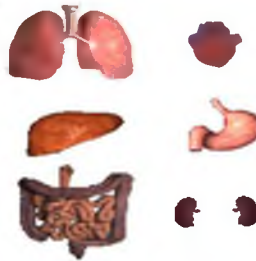


GC-MS

**Matriz del alimento y efecto del
Procesado**



Caracterización Fitoquímica
Ingredientes Funcionales
Subproductos
(Cuantitativo - Cualitativo)



**Biodisponibilidad y
Metabolismo**



Salud y Nutrición
Metabolómica
Nutrigenómica
Transcriptómica

**Compuestos Bioactivos de Origen Vegetal y Relaciones
Alimentación – Nutrición - Salud**

Fitoquímicos Bioactivos de Alimentos

- Establecer los efectos para la salud de las formas circulantes de los fitoquímicos de alimentos a nivel humano y las que ejercen acción local a nivel del tracto gastrointestinal.
- Focalizar la ingesta específica de estos compuestos en función de riesgos para la salud de poblaciones específicas.
- Ingesta de alimentos que los posean en forma asimilable ó mediante la formulación de alimentos enriquecidos en ellos.

TECNOLOGÍAS OMICS:

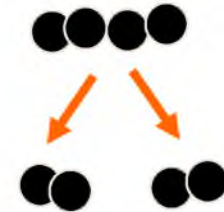
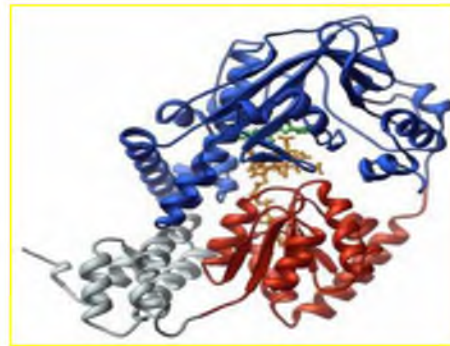
Genómica, Transcriptómica, Proteómica, Metabolómica

NUTRIGENÓMICA

Transcriptómica

Proteómica

Metabolómica



ARNm

Proteína

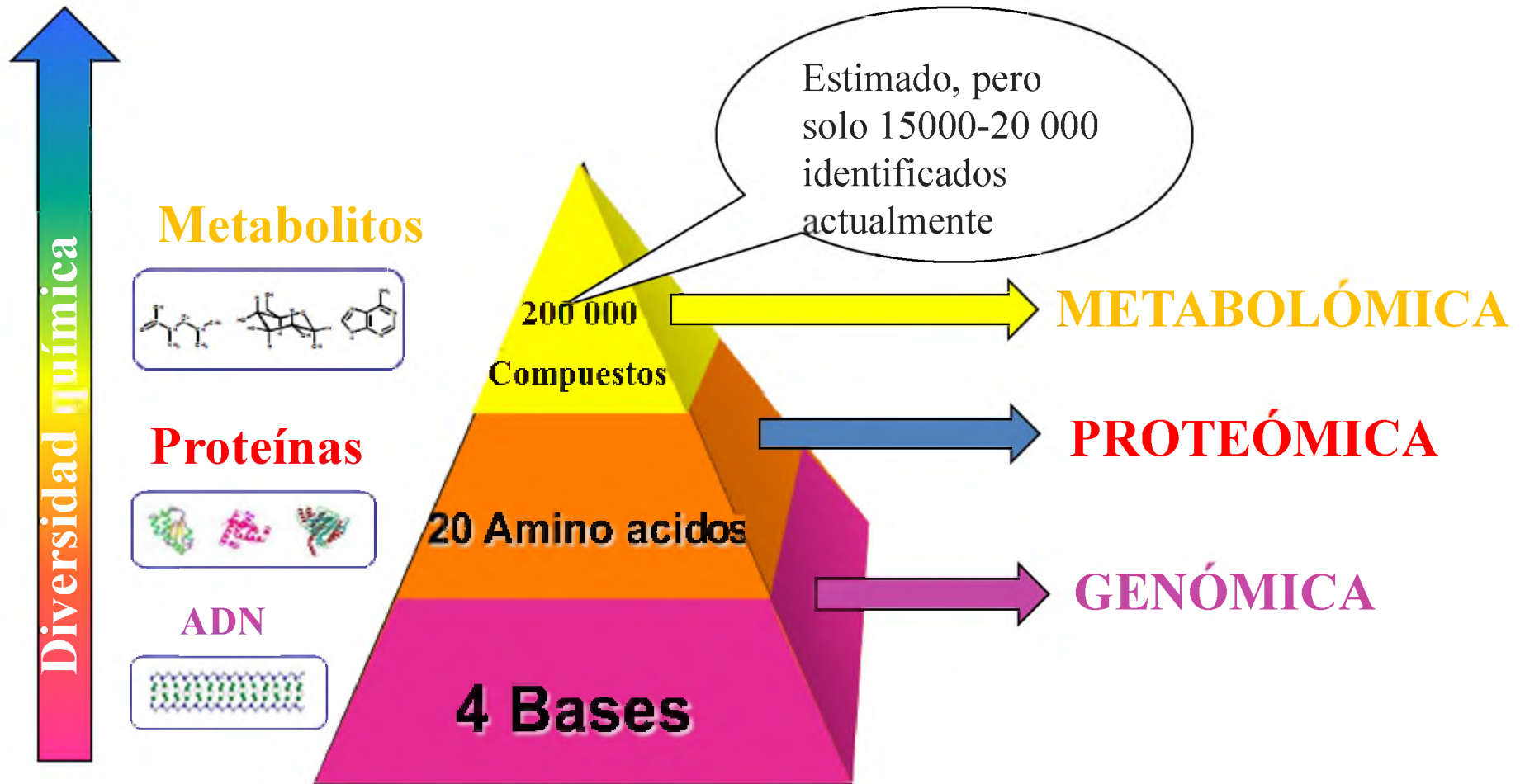
Metabolitos

Expresión génica

*Síntesis y estructura
de proteínas*

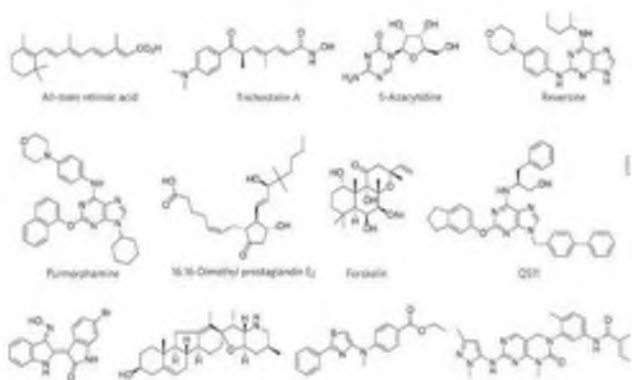
*Perfil y función
de metabolitos*

LA PIRÁMIDE DE LA VIDA

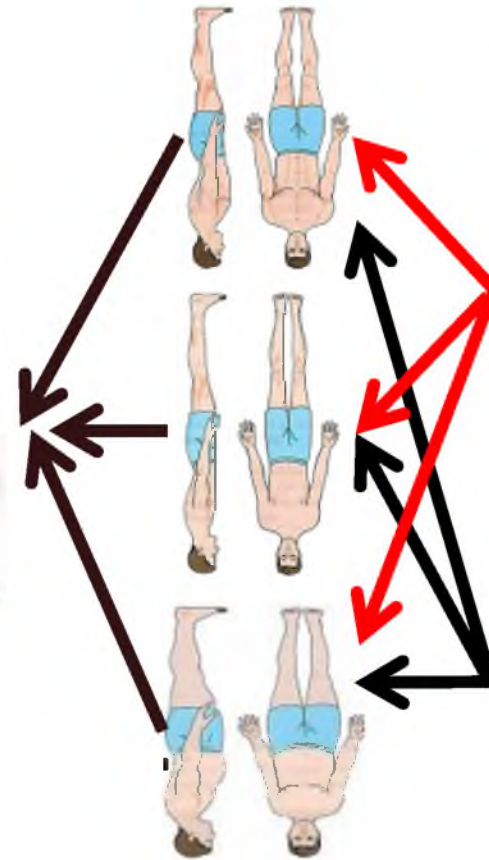
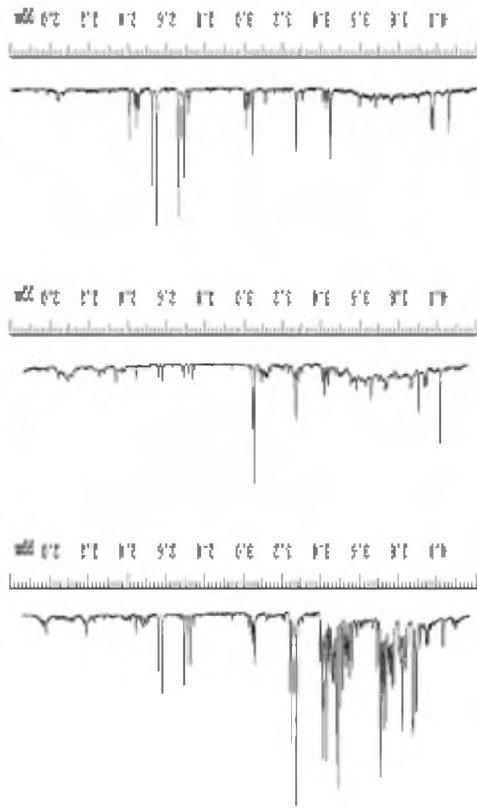


¿QUÉ ES EL METABOLOMO?

- Es el conjunto de moléculas detectables ($10^{-15}M$) en un producto biológico con un MW <1500 Da
- Incluye péptidos, oligopéptidos, azúcares, ácidos orgánicos, lípidos, alcaloides, toxinas, aditivos alimenticios, contaminantes, esteroides, precursores de aroma y aromas, etc..
- Son mayoritariamente funcionales, muchos son bioactivos e interactúan con nuestros sentidos (sabor, aroma, color).



Metabolómica, es la medida de (idealmente todos) los metabolitos endógenos de bajo peso molecular en muestras biológicas y bajo un estado fisiológico definido.



Exposición



Control

ESTUDIOS NUTRICIONALES

CIERTOS METABOLOMOS SON SIMPLES

Lista de ingredientes



- ✓ Agua
- ✓ Sacarosa
- ✓ Glucosa
- ✓ Acido citrico
- ✓ Cloruro de sodio
- ✓ Citrato de sodio
- ✓ Fosfato de potasio
- ✓ Tartarzina

OTROS SON MÁS COMPLEJOS



Compound Class	#	Compound Class	#
Minerals and Elements	45	Polyphenols	214
Fatty Acids	126	Dicarboxylic Acids	62
Alcohols and Polyols	143	Alkanes and Alkenes	38
Keto Acids	35	Glycolipids	168
Carbohydrates	255	Hydroxy Acids	56
Purines and Purine Derivatives	36	Prostanoids	2
Catecholamines and Derivatives	3	Peptides	63
Acyl Phosphates	67	Nucleotides	83
Phospholipids	2120	Cyclic Amines	23
Amino Ketones	54	Nucleosides	48
Glycerolipids	1108	Aromatic Acids	128
Retinoids	23	Amino Alcohols	23
Pterins	42	Steroids and Steroid Derivatives	82
Carnitines	28	Alkaloids	79
Amino Acids	225	Indoles and Indole Derivatives	56

Compound Class	#	Compound Class	#
Minerals and Elements	58	Polyphenols	54
Fatty Acids	126	Dicarboxylic Acids	70
Alcohols and Polyols	103	Alkanes and Alkenes	26
Keto Acids	31	Glycolipids	138
Carbohydrates	195	Hydroxy Acids	97
Purines and Purine Derivatives	32	Prostanoids	54
Catecholamines and Derivatives	34	Peptides	69
Acyl Phosphates	37	Nucleotides	106
Phospholipids	2630	Cyclic Amines	55
Amino Ketones	45	Nucleosides	52
Glycerolipids	1163	Aromatic Acids	71
Retinoids	26	Amino Alcohols	27
Pterins	47	Steroids and Steroid Derivatives	323
Carnitines	48	Leukotrienes	79
Amino Acids	234	Indoles and Indole Derivatives	32

Investigaciones relacionadas con el metabolismo en los seres humanos.....

¿Qué sucede en el organismo humano?

Sistema Antioxidante Endógeno:
Enzimático y no enzimático



EROS



Radiación ionizante



$O_3 + UV$
(En el aire)



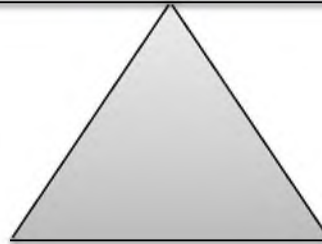
Contaminación



Dieta

Procesos de inflamación

SALUD



ESTRÉS OXIDATIVO



Enfermedades crónicas

REQUISITOS NUTRICIONALES DE ANTIOXIDANTES

No micronutrientes



No hay dosis diarias
recomendadas

Antioxidantes	Dosis diaria establecidas por investigaciones
Polifenoles	2590 -3000mg
Flavonoides	23mg
Actividad Antioxidante	3500uM Trolox Mínimo recomendado 1000 μM Trolox
Carotenoides	9 a 13mg
Vitamina C	75mg – dosis diaria recomendada.

Fuente: (De la Rosa, Alvarez-Parrilla, & González Aguilar, 2010)

FUENTES DIETÉTICAS DE COMPUESTOS FENÓLICOS

Frutas y bayas	Antocianos, catequinas, proantocianidinas, flavonoles, taninos hidrolizables
Bebidas (vino, té, café, cerveza,	Catequinas, proantocianidinas (derivados hidroxicinámicos)
Hortalizas	Flavonas, flavonoles ácidos fenólicos
Legumbres y cereales	Proantocianidinas, isoflavonas

**Se ha estimado que los flavonoides representan 2/3 de la
ingestión dietética total de compuestos fenólicos**

EFFECTO DEL PROCESADO SOBRE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS

Desglicosilación, Ruptura de ésteres, Reacción con metales, Reacciones de oxidación, Reacciones de polimerización

Compuestos Bioactivos y Nutrientes



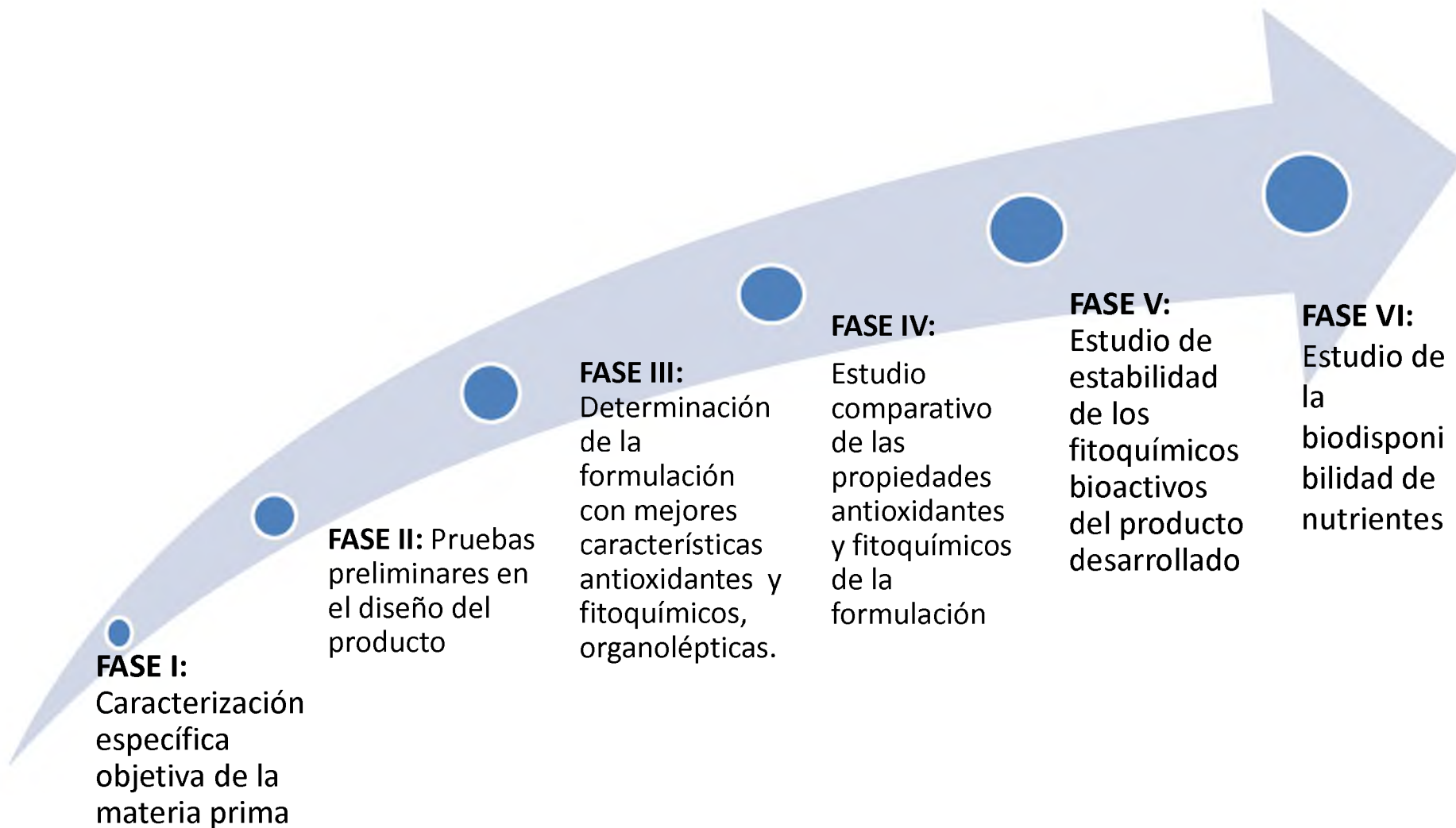
- Cantidad
- Estructura
- Unión a otros componentes



PROCESADO DE ALIMENTOS



DISEÑO DE NUEVAS BEBIDAS DE FRUTAS



BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS A BASE DE FRUTAS

- Jugos o zumos, néctares y bebidas. Se diferencian entre sí por la cantidad de la fruta en el producto final.
- Tecnológicamente existen muchos procesos que facilitan la elaboración: enzimas, estabilizantes como pectina, polisacáridos, de clarificadores como bentonita, mejoran la presentación de los productos.
- Los procesos térmicos para la conservación de alimentos son importantes para mantener su inocuidad, como la pasteurización.



NECESIDAD DE DESARROLLAR TECNOLOGÍAS APROPIADAS

- Las tecnologías clásicas de transformación no son apropiadas para la conservación del potencial sensorial, nutricional y funcional.

Ejemplos:

- => Tecnologías de extracción no apropiadas (oxidación favorecida por el oxígeno, luz)
- => Pasteurización, concentración (el calor degrada los compuestos nutricionales y afecta la calidad funcional)
- => Equipos no modulares => Capacidad de producción no corresponde a la oferta de materias primas.
- => Inversión y costo de uso, no proporcional a los ingresos.

TECNOLOGÍAS TRADICIONALES

- **Tratamientos térmicos: Pasteurización, Esterilización**
- **Acidificación**
- **Fermentación**
- **Reducción de actividad de agua**
- **Adición de conservantes**
- **Bajas temperaturas: Congelación, Refrigeración**

TECNOLOGÍAS TRADICIONALES MEJORADAS

- **Atmósferas controladas o modificadas**
- **Revestimiento comestible**
- **Radiación ionizante**
- **Calentamiento óhmico**
- **Alta frecuencia**
- **Microondas**
- **Pulsos eléctricos**
- **Altas presiones**
- **Pulsos magnéticos**
- **Ultrasonidos**
- **Sistemas de control biológico**

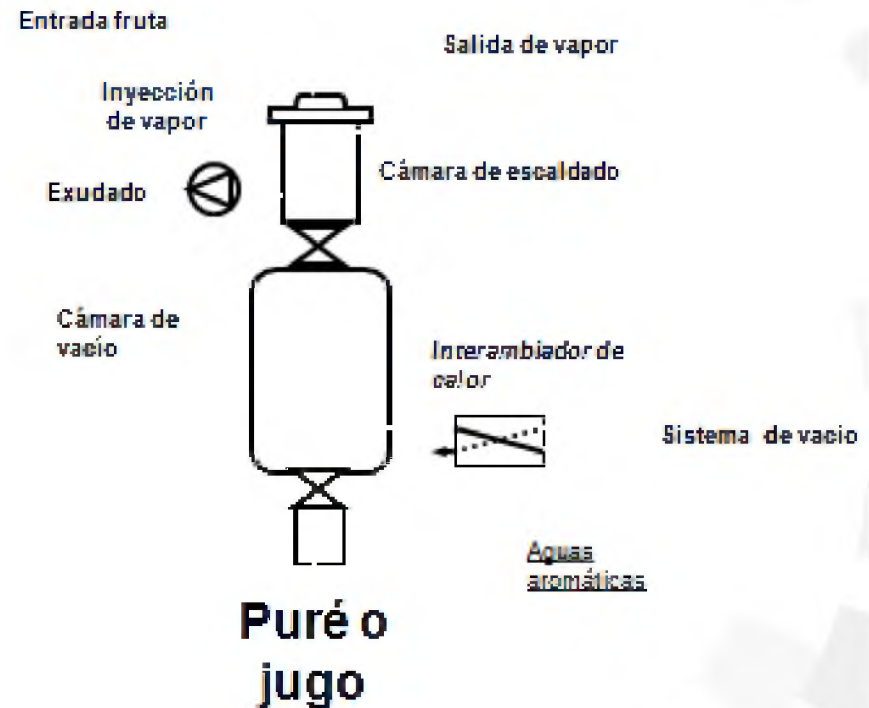
EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS RESPETUOSAS DEL POTENCIAL NUTRICIONAL Y FUNCIONAL

- **Tecnologías de extracción limitando la oxidación**
 - Extracción con baja presión de oxígeno
 - Flash explosión
- **Tecnologías de membranas**
 - Remoción del aire por membranas

Extracción del jugo limitando la Oxidación

FLASH – EXPLOSIÓN

- **Principio**: La fruta escaldada ligeramente es instantáneamente sometida a un vacío, provocando una explosión en partículas diminutas.
- **Ventajas**:
 - En un paso, desactivación de las enzimas endógenas, remoción del aire y prevención de la oxidación
 - Altos rendimientos de extracción
 - Extracción total de compuestos
 - Alto contenido en sólidos totales y solubles



Esquema del equipo

TECNOLOGÍAS DE MEMBRANAS



MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL

ULTRAFILTRACIÓN TANGENCIAL

OSMOSIS INVERSA

EVAPORACIÓN OSMOTICA



PROCESOS MEMBRANARIOS CUYA FUERZA MOTRIZ ES LA PRESIÓN

PROCESO	MEMBRANA	RANGO DE ΔP	ESPECIES RETENIDAS
MF	Porosas 0.1 – 5 μm	0,1 – 3 bar	Células, bacterias, hongos, almidón, gránulos, glóbulos de aceite, etc...
UF	Porosas 5 – 100 nm	1 – 10 bar	Polisacáridos, proteínas, taninos, virus, etc.
NF	Porosas 1 – 5 nm	10 – 50 bar	Azúcares, ácidos orgánicos, polifenoles, compuestos aromáticos etc.
OI (hiper-filtración)	No porosas	10 – 100 bar	Sales

METODOLOGÍA: Tratamiento enzimático

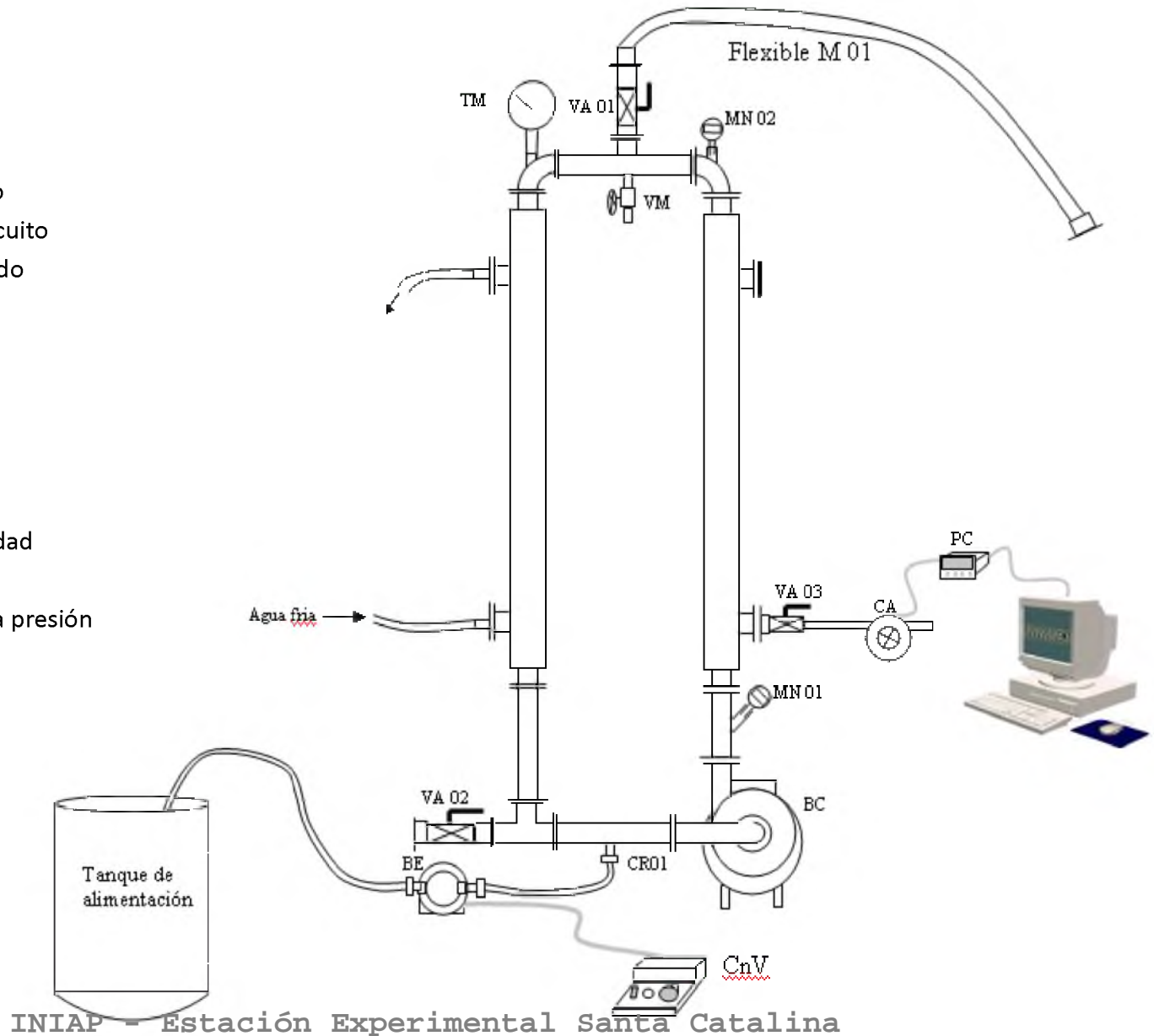
- 1. Caracterizar las paredes celulares (sustrato de las enzimas)**
- 2. Caracterizar las preparaciones enzimáticas comerciales**
- 3. Purificación de los polisacáridos no hidrosolubles (MIAA)**
- 4. Aplicación sobre la MIAA y selección de las enzimas**
- 5. Aplicación al jugo**
- 6. Optimizar concentración y tiempo**

USOS DEL TRATAMIENTO ENZIMÁTICO

- Obtener un producto 100 % jugo de fruta.**
- Obtener pulpas con diferentes grados de consistencia.**
- => Solubilizar parcialmente las paredes celulares y bajar la viscosidad.**
- Pretratamiento para el uso de la tecnología de membranas**

Equipo piloto de microfiltración tangencial de 0,24 m²

- TM Termómetro
- VA01 Válvula salida retenido
- VA02 Válvula para vaciar circuito
- VA03 Válvula salida permeado
- VM Válvula micrométrica
- MN 01 Manómetro entrada
- MN 02 Manómetro salida
- CA Caudalímetro
- BC Bomba centrífuga
- BE Bomba de engranajes
- CnV Controlador de velocidad
- PC Procesador caudal
- CR01 Conectores rápido alta presión



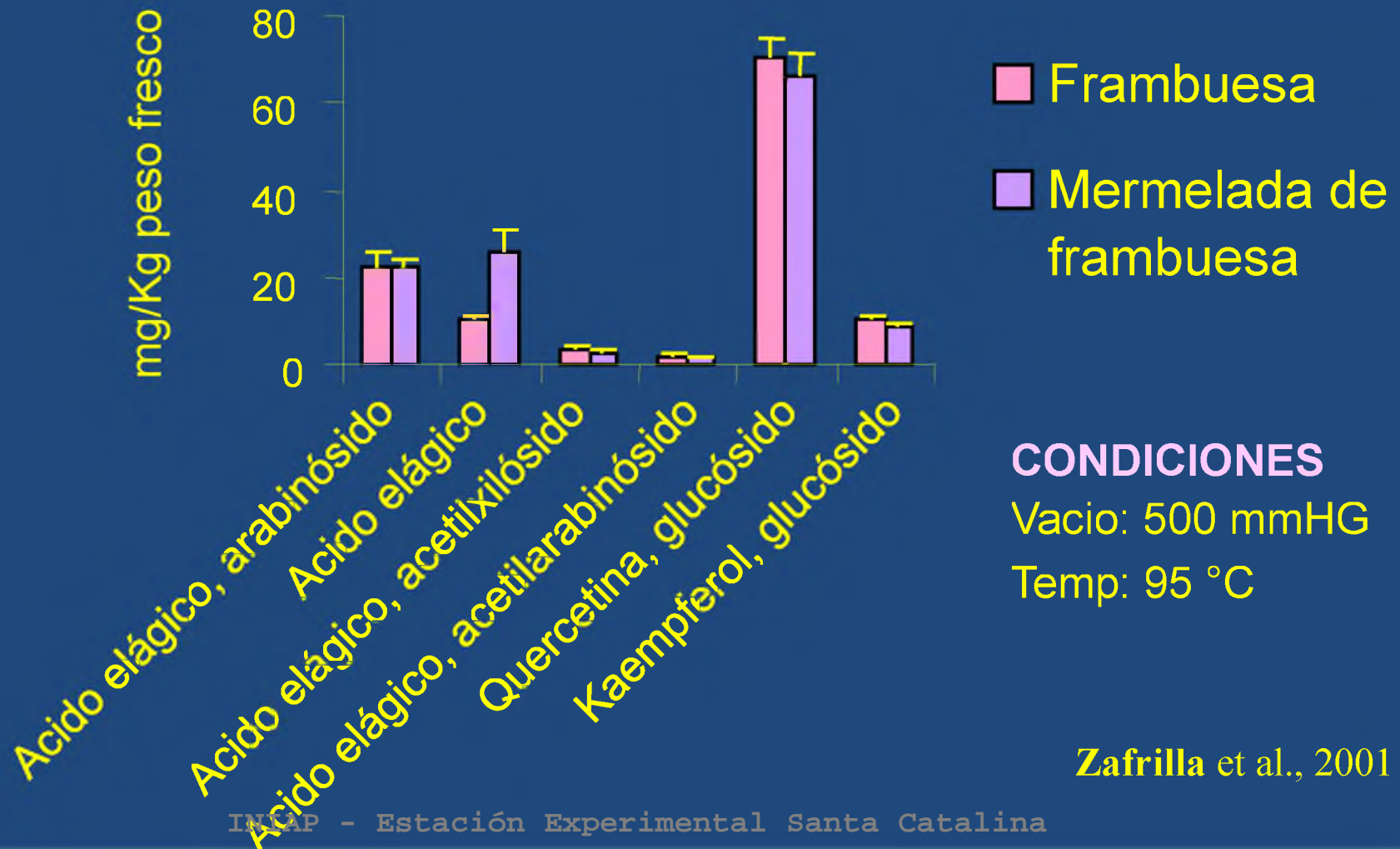
EJEMPLOS DE RESULTADOS, MEMBRANA DE CERÁMICA DE 0,2 μm

Características Jugo maracuyá	Unidad	Jugo fresco	Jugo clarificado	Retenido a FRV= 3 -5
Extracto seco soluble	g/100 g	11,8	11,5	13,0
Comp. fenólicos	mg/100 ml	33,6	33,2	31,2
Vitamina A	mg/100 ml	2,6	2,6	2,6
Vitamina C	mg/100 ml	43,2	40,2	43,7
Glucosa	g/100 ml	2,2	2,3	2,3
Fructosa	g/100 ml	2,6	2,6	2,6
Sacarosa	g/100 ml	5,8	5,7	5,9

Retención de compuestos aromáticos %, jugo de naranja

Compuestos aromáticos	Jugo inicial	Clarificado	Retenido
Alcoholes	14	23	7
Hidrocarburos terpenicos	61	39	81
Aldehidos	4	6	2
Esteres	12	20	5
Terpenos	9	12	5

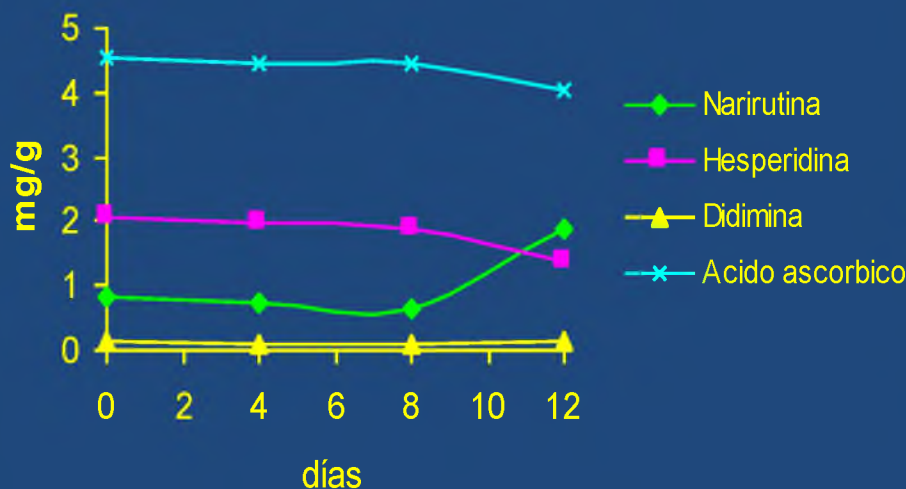
Efecto del procesado en el contenido en flavonoides de frambuesas (media \pm SD, n = 4)



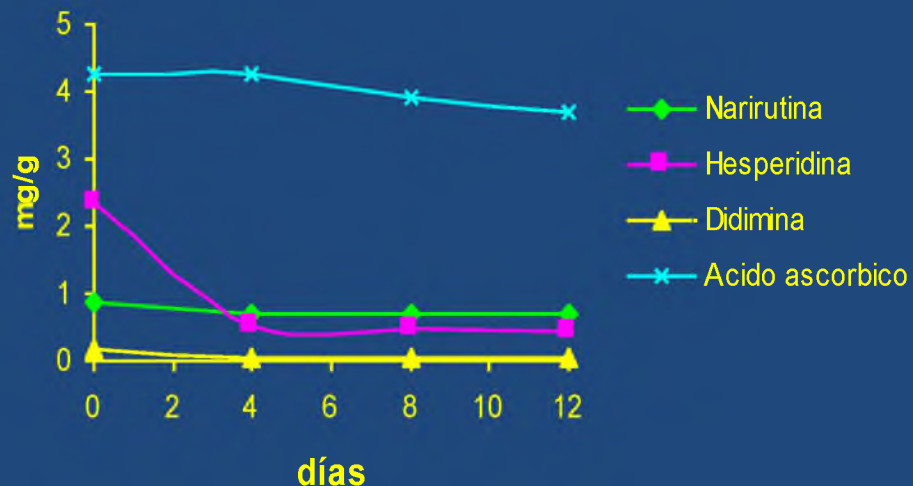
Zafrilla et al., 2001

Influencia de procesado y conservación, sobre el contenido en vitamina C y flavonoides en gajos y zumo de naranja

naranja



zumos



CONDICIONES

Conservación a 4°C

Del Caro et al., 2004

El creciente interés por el estudio de compuestos antioxidantes se relaciona por un aumento en la I+D+i de nuevos productos con perspectivas funcionales

Inhibición de α -glucosidasa 89,3%)

Gironés-Vilaplana, Mena, García-Viguera, y Moreno, (2012)

Bebida rica en polifenoles de maqui y jugo de limón 4312uMTrolox/250mL, 609,1mg ácido gálico/250ml. Hubo un ligero efecto estabilizador de la hesperidina reduciendo su pérdida del 50% al 9,1%.



Steyn, (2011),)

Néctar funcional a base de extractos de piel de ciruelos japoneces de carne roja: 4900uMTrolox/250mL, 118,45mg ácido gálico/250ml



Gironés-Vilaplana, Valentão, Andrade, y Ferreres, 2012

Bebida de aronia negra al 5% en jugo de limón, dieron resultado positivo de inhibición de la colinesterasa y butilcolinesterasa



ALIMENTOS CON PERSPECTIVAS FUNCIONALES

González-Molina,
et al., (2012)

Estudiaron la estabilidad de los componentes bioactivos de una bebida rica en antioxidantes elaborada a base de concentrado de saúco (*Sambucus nigra* L) al 5% en jugo del limón y agua al 80%, durante 56 días de almacenamiento a 4 y 25°C.



Chicaiza, N., Brito,
B., Samaniego, I.,
Espin, S., Tapia,
I.(2015)

Néctar a base de uvilla con chirimoya, que aporta por cada 250mL con 66,77% a la capacidad antioxidante diaria, el 4,87% de la dosis diaria de polifenoles totales, el 260% de la dosis diaria de flavonoides estimados y con el 74,33% de la IDR de vitamina C.



¿QUÉ HACER PARA INNOVAR?

INNOVAR es ver lo que el mundo ve, leyendo lo que todo el mundo lee, oyendo lo que todo el mundo oye, pero realizar lo que nadie ha imaginado todavía

Nuevas oportunidades para productos procesados de calidad, necesidad de caracterizar objetivamente el potencial de las frutas bio-diversas.

En un mercado cambiante, las empresas deben adaptarse constantemente para mantenerse competitivas.

La competitividad se logra mediante la adopción de innovaciones tecnológicas, las que se nutren de la investigación.

Necesidad de implementar tecnologías apropiadas, con visión de cadena, para cumplir con las exigencias de calidad.



Alianzas Estratégicas con Centros de Investigación

GRACIAS

 [agroinvestigacionecuador](https://www.facebook.com/agroinvestigacionecuador)

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

 [Agroinvestigación INIAP](https://www.youtube.com/channel/UC...)