

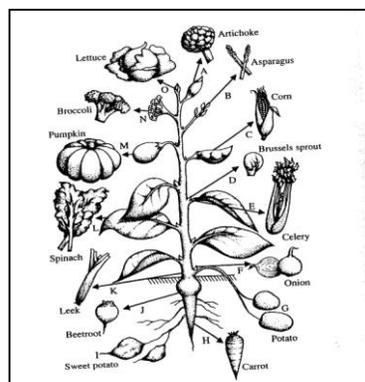


Innovación de tecnologías para el manejo en postcosecha de hortalizas

Víctor Escalona

www.hortyfresco.cl; www.acuaponico.cl; www.cepoc.cl

MORFOLOGÍA Y ESTRUCTURAS DE HORTALIZAS



Fuente: Wills et al., 1998

Grupos de hortalizas



- Hoja: lechuga, repollo (col), repollo chino, col de Bruselas, ruibarbo, apio, espinaca, acelga, col rizada, endivia, etc.
- Tallo: espárrago, col, rábano, hinojo y nopalitos
- Flor: alcachofa, brócoli, coliflor
- Hongos

CULTIVO

Manipulación y reutilización



Técnicas de cultivo (Italia)



Índices de cosecha

La madurez hortícola varía según el producto en general es por tamaño....



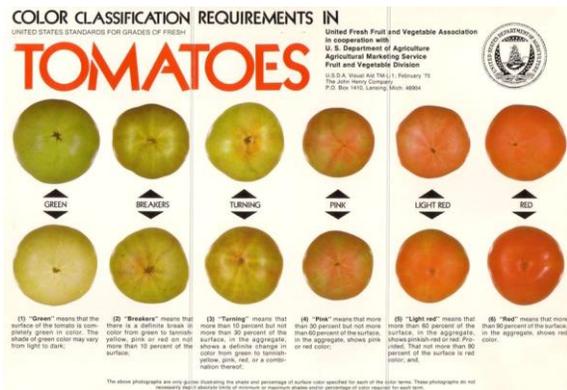
Escala para el color verde de hortalizas

Valor	Descripción
1	Verde oscuro
2	Verde claro
3	Verde amarillento
4	Amarillo verdoso
5	Amarillo

ucdavis.com



Estado de madurez en tomates



Madurez de cosecha



Compacidad: lechuga de cabeza	Características
1: Blanda, sin formación de cabeza.	Inmadura, hojas tiernas y susceptibles al daño mecánico. Alta respiración.
2: Relativamente firme, la cabeza comienza a formarse.	La tasa de respiración es más alta que la de la lechuga madura, sabor dulce, sin sabores amargos.
3: Firme, buena formación de cabeza, densidad óptima.	Vida útil máxima, sabor agradable y característico con muy poco sabor amargo.
4: Dura, densidad máxima.	Más susceptible que la lechuga madura, peciolo rosado, vida útil menor, menos dulce y ligero sabor amargo
5: Muy dura, peciolos quebrados, alta presión interna.	Vida útil corta, más difícil enfriar al vacío, sabor pobre y amargo.



Kader et al. 1973.

Cosecha



- ✓ Mayoría cosecha manual
- ✓ Excepciones (arvejas, pepinos para conserva, maíz dulce)

Cosecha



Cosecha de alcachofas (La Serena, Chile)



Cosecha manual:
Trabajador (confortabilidad)
Utensilios de cosecha
Higiene
Cuidados



Cosecha



Cosecha manual:
Higiene (cajas sucias en el suelo)
Cuidados
Sensibilidad del producto
Afecta la calidad producto final



Cosecha



BPA
Cosecha cuidadosa



CEPOC, UCHILE



Cosecha con máquina



Turín, Italia

Envasado en campo



- ✓ Eliminación de partes no comerciales (hojas externas, tallos, etc.)
- ✓ Apoyo: mesa o banda transportadora
- ✓ Menores costos
- ✓ Cuidado con el manejo para evitar pérdidas (hortalizas de hoja, frutilla, etc.)
- ✓ Mayor control de la cosecha



Cosecha, selección y envasado (California, EE.UU.)





Paletizado en campo (California, EE.UU.) 



Cosecha manual de apio (California, EE.UU.)

Cosecha para packing



- ✓ Cosecha a mano (cubetas o bolsas), vaciadas en contenedores de campo y transporte packing y frío.
- ✓ Melones y sandias: contenedores plásticos a camión.
- ✓ Contenedores de madera deben ser cubiertos internamente (magulladuras).



Cosecha de sandias en contenedores plásticos (Murcia, España)



Cajas plásticas para lechuga Iceberg (La Serena, Chile).



Cosecha



La Serena, Chile (Rodrigo Ortiz)

Cosecha- espera



La Serena, Chile (Rodrigo Ortiz)



Recepción (contaminación)



Copiapó, Chile



Selección y envasado de espinacas (Zona Central, Chile)



Recepción y traslado



Preenfriamiento de la materia prima: Cámara convencional



Recepción de la materia prima y conservación:
Estibado
Control de la temperatura
Mezcla de cargas



Lavado y desinfección

- ✓ Prevenir la introducción re- distribución (contaminación cruzada) de m.o patógenos
- ✓ Reducir la carga microbiana (seguridad)
- ✓ Bajar la temperatura del producto
- ✓ Remover fluidos celulares
- ✓ Cuidados: calidad del agua, tiempo y agitación, etc.



Brotos de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)

AÑO	CEPA	FRUTA	ENFERMOS	MUERTES
2012	Salmonella braenderup	mangos imp. Méx.	127	-
2012	S. typhimurium S. newport	melón cantaloupe	228 33	3
2011	S. agona	papayas enteras Méx.	106	-
2011	S. panama	melón cantaloupe imp. Guatemala	20	-
2010	S. serot. I 4,[5],12:i	brotos de alfalfa	138	-
2010	S. serotipo Typhi	pulpa de fruta cong.	9	-
2009	S. montev. Newport y Senftenberg	pistachos	-	-
2011	L. monocytogenes	melón cantaloupe	147	33

Fuente: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2013

Lavado producto entero: papa y zanahoria



California, EE.UU.



Métodos de desinfección químicos



✓ Hipoclorito de sodio o de calcio

✓ **Ventajas:** manejo, costo efectividad

✓ **Desventajas**

- Corrosivo
- Dependiente del pH
- Baja efectividad en presencia de materia orgánica
- Formación de compuestos nocivos para la salud
- Poco efectivo en m.o. que forman biofilm



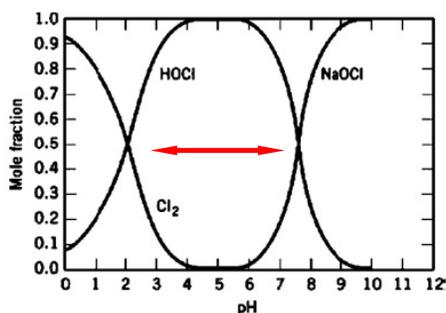
Cloro en el agua de lavado



Factores a considerar:

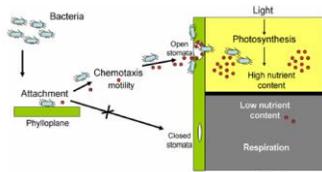
- pH
- Materia orgánica
- Concentraciones autorizadas
- Calidad del agua (presencia de compuestos inorgánicos)

Efecto del pH en los productos de disociación del cloro

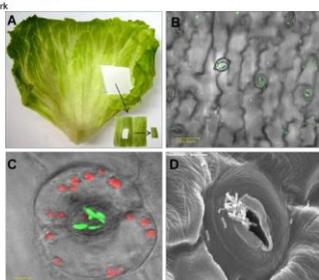


Desinfección

- ✓ Hipoclorito de sodio y calcio
- ✓ Ácido peracético o peroacético
- ✓ Dióxido de cloro
- ✓ Agua electrolizada
- ✓ Peróxido de hidrógeno
- ✓ Ácidos orgánicos
- ✓ Ozono
- ✓ Radicales ionizantes
- ✓ Óxido de calcio
- ✓ UV-C
- ✓ Microondas



Internalización de *Salmonella* a través de estomas en lechuga



Kroupitski et al., 2009. Appl. Environ. Microbiol



Invasado en packing

- ✓ Seleccionan, corte y transporte en contenedores a granel
- ✓ Packing / campo: menor rendimiento, más gasto de energía, desechos verdes.

Cosecha manual
(eliminación fruto dañado y cosecha en cajas o bandejas)

- ↓
- Invasado en campo**
- ↓
- No se limpia** (agua o un paño húmedo)
- ↓
- Selección** (tamaño y defectos)
- ↓
- Invasado** (por peso o pieza)
- ↓
- Paletizado y enfriamiento**
- ↓
- Enfriamiento** (7 a 13°C)
- ↓
- Transporte** (7 a 13°C)

Manejo postcosecha de berenjena, zapallo italiano y pepino (Kader, 2002)



Packing de pimientos



Volcado (Murcia, España)



Volcado en seco de alcachofas (Mucia, España)



Selección manual



Murcia, España



Packing de pimientos



Murcia, España

Packing de sandías



Murcia, España

Packing de melones



Cholutecas, Honduras

Packing de lechugas



Materia prima



Selección



Envasado



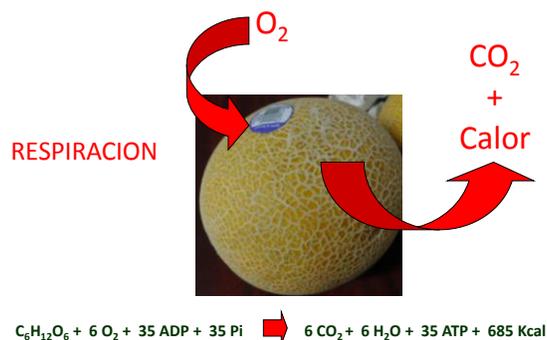
Producto terminado

La Serena, Chile



Enfriamiento. Temperatura

- ✓ Tasa de respiración
 - Dependiendo del tipo de producto hortofrutícola
 - Q10: 2-4 veces
- ✓ Pérdidas de agua
- ✓ Consumo de oxígeno
- ✓ Producción de dióxido de carbono y etileno





Actividad respiratoria de alcachofas "Blanca de Tudela"
(Conesa, 2003)

Temperatura	mL CO ₂ / kg h
0	20 – 35
6	30 – 40
9	40 – 65
17	70 - 140



Enfriamiento. Temperatura

- ✓ Afecta la vida útil
- ✓ Evitar los daños por frío (temperaturas no adecuadas)
- ✓ Preenfriamiento: lo más rápidamente posible
- ✓ Retrasos:
 - ✓ Altas tasas de respiración
 - ✓ Pérdidas de agua
 - ✓ Senescencia, etc.

Clase	mg CO ₂ /kg h 5°C	Productos
Muy bajo	<5	Hortalizas secas
Bajo	5-10	Apio, ajo, cebolla guarda, papa madura, calabaza, camote, sandía
Moderada	10-20	Repollo, melón cantaloupe, zanahoria y rábano sin hojas, apio-nabo, lechuga de cabeza
Alto	20 - 40	Zanahoria y rábano con hojas, coliflor, frambuesa, frutilla
Muy alto	40-60	Alcachofa, germinados, brócoli, repollo de Bruselas, endibia, ocra, berro
Extremadamente alto	> 60	Espárragos, setas, perejil, espinaca.

Kcal/1000 kg/24 h = mg CO₂/kg h x 61,2

Kader, 2002



Producto	Temperaturas recomendadas para transporte (°C)			
	0-2	4-7	7-10	13-18
Hortalizas secas	Cebollas, ajos			
Hortalizas sensibles a etileno	Espárrago, Endivia, Brócoli, Apio, Lechuga	Porotos verdes, Pepino, Pimiento, Papa	Albahaca, Berenjena, Sandía	Papa temprana
Hortalizas no sensibles a etileno	Alcachofa, Rábano, Nabo		Zapallo, Ajíes	Camote, Ñame
Frutas productoras de poco etileno	Berries, Dátil, Uva, Naranja	Tuna, Mandarina, Granada, Pepino	Carambola, Melón, Limón, Piña	Zapote
Frutas productoras de etileno	Manzana, Durazno, Kiwis, Palta madura	Melón tuna Guayaba	Palta inmadura, Melón	Plátano, Chirimoya, Mango

Kader, 2002



Métodos de enfriamiento

- ✓ Enfriamiento en cámaras: alcachofas y repollos (lento)
- ✓ Enfriamiento por aire forzado (la mayoría de los productos)
- ✓ Hidroenfriamiento: alcachofa, espárragos, lechuga de hoja, apio, espinacas, algunas cebollas verdes
- ✓ Vacío para hortalizas de hoja (lechuga, espinaca, coliflor, repollo, hongos)
- ✓ Envasado con hielo y hielo-líquido: brócoli, espinacas, perejil, cebolla verde y col de Bruselas



Enfriamiento por cámara

- ✓ Productos con vida de postcosecha larga
- ✓ Toleran una lenta eliminación del calor
- ✓ No soportan el contacto con el agua
- ✓ Se podrían rociar con agua durante el enfriamiento.
- ✓ Poco eficiente

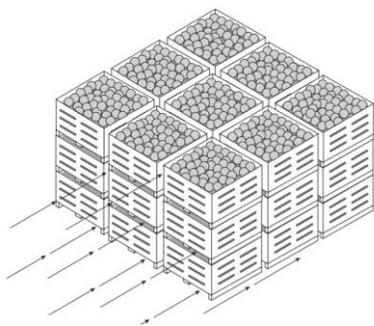


Diagrama de ventilación y enfriamiento en cámara

Kader, 2002



Enfriamiento por aire forzado

- ✓ Gradientes de presión (15-20 mm c.a.)
- ✓ Enfriamiento rápido (8 y 12 h)
- ✓ Amplia gama de productos
- ✓ Precaución con HR y deshidratación
- ✓ Túneles de aire: altas velocidades de aire (5 y 15 m/s) y tiempos cortos de enfriamiento (1 a 6 h).

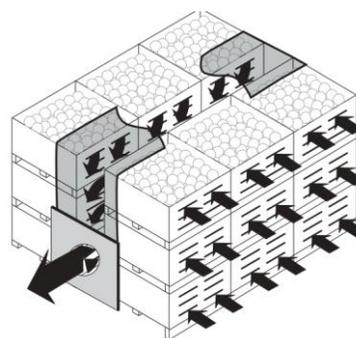
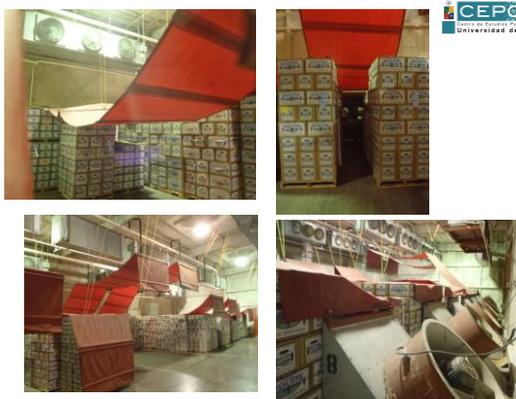
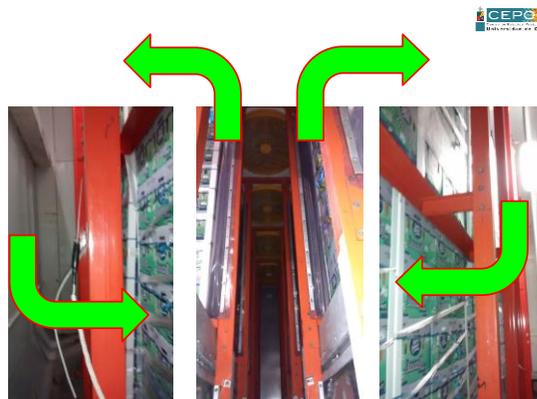


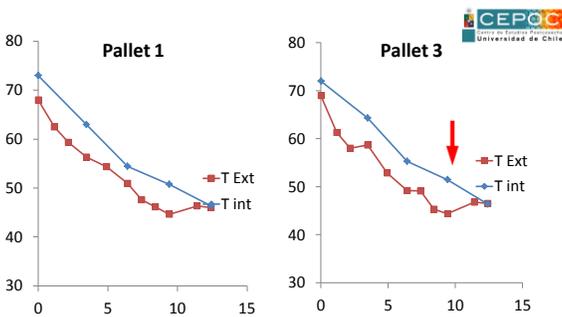
Diagrama de un túnel de aire forzado

Kader, 2002



Pimientos en California (EE.UU.)



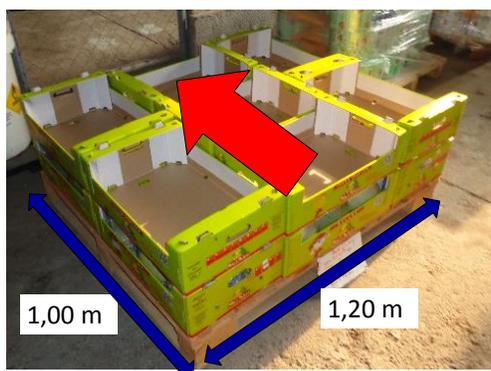


Curvas de enfriamiento en un túnel homogéneo, melón Galia, caja 5 kg. Eje Y: Temp. (°F); eje x: tiempo (h).

Diseño de cajas

- ✓ Porcentaje de apertura
- ✓ Conformación de los pallets
- ✓ Posición en túneles y estiba en contenedores
- ✓ Tipo de pallets
- ✓ Espacios muertos
- ✓ Uso de sondas de temperatura (pulpa)

Enfriamiento (aire forzado)



Dificultad de enfriamiento



Enfriamiento por agua

- ✓ Tipos: lluvia o inmersión
- ✓ Cloro (100-150 ppm).
- ✓ Tiempo: 10 min a 1 h
- ✓ Gran cantidad de productos
- ✓ Espárrago, brócoli, repollo, zanahoria, apio, puerro, melón, etc.



Hidro-enfriado en hortalizas



Enfriamiento evaporativo

- ✓ Evaporación del agua superficial: extracción del calor
- ✓ Contenedores sellados: vacío
- ✓ Productos con alta S/V
- ✓ A 1 °C si la presión es reducida a 5 mm Hg
- ✓ Es el más rápido de todos los sistemas
- ✓ Pérdida de 1 % pp por cada 5°C de reducción (desde 20°C hasta 0°C, 3,2 % pp)
- ✓ Un ciclo de enfriamiento: 20-25 min



Murcia, España



Enfriamiento por vacío



Querétaro, México

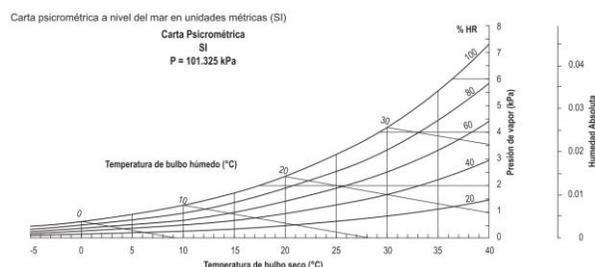


Enfriamiento por hielo

- ✓ Rápidos y no deshidrata el producto
- ✓ Producto tolerantes al humedecimiento
- ✓ Aguas re-circuladas (higiene)
- ✓ Espárrago, betarraga, brócoli, repollo, zanahoria, apio, puerro, lechuga, etc.



Humedad relativa, deshidratación, condensación



Presión de vapor de agua bajo diferentes condiciones de aire de cámara y temperatura producto (manzana)

Variables		Presión de vapor de agua (kPa)
Aire de la cámara a:	0°C (32°F), 100% HR	0.61
	0°C (32°F), 70% HR	0.43
Producto fresco* a:	0°C (32°F)	0.61
	20°C (68°C)	2.34

Nota: * Se asume que el aire en el producto está saturado



Almacenamiento: Exposición etileno

- ✓ Cargas mixtas (productores de etileno)
- ✓ Pepinos, melones y berenjenas son muy susceptibles
- ✓ Etileno favorece pudriciones, cambios de color, abscisión del cáliz en berenjenas y desverdizado de los pepinos
- ✓ Cambios de color pimiento: 10 ppm, 90%HR, 20-22°C, 1 día



Exposición a la luz

- ✓ Reverdecimiento y desarrollo de sabores amargos (endivia belga)
- ✓ Utilizar envases que no permitan el paso de la luz
 - ✓ Papel oscuro
 - ✓ Bajas temperaturas mantienen el color blanco-amarillento deseado (inhibición síntesis de clorofila)



Atmósfera modificada

- ✓ Mayoría de las hortalizas de hoja, tallo y flor
- ✓ Escala comercial limitada
- ✓ O₂: 2 a 3% favorecen una mayor vida (excepto espárragos y hongos)
- ✓ CO₂ (variable)
 - ✓ Lechuga, manchas pardas

Atmósfera modificada y de HR



Transporte



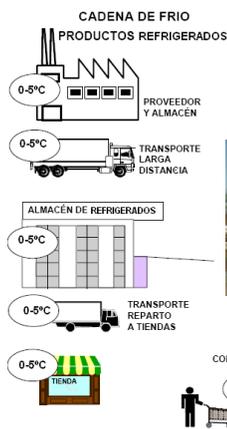
Carga en camión refrigerado



Vehículos de entrega



Cadena de frío



Ruiz Altisent (2011); www.frutura.net



Comercialización

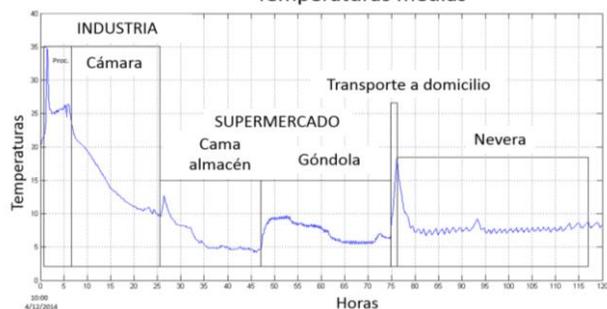


Temperaturas en zona de recepción durante 6 semanas

Producto	Almacén A	Almacén B	Almacén C	Promedio	Recom.
Manzana GD	6,7	6,1	5,2	6,0	4
Plátano	15,6	5,6	17,3	12,8	13-15
Mora	7,9	6,8	6,7	7,1	0
Frambuesa	7,1	5,8	7,4	6,7	0
IV gama	8,1	6,8	8,5	7,8	1-3
Ensaladas bolsa	8,1	6,8	7,7	7,5	1-3
Tomate	8,2	10,4	10,5	9,7	8-10

Nunes et al., 2009

Temperaturas medias



Variación de temperaturas en ensaladas de lechuga desde campo hasta el consumidor final (Gómez, 2016)

Recepción y traslado: Calentamiento



Mercado central, San Pablo, Brasil

Recepción y traslado: Daños mecánicos



Mercado central, San Pablo, Brasil



Mercado mayorista. Plataforma de distribución





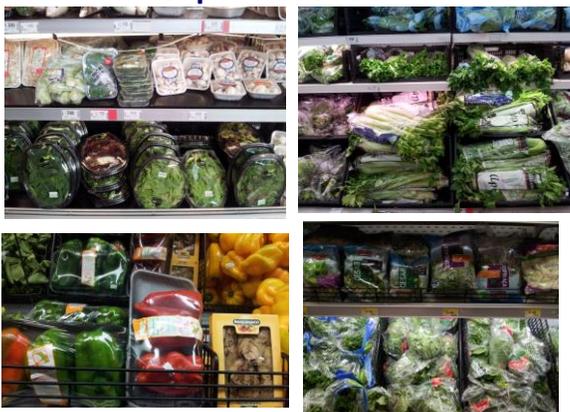
Plataforma logística
(Berlín, Alemania)



Central de distribución
de supermercado



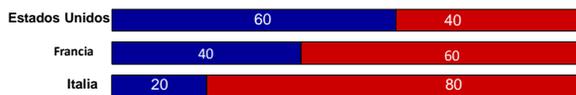
Supermercados



Tendencias



Cantwell, 2013



Hortalizas semi MPF. Granel....



Preparaciones para
cocidos...

Formatos y usos



Colelli, 2011

Microondas (salsas) y parrilla



Productos de V Gama



- ✓ Platos preparados a base de vegetales
- ✓ Vida útil de 2 semanas



JUGOS



Tipos

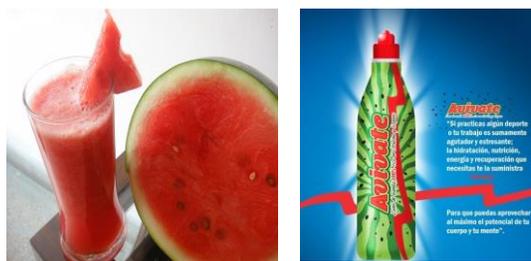
- Jugo de fruta no concentrado
- Jugo concentrado al que se añade pulpa
- "Smothies"
- Pulpas de fruta



Productos funcionales



- Jugo funcional de sandía enriquecido con L-citrulina
- Rendimiento deportivo



Aguayo, 2013

Sopas y caldos



- Línea de elaboración similar
- Dependencia del pH, mayor parte de productos acidificados
- Incidencia limitada, pero en expansión
- Rompe estacionalidad de productos como gazpacho y jugos



EJEMPLO NACIONAL: PAPA



Máquinas expendedoras



Estación de metro (Santiago, Chile)

Supermercado: Producción local



Davis, EE.UU.

Supermercado: Producción local



Unimarc, Puerto Natales, Chile

Restaurantes: Producción local



Tendencias y oportunidades en Chile HOY



ASOCIACIÓN CHILENA DE CHEFS



29 restaurantes y 50+ productores
 Cartas con >50% de contenido de productos locales comprados directamente a los productores

- *Tendencia a la Cocina Internacional con Identidad Local
- *Fue finalista en un importante premio de innovación.



Reunión de Validación Programa Estratégico Regional O'Higgins HortiCRECE, 2015

Marca



<http://www.sandiafashion.com/>



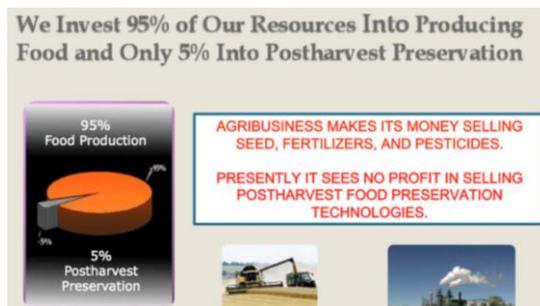
PÉRDIDAS DE ALIMENTOS Y DESECHOS

Pérdidas de alimentos vs hambre en el mundo



www.americaeconomia.com

95% EN PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS 5% EN CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS



http://worldfoodpreservationcenter.com

Donde están los posibles apoyos ?

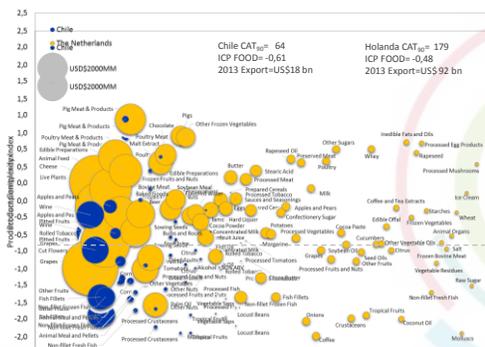
Ejes Estratégicos del Programa



Graciela Urrutia
@transformaalimentos
#TransformaAlimentos



Midiendo la Diversificación y Sofisticación



Fuente: © FUNDACIÓN WAGENINGEN UR CHILE. Registro de Propiedad Intelectual Nº254.332. Prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra.

Cómo perciben la calidad los distintos actores de la Cadena?



Agregar Valor: Nuevas formas de productos Distintos segmentos de mercado



Hortalizas IV gama



Colaciones Escolares



Alimentos Preparados



Alimentos para Veganos



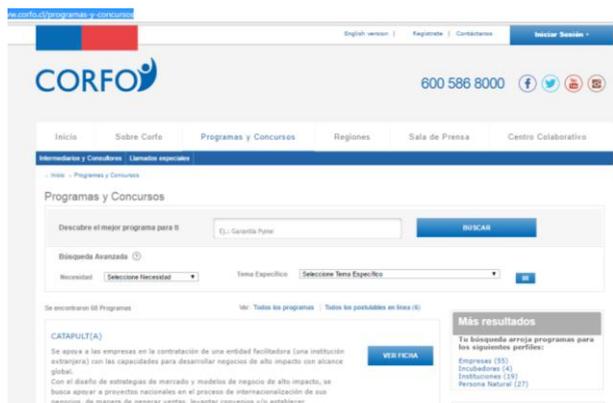
Aprovechar las oportunidades y Trabajo Colaborativo

- Diversidad Agro-Climática- Especialización Territorial
- Vinculación Ciencia-Empresa- Proveedores
- Fortalecer Capital Humano- Extensionismo
- Aumentar la innovación- Requiere I+D
- Promover Inversión

Meta 2025: Diversificar y Sofisticar exportaciones de alimentos, para aumentar su valor a MM US\$ 32 mil



<http://www.corfo.cl/programas-y-concursos>





www.hortyfresco.cl

Facebook: red hortyfresco



CONSIDERACIONES FINALES

- ✓ **Hortaliza = Alimento (responsabilidad social!!)**
- ✓ Gran variabilidad de órganos con diferente metabolismos
- ✓ Cosecha, procesamiento inocuo y cuidadoso
- ✓ Enfriamiento y reducción del marchitamiento
- ✓ Mantener y controlar la cadena de frío
- ✓ Desarrollar el mercado (una lechuga 150 g \$850)
- ✓ **Soñar y emprender!!**



Innovación de tecnologías para el manejo en postcosecha de hortalizas

Víctor Escalona

www.hortyfresco.cl; www.acuaponico.cl; www.cepoc.cl