



Instituto Universitario de Investigación Mixto  
Agroalimentario de Aragón  
Universidad Zaragoza



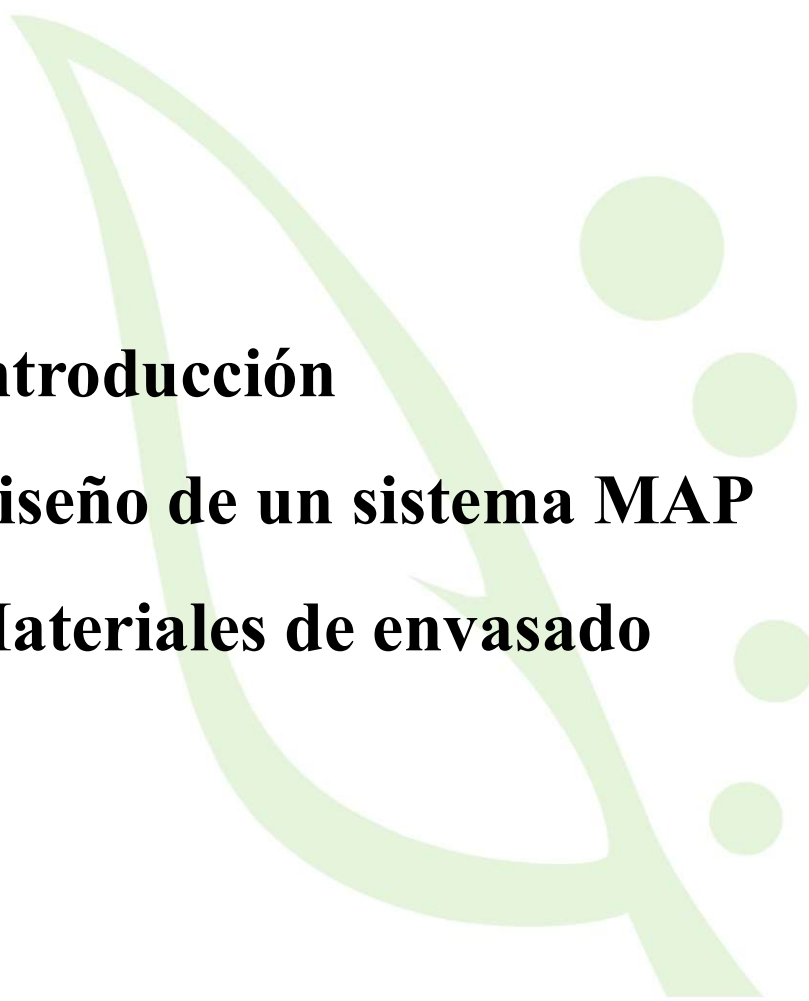
# Diseño y sostenibilidad en envases para productos hortofrutícolas



- Jaime González

- Zaragoza, 27 de febrero de 2020

- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA  
AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

- 
- 1. Introducción**
  - 2. Diseño de un sistema MAP**
  - 3. Materiales de envasado**

Respiración  
Transpiración  
Oxidación de lípidos  
Pardeamiento  
    enzimático  
    no enzimático  
Etileno  
Autólisis  
Microorganismos  
Etc...



Cambios de color  
Pérdida de textura  
Sabores anómalos  
Pérdida de peso  
Etc...



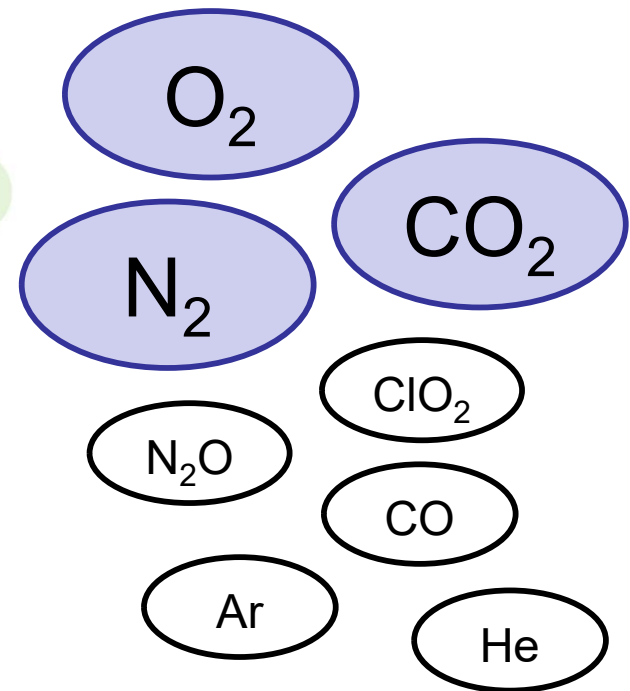
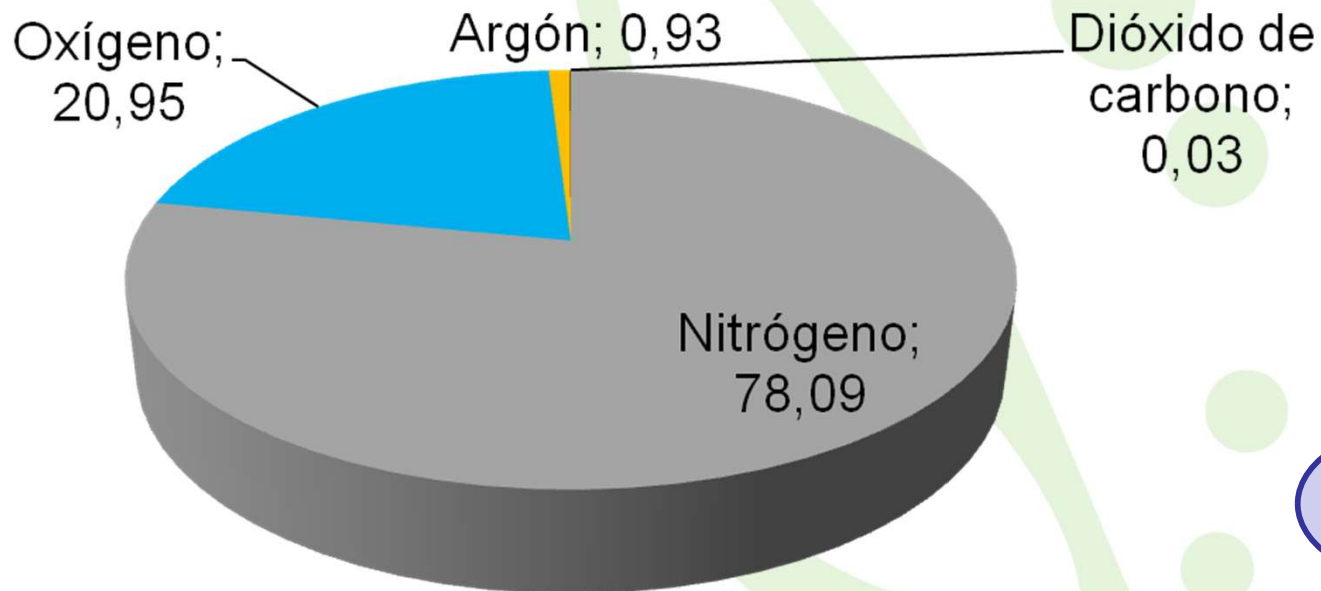
El envasado en atmósfera modificada, **Modified Atmosphere Packaging (MAP)** es una tecnología de envasado consistente en reemplazar el gas en el espacio de cabeza del envase por otro.

Generalmente se combina con la refrigeración, ya que ayuda a preservar mejor el producto perecedero, sobre todo aquellos que no son estables microbiológicamente.

Pueden clasificarse en **ACTIVAS (A-MAP)**, si el gas de reemplazo es de diferente composición que el aire, o **PASIVAS (P-MAP)**, si no hay gas de reemplazo o el gas tiene una composición similar a aire.

En cualquier caso, **la atmósfera inicial en el interior del envase evoluciona con el tiempo**, dependiendo del producto, el envase, las condiciones de conservación, etc...

**Exposición del producto a una composición gaseosa diferente a la del aire**



## Oxígeno:

Si reduzco el O<sub>2</sub> también reduzco:

Actividad respiratoria

Crecimiento de microorganismos  
aerobios

Oxidación de lípidos (rancidez)

Pardeamiento enzimático (PPO)

Oxidación de vitaminas,  
pigmentos...

PERO si lo reduzco demasiado...

Crecimiento de microorganismos  
anaeróbicos

Desarrollo de fermentaciones en  
frutas y hortalizas

## Dióxido de carbono:

La presencia de CO<sub>2</sub>:

Reduce o inhibe el desarrollo de muchas bacterias aerobias, mohos y levaduras



Bajada de pH del producto gracias a la formación de carbónico

Efecto sobre la actividad enzimática y bioquímica del producto

PERO si hay demasiado CO<sub>2</sub>:

Colapso del envase

Desarrollo de sabores ácidos en el producto

Sabores extraños y exudados

El **diseño de un envase de atmósfera modificada (MAP)** para productos perecederos implica la creación de la atmósfera más adecuada para su conservación y prolongación de su vida útil.

**CONDICIONES DE  
CONSERVACIÓN**

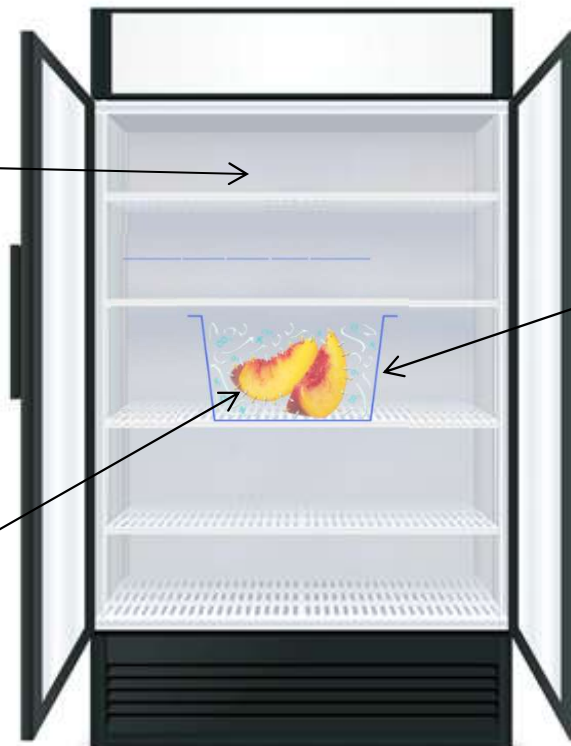
3

**PRODUCTO**

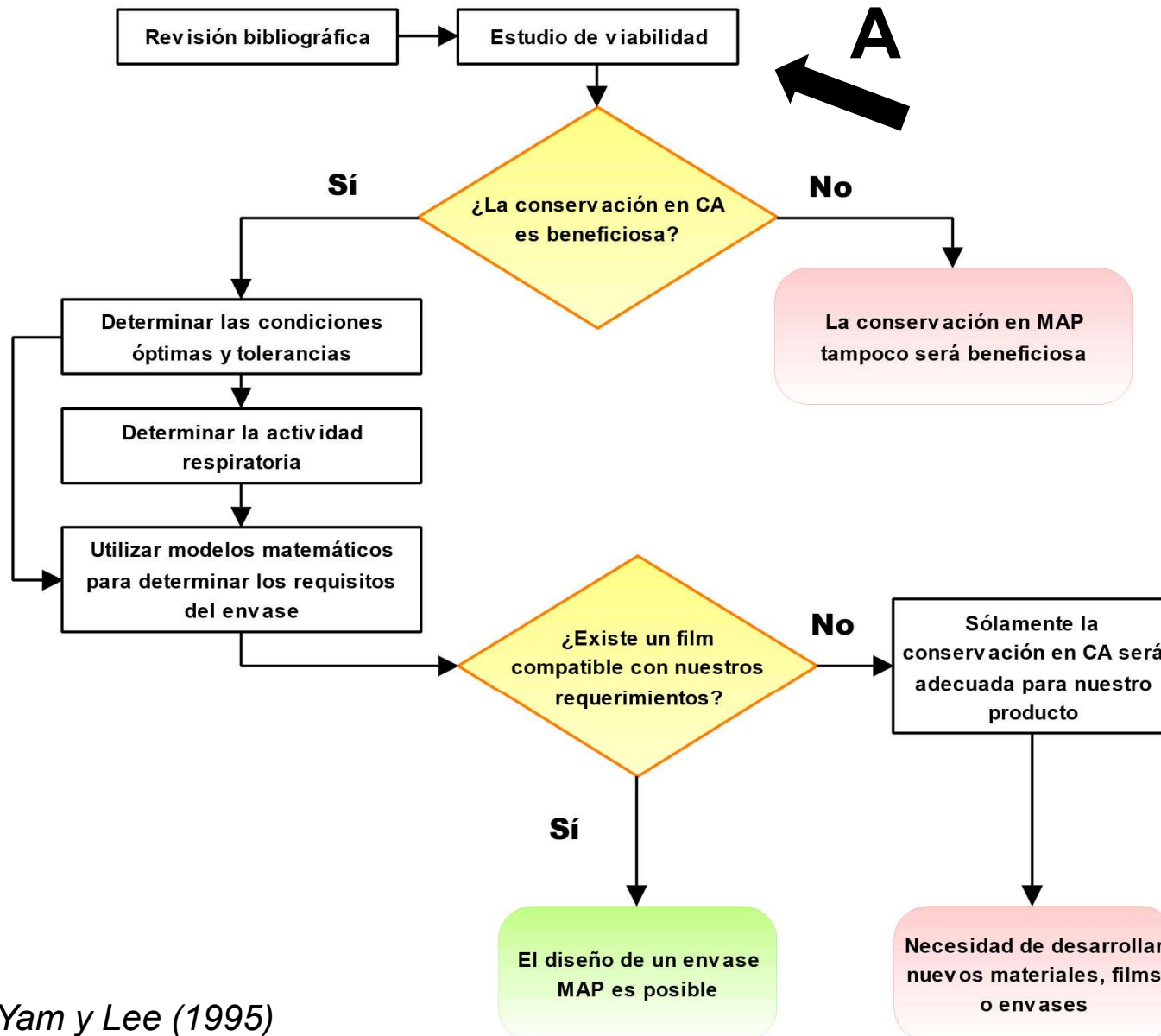
1

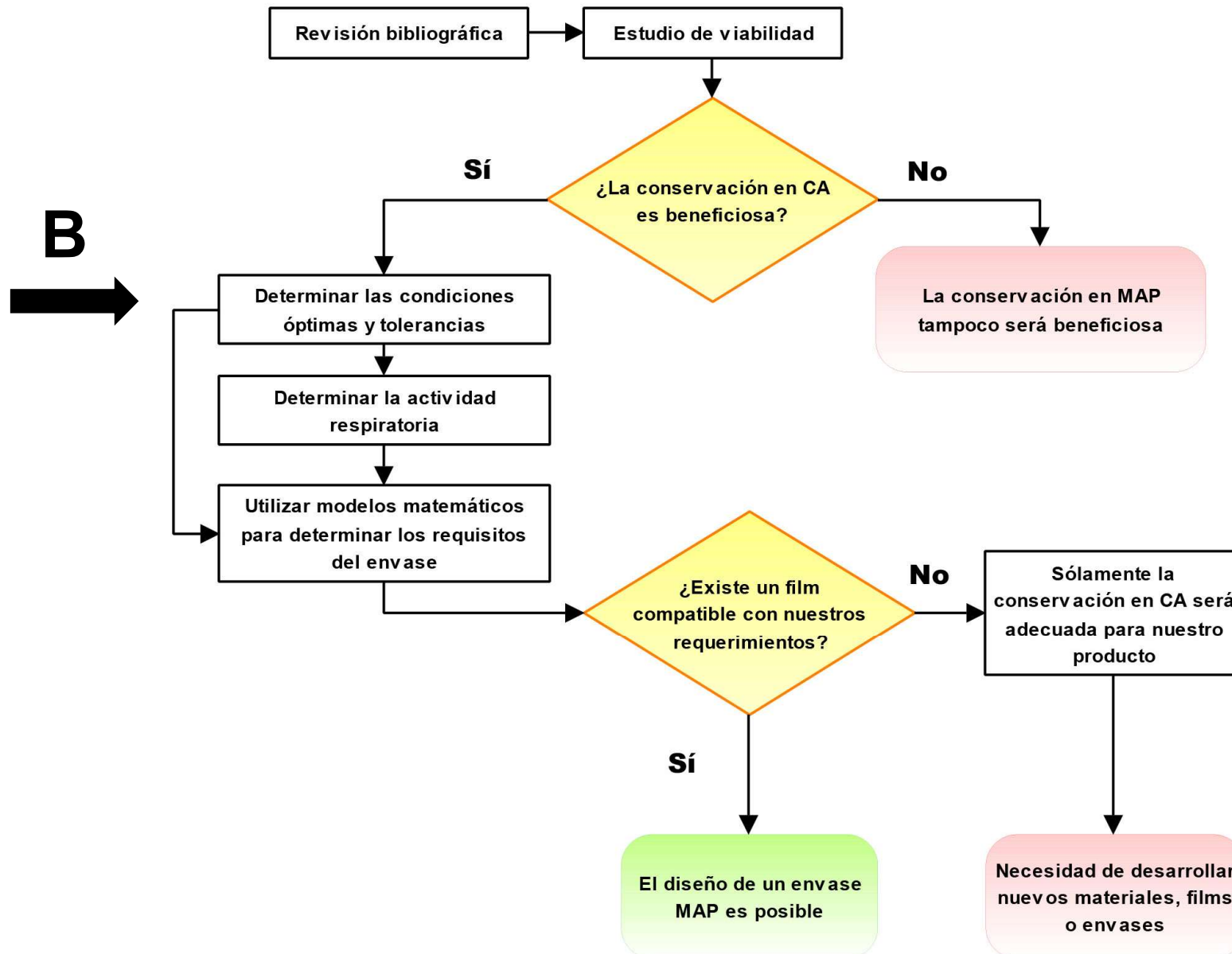
2

**ENVASE**

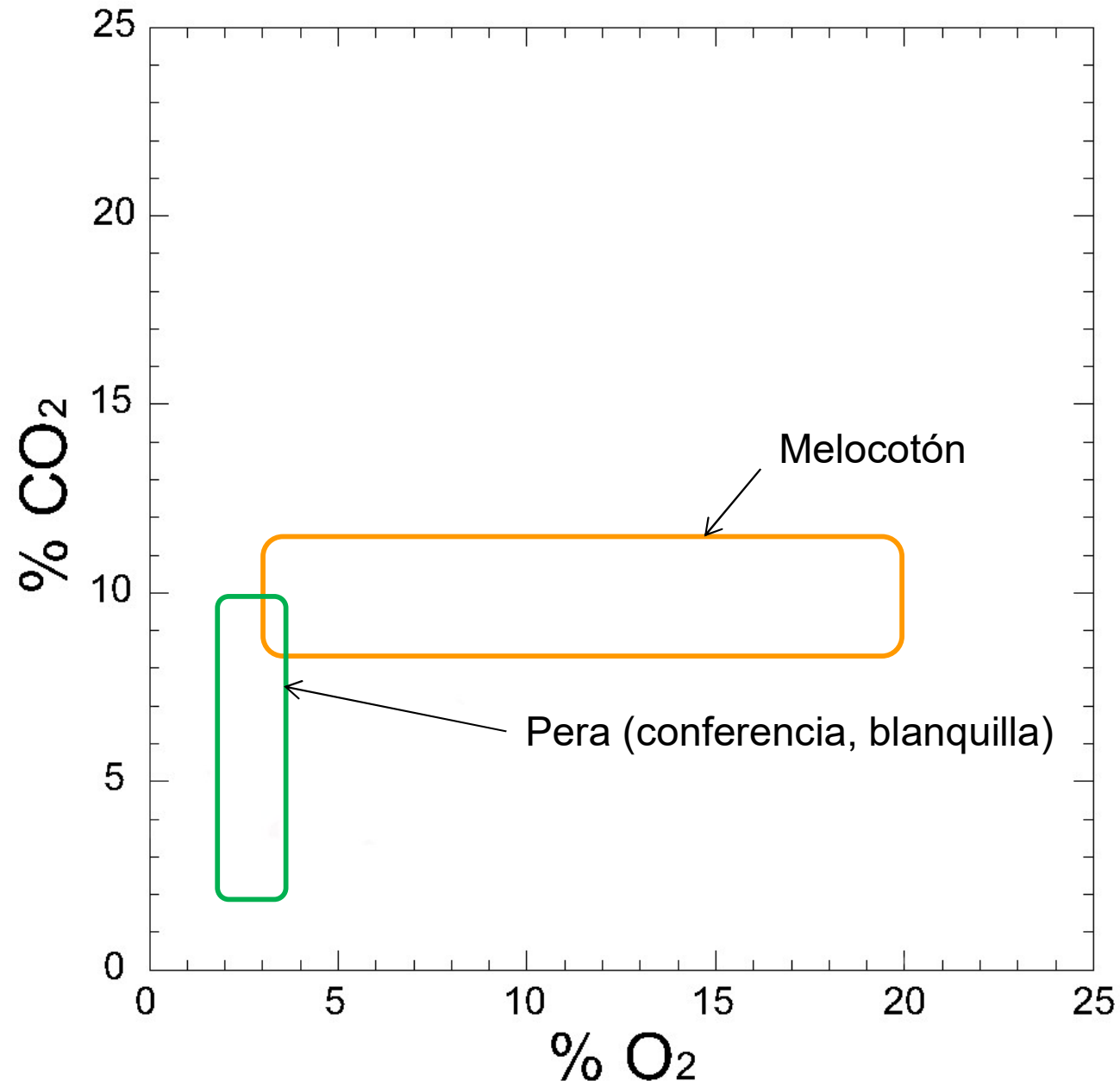




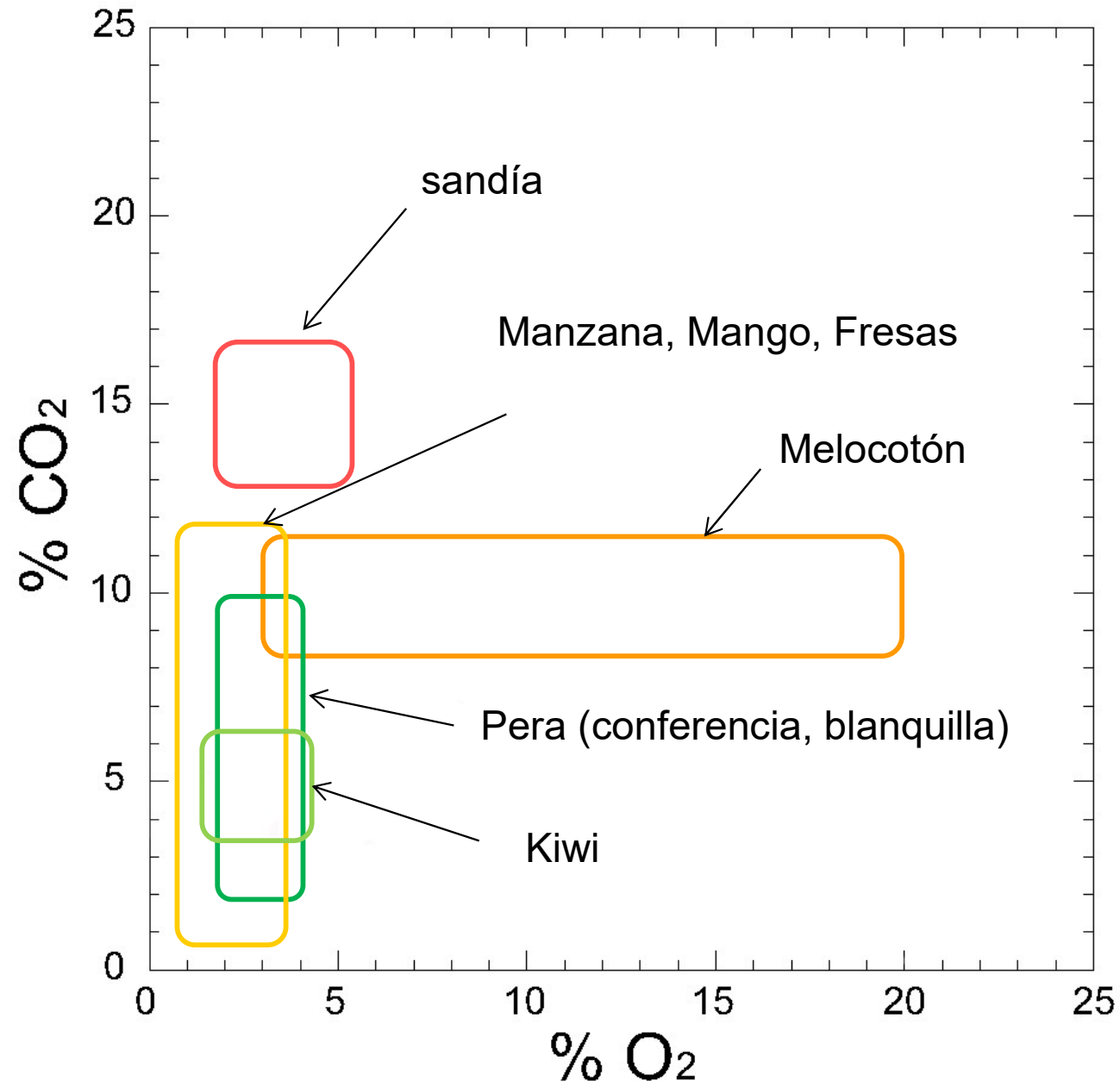




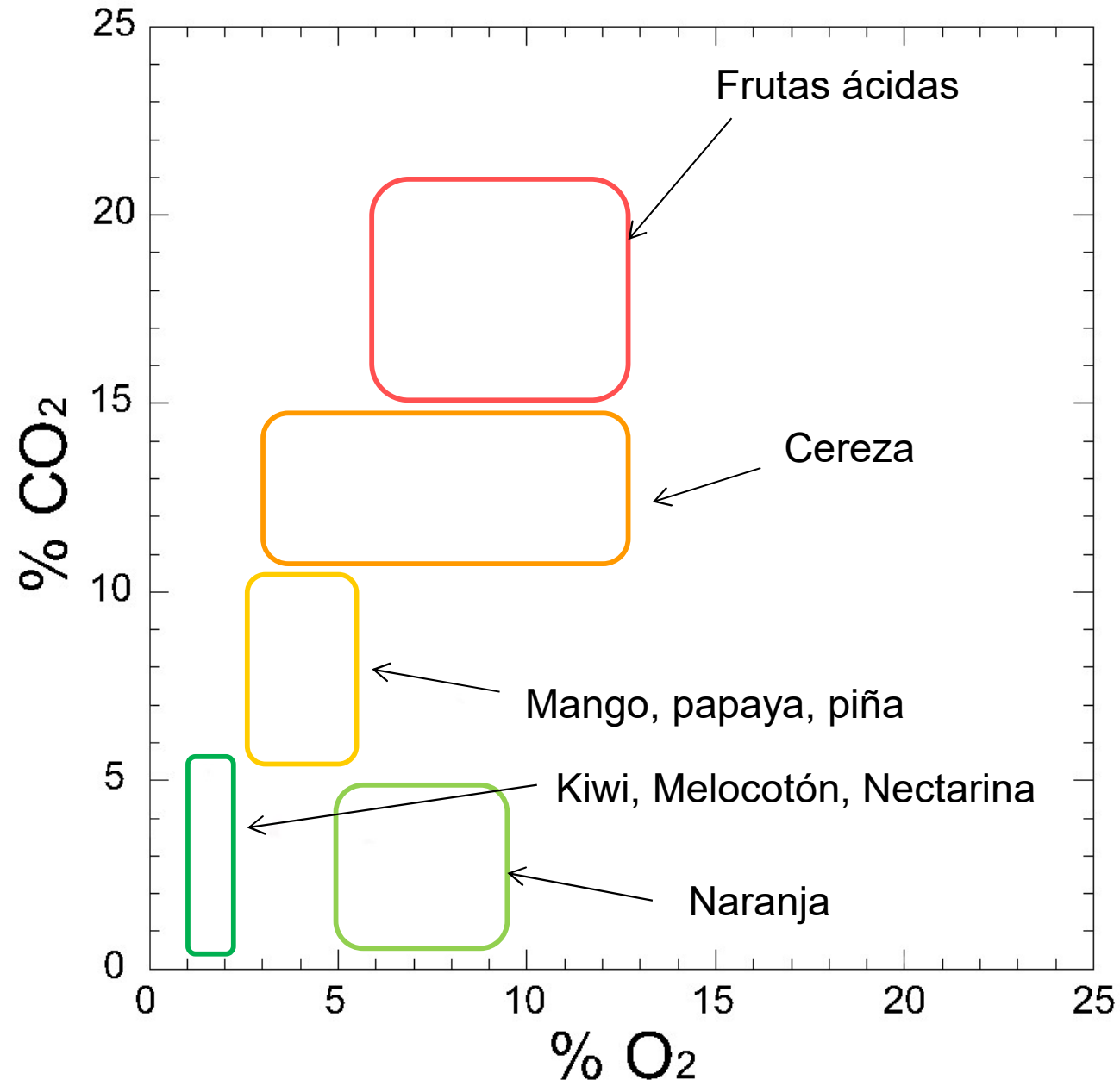
## Frutas cortadas



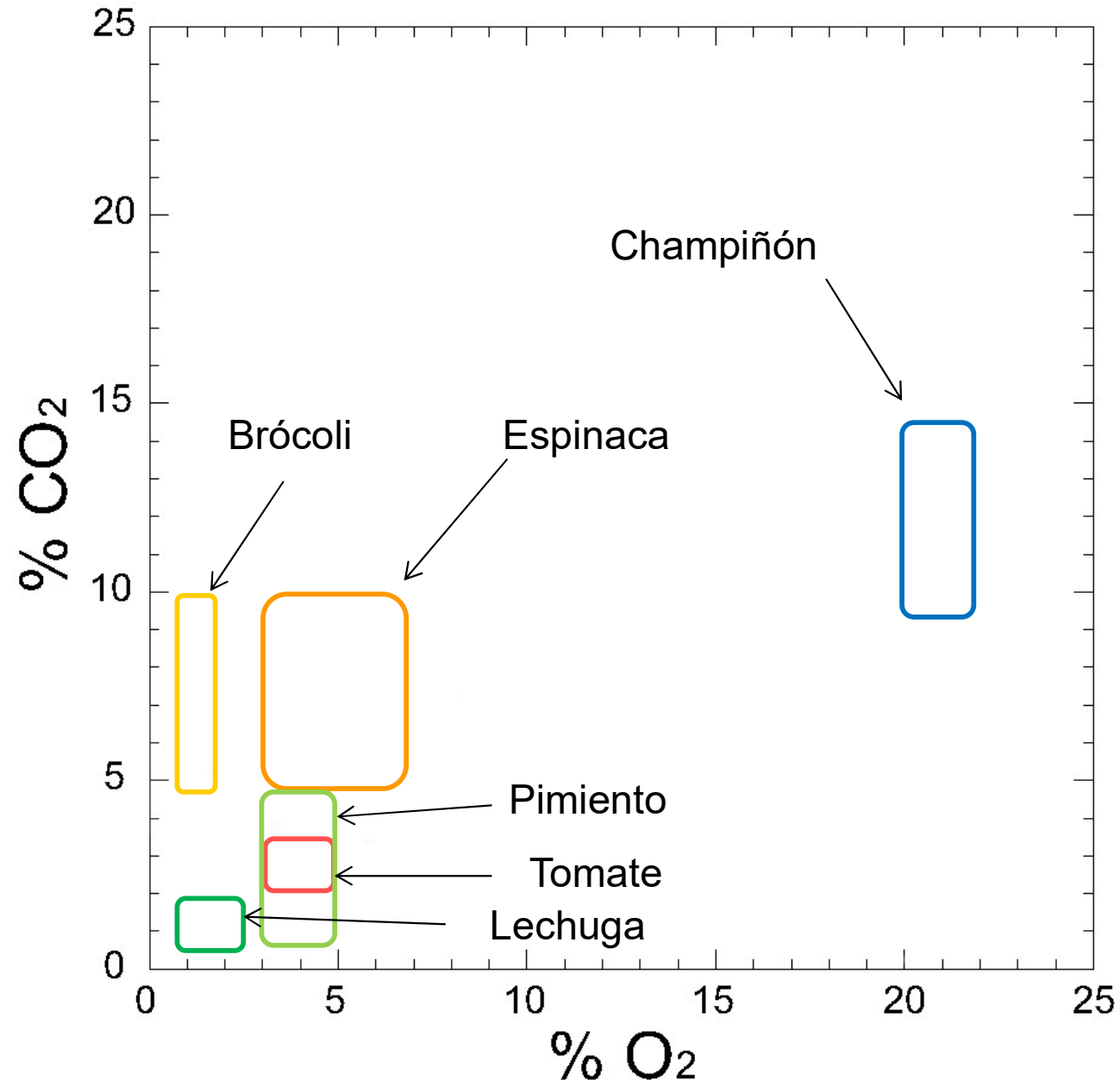
## Frutas cortadas



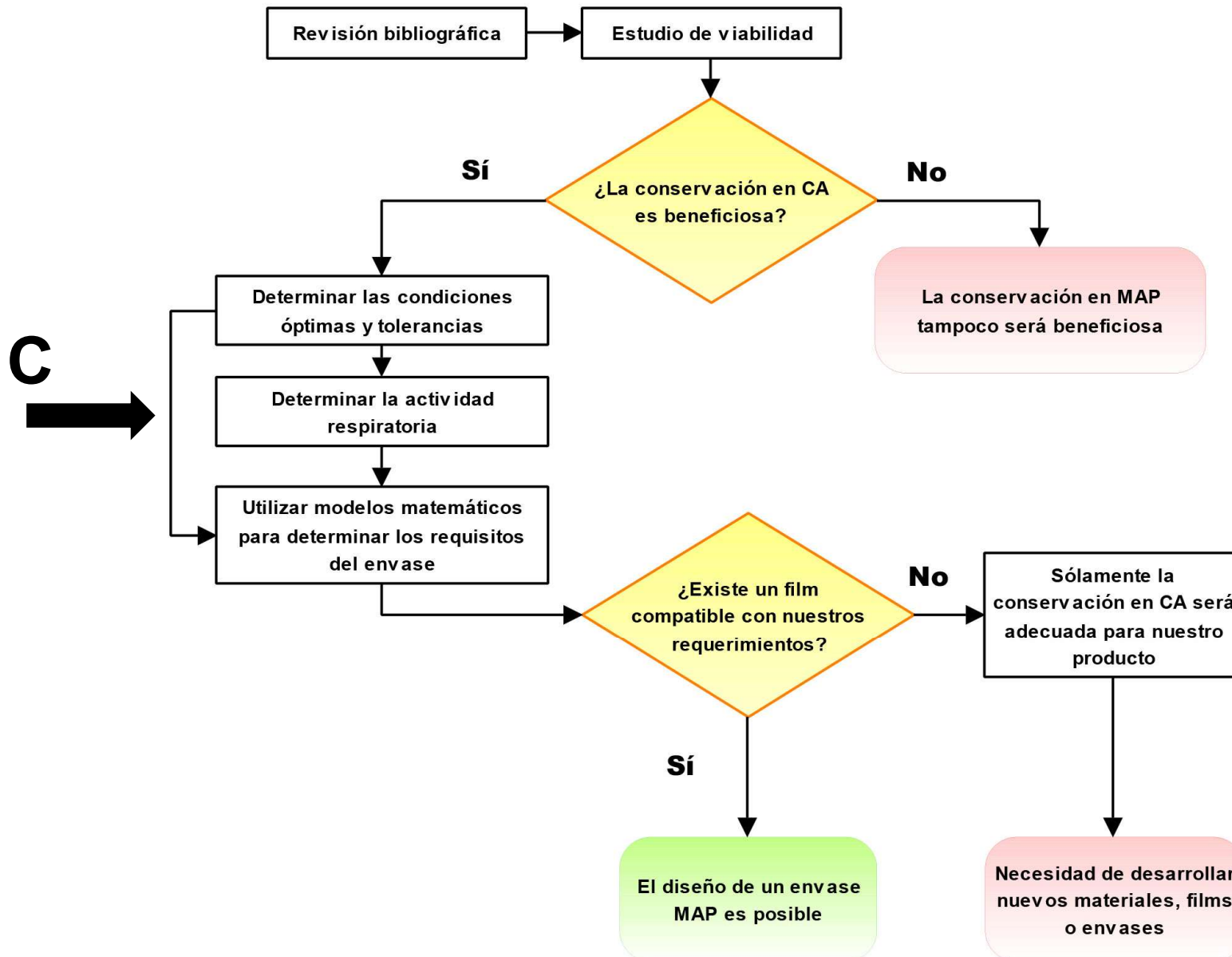
*Fruta entera*



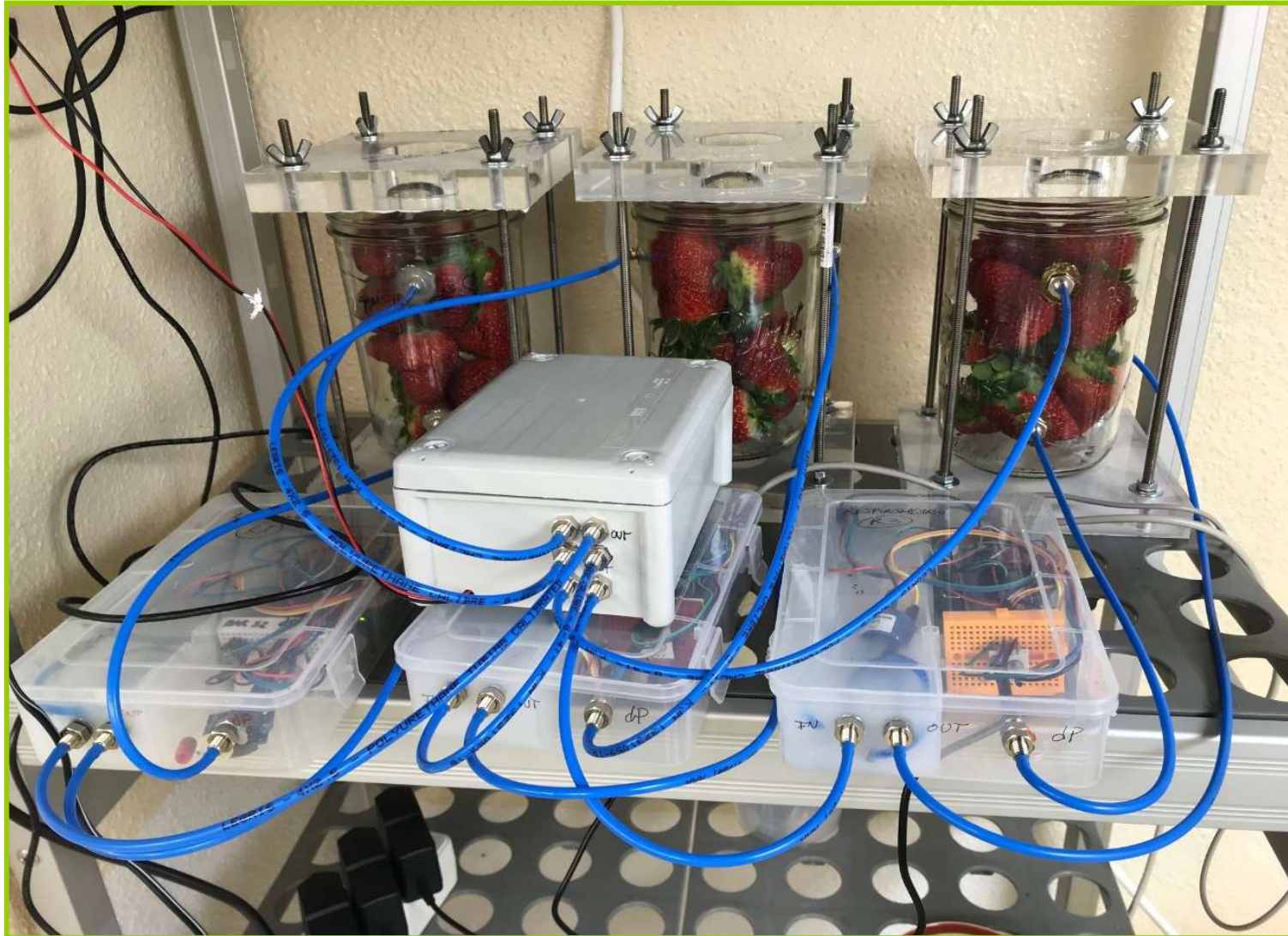
## Hortalizas

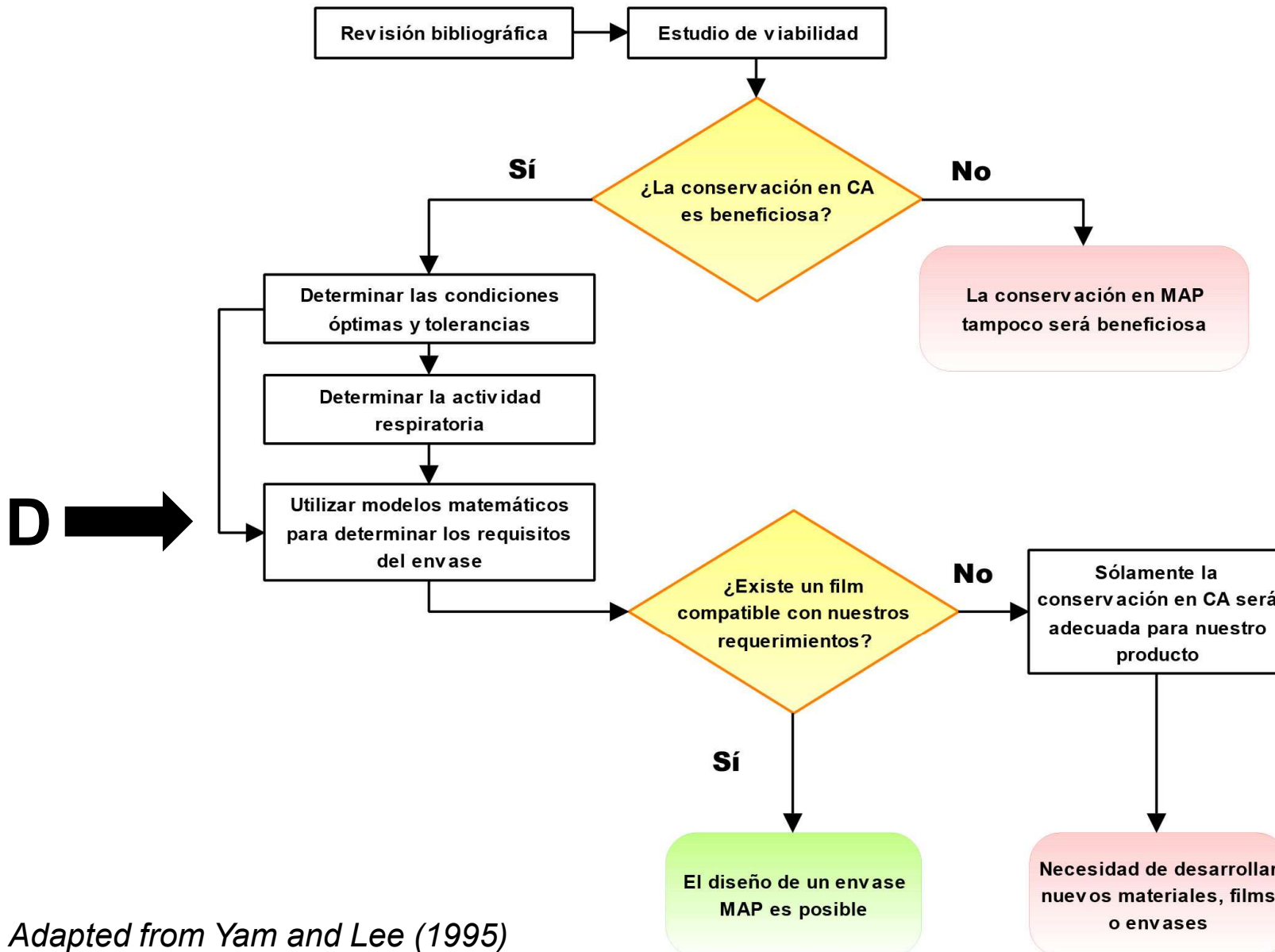












$$\frac{dq_i}{dt} = J_i + f_i$$

$$\frac{dn_{O_2}}{dt} = \frac{TR_{O_2}}{RT}(p_{O_2out} - p_{O_2}) + \frac{Q_{O_2}}{RT} \frac{A \cdot P}{L}(p_{O_2out} - p_{O_2}) - \frac{R_{O_2}P}{RT}W + J_{p_{O_2}}$$

O<sub>2</sub>

$$\frac{dn_{CO_2}}{dt} = \frac{TR_{CO_2}}{RT}(p_{CO_2out} - p_{CO_2}) + \frac{Q_{CO_2}}{RT} \frac{A \cdot P}{L}(p_{CO_2out} - p_{CO_2}) + \frac{R_{CO_2}P}{RT}W + J_{p_{CO_2}}$$

CO<sub>2</sub>

$$\frac{dn_{N_2}}{dt} = \frac{TR_{N_2}}{RT}(p_{N_2out} - p_{N_2}) + \frac{Q_{N_2}}{RT} \frac{A \cdot P}{L}(p_{N_2out} - p_{N_2}) + J_{p_{N_2}}$$

N<sub>2</sub>

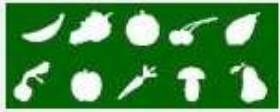
Calculo permeabilidades v1.5

Archivo Editar Parametros Ayuda

	Tiempo	Moles O2	Moles CO2	Incremento O2	Incremento CO2
H	19.9996	20.0023	0.9897	-0.049776	0.0488
ia	39.9993	19.0089	1.9591	-0.049553	0.0479
S	60.0036	18.0200	2.9085	-0.049330	0.0469
POX	79.9957	17.0354	3.8385	-0.049109	0.0460
PC	99.9847	16.0556	4.7494	-0.048889	0.0450
W	119.9737	15.0802	5.6416	-0.048670	0.0441
V	139.9810	14.1090	6.5154	-0.048451	0.0432
T	160.0005	13.1421	7.3713	-0.048234	0.0423
OX	180.0200	12.1795	8.2096	-0.048018	0.0414
C	200.0396	11.2214	9.0308	-0.047802	0.0405
TH	220.0591	10.2675	9.8350	-0.047588	0.0396
ROX	240.0786	9.3179	10.6228	-0.047375	0.0387
RC	260.0981	8.3725	11.3943	-0.047162	0.0378
T lim	280.1177	7.4314	12.1500	-0.046951	0.0370
Plastico	300.1372	6.4945	12.8902	-0.046740	0.0361
Fruta	320.1567	5.5618	13.6152	-0.046531	0.0352
	340.1763	4.6332	14.3254	-0.046322	0.0344
	360.1958	3.7089	15.0209	-0.046114	0.0335
	380.2153	2.7887	15.7022	-0.045907	0.0327
	400.2349	1.8726	16.3694	-0.045701	0.0318
	420.2544	0.9606	17.0230	-0.045496	0.0310
	440.2739	0.0527	17.6631	-0.045292	0.0301

H: 0.01  
 ia: 0  
 S: 50 cm<sup>2</sup>  
 POX: 370 mL mil / m<sup>2</sup> dia ...  
 PC: 1708 mL mil / m<sup>2</sup> dia ...  
 W: 0.1 Kg  
 V: 350 mL  
 T: 0 h  
 OX: 21 %  
 C: 0 %  
 TH: 0.98 mil pulg  
 ROX: 0.5714286 Kg h / mL  
 RC: 0.5714286 Kg h / mL  
 T lim: 600

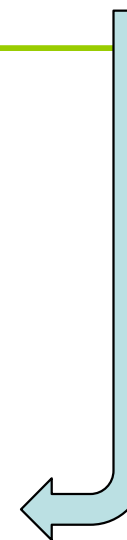
Plastico:   
 Fruta:

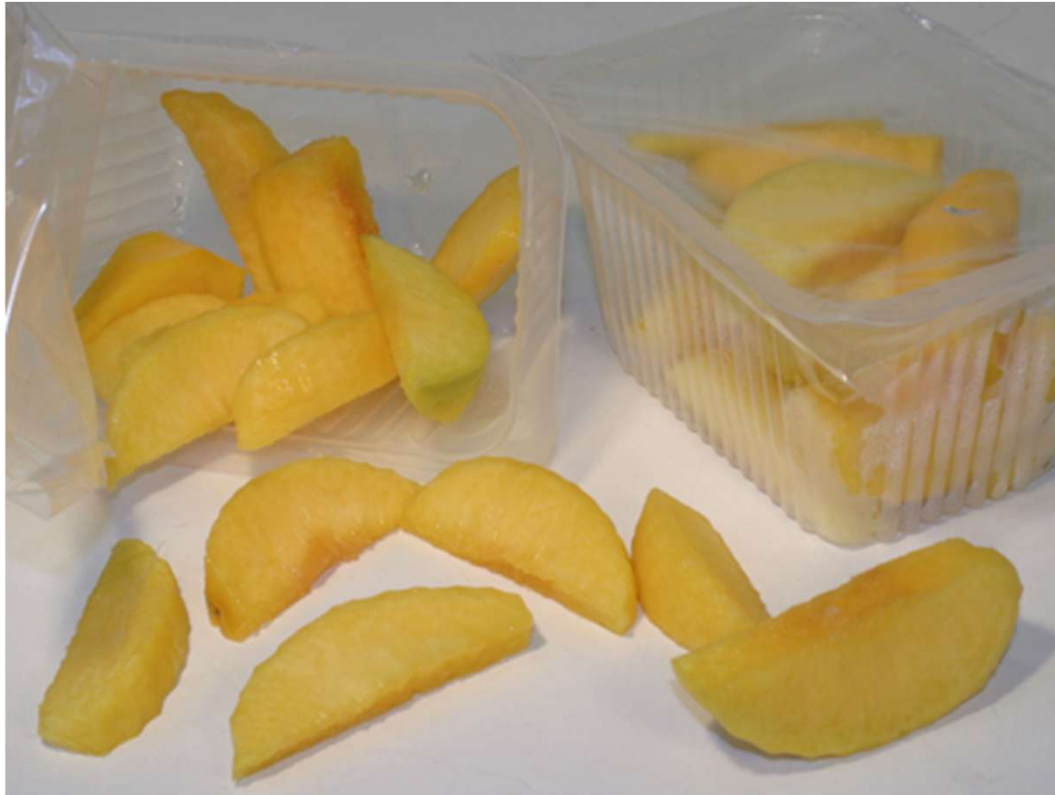




Lechuga iceberg cortada  
Formato 15\*25 cm (750 cm<sup>2</sup>)  
Volumen 1 L  
Contenido 250 g  
Respiración  
7 mL O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>  
10 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>

POX 210 mL mil / m<sup>2</sup> h atm  
PC 460 mL mil / m<sup>2</sup> h atm





Área tapa 100 cm<sup>2</sup>

Volumen 0.75 L

Contenido 200 g

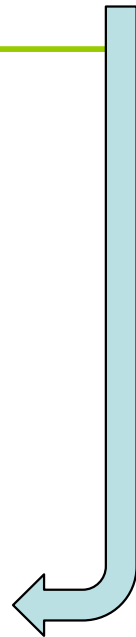
Respiración:

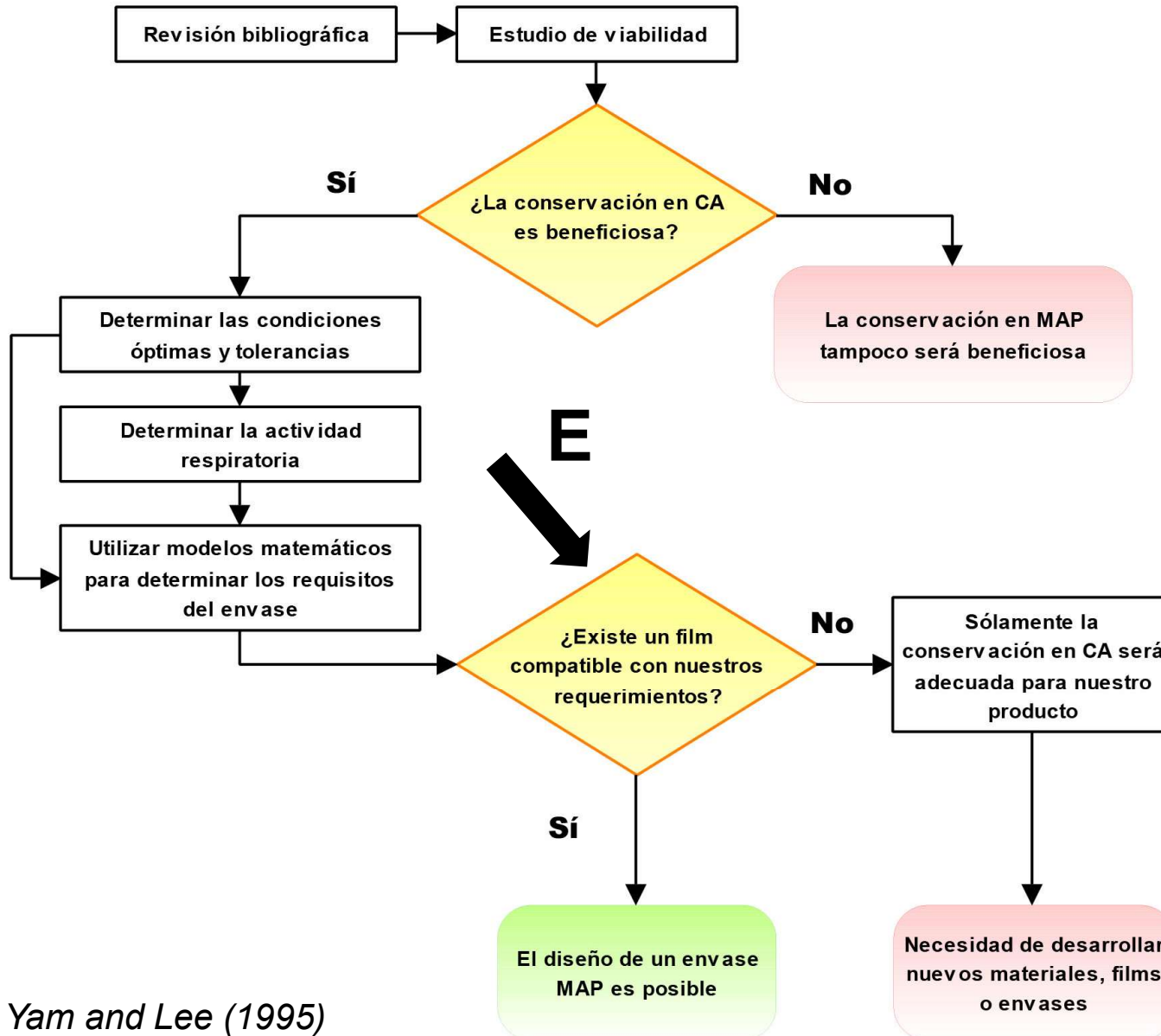
7 mL O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>

6 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>

POX 1650 mL mil / m<sup>2</sup> h atm

PC 1900 mL mil / m<sup>2</sup> h atm

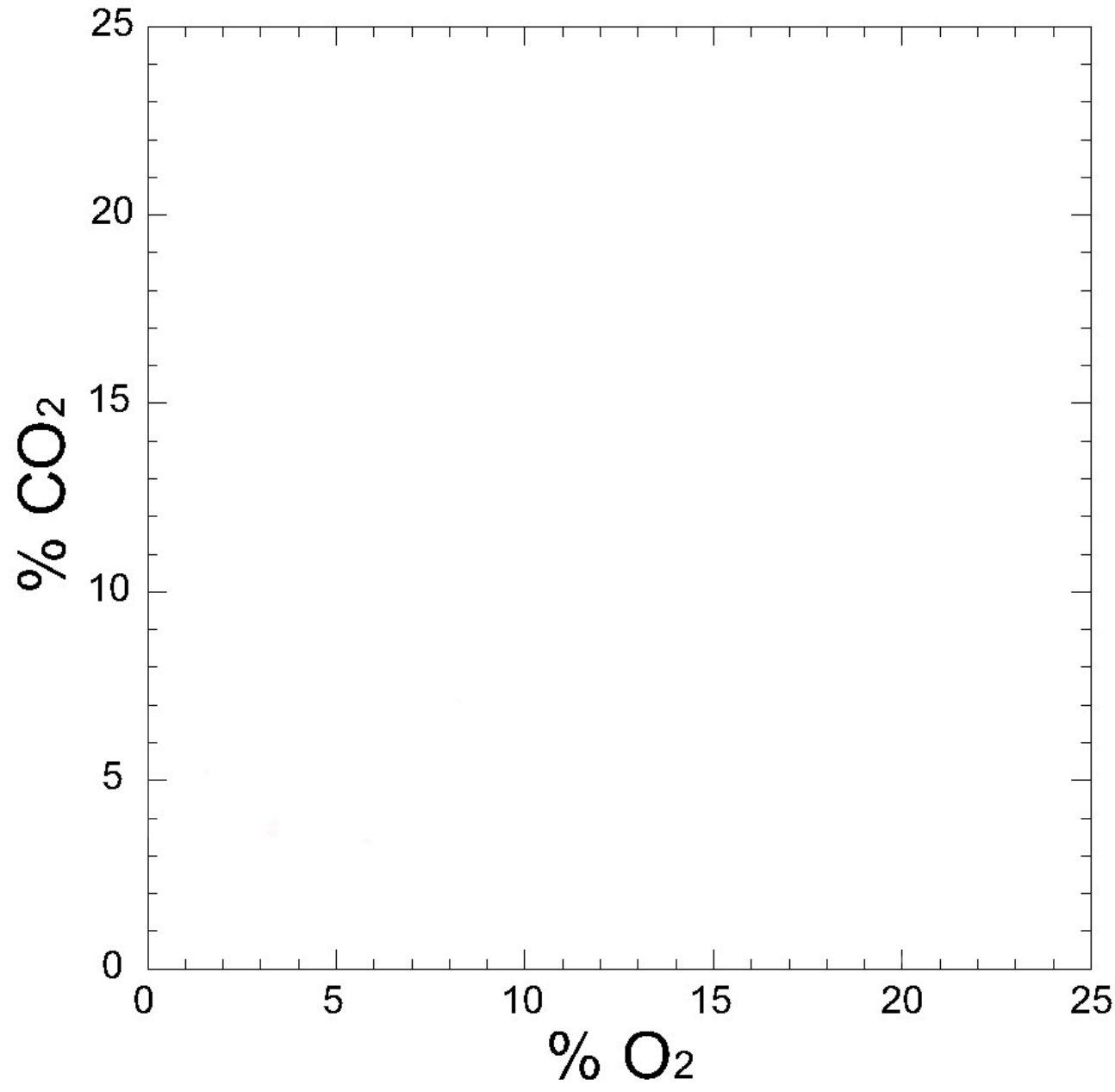


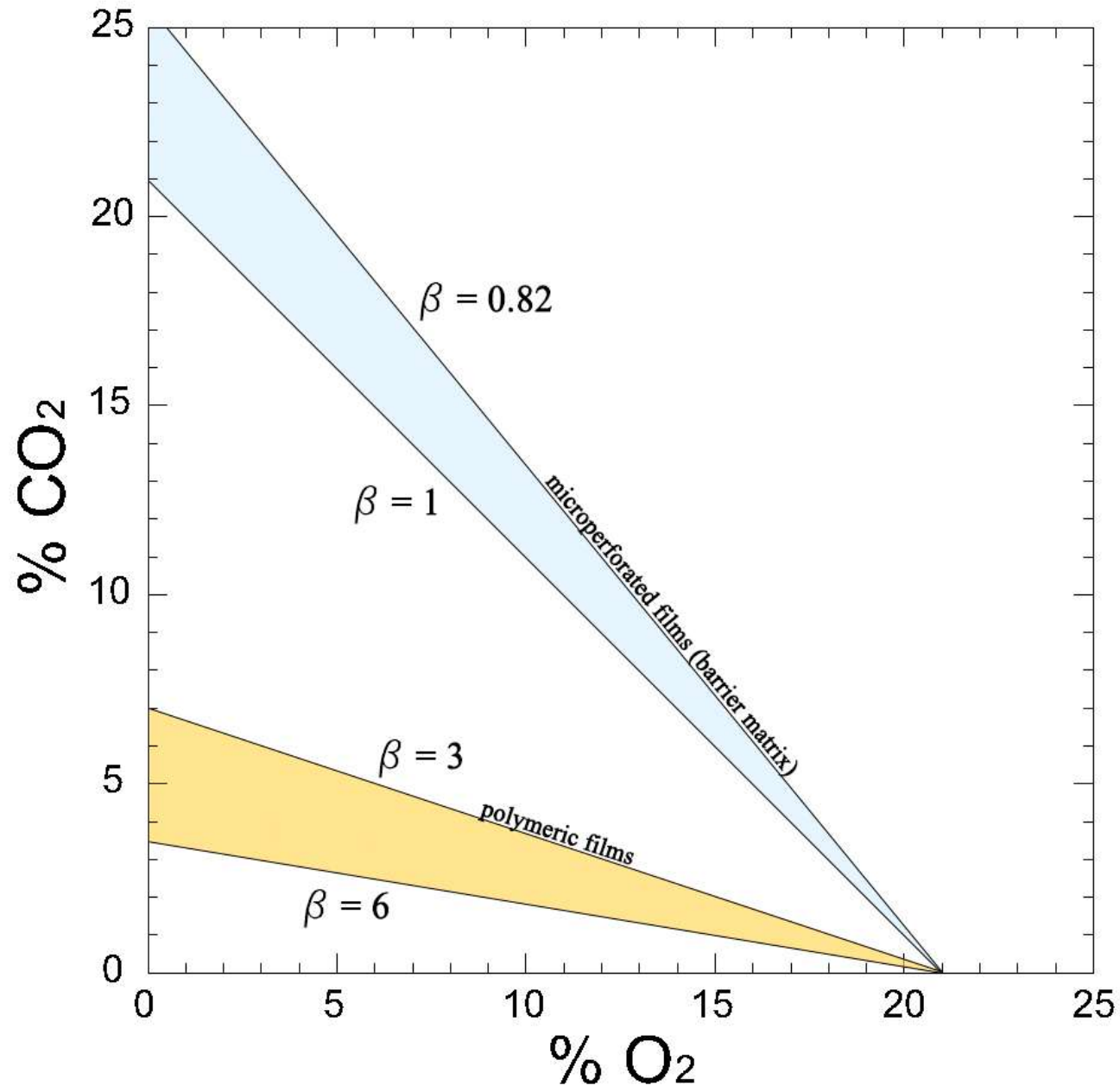


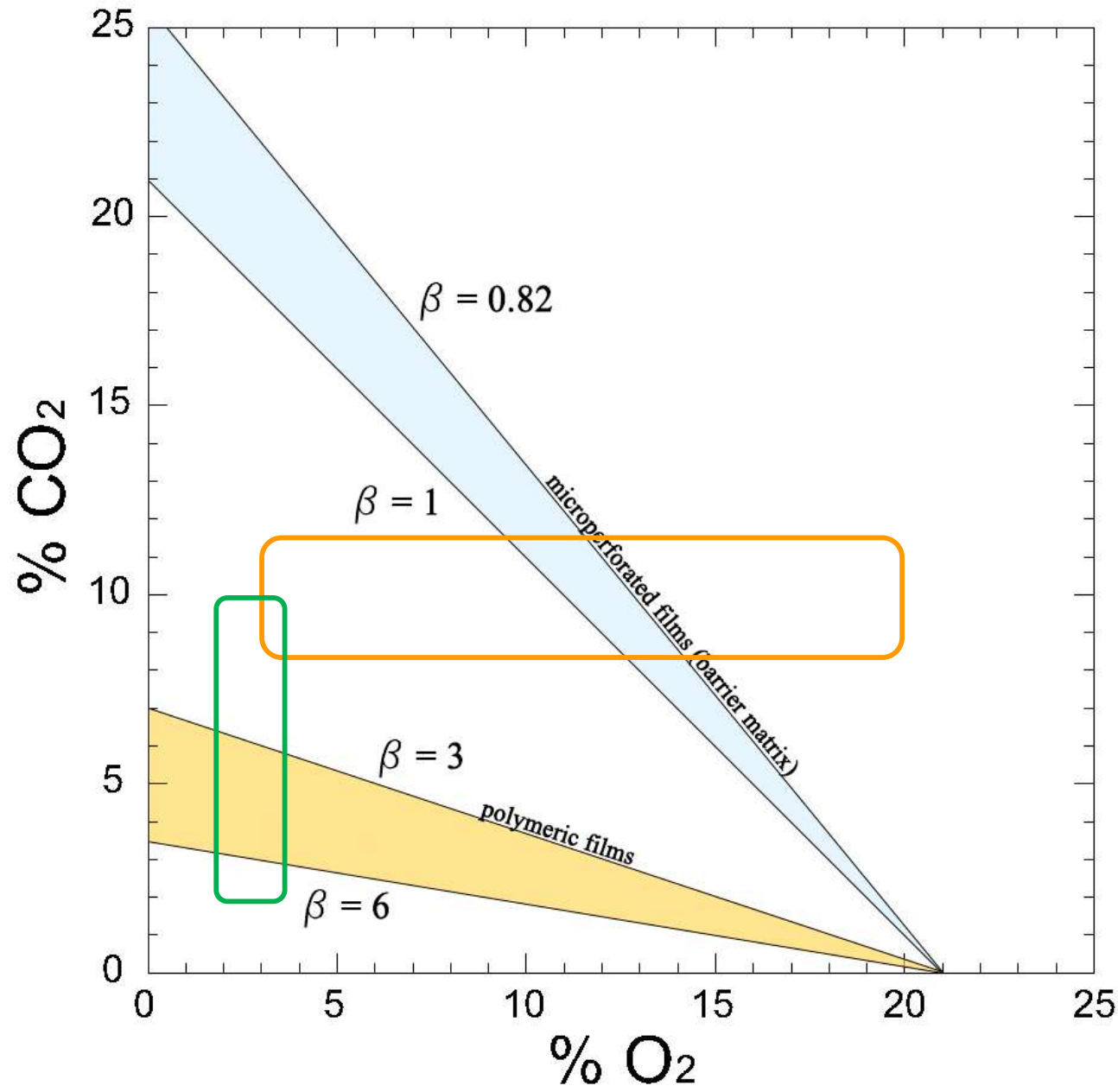
Polymer	OTR, nmol/(m · s) <sup>a</sup>	WVTR, nmol/(m · s) <sup>b</sup>
Polychlorotrifluoroethylene	36 <sup>c</sup>	0.004–0.009 <sup>d</sup>
AlOx (Toppan GX-P) <sup>e</sup>	0.04	0.006
Vinylidene chloride copolymers	0.02–0.30	0.005–0.05
High-density polyethylene (HDPE)	200–400	0.095
Cyclic olefin copolymers	360	0.02 <sup>f</sup>
Polypropylene	300–500	0.16
Amorphous nylon (EMS G21)	7.7	0.23 <sup>f</sup>
Low-density polyethylene (LDPE)	500–700	0.35
Ethylene–vinyl alcohol, 44 mol% ethylene	0.12	0.36 <sup>g</sup>
Polyethylene terephthalate (PET)	6–8	0.45
Polyvinyl chloride (PVC)	10–40	0.55
Ethylene–vinyl alcohol, 32 mol% ethylene	0.03	0.96 <sup>g</sup>
Nylon-6,6	7	0.95
Polyamino ether (ICI's OxyBLOC)	0.2–1.6	1
Nitrile barrier resins	1.8–2.0	1.5
Polystyrene	500–800	1.8
Nylon-6	4–6	2.7
Polycarbonate	520	2.5
Nylon-12		15.9
Polyacrylic acid (Kureha's Besela)	0.03 <sup>h</sup>	
Polyvinyl alcohol	0.12 <sup>i</sup>	

# CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN



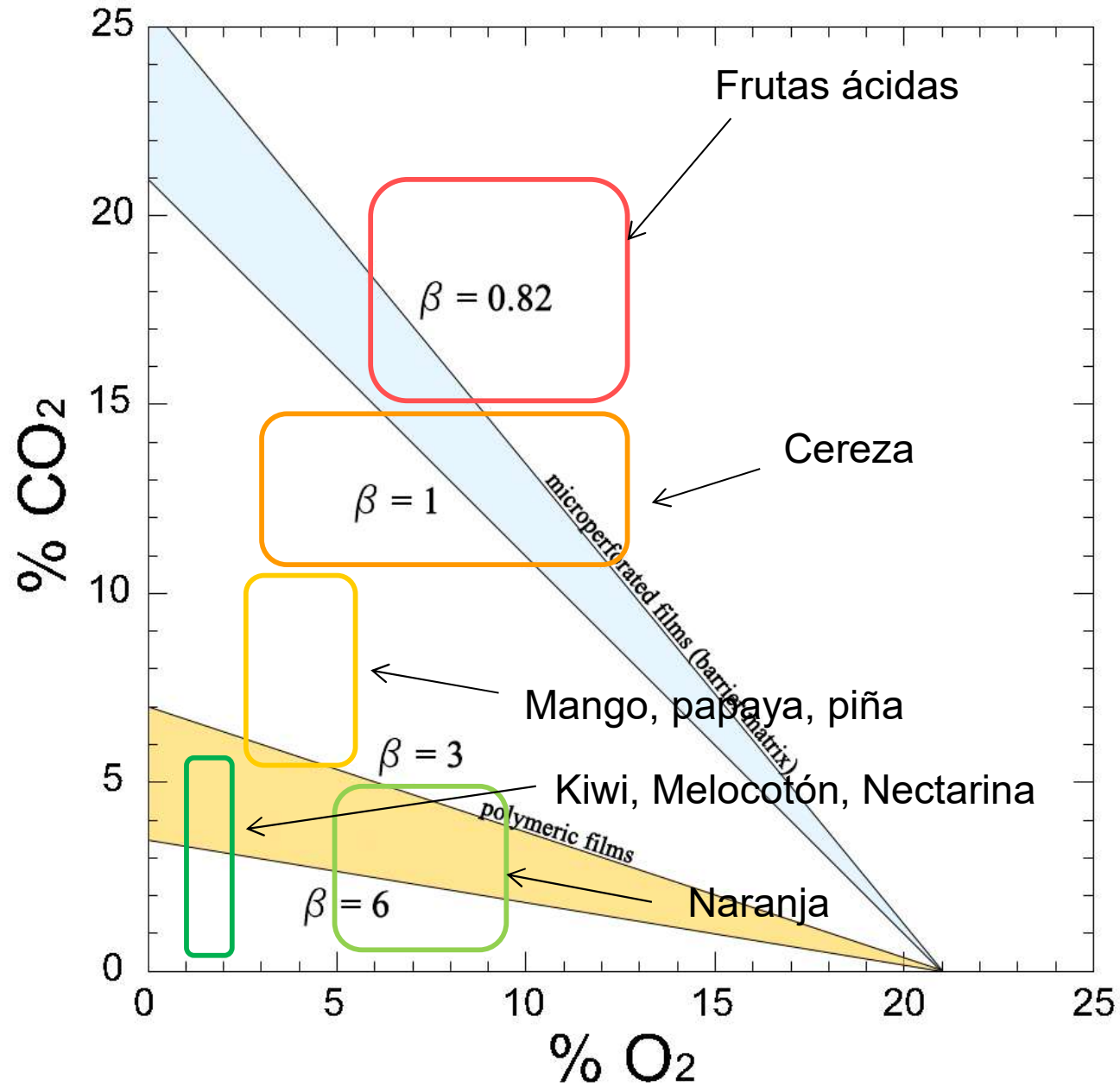


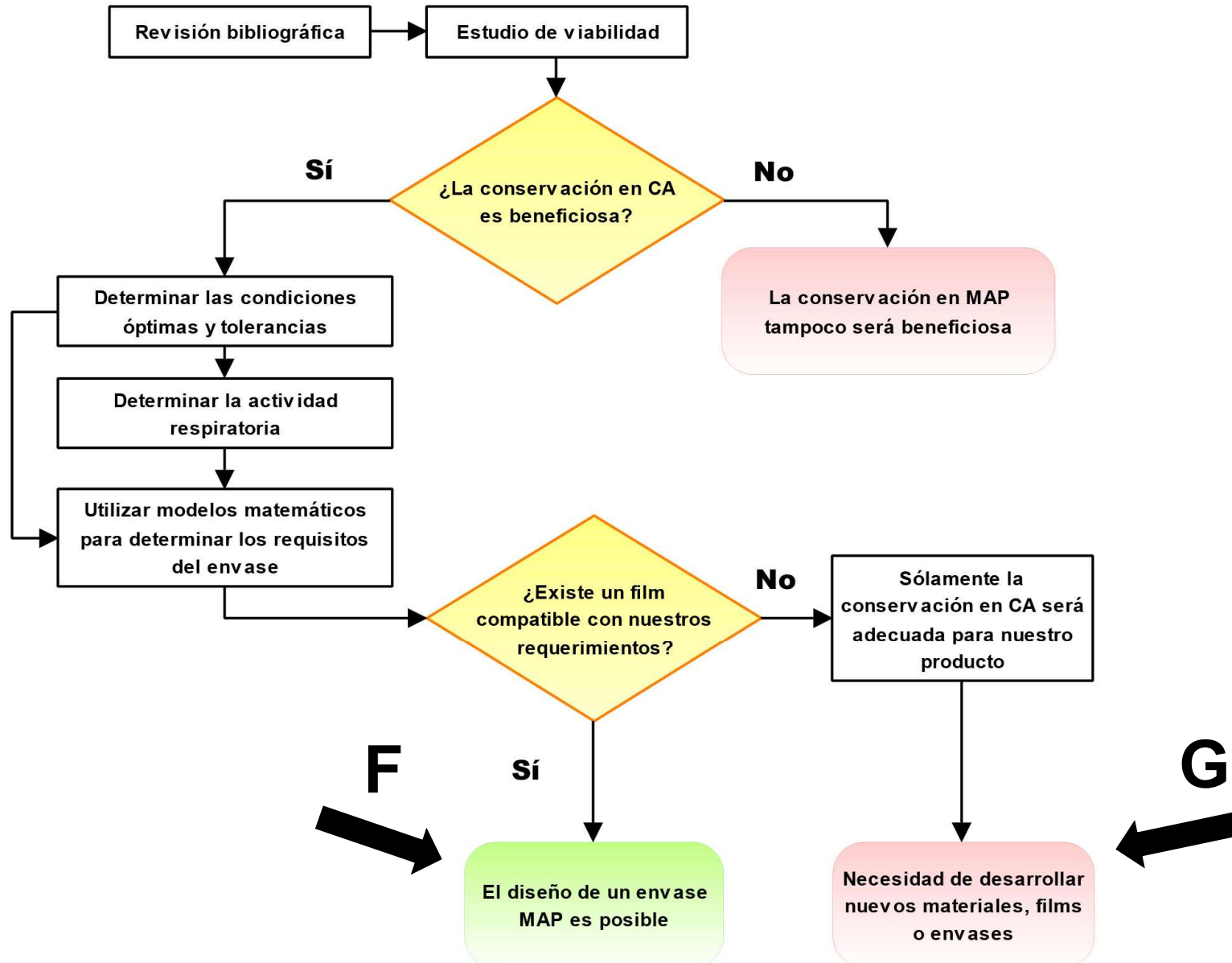




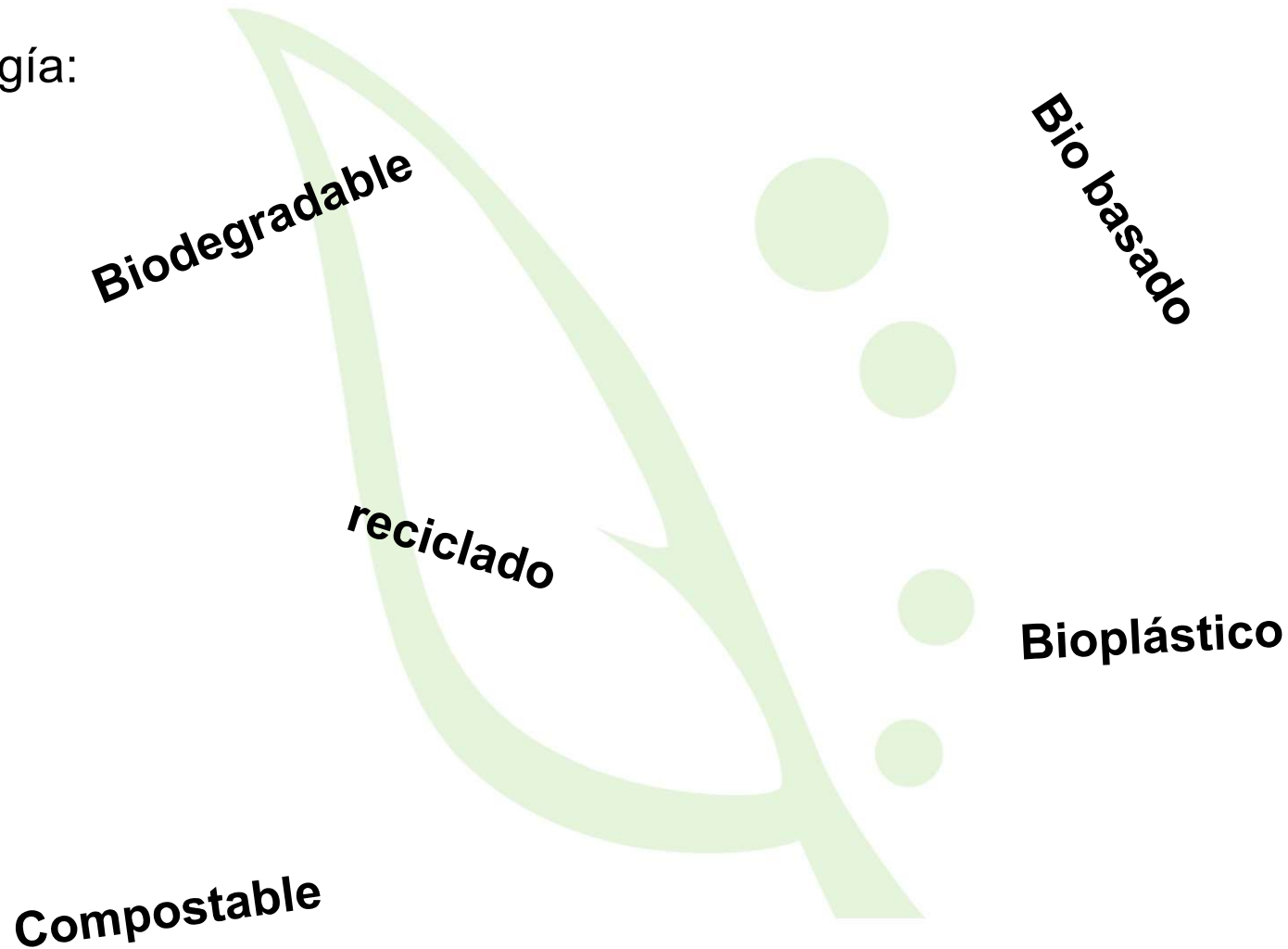
its

Fruta entera



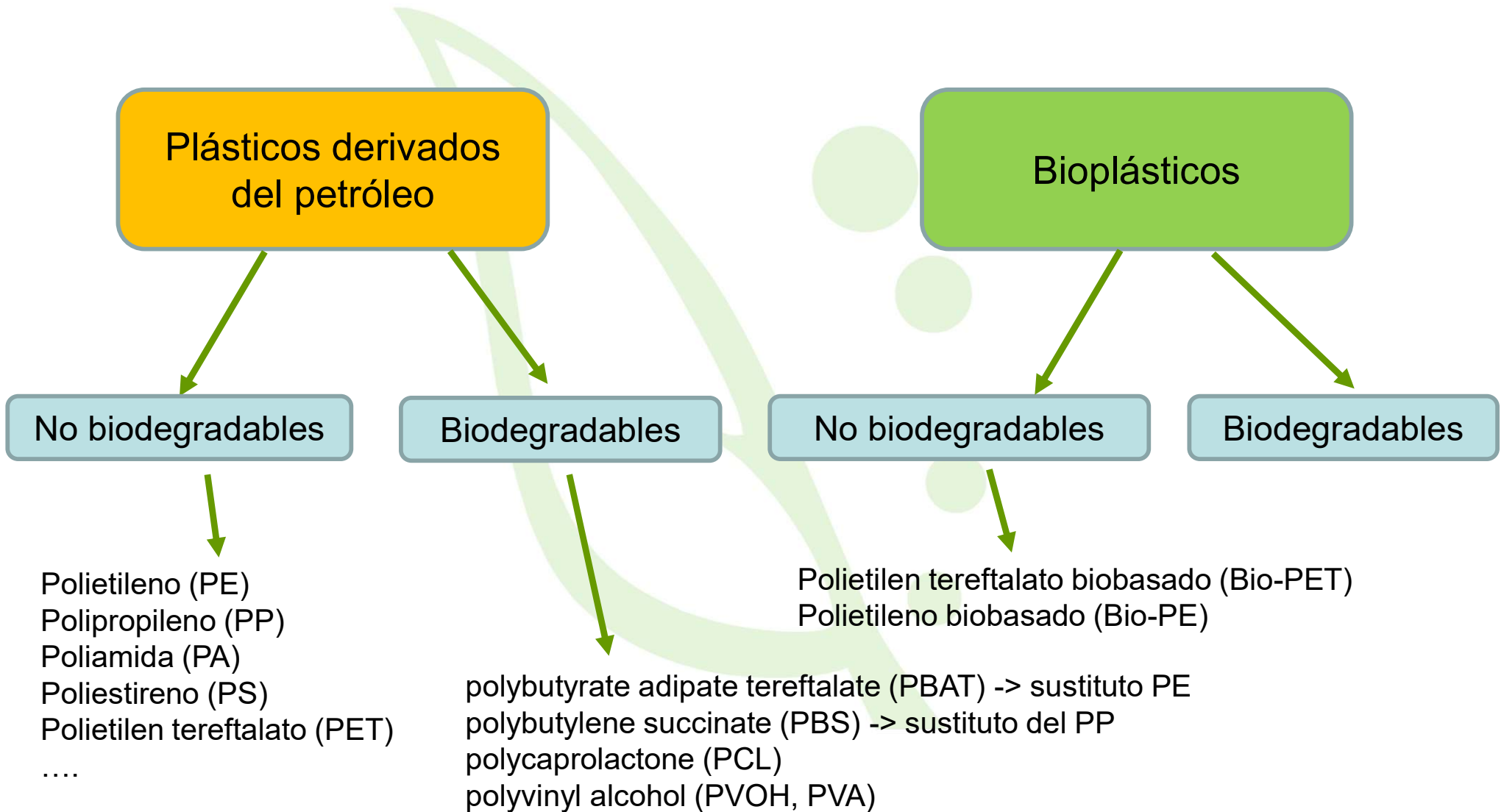


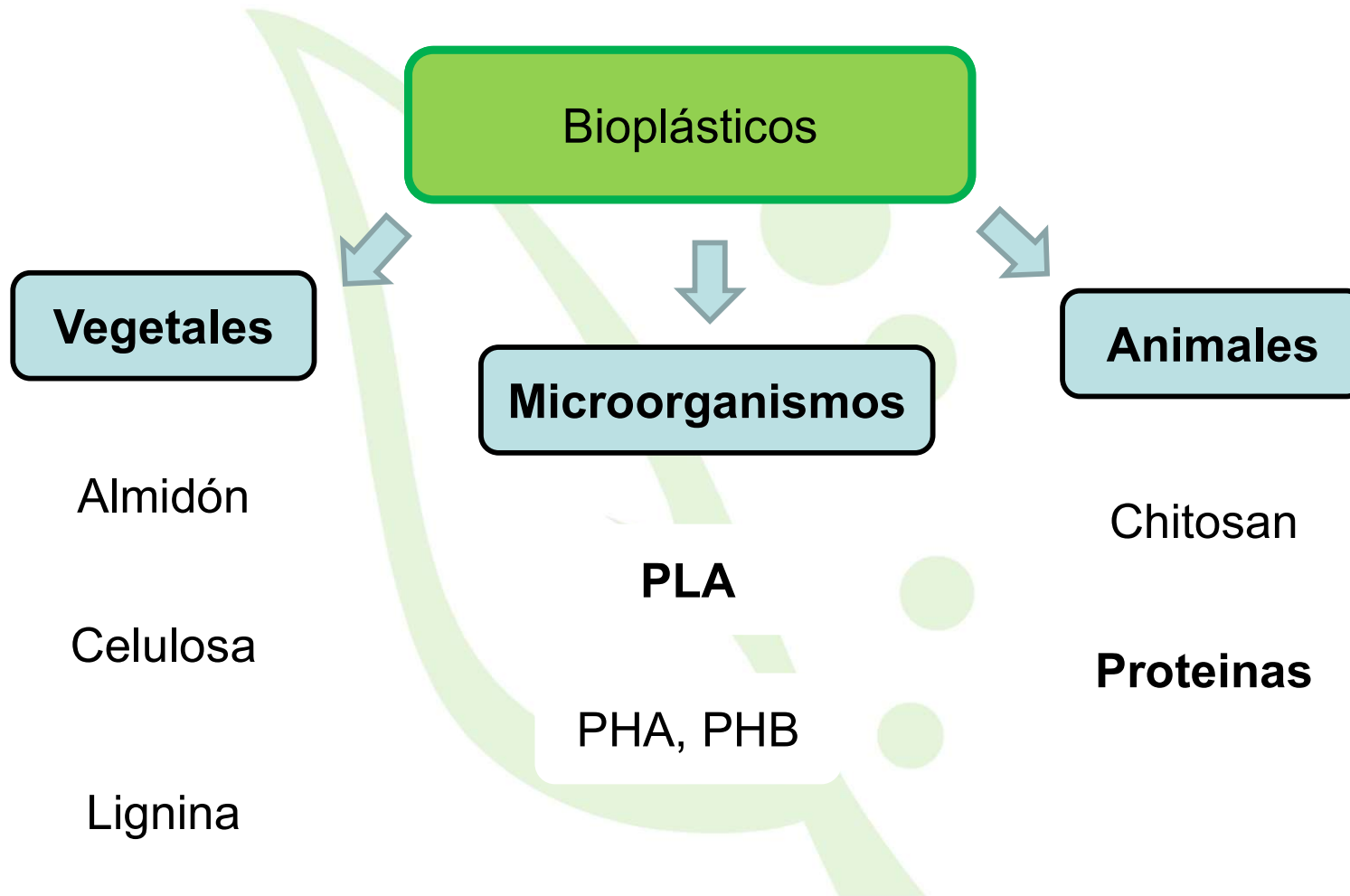
Terminología:



Plásticos derivados  
del petróleo

Bioplásticos







Aditivos

Macropartículas

Nanopartículas

Recubrimientos

Multicapa

Condiciones del  
proceso

Temperatura

Tiempo

Presión

Concentraciones

pH

## Moldeo por compresión:



## Termoselladora de laboratorio:



Muchas gracias  
por su atención

**Jaime González**

[jgonzalez@cita-aragon.es](mailto:jgonzalez@cita-aragon.es)



**POST2020**  
ZARAGOZA



Instituto Universitario de Investigación Mixto  
Agroalimentario de Aragón  
**Universidad Zaragoza**



**GOBIERNO  
DE ARAGÓN**

Departamento de Innovación,  
Investigación y Universidad