



# Simposio Taller

## Bioeconomía Región Centro 2017

—  
Biomateriales  
Desarrollos tecnológicos  
de origen biológico

9 de noviembre

Paraninfo UNL / Bv. Pellegrini 2750  
Ciudad de Santa Fe.

Organizan:

**SANTA  
FE**


Ministerio de  
**CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA**  
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE  
**CÓRDOBA** | **ENTRE  
TODOS**

**er**

Secretaría de  
**CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**  
Gobierno de Entre Ríos

 **CAB**  
Cámara Argentina  
de Biotecnología

 **Ministerio de Agroindustria**  
Presidencia de la Nación

 **Ministerio de Ciencia,  
Tecnología e Innovación Productiva**  
Presidencia de la Nación

 **BIOECONOMÍA  
ARGENTINA**



# Evaluación de la biodegradabilidad de materiales plásticos

**Dr. Lucas Matías Salvatierra**

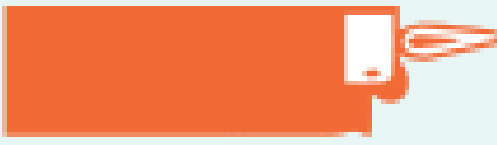
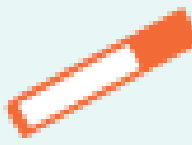
Director del Grupo BioTecMA

Prof. Titular Pontificia Universidad Católica Argentina, Campus Rosario.

Investigador del CONICET- Soft Matter Laboratory- INIFTA CCT La Plata.

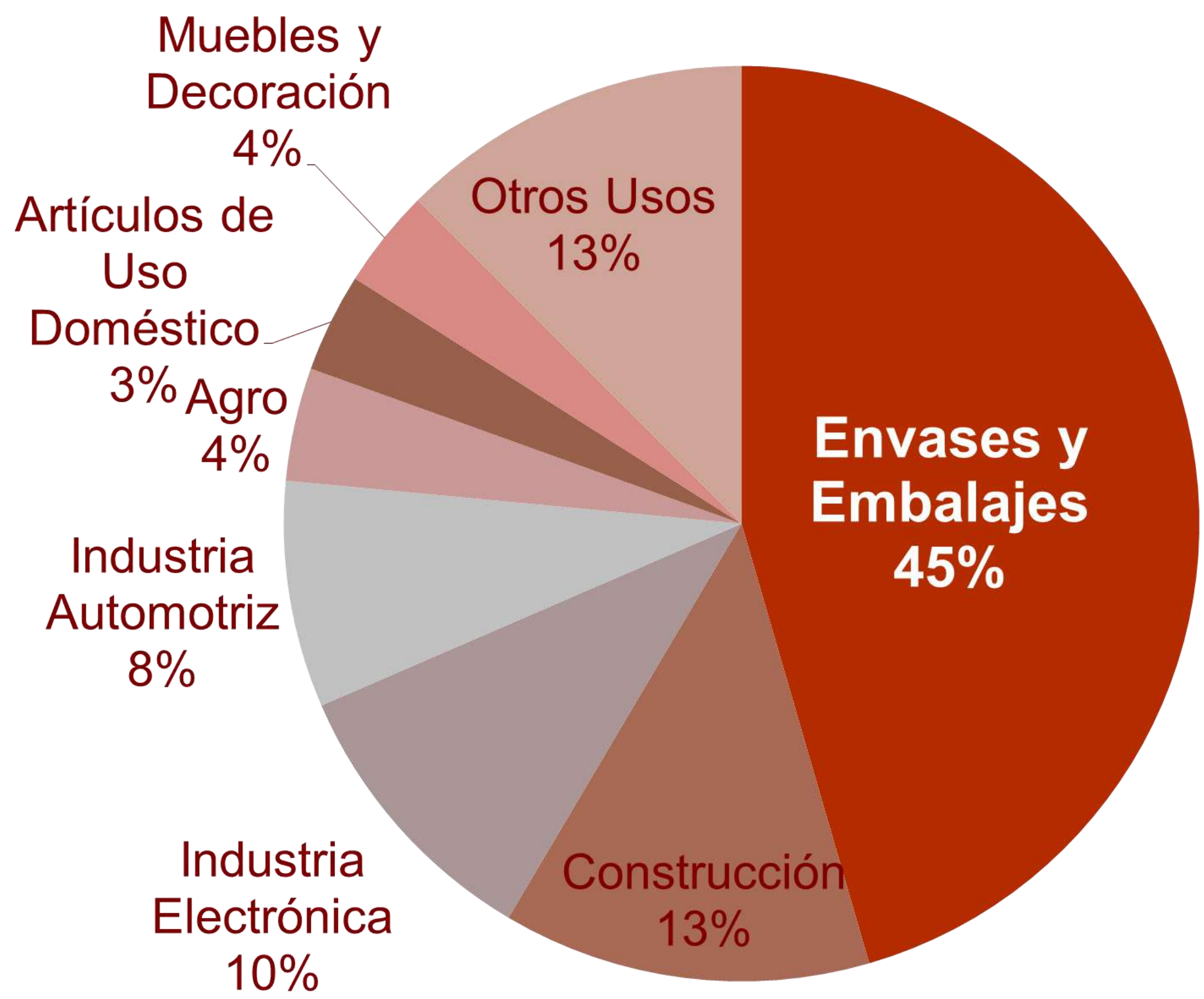


# Plásticos: ¿cuánto tiempo tardan en descomponerse?

HILO DE PESCA		± <b>600</b> años
BOTELLA		± <b>500</b> años
CUBIERTOS		± <b>400</b> años
MECHERO		<b>100</b> años
VASO		<b>65- 75</b> años
BOLSA		<b>55</b> años
SUELA DE ZAPATO		<b>10- 20</b> años
COLILLA		<b>1- 5</b> años
GLOBO		<b>6</b> meses

Se producen mundialmente más de **300 Millones de toneladas al año** de Plásticos.

Esta actividad consume aproximadamente el **4%** del petróleo comercializado.

















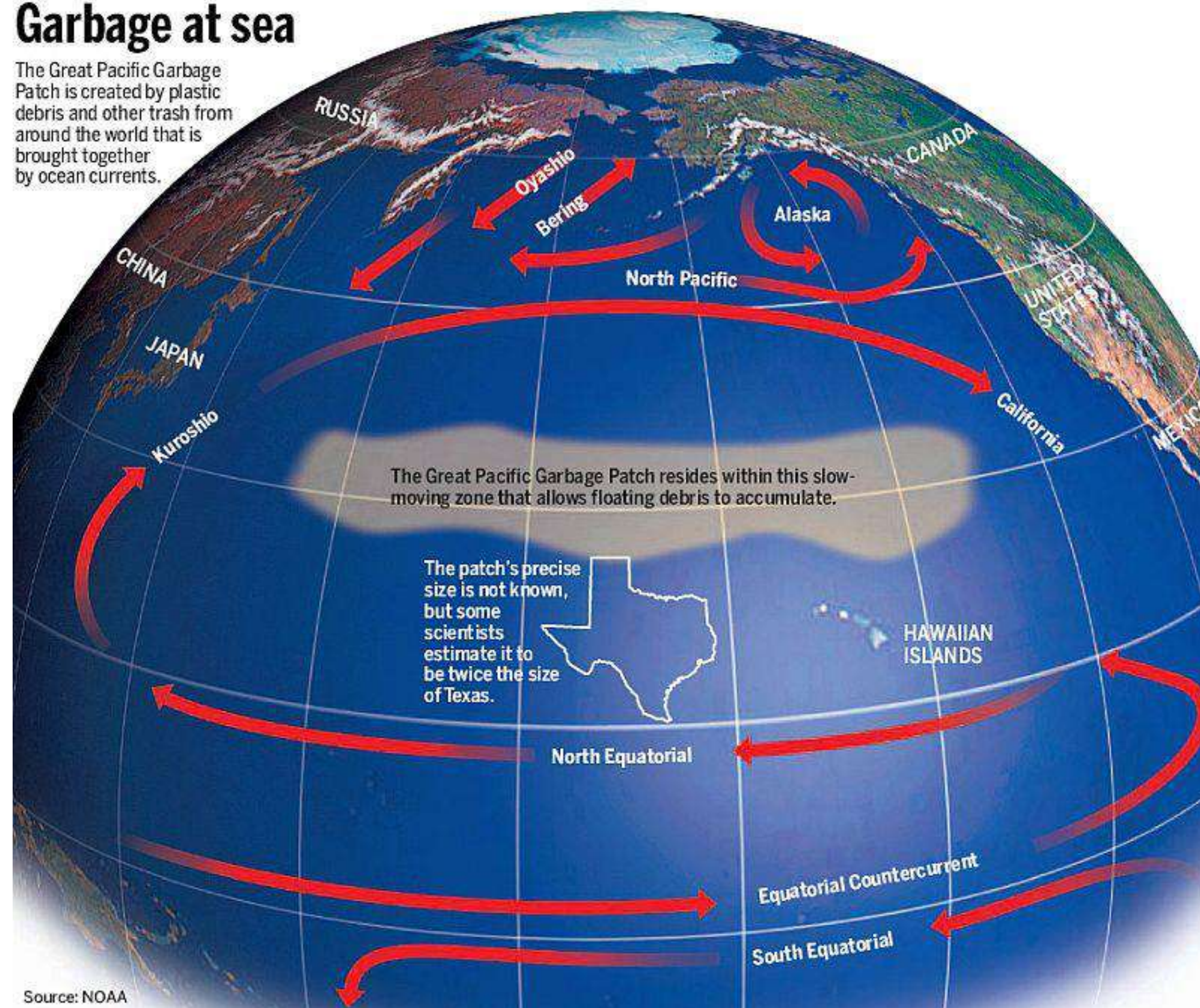




Alrededor de 8 millones de toneladas de plástico entran al medio marino cada año, y la cifra va a aumentar. La Fundación Ellen MacArthur estima que en 2014 se produjeron 311 millones de toneladas de plástico, una cifra que se duplicará dentro de 20 años, y proyecta que en los océanos habrá más plástico que peces para el año 2050.

## Garbage at sea

The Great Pacific Garbage Patch is created by plastic debris and other trash from around the world that is brought together by ocean currents.



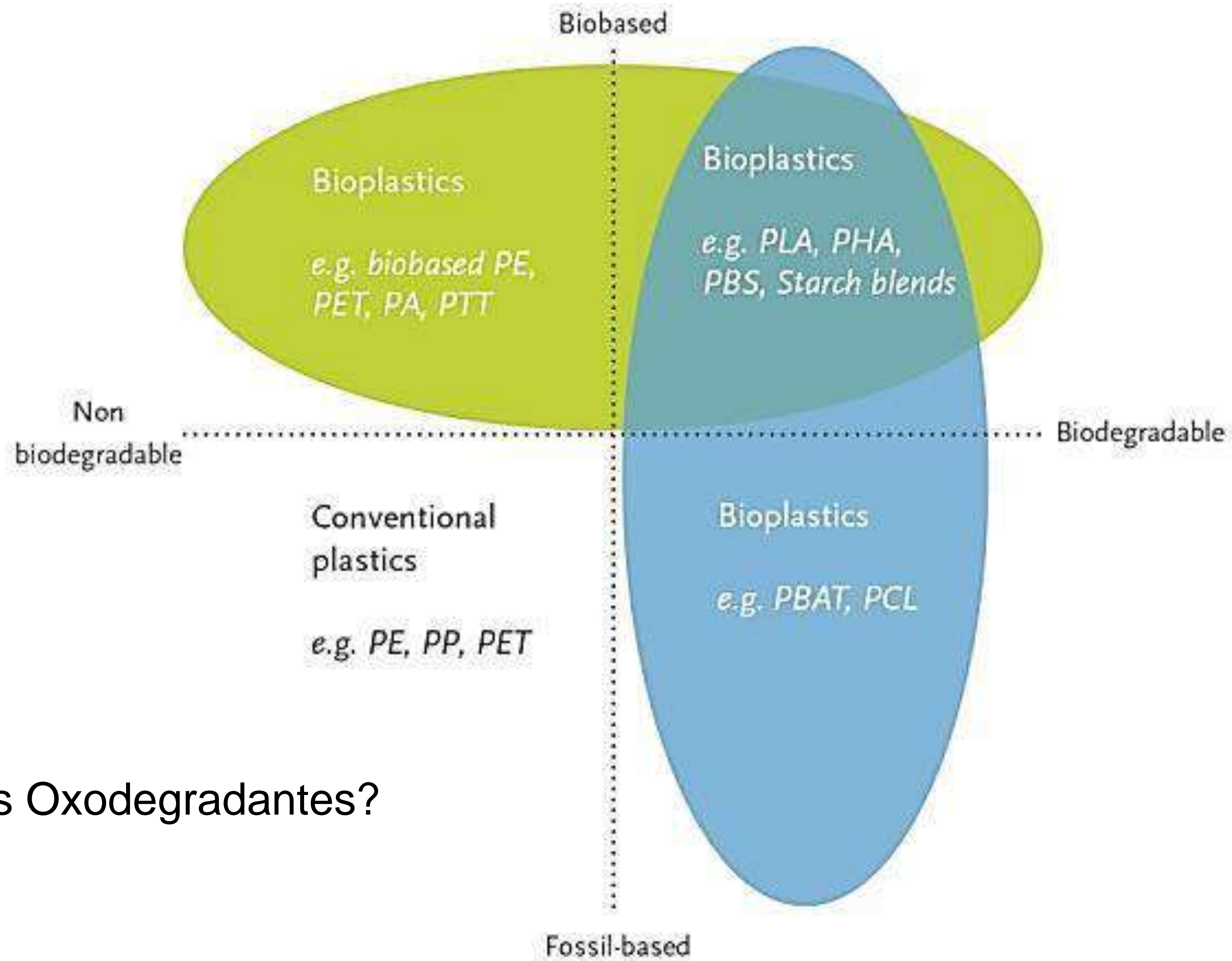
Charles J. Moore (oceanógrafo): "El plástico está en el aire que respiramos, se ha convertido en parte de la tierra y del reino animal". "Nos estamos convirtiendo en personas de plástico".



## Boyan Slat: Ocean Cleanup Project

limpiar el 99% de la gran mancha de basura del Pacífico en un lapso de 30 años

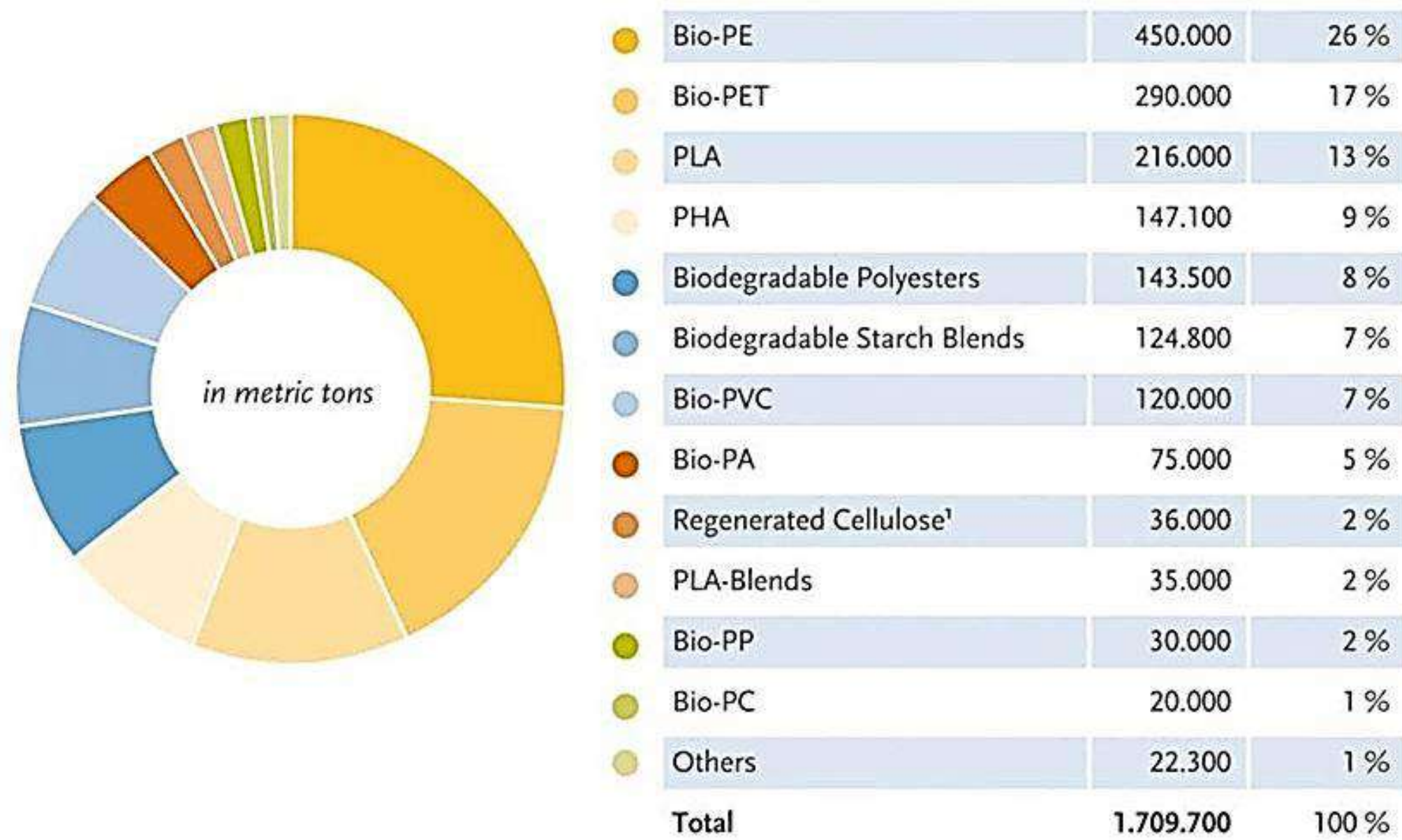




Aditivos Oxodegradantes?

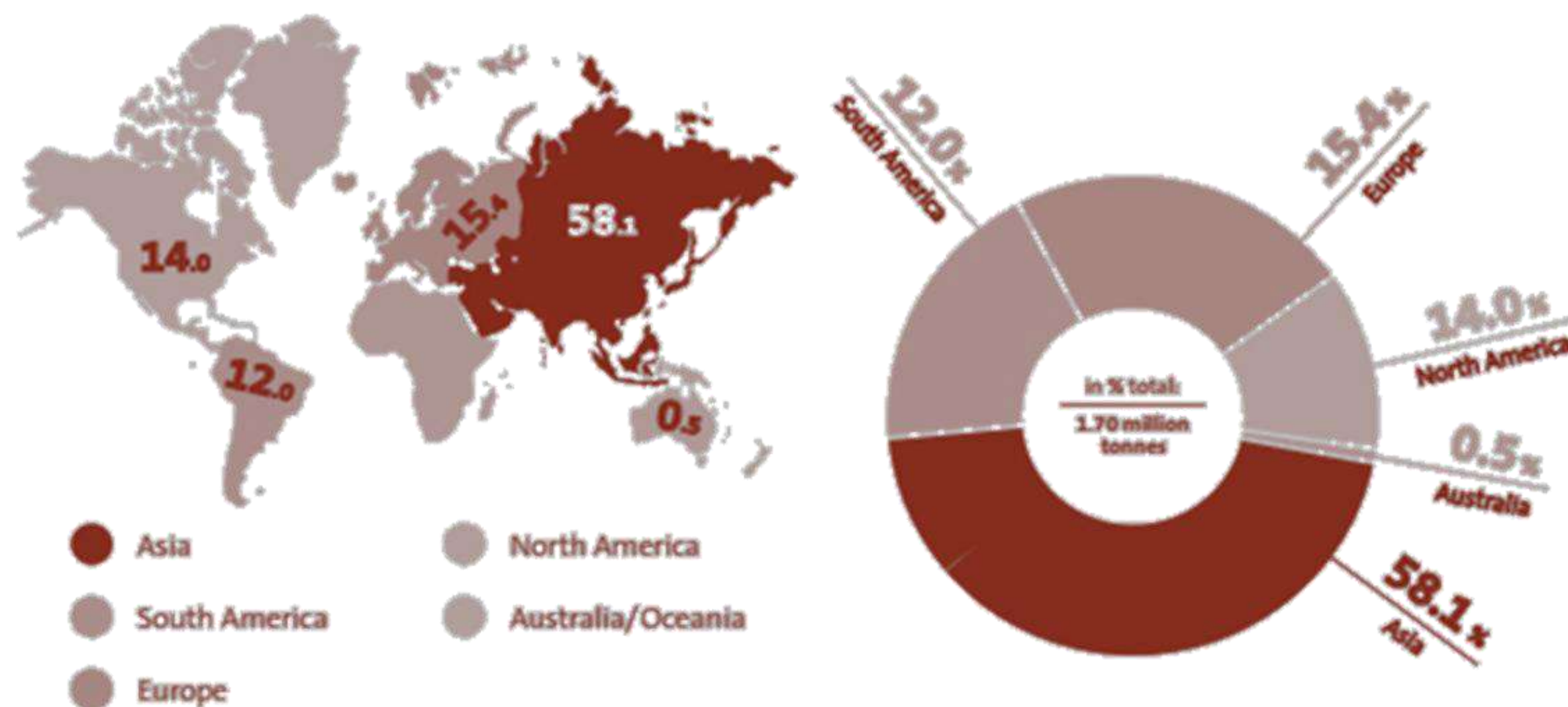


Biopolymers production capacity 2015 (by type)

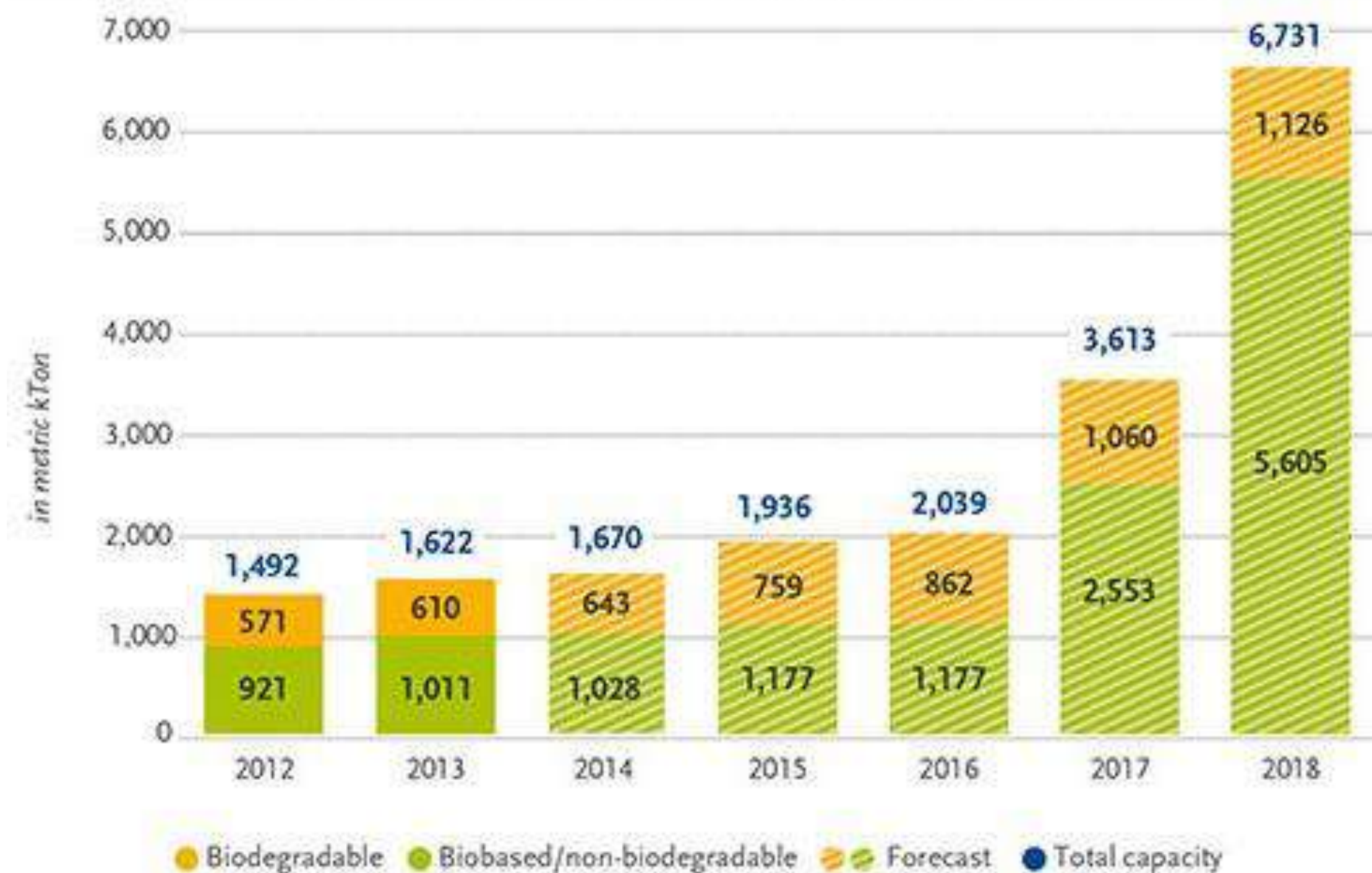


<sup>1</sup> only hydrated cellulose foils

Global production capacities of bioplastics in 2014 (by region)



Global production capacities of bioplastics



Source: European Bioplastics, Institute for Bioplastics and Biocomposites, nova-Institute (2014)  
More information: [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets) and [www.downloads.ifbb-hannover.de](http://www.downloads.ifbb-hannover.de)

**Sólo el 1% de la Producción Mundial de Plásticos corresponde a BIOPLASTICOS**  
(y la mitad son sólo biodegradables)

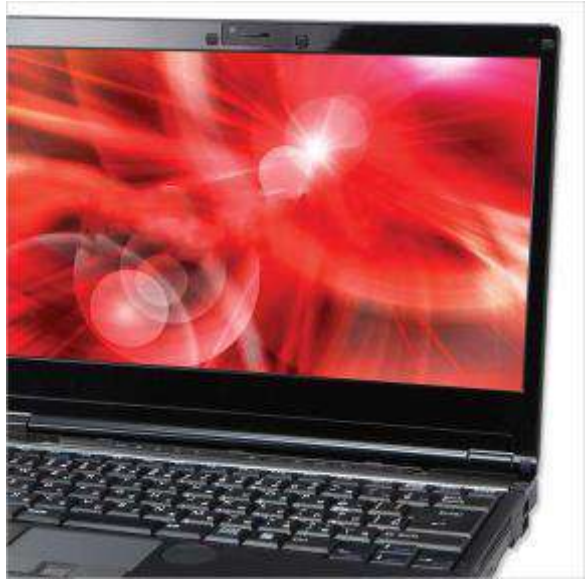


# Almidón de Maíz

<b>PELÍCULA</b> Bolsas para la compra, bolsas para la recogida selectiva, envases para alimentos, bolsas para la fruta y la verdura.	<b>TERMOFORMADOS</b> Recipientes y contenedores rígidos para alimentos, macetas compostables para jardinería	<b>ADITIVOS</b> Biofiller (p. ej.: neumáticos)
<b>ESPUMAS SINTÉTICAS</b> Embalajes Loose Filler con excelentes propiedades antigolpes, óptimos para productos farmacéuticos, aparatos de laboratorio, productos de gran consumo.	<b>PERFILES EXTRUIDIDOS</b> Bastoncitos de algodón, pajitas para bebidas, tubos flexibles para la agricultura.	<b>MOLDEADOS POR INYECCIÓN</b> Cubiertos monouso, bolígrafos, peines, juguetes.



# Ácido Poli-Láctico

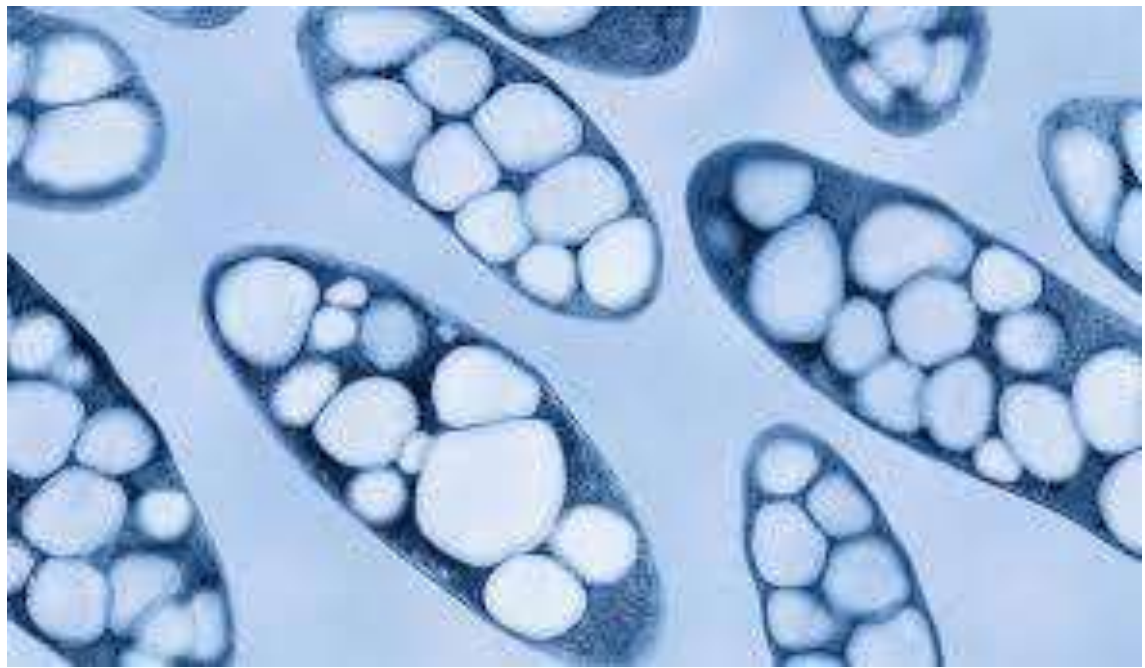


# PHA's



10% del aceite  
convertido a biodiesel  
es glicerol crudo  
2,7 millones de tons del  
biodiésel

Lactosuero de  
quesería





# Cómo evaluar el potencial de degradación y biodegradación de un material plástico en el medio ambiente



ASTM INTERNATIONAL



International  
Organization for  
Standardization



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG



Instituto Argentino  
de Normalización  
y Certificación

Austria	ONORM	<a href="http://www.as-search.at/">www.as-search.at/</a>
France	AFNOR	<a href="http://www.afnor.org">www.afnor.org</a>
Germany	DIN	<a href="http://www.din.de/">www.din.de/</a>
Spain	AENOR	<a href="http://www.aenor.org">www.aenor.org</a>
Italy	UNI	<a href="http://www.uni.com">www.uni.com</a>
Japan	JIS	<a href="http://www.jsa.or.jp/">www.jsa.or.jp/</a>
UK	BSI	<a href="http://www.bsigroup.com/">www.bsigroup.com/</a>
US	ASTM	<a href="http://www.astm.org">www.astm.org</a>
International	ISO	<a href="http://www.iso.org">www.iso.org</a>
Europe	CEN	<a href="http://www.cen.eu">www.cen.eu</a>
Argentina	IRAM	<a href="http://www.iram.org.ar">www.iram.org.ar</a>



# Normas para evaluar la Compostabilidad y Biodegradabilidad en materiales plásticos

## En compost:

**EN 13432 / ISO 18606**: **Packaging**-Requirements for packaging recoverable through **composting** and biodegradation. Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.

**EN 14995 / ISO 17088**: **Plastics** — Evaluation of **compostability** — Test scheme and specifications.

**ISO 14855**: Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en condiciones de **compostaje** controladas. Método según el análisis de dióxido de carbono generado.

**ASTM D5338**: Std. Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled **Composting** Conditions, Incorporating Thermophilic Temperatures.

**EN 14046**: Evaluación de la biodegradabilidad aeróbica última y de la desintegración de los materiales de envase y de embalaje bajo condiciones controladas de formación de **compost**. Método mediante el análisis del dióxido de carbono liberado.

**ISO 16929**: Determination of the degree of disintegration of plastic materials in a pilot-scale test under defined **composting** conditions.



## En tierra/suelo:

**ISO 17556**: Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última en el **suelo** mediante la medición de la demanda de oxígeno en un respirómetro o bien mediante la cantidad de dióxido de carbono generada.

**ASTM D5988**: Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation in Soil of Plastic Materials or Residual Plastic Materials After Composting.

## En agua dulce:

**ISO 14851**: Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic material in an aqueous medium-Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer.

**ISO 14852**: Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium-Method by analysis of evolved carbon dioxide.

## En agua salada/marina:

**ASTM D6691**: Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials in the Marine Environment by a Defined Microbial Consortium or Natural Sea Water Inoculum.



# Cuerpos de certificación y etiquetado



**TÜVRheinland®**

**DIN CERTCO**

Genau. Richtig.




Biodegradable Products Institute. USA.

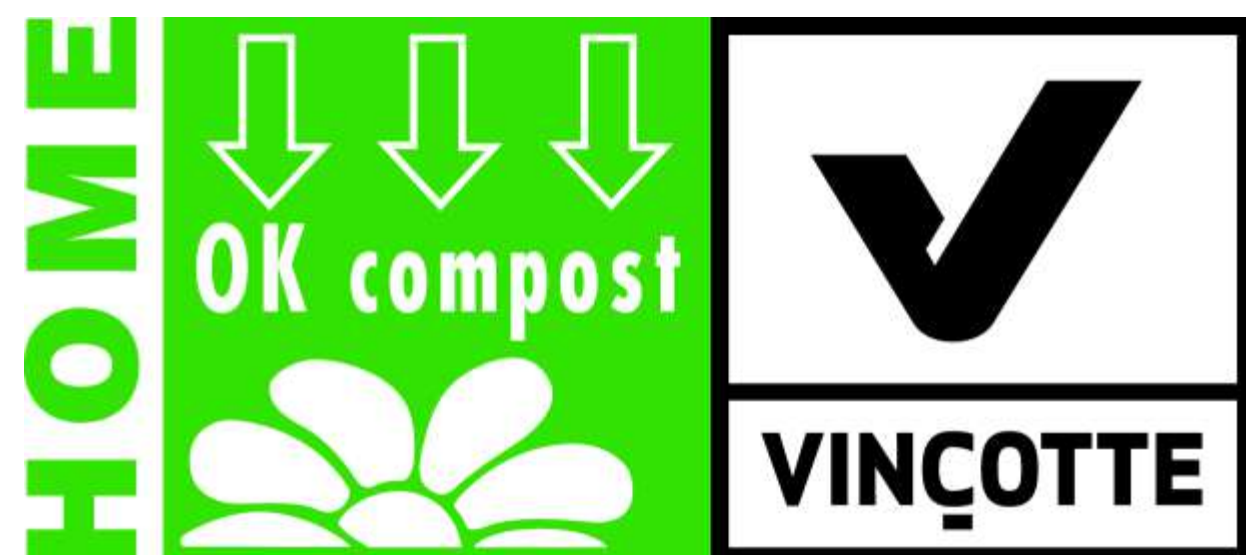
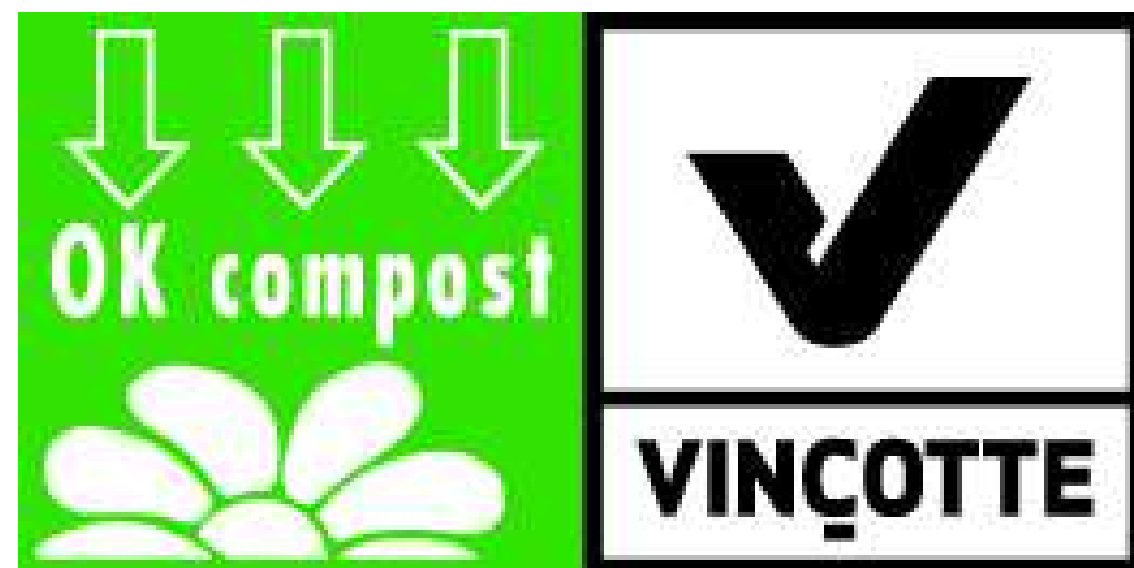
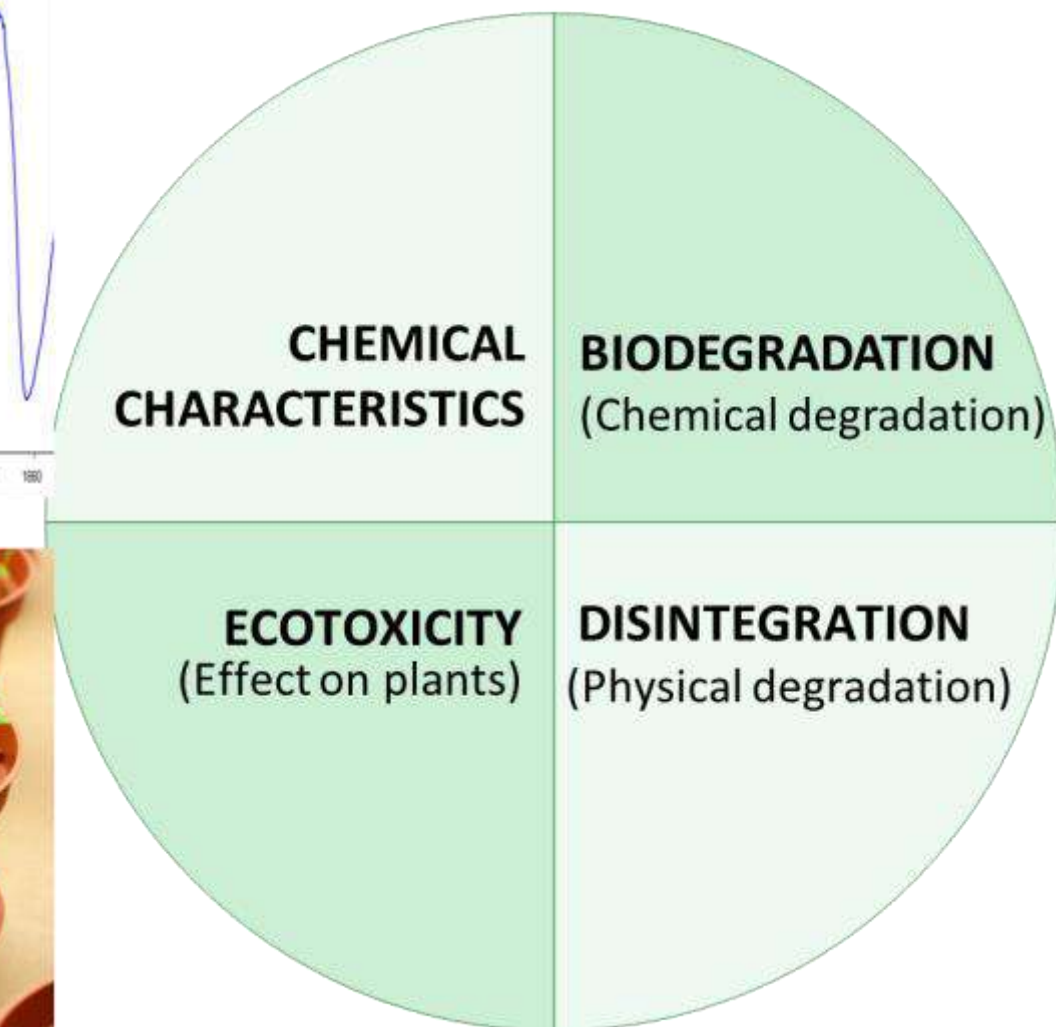
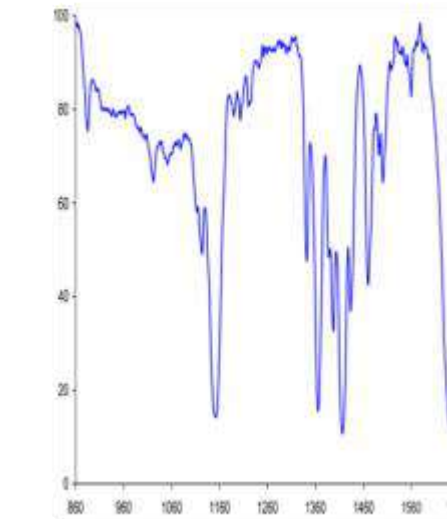


Instituto Argentino  
de Normalización  
y Certificación



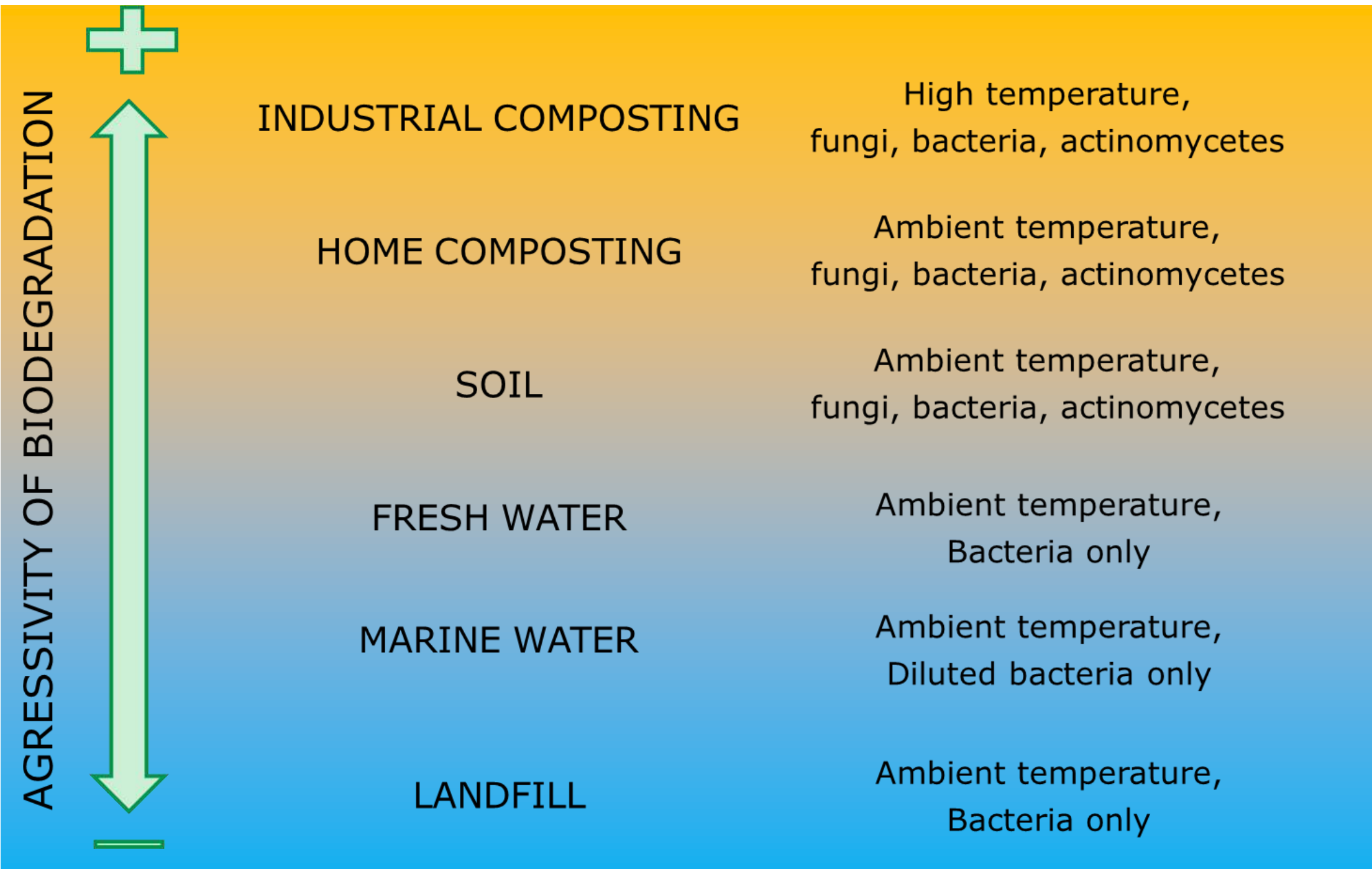
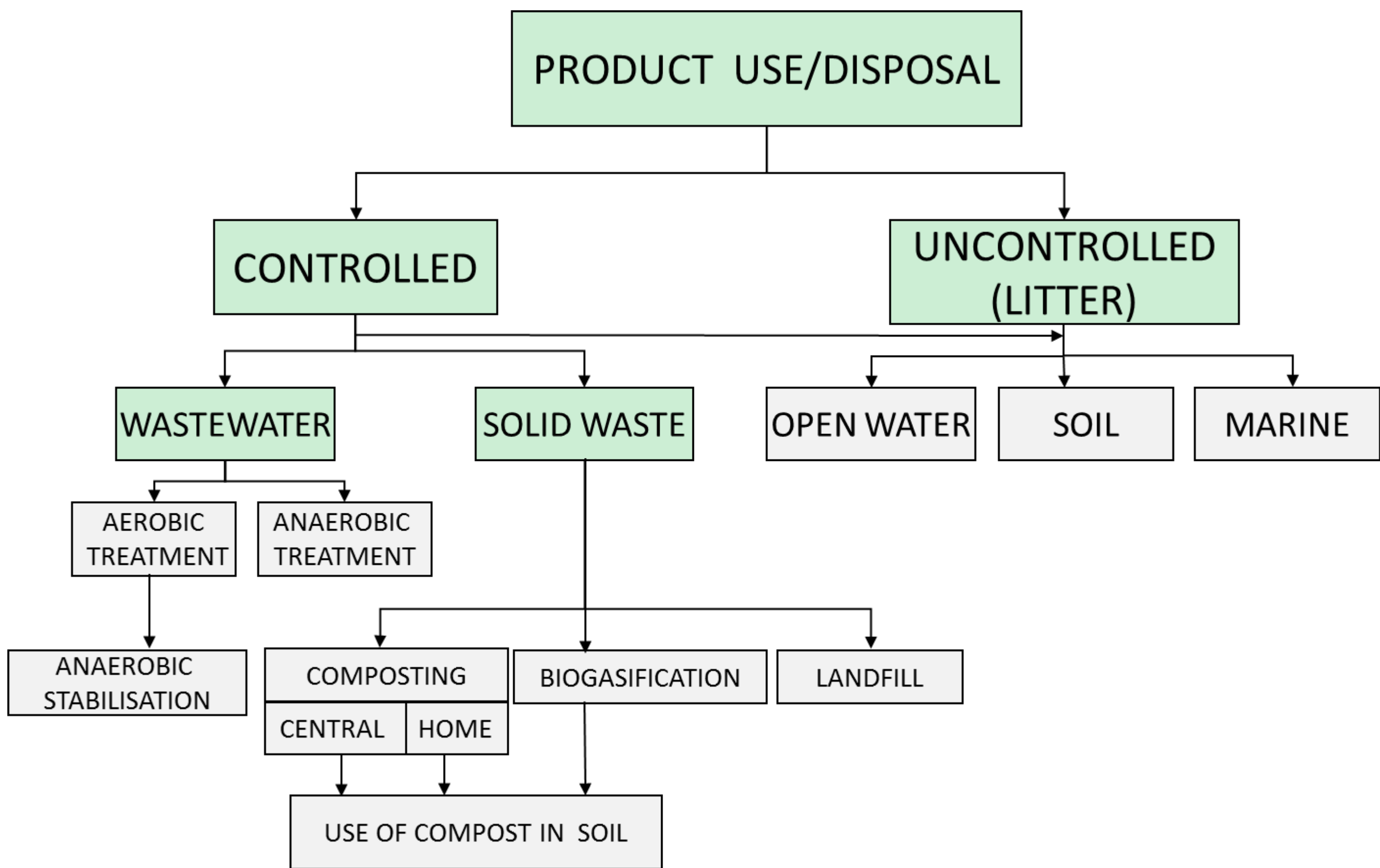
# Compostabilidad Industrial y hogareña

	WORLDWIDE	EUROPE	US	AUSTRALIA
				
PLASTICS	ISO 17088	EN 14995	ASTM D6400	AS 4736
PACKAGING	ISO 18606	EN 13432		
PAPER COATING			ASTM D6868	



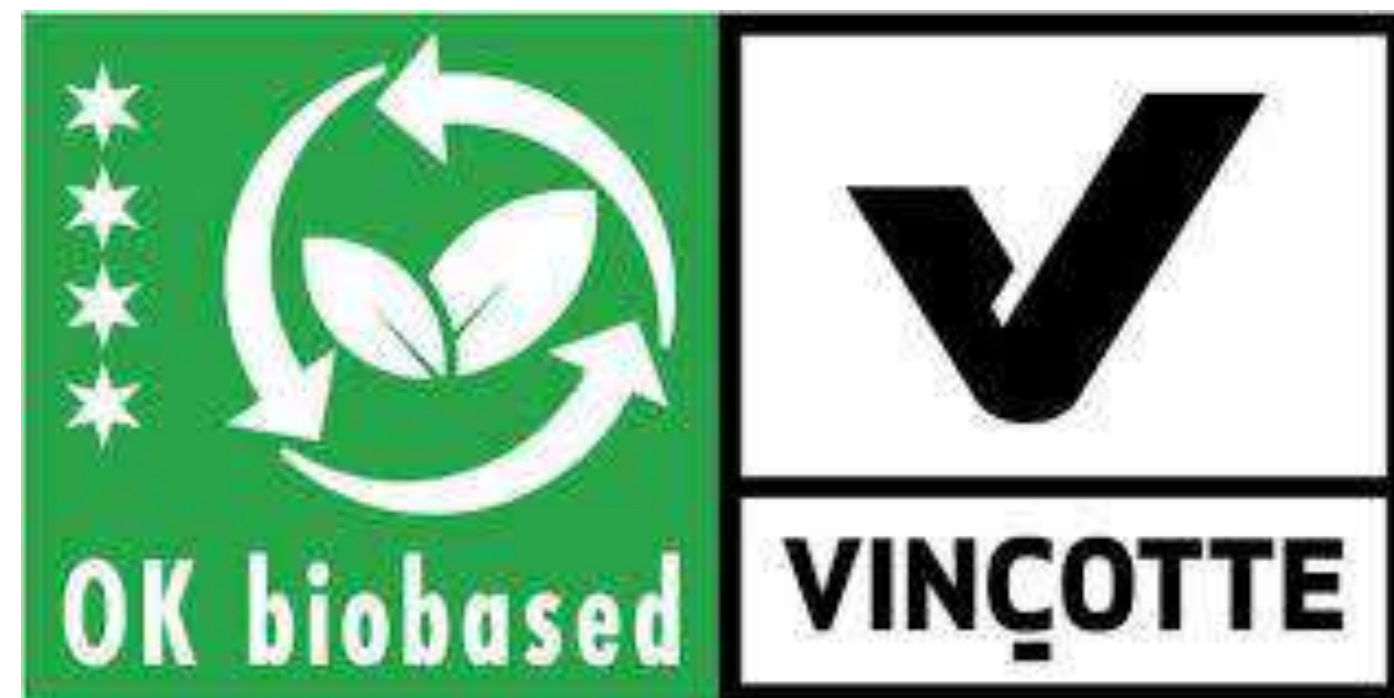


# Biodegradabilidad en otros ambientes





# Composición de Carbono Biobasado



## TESTING SPECIFICATION FOR BIOBASED PRODUCTS



Determination of the biobased carbon content in the product

- Based on the ASTM D 6866, CEN/TS 16137 and/or ISO 16620 norms



Determination of the organic content

- Based on the ignition loss according to, for example, EN 13039 or DIN 18128



Determination of the biobased content in the product

- Based on the EN 16785-1 norm
- Elemental analysis C, H, N, O
- Based on the EN 16785-1 norm



**biobased %**

**ASTM D6866, DIN 91236, ISO 16620**

**biobased %**



Both fossil and renewable raw materials consist mainly of carbon (C). Carbon occurs in several forms, called isotopes. Isotope C14 is radioactive and occurs naturally in all living organisms (plants, animals ...) in a fixed concentration of  $1.2 \times 10^{-12}$  %. At this concentration, the (radio) activity level of C14 is 100%.

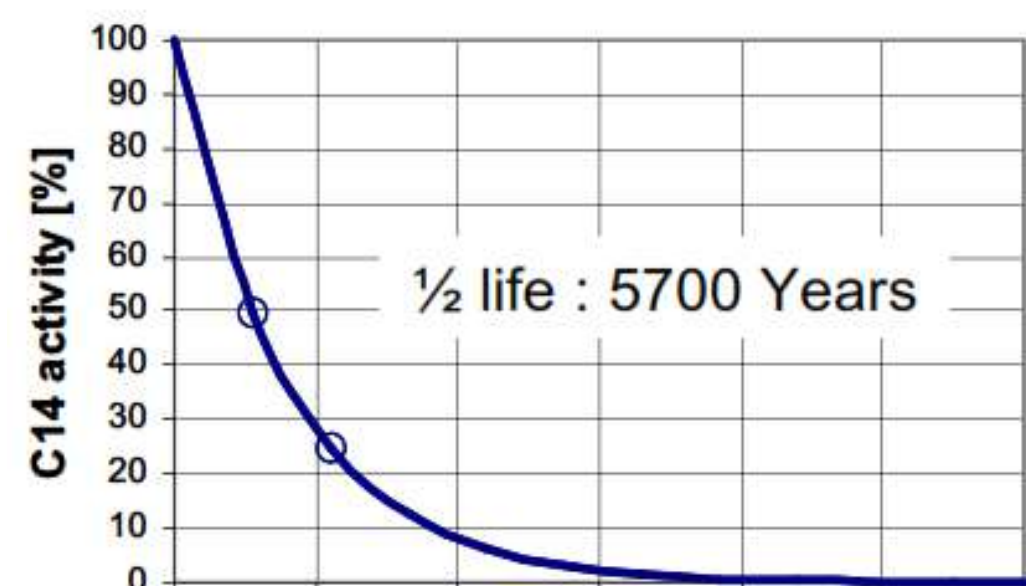
Once an organism is no longer living, this concentration, and thus the activity rate, decays with a half-life of 5700 years. The C14-activity of an unknown substance can therefore determine how old the organism is (or rather how long it has been dead).

By determining the percentage of renewable materials (% Biobased) in an OK Biobased product, we already know the age of the organic material.

- On the one side "young" carbon (0 to 10 years) derived from renewable raw materials (eg plants), with C14-activity of about 100%.
- On the other side "old" carbon (millions of years), derived from fossils with a C14 activity of about 0%.

We therefore don't use the C14 method to determine the age of the product (which would in fact be impossible because it is a mixture of different materials), but rather to determine the concentration of young (or renewable) materials in comparison with the concentration of old (or fossil) resources.

Example: If a product has a C14-activity of 80%, it means that the product consists of 80% renewable and 20% fossil materials.





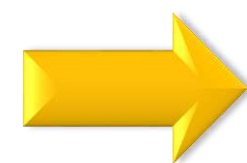
# Estudios sobre poliolefinas oxo-aditivadas

**ASTM D 6954:** Standard Guide for Exposing and Testing Plastics that Degrade in the Environment by a Combination of Oxidation and Biodegradation

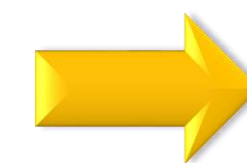
**ASTM D 6400:** Standard Specification for Compostable Plastics

**ASTM D 5338:** Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions

**Etapas/Tier 1:**  
**Degradación no  
biológica**



**Etapas/Tier 2:**  
**Compostabilidad /  
Biodegradación**



**Etapas/Tier 3:**  
**Ecotoxicidad  
Citotoxicidad**



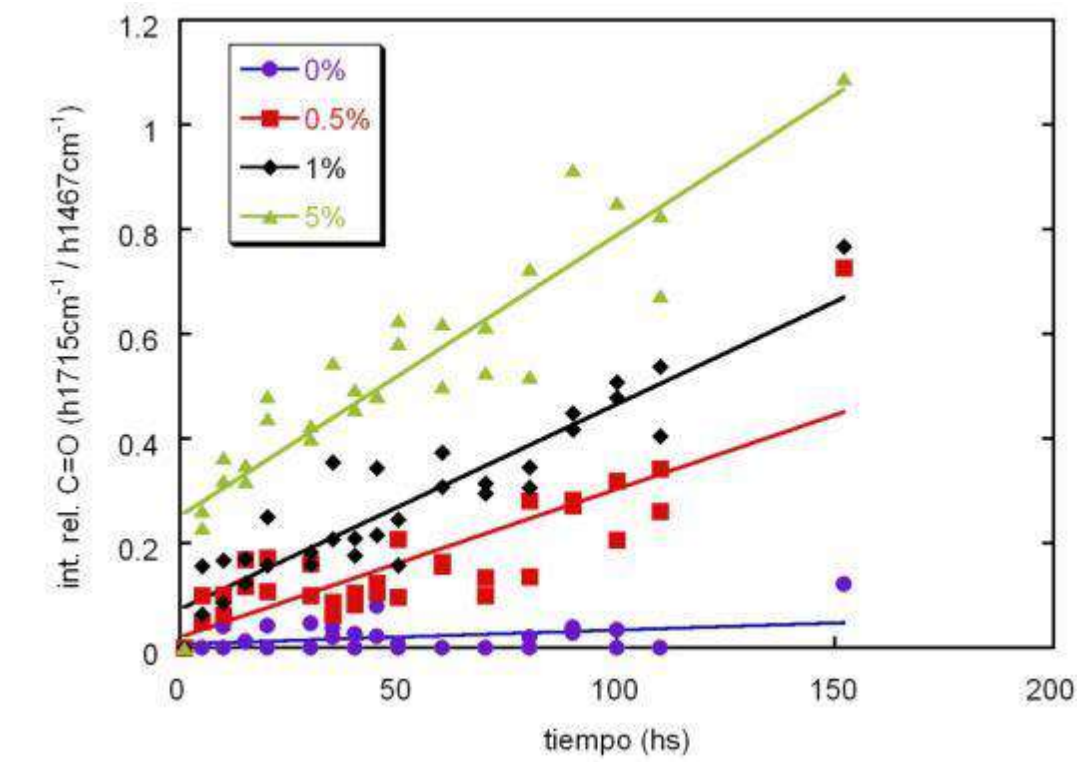
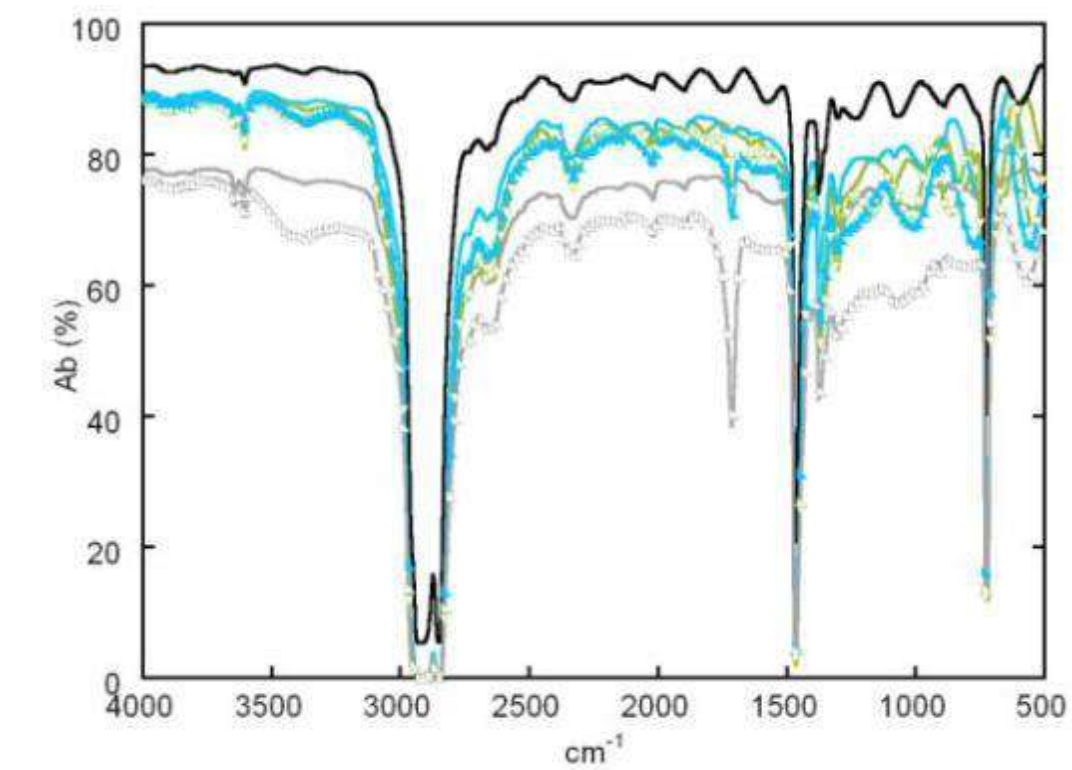
## Etapa/Tier 1: Degradación no biológica

## Cámara de envejecimiento UV-térmico

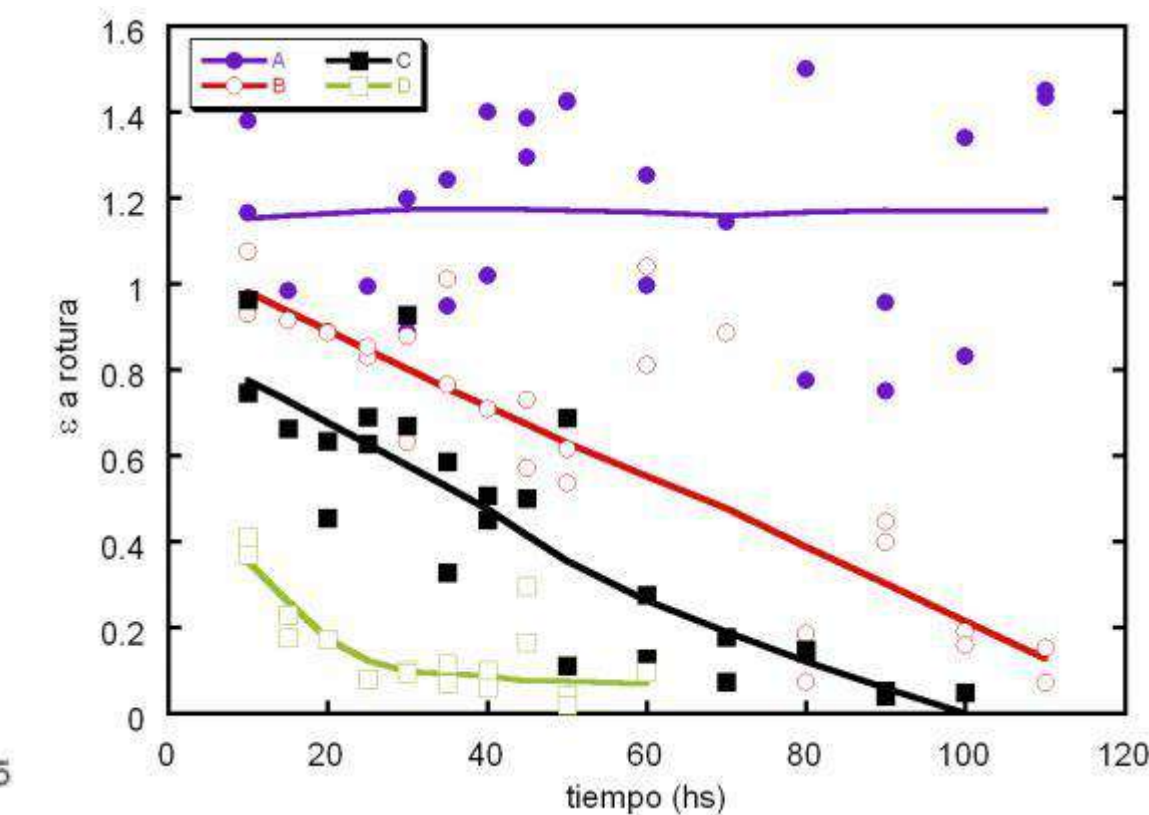
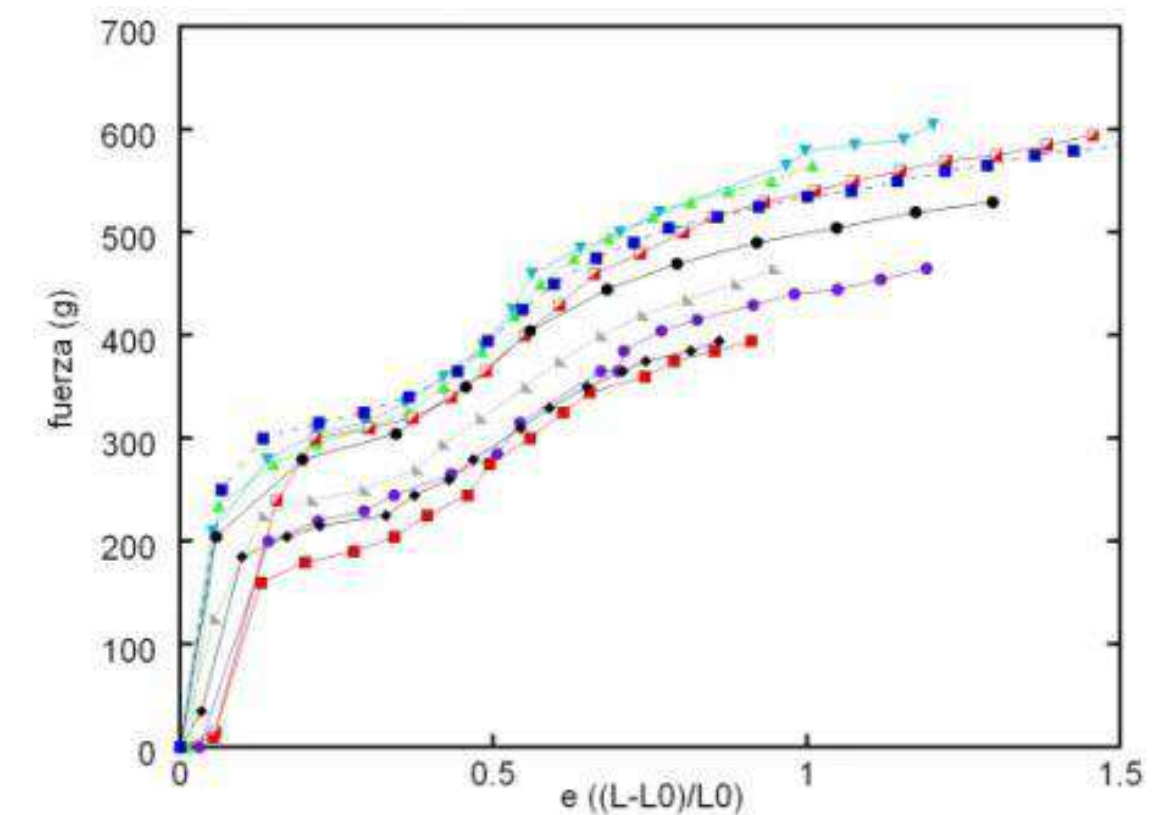
## Caracterización de las muestras envejecidas



## Espectroscopía absorción infrarroja (FTIR)

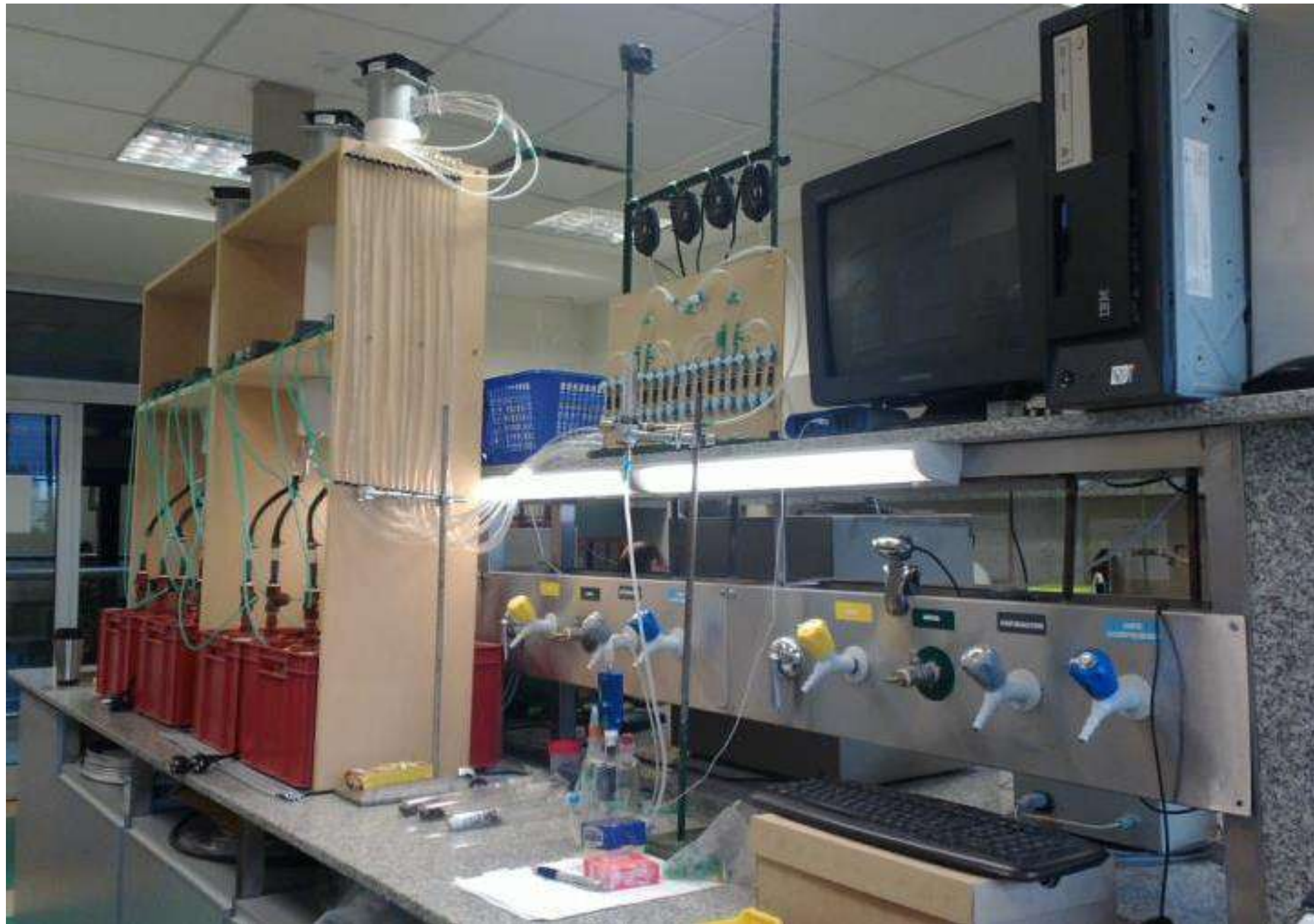


## Ensayos de Tracción





En la **ASTM 5338**, el compost debe ser maduro. Es decir, que un inóculo del mismo debería producir entre 50 and 150 mg of CO<sub>2</sub> por gramo de sólidos volátiles durante los primeros 10 días del ensayo y poseer un contenido de cenizas menor al 70% y un pH entre 7 y 8. Los sólidos totales deben estar entre 50-55% y la relación C/N entre 10 y 40. Por otra parte, el nivel de oxígeno en los reactores debería ser al menos de un 6%. Se colocan unos 600g de inóculo y unos 100g de muestra.



## **Etapas/Tier 2: Compostabilidad / Biodegradación**

Condiciones aeróbicas y  
termófilas del compost:  
58°C (±2°C).  
Cuantificación de la  
generación de CO<sub>2</sub> con  
detector NIR





# AFNOR 51-808 Biodegradation Test (TIER 2)

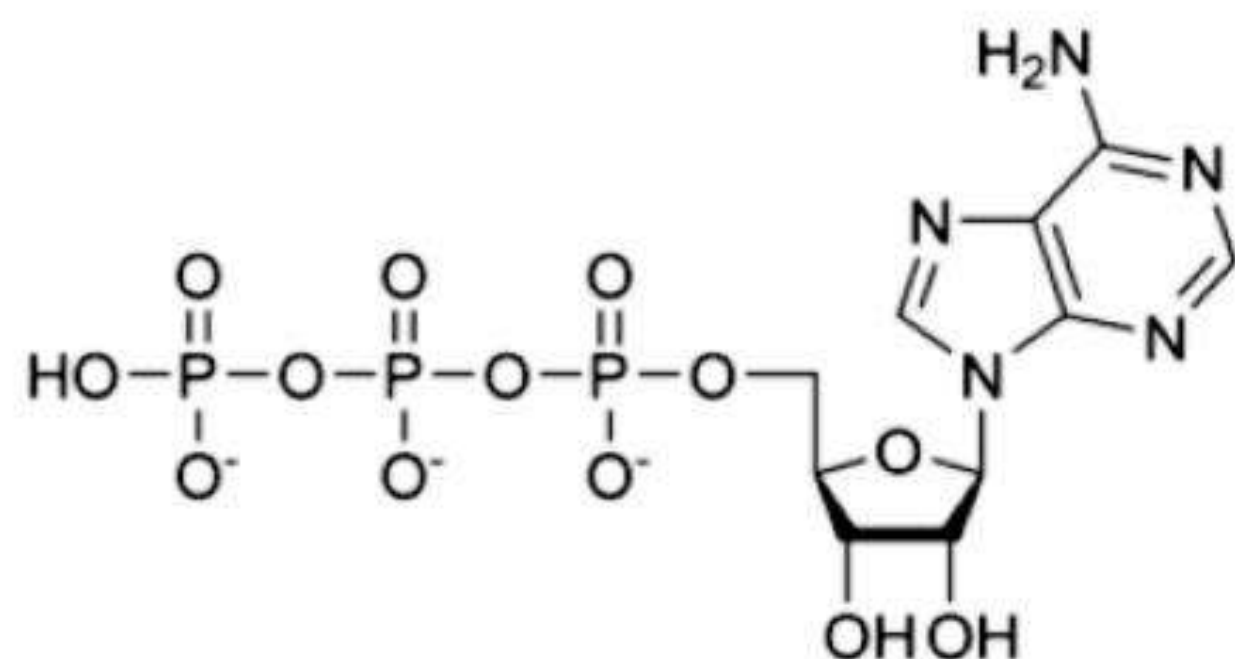


Figure 1 — Molecular structure of ATP

where:

LH<sub>2</sub> luciferin

ATP adenosine triphosphate

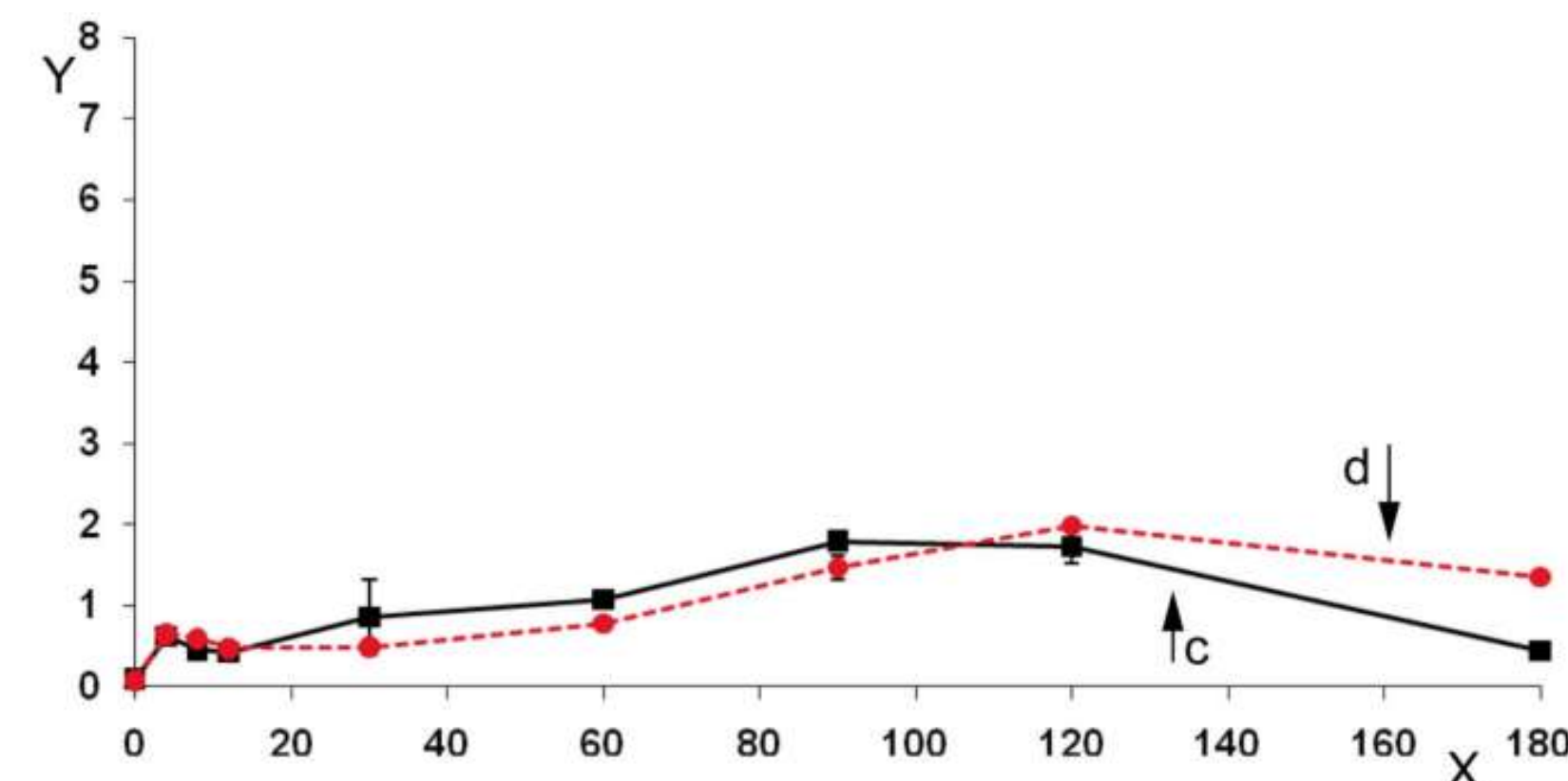
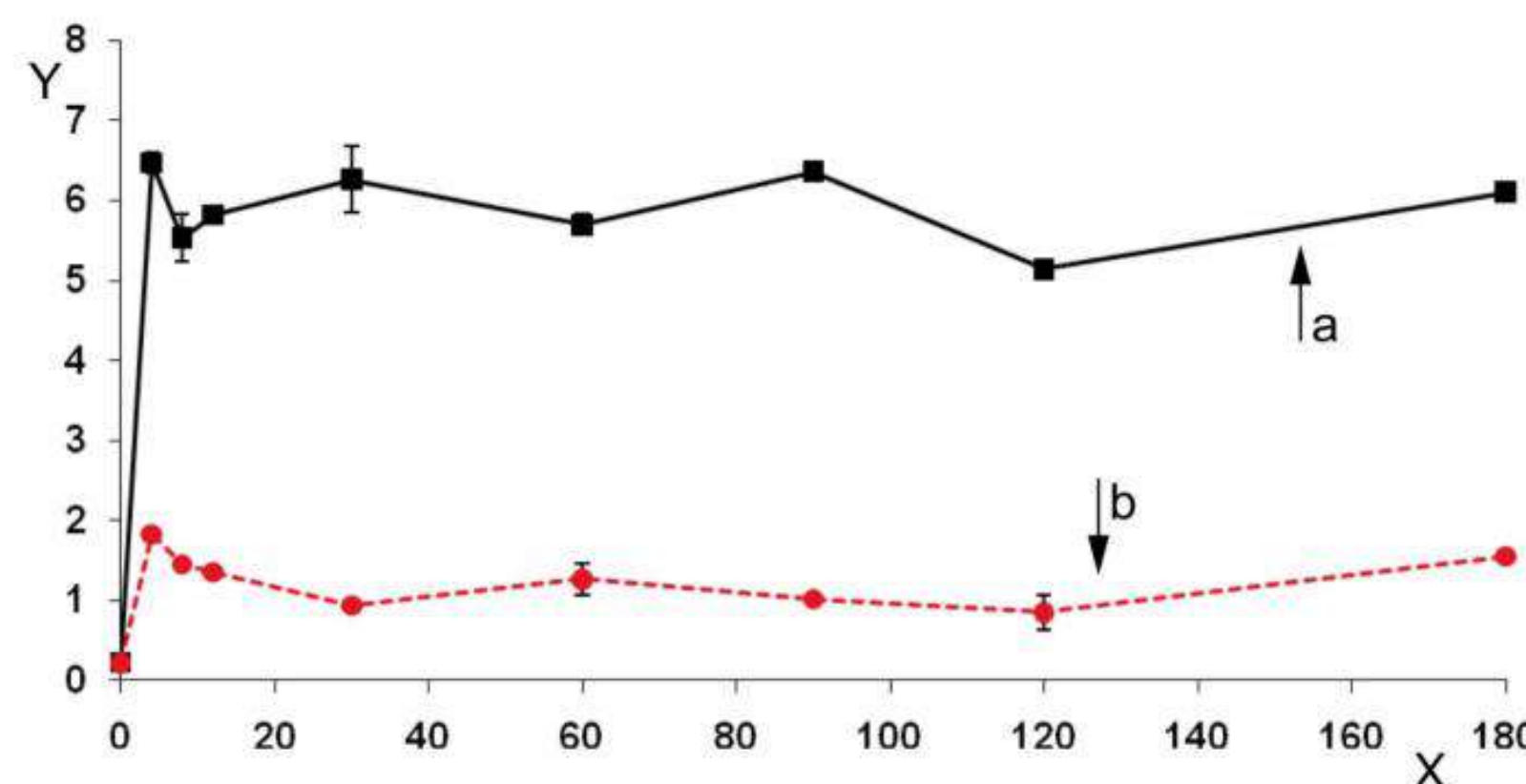
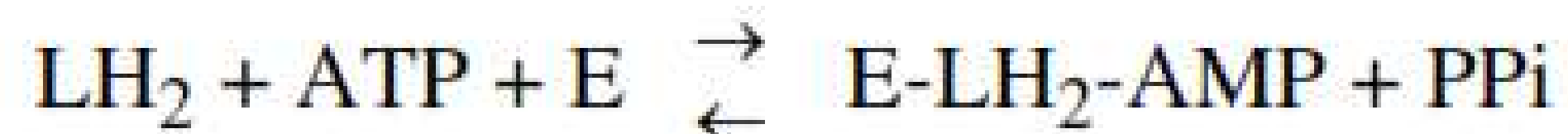
E luciferase

AMP adenosine monophosphate

PPi pyrophosphate

L oxyluciferin

H<sub>2</sub>O water



Test duration, expressed in days

ATP concentration, expressed in pmol/ml

Film subjected to prior photo-oxidation and thermo-oxidation at 60 °C, culture medium with oxidized particles

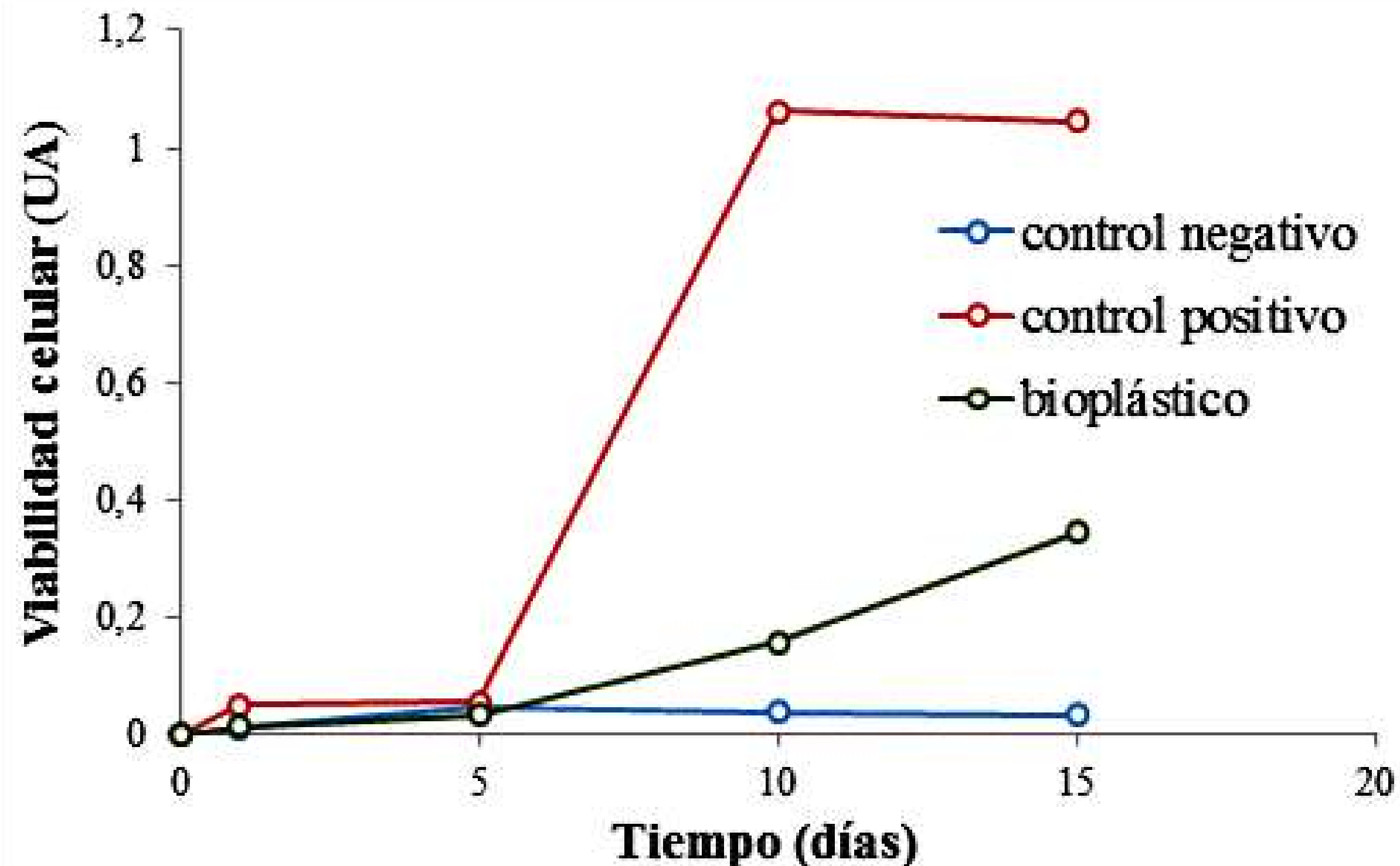
Culture medium without oxidized particles (control flask for the experiment)



# METODO DE SCREENING PROPIO

Ensayo colorimétrico indirecto basado en la reducción enzimática de sales de tetrazolio: TTC o cloruro de 2,3,5-trifenil tetrazolio, durante el metabolismo aeróbico bacteriano, *el cual es reducido a 1,3,5-trifenilformazán de color rojo*.

En proceso de validación



Estimación de la biodegradabilidad de los materiales formulados a base de WPC-glicerol. El valor de abs. 476 nm es indicativo del crecimiento bacteriano, el cual depende de la capacidad de los microorganismos para metabolizar el bioplástico utilizándolo como única fuente de nutrientes.



MUCHAS GRACIAS





CONICET

