

Gestione della plastica a fine vita. La sostenibilità ambientale è possibile



- Università di Pisa, Dipartimento Ingegneria Civile ed Industriale
- Prof. Patrizia Cinelli



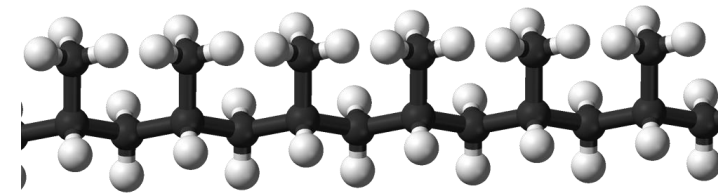
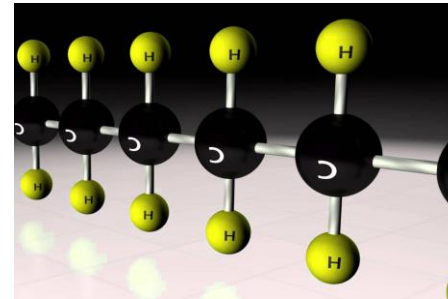
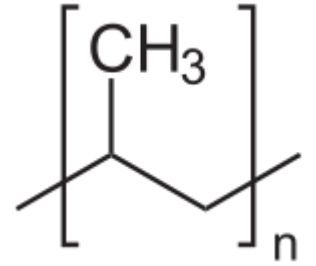
DICI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE E INDUSTRIALE
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE E INDUSTRIALE



Cosa è la plastica?



Cosa è un polimero?



La responsabilità è del
Materiale
o del comportamento??



DIRETTIVA (UE) 2015/720 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

22/11/2020

Sorpresa: le buste della spesa bio restano ancora integre dopo anni - Repubblica.it

del 29 aprile 2015

che modifica la direttiva 94/62/CE per quanto riguarda la riduzione dell'utilizzo di borse di plastica in materiale leggero



Coca-Cola Will Not Stop Using Single-Use Plastic Bottles

Coca-Cola claimed consumers still want bottles. It said scrapping them outright now would alienate customers and hit sales.

.....

Coca-Cola produces around three million tons of plastic packaging a year

Coca-Cola yesterday sparked fury from environmental campaigners by refusing to ditch single-use plastic bottles.

The US drinks giant – the world's biggest plastic polluter – claimed consumers still want the bottles.

It said scrapping them outright now would alienate customers and hit sales. Coca-Cola produces around three million tons of plastic packaging a year – equivalent to 200,000 bottles a minute.

Sian Sutherland, of A Plastic Planet campaign group, reacted angrily, saying: 'Shame on Coca-Cola!' She accused it of refusing to take 'responsibility for the 120 billion plastic Coke bottles that pollute our planet every year'.

Ambiente

informazione pubblicitaria

Avere tutto non è mai stato così facile.
Scegli TIM YOUNG
a soli **14,99€** al mese.

Sorpresa: le buste della spesa bio restano ancora integre dopo anni

MENU CERCA

R+ Rep: 100



Lo ha scoperto una ricerca dell'Università di Plymouth. Avrebbero dovuto disfarsi in tre mesi

ABBONATI A

25 | 45

29 aprile 2019

ROMA - Nessuna busta usa e getta della spesa si degrada rapidamente nell'ambiente, neppure quelle biodegradabili o compostabili. Nel suolo una busta compostabile rimane ancora integra dopo due anni, all'aria aperta le buste di tutti i materiali si riducono in frammenti che finiscono ovunque. Lo sostiene una ricerca dell'Università britannica di Plymouth, pubblicata sulla rivista *Environmental Science & Technology*.

I ricercatori hanno testato per un periodo di tre anni buste di quattro materiali diversi: polietilene ad alta densità (la plastica tradizionale da idrocarburi), plastica oxo-biodegradabile (prodotta da idrocarburi e addizionata con sostanze che ne favoriscono la frammentazione in tempi brevi), plastica biodegradabile (che si dissolve nell'ambiente al 90% in 6 mesi), plastica compostabile (che si disintegra in 3 mesi e può essere utilizzata per produrre il fertilizzante compost).

Indice

- I polimeri o macromolecole
- Dai polimeri alla plastica
- Materiali da fonti fossili (non rinnovabili) e da fonti bio (rinnovabili)
- Definizione di “Biobased”
- Riciclo, biodegradazione e compostabilità
- Le Normative ed i tests
- Concetto di economia Circolare e Sostenibilità
- Esempi di bioplastiche
- Progetti dell’università di Pisa

Storia dei polimeri e delle macromolecole

1830, acetato di cellulosa (cellophane, Braconnot)

1844, brevetto U.S. per la vulcanizzazione della gomma (Goodyear)

1907, sintesi della bachelite (Baekeland)

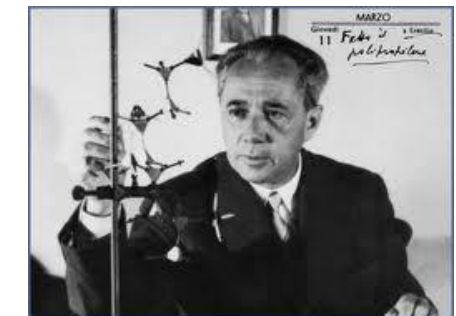
1922, prima ipotesi sulla struttura macromolecolare (Staudinger)

1953, Premio Nobel per la Chimica a Staudinger

1954, 11 Marzo, Natta: “Fatto il polipropilene!”

1963, Premio Nobel per la Chimica a Ziegler e a Natta

1974, Premio Nobel per la Chimica a Flory



Polimero: dal greco πολυ e μέρος che ha molte parti

Macromolecola:

una molecola dall'elevato peso molecolare, costituita da un gran numero di gruppi molecolari uguali (detti monomeri mono + μέρος) o diversi (copolimero) uniti "a catena" mediante la ripetizione dello stesso tipo di legame

Molte molecole di A

A-A-A-A-A- **ossia (A) n**

Un polimero con una struttura alternata può derivare anche da monomeri diversi: questo tipo di polimero prende il nome di **copolimero**.

Molte molecole di A + molte molecole di B

-A-B-A-B-A-B- **ossia (A-B) n**

Ambra, cellulosa, proteine etc....



Cosa sono i polimeri

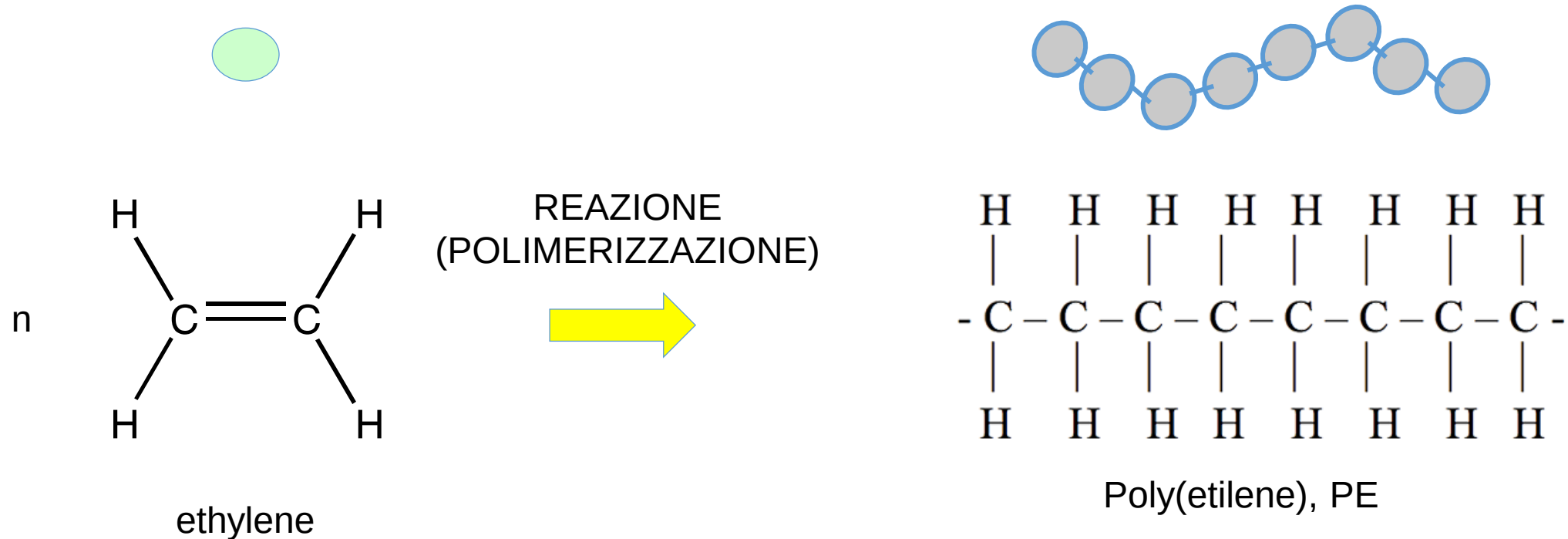
A partire da piccole molecole (MONOMERI) si ottengono
attraverso una reazione di polimerizzazione
delle molecole grandi, lunghe, ad alta massa molecolare (POLIMERI o MACROMOLECOLE)



Cosa sono i polimeri

A partire da piccole molecole (MONOMERI) si ottengono
attraverso una reazione di polimerizzazione

delle molecole grandi, lunghe, ad alta massa molecolare (POLIMERI o MACROMOLECOLE)



Polimeri Naturali



Lana



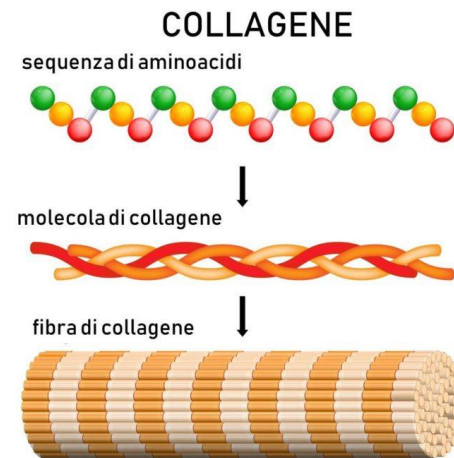
Legno:
Cellulosa, emicellulosa, lignina



Cotone



Chitina



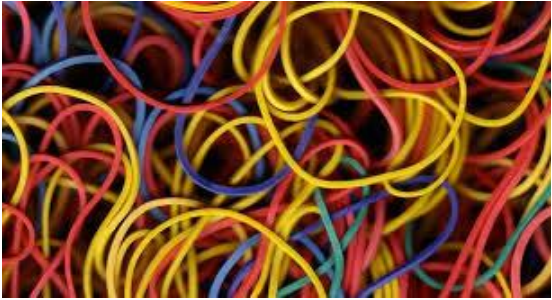
Amido

Nome	Formula	Monomero
Poietilene bassa densità (LDPE)	$-(CH_2-CH_2)_n-$	Etilene $CH_2=CH_2$
Polietilene alta densità (HDPE)	$-(CH_2-CH_2)_n-$	Etilene $CH_2=CH_2$
Polipropilene (PP)	$-[CH_2-CH(CH_3)]_n-$	Propilene $CH_2=CHCH_3$
Polivinil cloruro (PVC)	$-(CH_2-CHCl)_n-$	Cloruro di vinile $CH_2=CHCl$
Polivinilidene cloruro (Saran A)	$-(CH_2-CCl_2)_n-$	Cloruro di vinilidene $CH_2=CCl_2$
Polistirene (PS)	$-[CH_2-CH(C_6H_5)]_n-$	Stirene $CH_2=CHC_6H_5$
Poliacrilonitrile (PAN , Orlon , Acrilan)	$-(CH_2-CHCN)_n-$	Acrilonitrile $CH_2=CHCN$
Politetrafluoroetilene (PTFE , Teflon)	$-(CF_2-CF_2)_n-$	Tetrafluoroetilene $CF_2=CF_2$
Polimetil metacrilato (PMMA , Plexiglas)	$-[CH_2-C(CH_3)CO_2CH_3]_n-$	Metil metacrilato $CH_2=C(CH_3)CO_2CH_3$
Polivinil acetato (PVAc)	$-(CH_2-CHOCOCH_3)_n-$	Vinil acetato $CH_2=CHOCOCH_3$
cis-Poliisoprene (gomma naturale)	$-[CH_2-CH=C(CH_3)-CH_2]_n-$	Isoprene $CH_2=CH-C(CH_3)=CH_2$
Policloroprene (cis + trans) (Neoprene)	$-[CH_2-CH=CCl-CH_2]_n-$	Cloroprene $CH_2=CH-CCl=CH_2$

 PET	 PE-HD	 PVC	 PE-LD	 PP	 PS	 O
Polyethylene Terephthalate (PET, PETE)	High Density Polyethylene (HDPE)	Polyvinyl Chloride (V)	Low Density Polyethylene (LDPE)	Polypropylene (PP)	Polystyrene (PS)	Other (O)
Soft drink. Water and salad dressing bottles; peanut butter and jam jars	Milk, juice and water bottles; yogurt and margarine tubs; trash and retail bags.	Juice bottles; cling films; PVC piping	Frozen food bags; squeezable bottles, e.g. honey, mustard; cling films; flexible container lids.	Reusable microwaveable ware; kitchenware; yogurt containers; margarine tubs; microwaveable disposable take-away containers; disposable cups and plates.	Egg cartons; packing peanuts; 'Styrofoam'; disposable cups, plates, trays and cutlery; disposable take-away containers; yogurt and margarine containers	Beverage bottles; baby milk bottles.
						

Polimeri

- Una possibile classificazione dei polimeri riguarda le proprietà meccaniche e lavorazione



ELASTICO



GOMMA



TERMOPLASTICO
(PLASTICA)

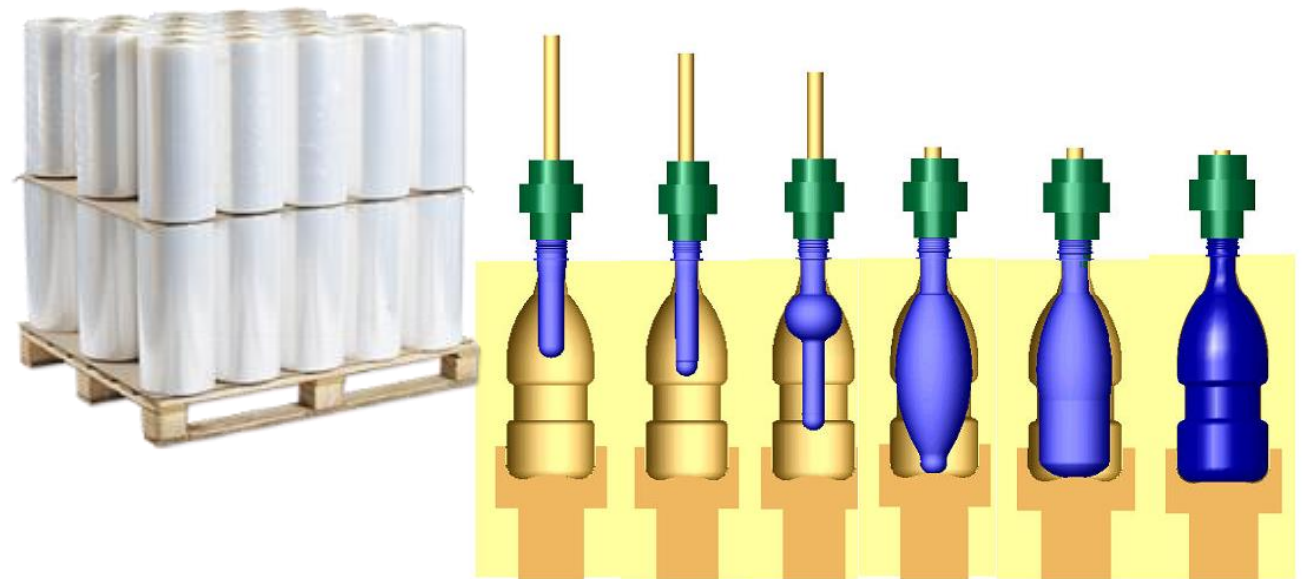
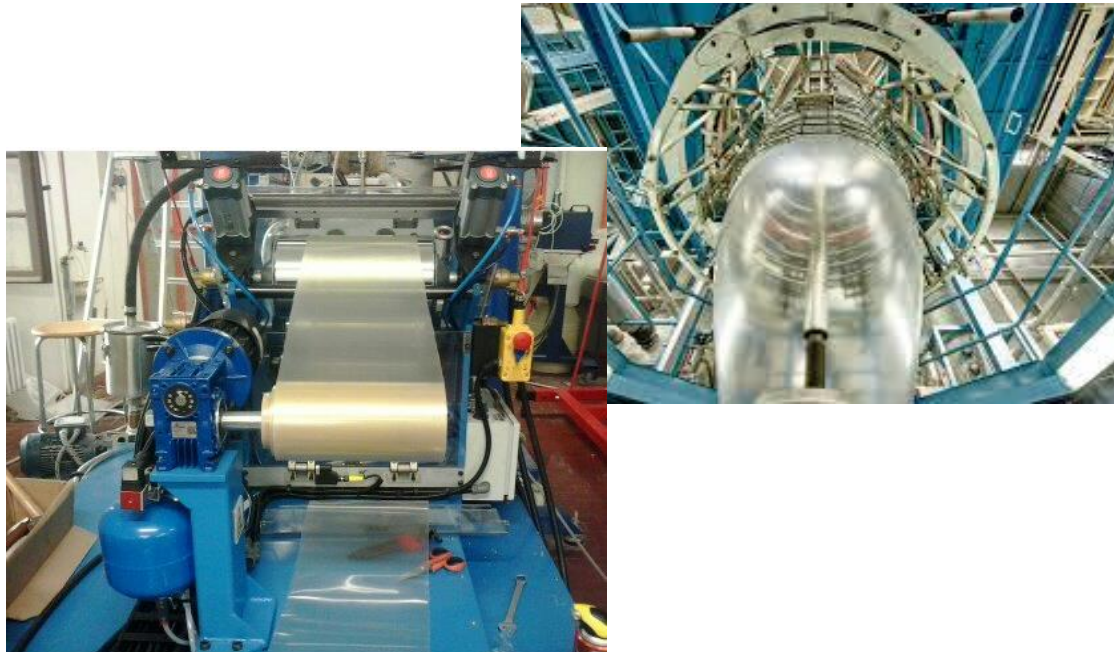


TERMO INDURENTE



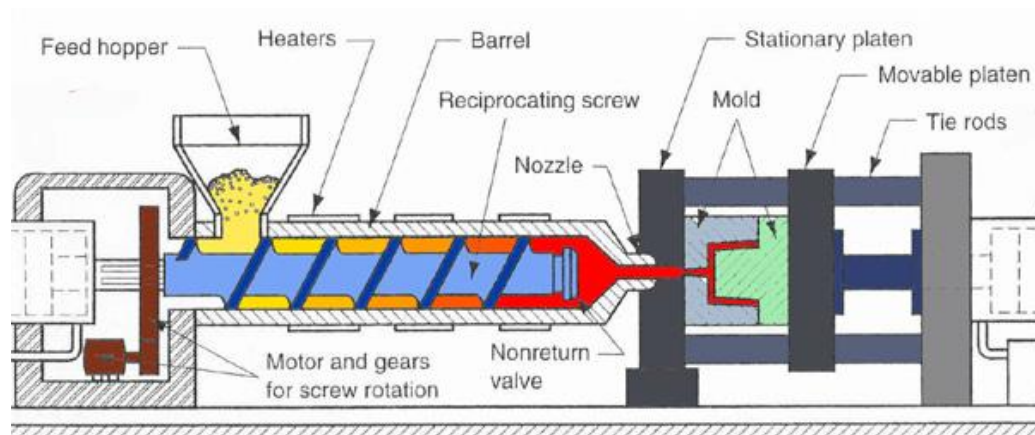
- **la messa al bando dal 2021 di articoli in plastica monouso** quali posate, cannucce, contenitori per alimenti e bevande in polistirolo espanso, scatole per fast food o alimenti da asporto, bicchieri per bevande; obiettivi di raccolta al 90% (entro il 2029) per le bottiglie di plastica (ad es. eco-compattatori nei punti vendita) oltre all'obiettivo del 25% di produzione di bottiglie di plastica con materiali riciclati entro il 2025;

- **la modifica del regime di responsabilità estesa del produttore** (contributo a chi immette sul mercato un prodotto o lo utilizza) affinché sia incrementata la copertura dei costi di smaltimento e disincentivata la produzione di imballaggi difficilmente riciclabili;



Estrusione stiro soffiaggio per bottiglie di PET Polietilene tereftalato

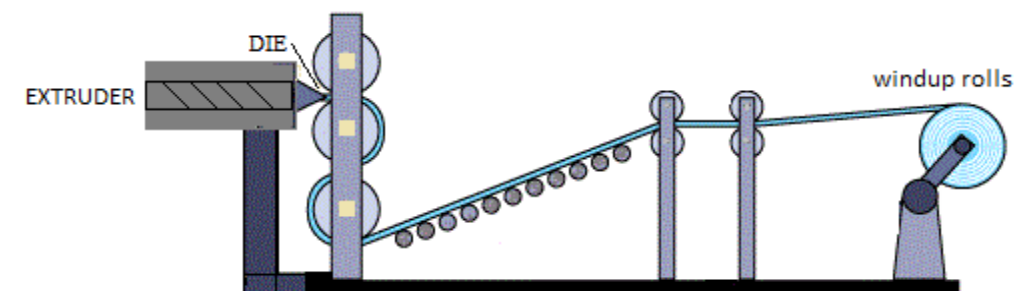
Injection moulding machine



Stampaggio a iniezione



Termo formatura



Bioplastiche e Biopolimeri quali sono le differenze?



- I principali polimeri di uso commerciale sono derivati da fonti petro – Ri uso e Riciclo.
- L'utilizzo di materiali derivati da fonti rinnovabili contribuisce alla sostenibilità riducendo l'impatto ambientale associate allo smaltimento dei polimeri da fonte petro.
- Una bioplastica è un material prodotto da fonte rinnovabile.
- Un polimero per essere denominato “bioplastica”, secondo la “European Bioplastics Association¹”, deve possedere almeno una di queste caratteristiche:
 - »Essere derivato almeno in parte da sostanze rinnovabili.
 - »Essere biodegradabile.

¹ <http://www.european-bioplastics.org>

European Bioplastics	Biobased: material or product (partly) derived from biomass (plants). Bioplastic: The term bio-plastics encompass a whole family of materials that are bio-based, biodegradable, or both.
SPI Plastic Industry Trade Association, Bioplastics Council	Bioplastics: plastic that is biodegradable, has bio-based content, or both. Biodegradable Plastic: a plastic that undergoes biodegradation (a process in which the degradation results from the action of naturally-occurring micro-organisms such as bacteria, fungi, and algae) as per accepted industry standards. As of 2008, accepted industry standard specifications are: ASTM D6400, ASTM D6868, ASTM D7081 or EN 13432 (see Table 1.4). Biobased content: Fraction of the carbon content that is new carbon content made up of biological materials or agricultural resources versus fossil carbon content. Biobased content is measured following the procedures set by ASTM D6866.

BIOBASED LOGHI

Label	Biobased content range
One star 	20% < Biobased < 40%
Two star 	40% < Biobased < 60%
Three stars 	60% < Biobased < 80%
Four stars 	Biobased > 80%

			
between 20 and 40 % Biobased	between 40 and 60 % Biobased	between 60 and 80 % Biobased	more than 80 % Biobased

<http://www.dincertco.de>
<http://www.okcompost.be>

a)



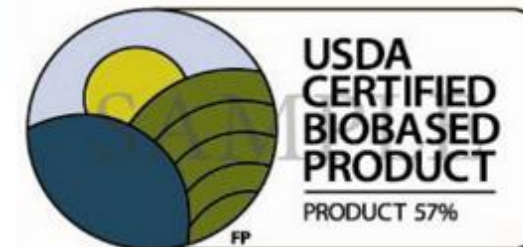
b)



Nel contest della “Lead Market Initiative for Europe”
 La commissione europea con Mandato M/429
 riferendendosi al European Standardization bodies
 (CEN, CENELEC and ETSI) per lo sviluppo degli
 Standard Europei orizzontali fper prodotti
 biobased.

CEN un nuovo comitato tecnico CEN/TC411 on
 “Bio-based products”, che ha cominciato I lavori nel
 2011.

Tra gli istituti attivi ci sono Vinçotte (Belgium) e Din
 Certco (Germany). Entrambi hanno un Sistema di
 valori associate al contenuto di carbonio organico.



Riferimento alle Normative e agli Standard è fondamentale

- **EN 13431:2000** - Packaging. Requirements for Packaging Recoverable in the Form of **Energy Recovery** Including Specification of Minimum Inferior Calorific Value.
- **EN 13432:2000** - Packaging. Requirements for Packaging Recoverable Through **Composting and Biodegradation**. Test Scheme and Evaluation Criteria for the Final Acceptance of Packaging.
- **CR 13695-1** - Packaging. Requirements for Measuring and Verifying the Four Heavy Metals (Cr, Rd, Hg, Pb) and Their Release into the Environment, and Other Dangerous Substances Present in Packaging.
- **EN 13427:2000** - Packaging. Requirements for the Use of European Standards in the Field of Packaging Waste (“Umbrella Norm”).
- **EN 13428:2000** - Packaging. Requirements Specific to Manufacturing and Composition. Prevention by **Source Reduction**.
- **EN 13429:2000** - Packaging. **Reuse**
- **EN 13430:2000** - Packaging. Requirements for Packaging Recoverable by **Material Recycling**.

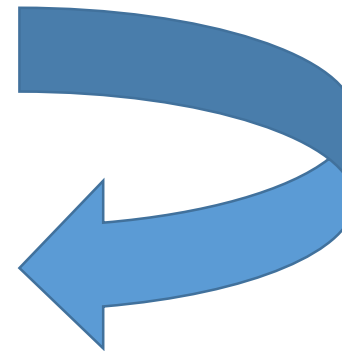
- Aerobica

Polimero idrocarburo + O_2 = CO_2 + H_2O + biomassa + residuo

- Anaerobica

Polimero idrocarburo = CH_4 + CO_2 + H_2O + biomassa + residuo

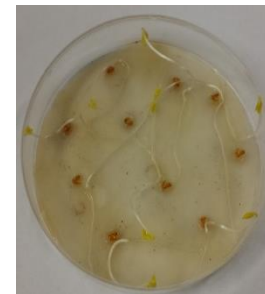
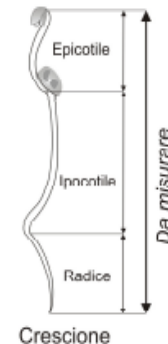
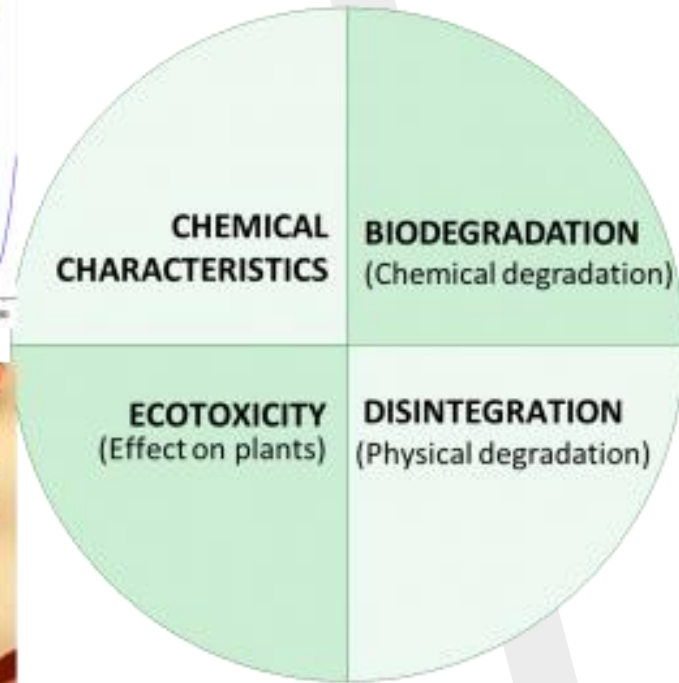
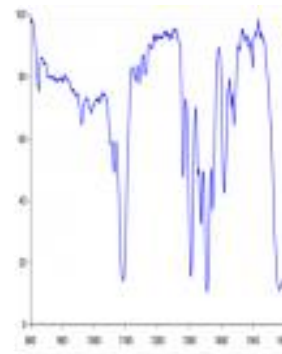
$$\text{Mineralizzazione}(\%) = 100 \cdot \frac{CO_2 \text{ dal campione} - CO_2 \text{ dal bianco}}{Th CO_2}$$



Waste management:



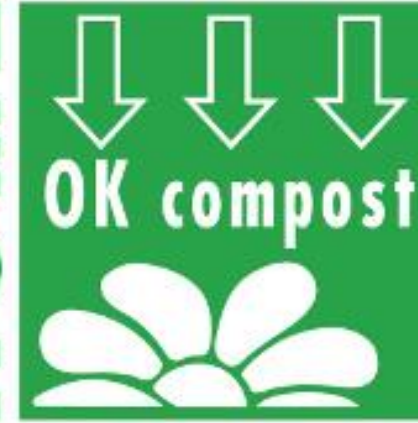
- EN 13432 -2002- "Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation. Test scheme and evaluation criteria for acceptance of packaging
- ISO 20200 – Plastics- Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test.
- Biodegradabilità, Disintegrabilità, Tossicità, Qualità del compost per utilizzo in terreno agricolo



LOGO COMPOSTABILE



HOME



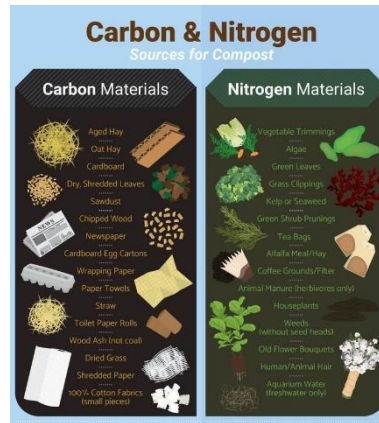
COMPOSTABLE
IN INDUSTRIAL FACILITIES

Check locally, as these do not exist in many communities. **Not suitable for backyard composting.** CERT # 10528580





“Home Composting”

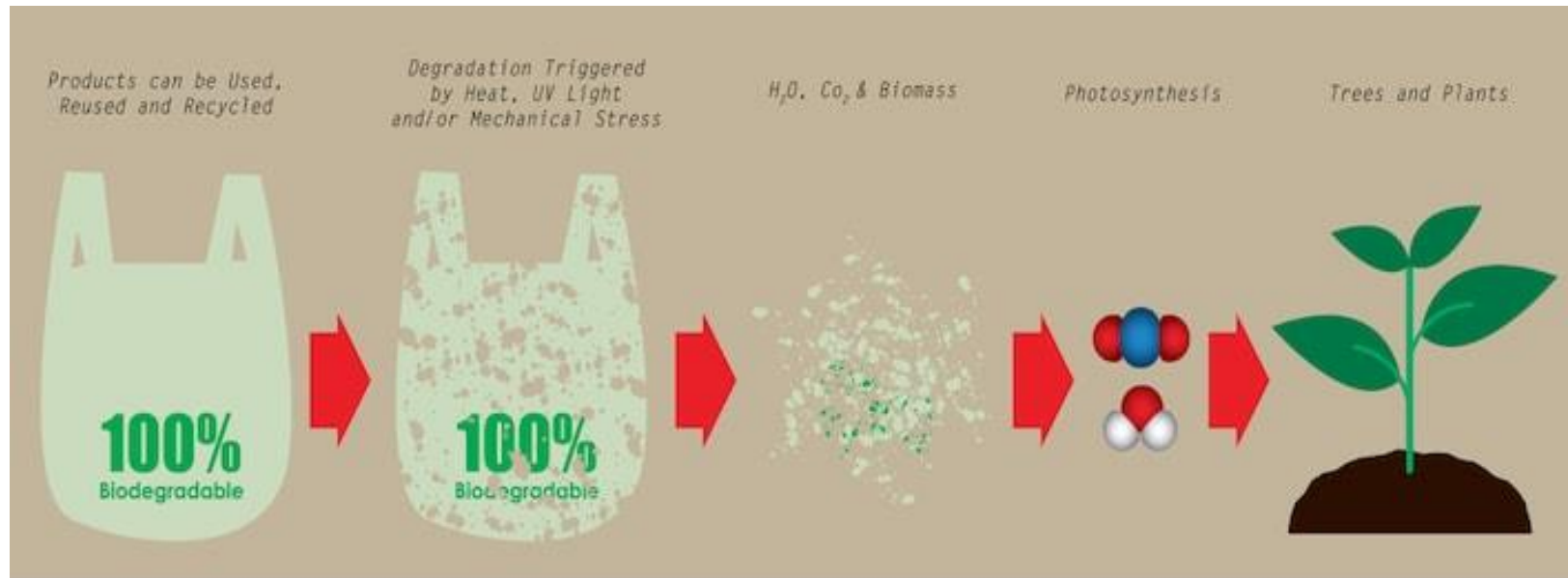


AS 5810
ABAX 9999

Compost (21-28 °C)



Compost Industriale (58 °C)



shutterstock.com • 1211257069

ASTM D 7081.

La bioplastica ideale è **BIOBASED** (da fonti rinnovabili annualmente) e
BIODEGRADABILE e/o COMPOSTABILE



vs.



Biodegradable

Compostable

BIODEGRADABILE

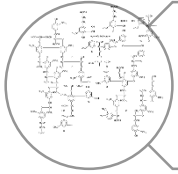
COMPOSTABILE

Processo naturale,
SPONTANEO, che avviene in
un determinato ambiente:
suolo , acqua, ambiente
marino

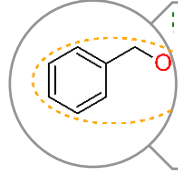
Processo indotto,
NON SPONTANEO, che
avviene in impianti di
compostaggio industriali

UNI EN ISO 13432, 2002

FATTORI BIODEGRADABILITA'



Struttura Chimica: Un polimero con struttura chimica complessa (lignina) biodegrade lentamente



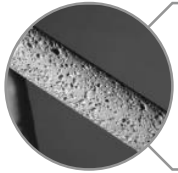
Gruppi funzionali: Esteri, amine e uretani sono più idrofili, quindi più idrolizzabili e degradabili.



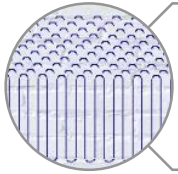
Mobilità dei segmenti: Polimeri più flessibili (amorfi) sono più biodegradabili.



Peso molecolare: Maggiore peso molecolare minore biodegradazione.



Superficie: Superficie irregolare e porosa, più sensibile all'attacco microbico e alla biodegradazione



Cristallinità: Se le catene dei polimeri sono organizzate in maniera allineata e ordinata (maggiore fase cristallina) la biodegradazione è rallentata.

Ecolabel

Ecological and sustainability labels

Ecolabel tipo 1 (ISO 14024):



marchio ecologico
ad es. ecolabel europeo
certifica il raggiungimento di
uno standard; è un marchio
di prestazione ambientale

European

Ecolabel tipo 2 (ISO 14021):



autodichiarazione
ad es. simbolo riciclabile
simbolo non certificato

Self declaration, not certified

Ecolabel tipo 3 (ISO 14025):



dichiarazione ambientale di
prodotto
ad es. EPD del sistema
svedese
marchio di trasparenza

Sweden System

	Where	Name	Nr.	Website	Logo
	Japan	JEMAI	147	jemai.or.jp	
	Norway	NHO	146	epd-norge.no	
	Sweden	IEC	122	environdec.com	 EPD®
	South Korea	KELA	96	koeco.or.kr	

Source: GEDNet, Type III Environmental Product Declarations Network

Life Cycle Assessment

LCA uno strumento per quantificare la prestazione ambientale di un material o di un prodotto tenendo in considerazione l'intero ciclo di vita, cominciando dalla produzione delle materie prime, fino allo smaltimento del material, considerando anche il ri-uso o ri-ciclo del material.

Le applicazioni più importanti del LCA sono:

- Identificare e migliorare i processi produttivi, identificanti gli “hot spots” nel ciclo di vita di un prodotto
- Analisi del contributo dei vari stadi del ciclo di vita al carico di impatto ambientale, fornendo indicazioni su come poter migliorare il ciclo produttivo.
- Paragonare l'impatto ambientale di diversi prodotti per comunicazioni interne ed esterne e fornire dati per ottenere la dichiarazione di sostenibilità ambientale.
- Porre la basi per una valutazione standard

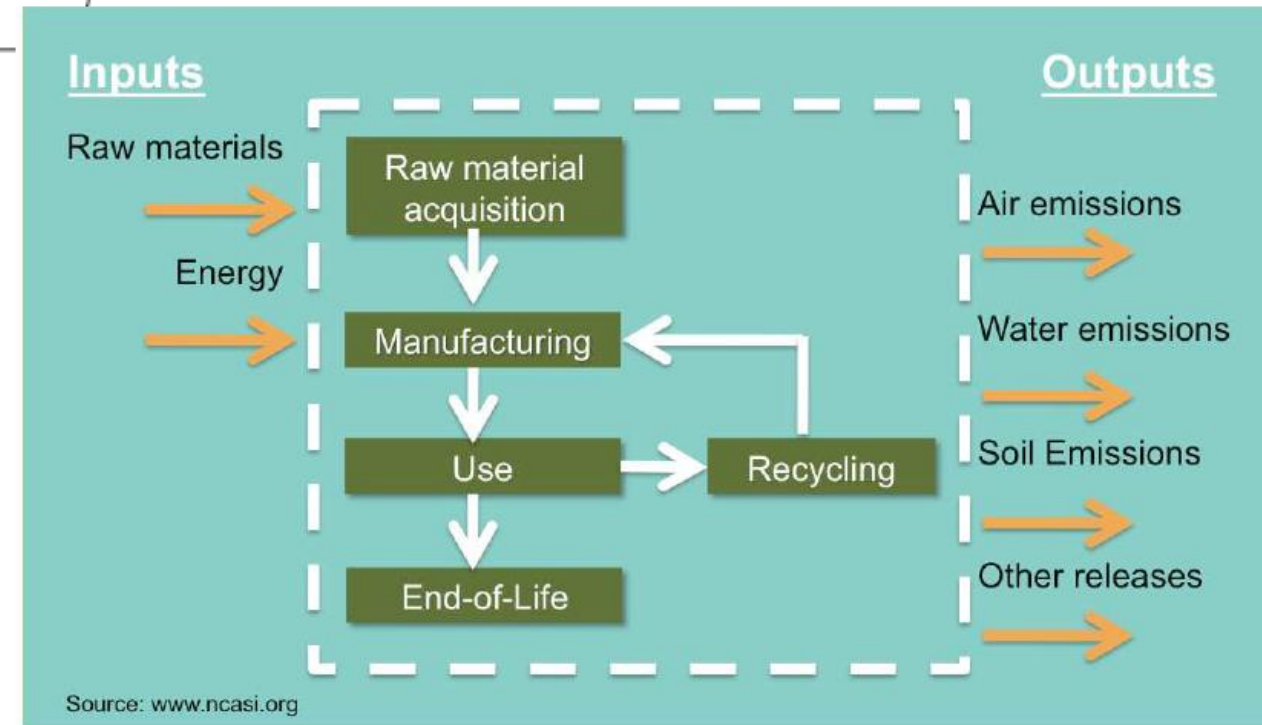
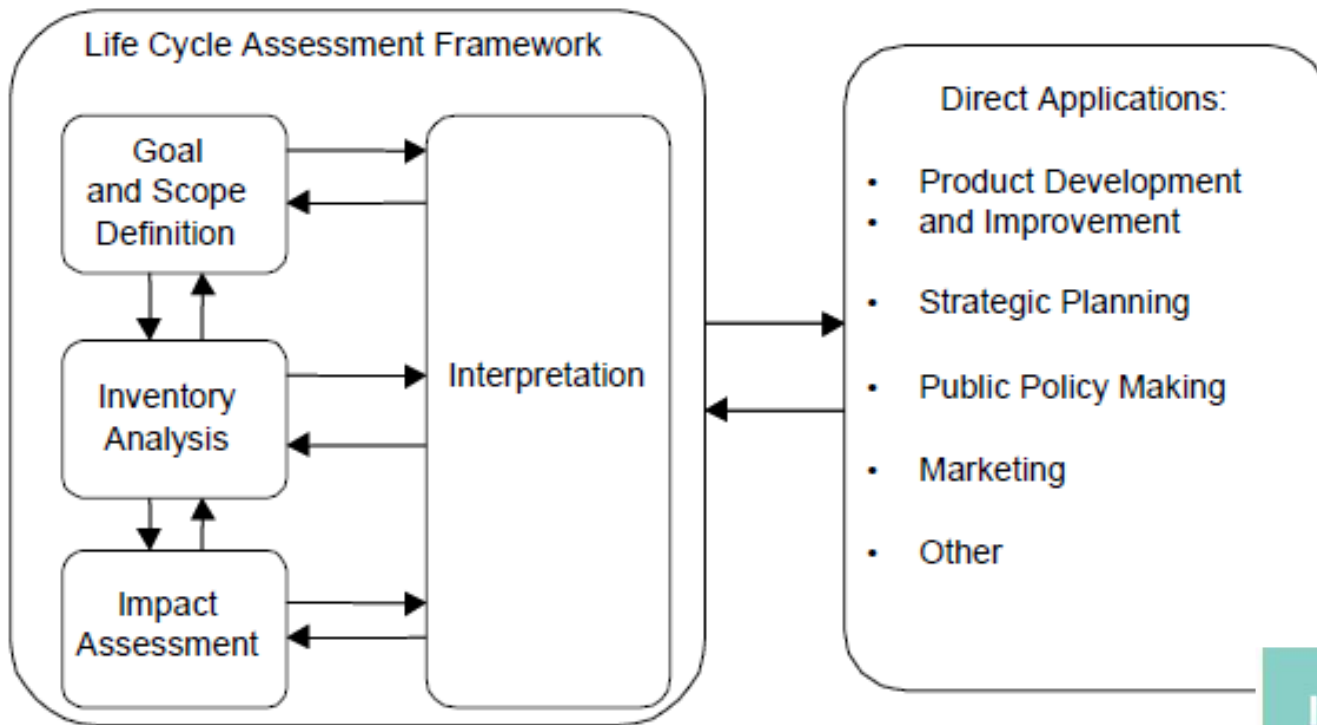


LCA svolgimento e valutazione dei dati. Emissioni ed impatto potenziale sull'ambiente causato dai prodotti nel loro intero ciclo di vita.

Obiettivi e criteri standardizzati.

ISO 14040 e ISO 14044. 2006: impatto dei prodotti sull'ambiente. Utilizzo principale da parte delle aziende si basa sull'ottimizzazione della produzione, ingegneria dei processi con riferimento alle ricadute sull'ambiente.

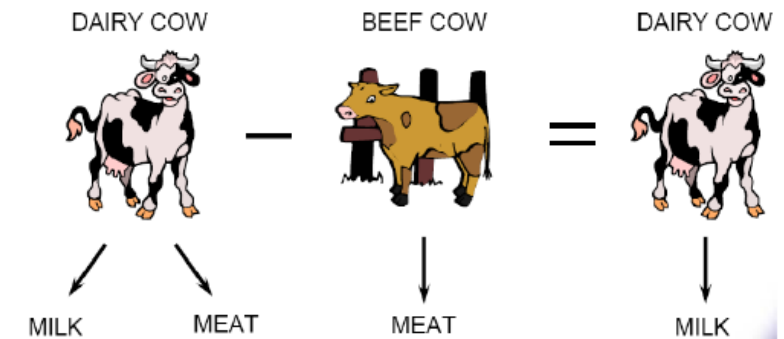
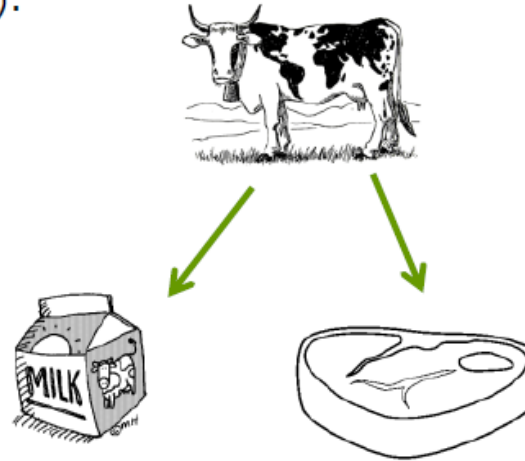




Nella fase dell'inventario è bene considerare le regole di allocazione nel caso in cui siano presenti nel sistema studiato dei prodotti multipli (co-prodotti).

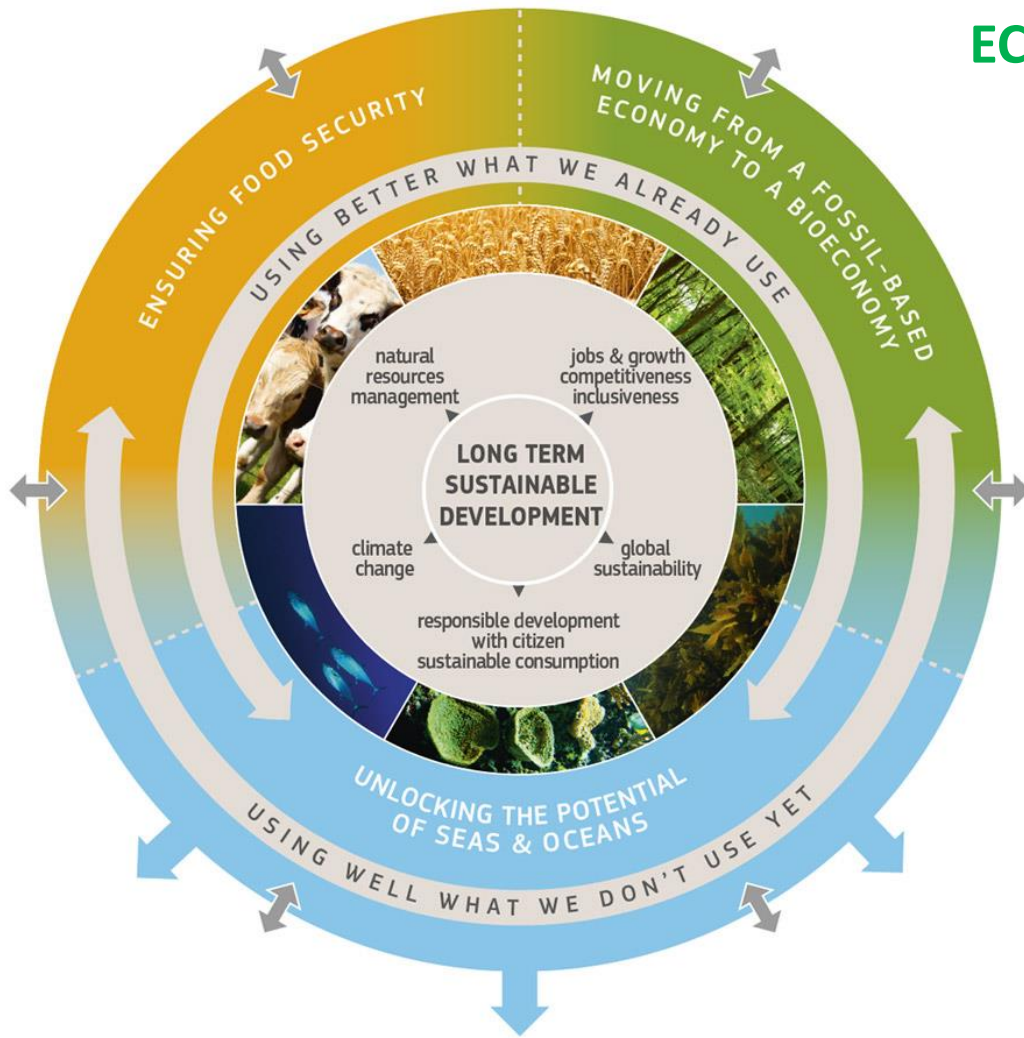
Procedimento di allocazione:

- Fase 1: se possibile, evitare:
→ divisione → espansione
- Fase 2: allocazione sulla base delle relazioni fisiche
- Fase 3: allocazione sulla base delle relazioni economiche

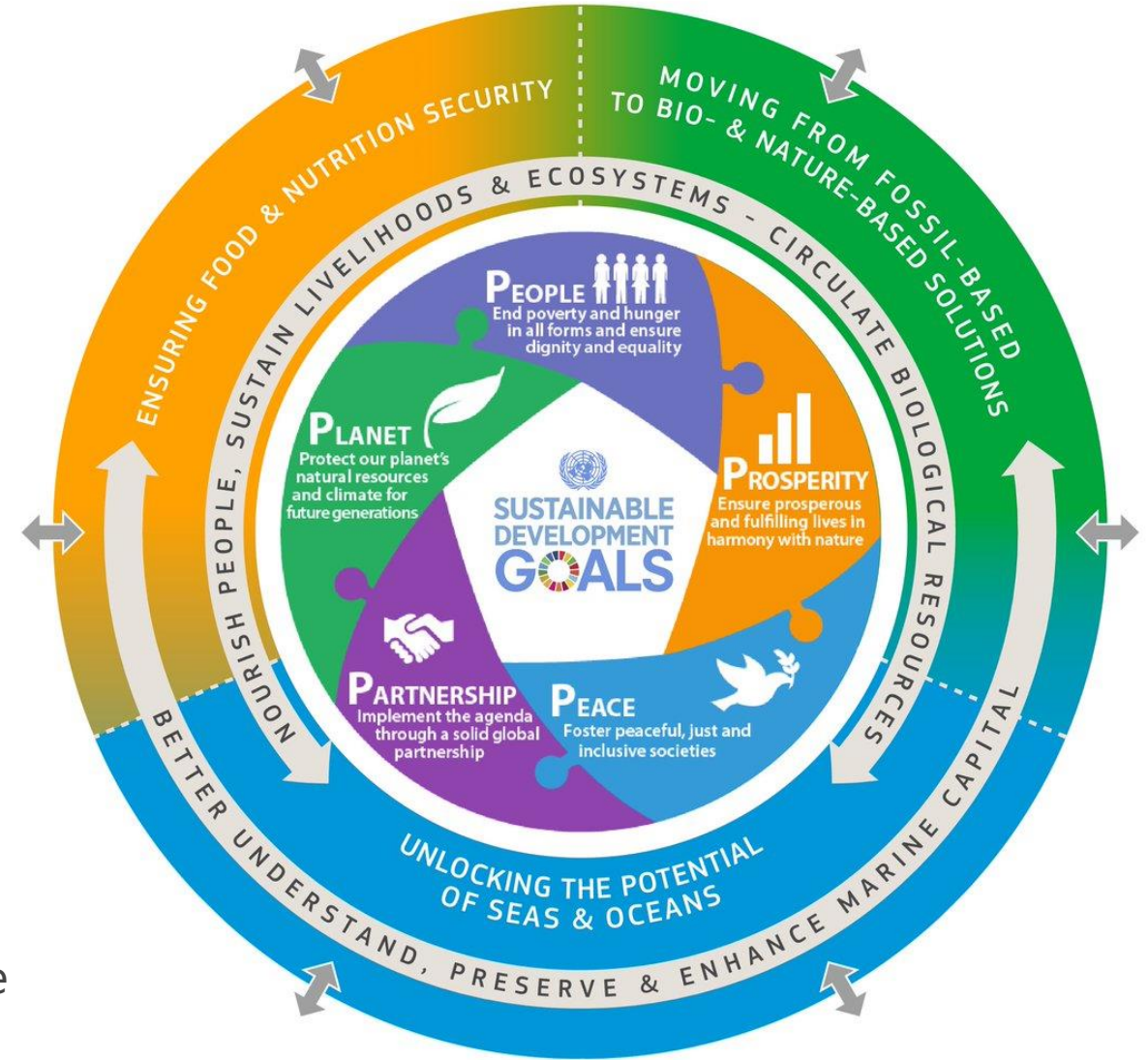


ECONOMIA CIRCOLARE

A SUSTAINABLE AND CIRCULAR BIOECONOMY FOR EUROPE



Ridurre gli scarti, reintegrare i rifiuti prodotti secondo principi di recupero o rigenerazione, differenziare le fonti di approvvigionamento di materia massimizzandone il valore d'uso.

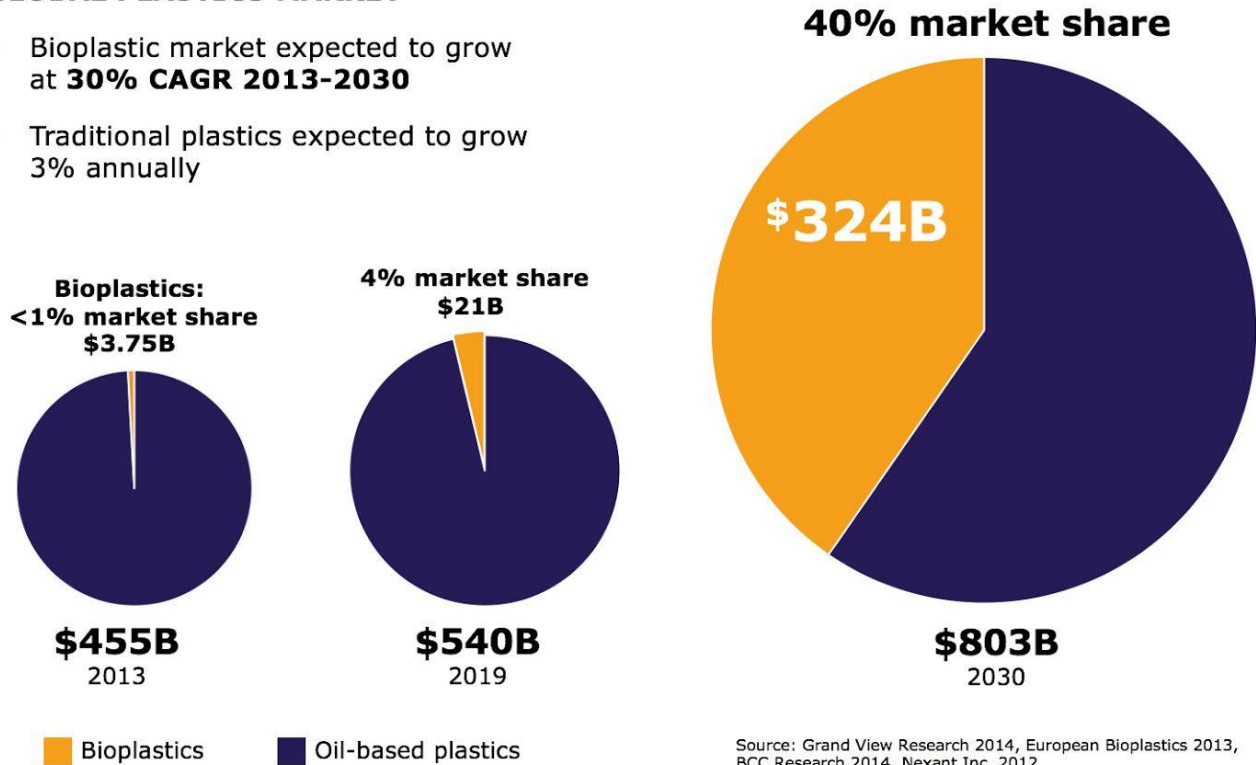


Oggi il settore della bio-economia in Europa valgono €2 trillioni in fatturato annuale, con 22 milioni di posti di lavoro nel settore in EU, rappresentando il 9% della forza lavoro europea.

Bioplastiche sono state indicate come un settore trainante per l'economia europea, con una crescita attesa di oltre il 30% nel 2030

GLOBAL PLASTICS MARKET

- Bioplastic market expected to grow at **30% CAGR 2013-2030**
- Traditional plastics expected to grow 3% annually



Source: Grand View Research 2014, European Bioplastics 2013, BCC Research 2014, Nexant Inc. 2012

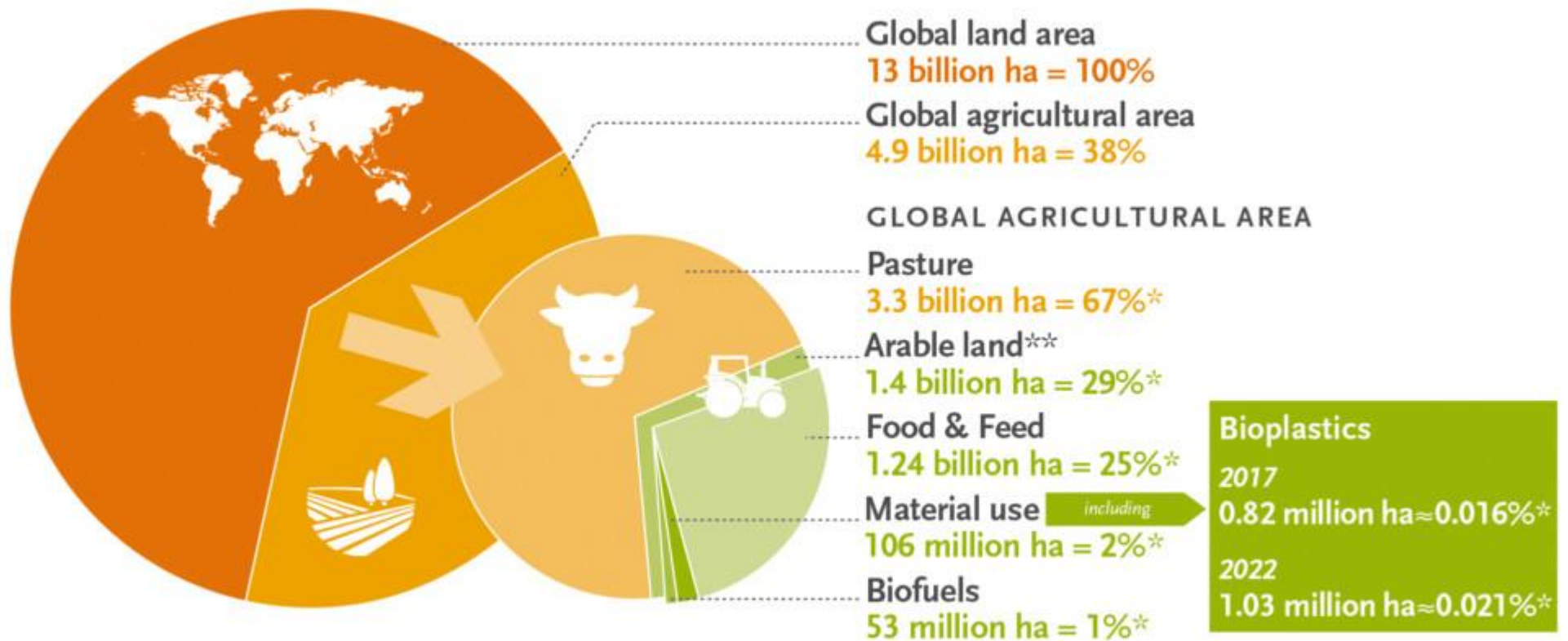


© European Bioplastics

Utilizzo dei terreni:

Utilizzo dei terreni per colture dedicate alla produzione di bio-plastica ammonta a circa 0.82 milioni di ettari nel 2017, che corrisponde a meno del 0.02 % area Agricola globale di 5 miliardi di ettari, 97% utilizzata per foraggi, e alimenti.

Land use estimation for bioplastics 2017 and 2022



Source: European Bioplastics (2017), FAO Stats (2014), nova-Institute (2017), and Institute for Bioplastics and Biocomposites (2016). More information: www.european-bioplastics.org

* In relation to global agricultural area
** Including approx. 1% fallow land

La maggior parte delle plastiche utilizzate sono di origine petrolifera (fossil based)



PP	polipropilene
PE	polietilene
PET	polietilenetereftalato



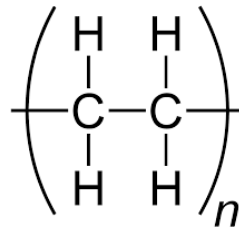
- Meno del 30 % della plastica viene raccolta ed avviata al riciclaggio
- **95% del valore del materiale plastico (70-105 milioni €) è perso ogni anno dopo un brevissimo utilizzo**

Il fine vita dipende dalla STRUTTURA CHIMICA, non dall' ORIGINE del materiale

Polietilene Biobased prodotto in Brasile da Braskem, da de-idratazione dell'etanolo prodotto da fermentazione di biomasse



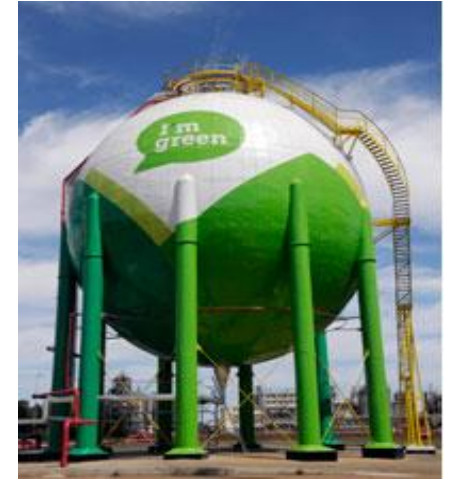
Bagassa di canna da zucchero

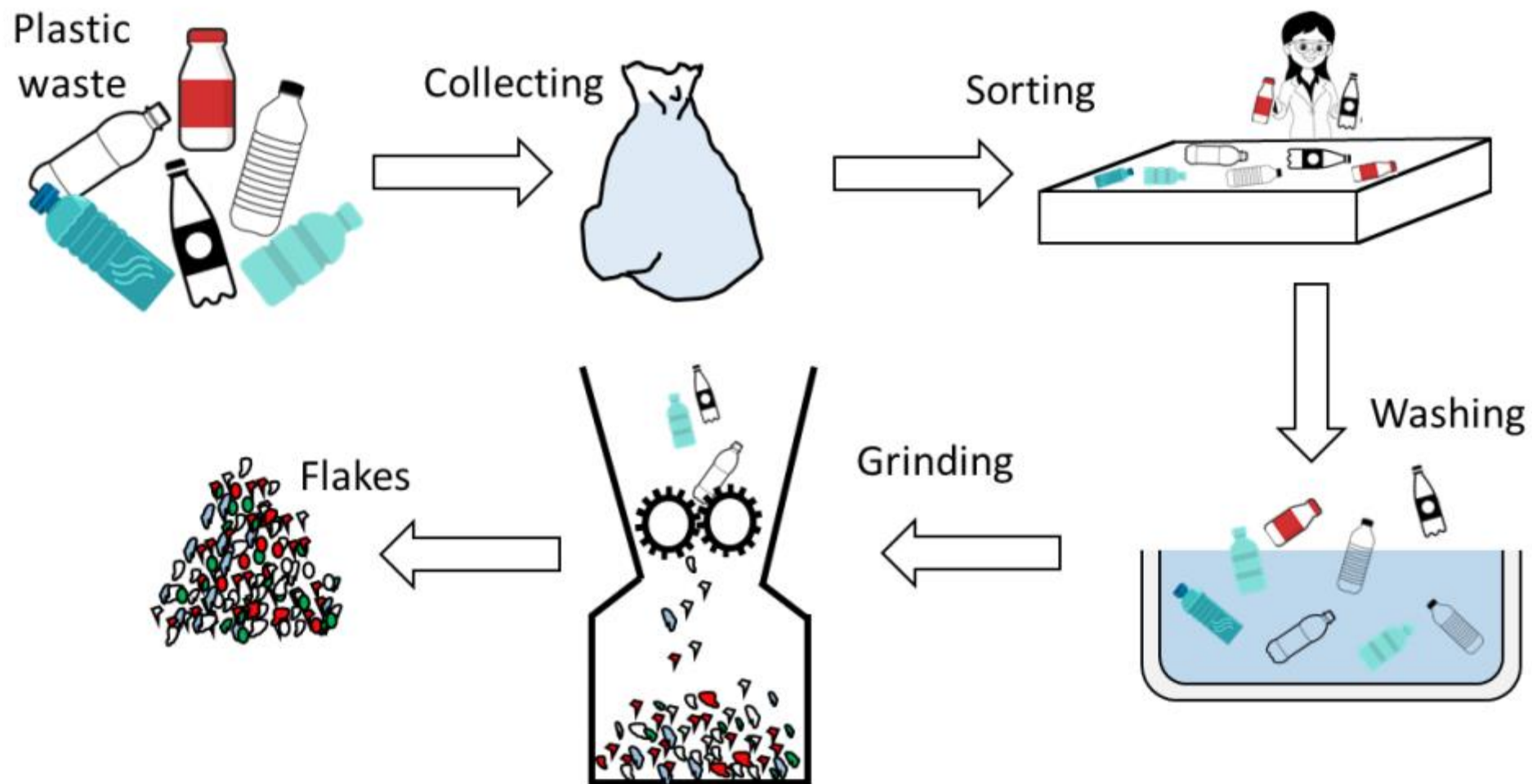


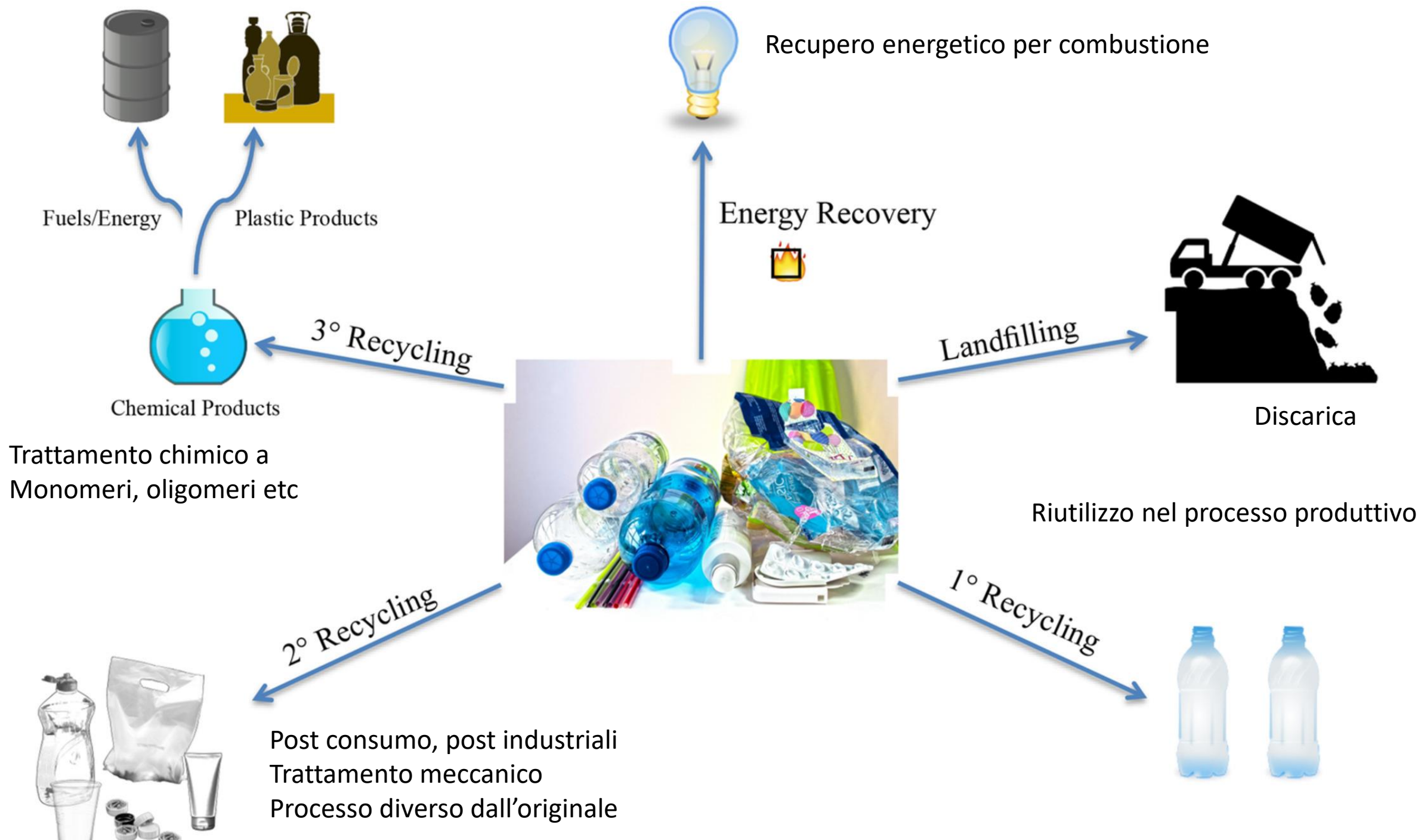
PE



Recyclable







THE CHALLENGE OF RECYCLING

Globally, 18 percent of plastic is recycled, up from nearly zero in 1980. Plastic bottles are one of the most widely recycled products. But other items, such as drinking straws, are harder to recycle and often discarded.

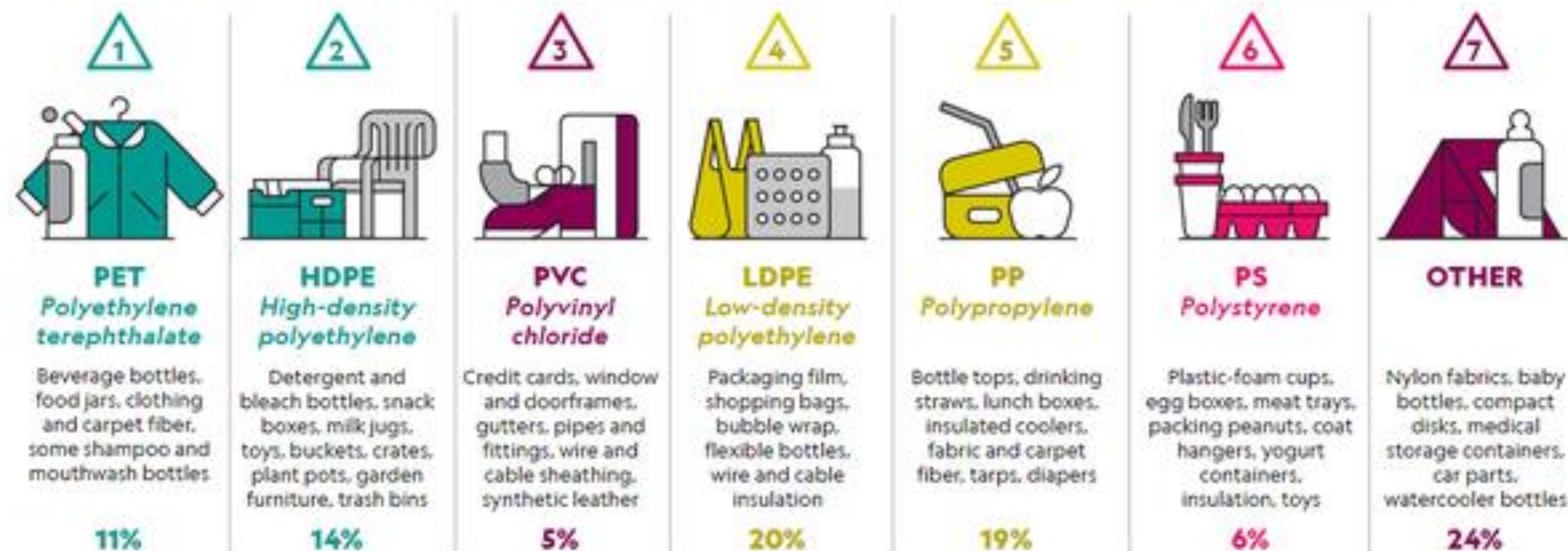
Ease of recycling by type*

△ Easy

△ Manageable

△ Difficult

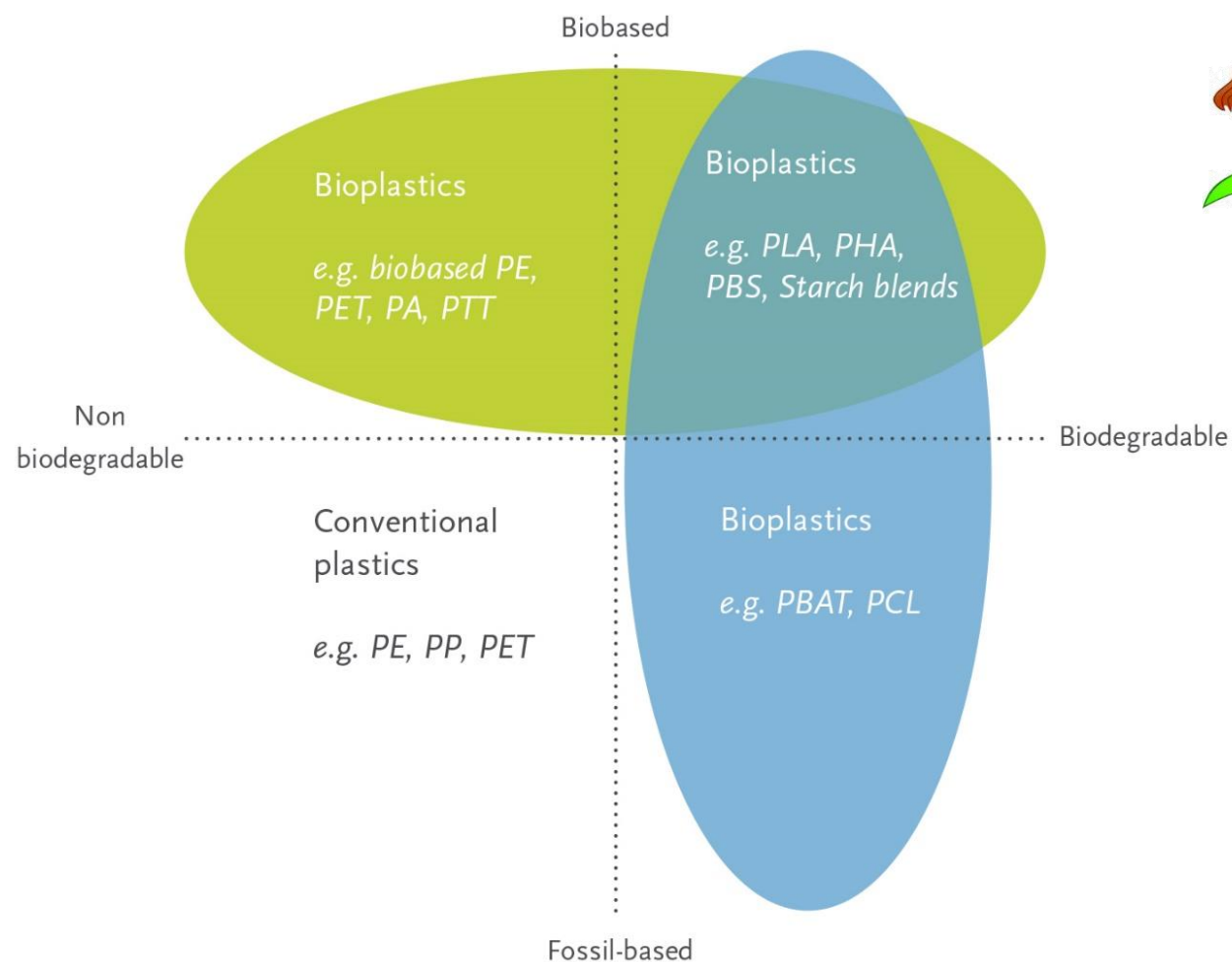
△ Very difficult



↑
Percentage of global plastic waste, 2015

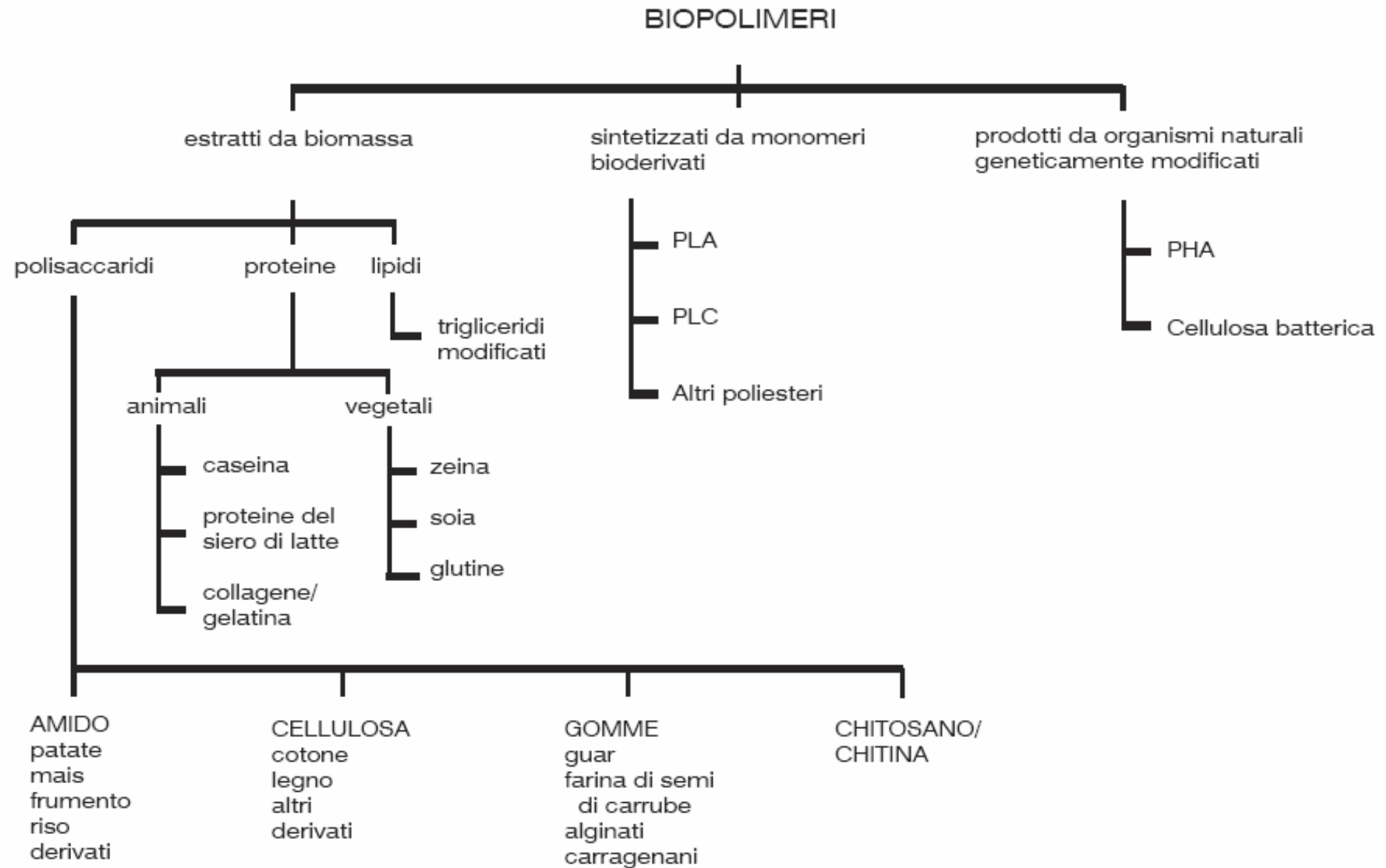
Biodegradabile e biobased sono termini simili ma non equivalenti:

- Biobased significa prodotto con materie prime da fonti rinnovabili.
- Biodegradabile significa che può essere mineralizzato da batteri, micro-organismi etc ma non è necessariamente prodotto da fonti rinnovabili



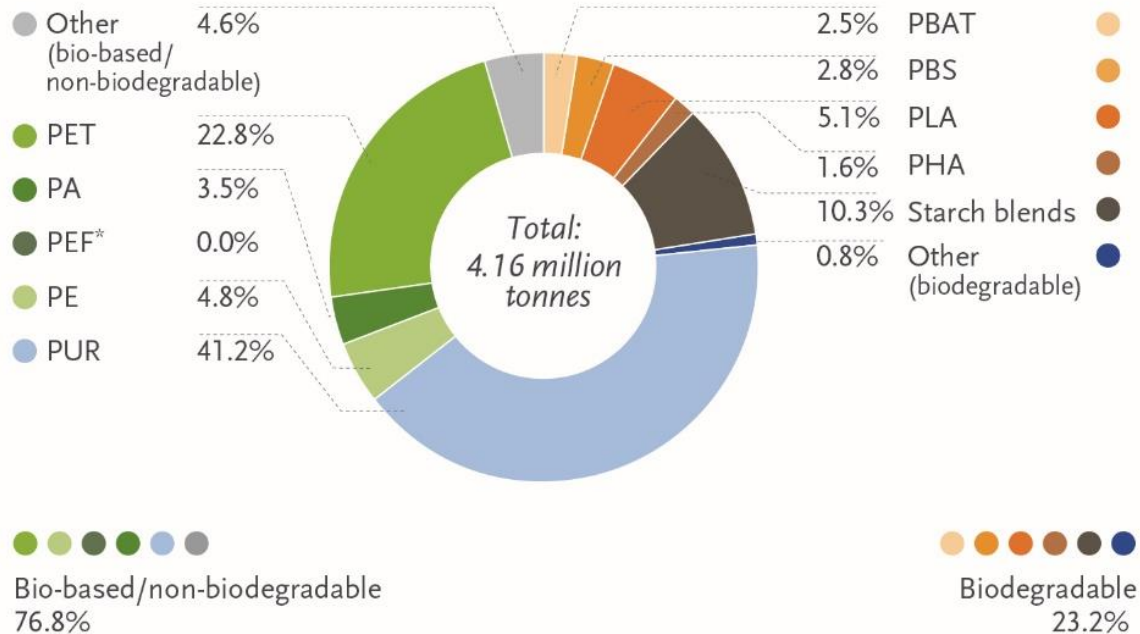
- ✓ PLA (acido poli lattico)
- ✓ PHAs (poli idrossi alcanoati)
- ✓ Amido

POLIMERI BIODEGRADABILI



BIOPLASTICHE

Global production capacities of bioplastics 2016
(by material type)

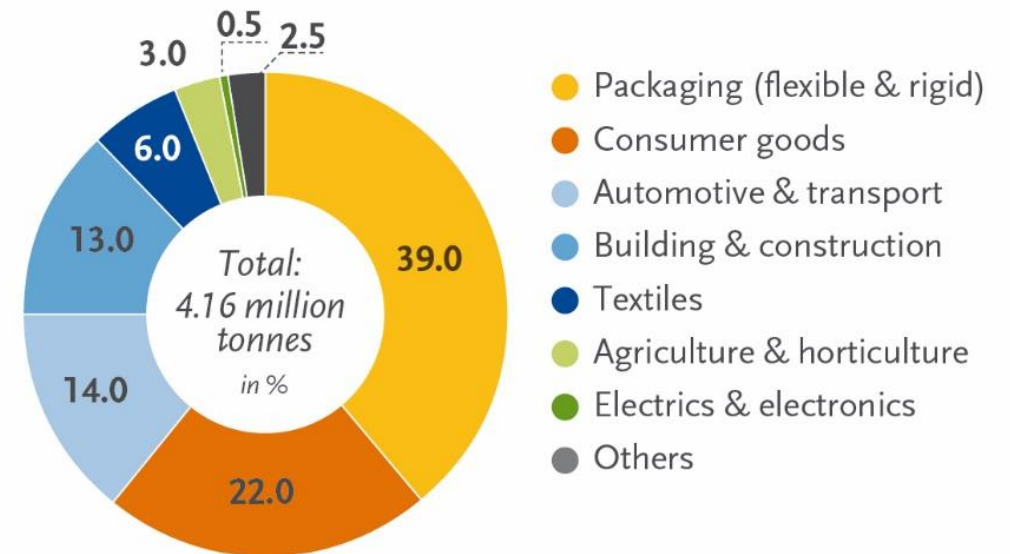


*PEF is currently in development and predicted to be available in commercial scale in 2020.

Source: European Bioplastics, nova-Institute (2016).

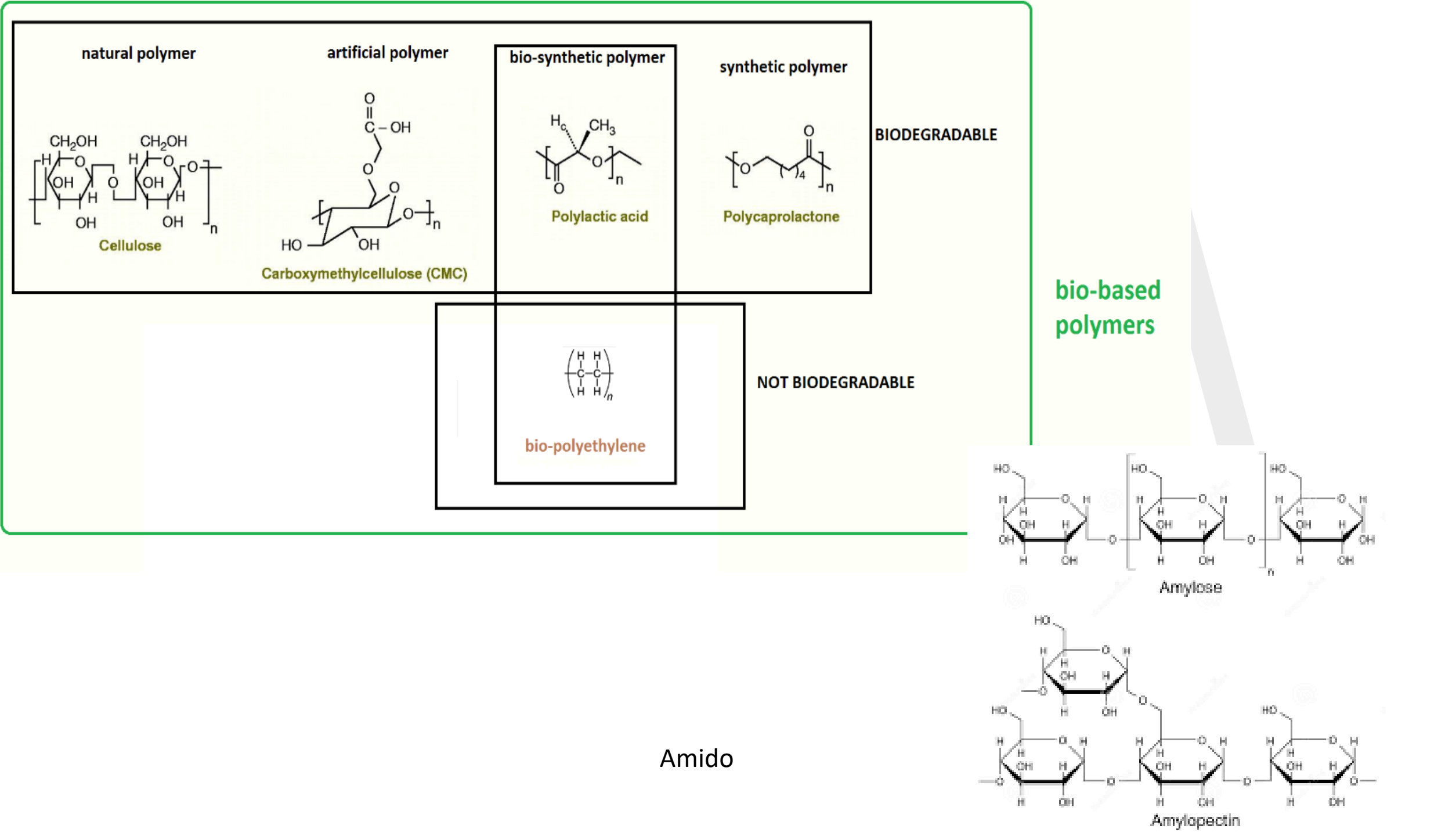
More information: www.bio-based.eu/markets and www.european-bioplastics.org/market

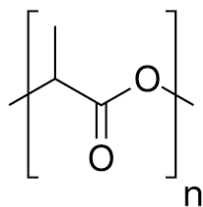
Global production capacities of bioplastics
in 2016 (by market segment)



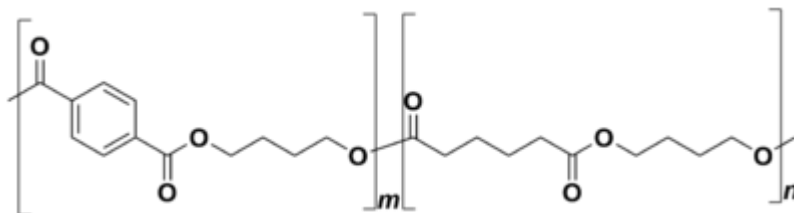
Source: European Bioplastics, nova-Institute (2016). More information:

www.bio-based.eu/markets and www.european-bioplastics.org/market

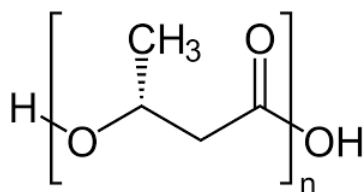




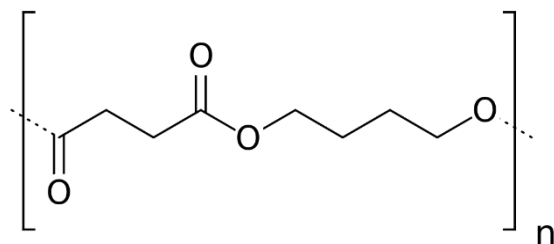
PLA Acido poli lattico



PBAT Polibutilene adipato co tereftalato



PHA Poli idrossi alcanoati



PBS Poli butilene succinato

Glucosio, sucrosio, glicerolo



PLA Based packaging



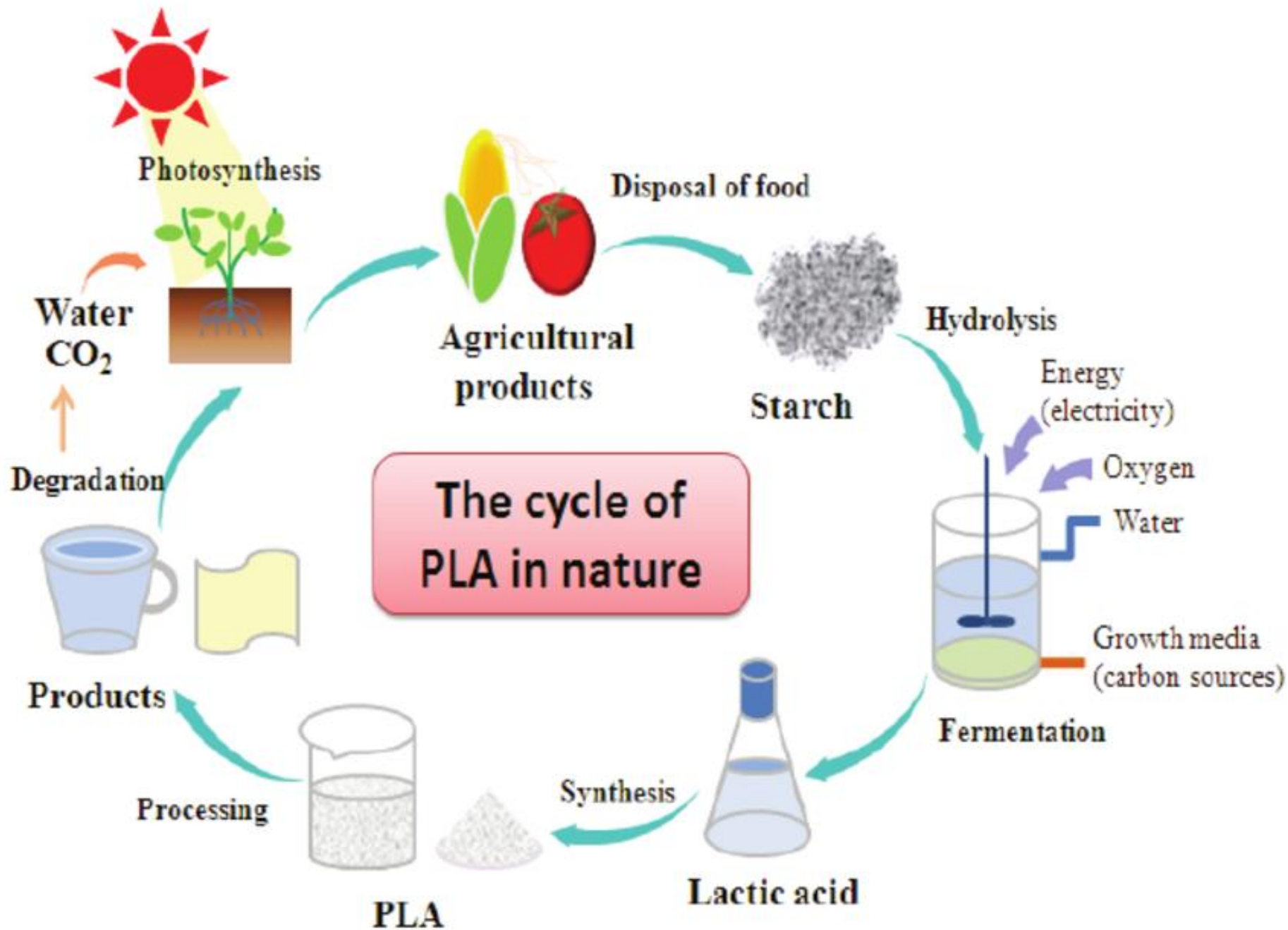
Starch Based packaging



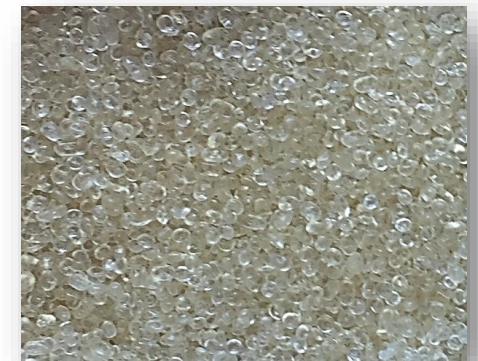
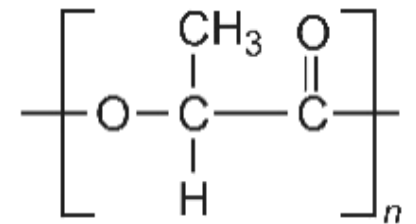
Cellulose Based packaging

Imballaggi rigidi	Materiali					
	PLA	PHA	Starch	PBS	BioPET	BioPE
Bottiglie	X	-	-	-	X	X
Vassoietti	X	-	X	-	X	X
Contenitori	X	X	X	X	X	X
Bicchieri	X	X	X	X	-	X
Blisters	X	-	X	X	X	-
Espansi	X	-	X	X	-	-
Posateria	X	-	X	X	-	X

PLA= Acido polilattico, PHA= Poli idrossi alcanati, PE= Poli etilene, PET= Poli etilene tereftalato, PBS= Poli butilene succinato. x =utilizzato e presente sul mercato, - = non usato comunemente.



Unità Monomerica



Cosa sono i Poli idrossi alcanati PHA?

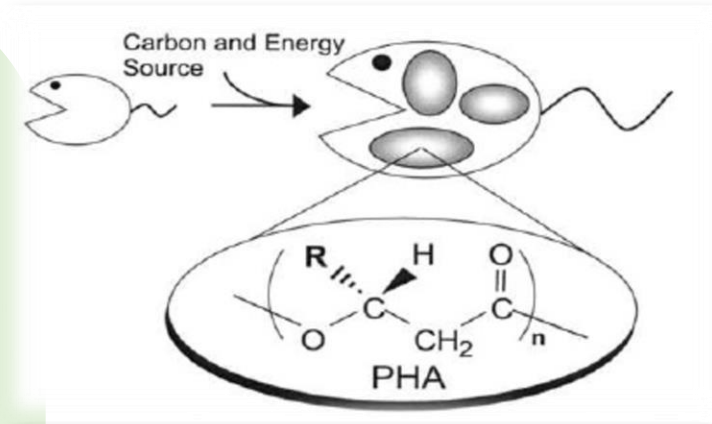
Polyidrossi alcanati (PHAs) sono **biological poliesteri termoplastici biologici prodotti da numerosi micro-organismi attraverso una fermentazione batterica di zuccheri o grassi.**

Sono riserve di carbonio ed energia per i batteri prodotte quando i batteri vengono posti in carenza di **elementi nutrizionali importanti** N, P, S, Mg, etc. ed in eccesso di carbonio
Un batterio per la produzione di PHA è *Ralstonia eutropha*.

I granuli di PHA costituiscono fino al 90% della biomassa secca nel batterio. PHA (*Bacillus*, *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, etc...).

Perchè PHA?

PHA hanno buona stabilità termica (temperatura di fusione 160-180°C) si lavorano come le plastiche tradizionali

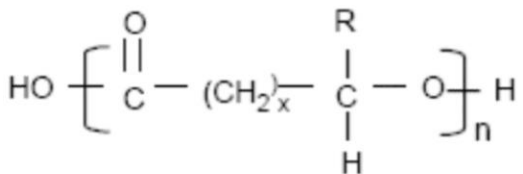


PHA



Escherichia coli
with PHA granules

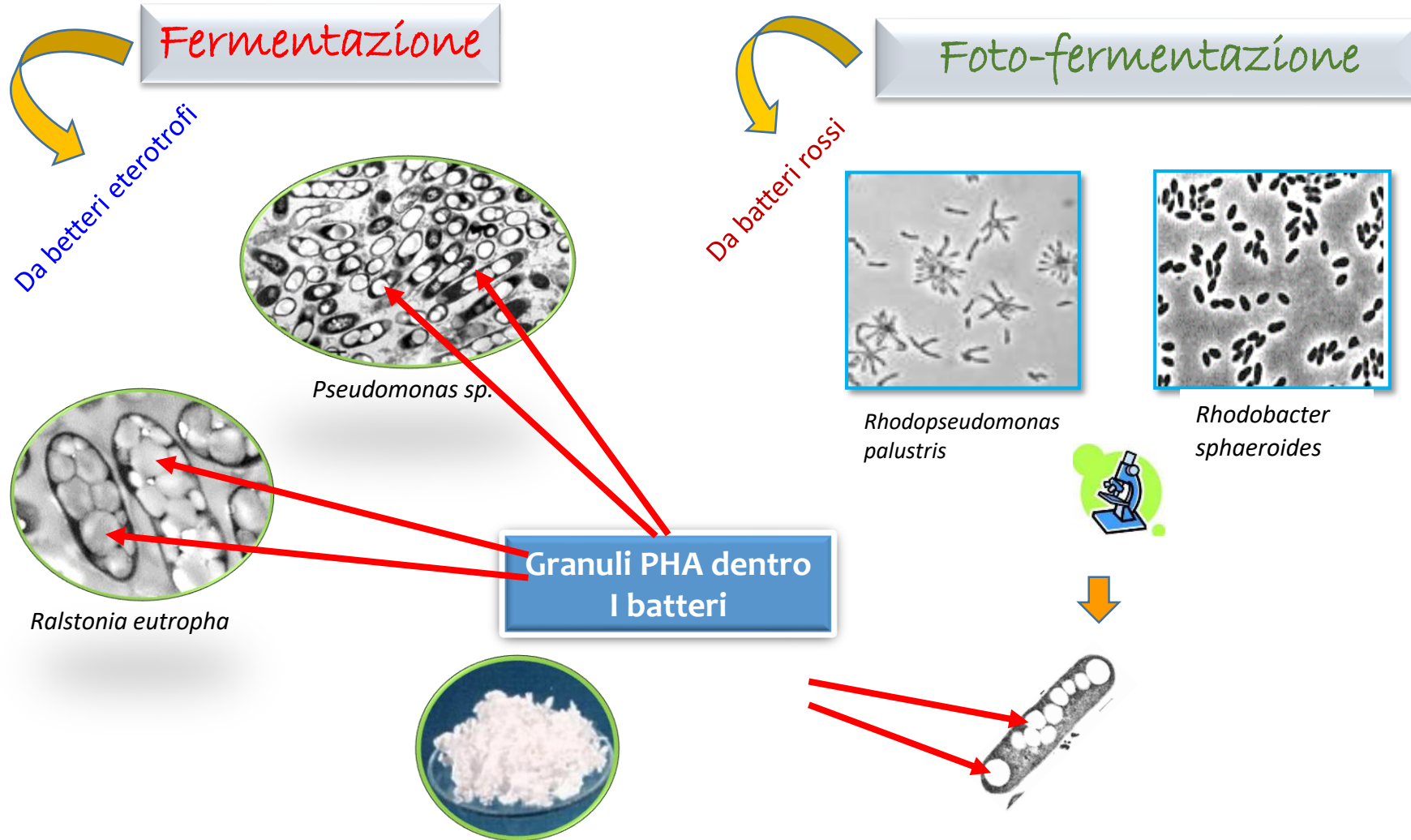
Sono biodegradabili anche in terreno, acqua e ambiente marino



Express Polymer Letters, 2014, 8(11), 791-808, Polyhydroxyalkanoate (PHA): Review of synthesis, characteristics, processing and potential applications in packaging, E. Bugnicourt, P. Cinelli, A. Lazzeri, V. Alvarez.

Grande varietà di batteri producono I PHA

Due diversi processi di produzione dei PHA



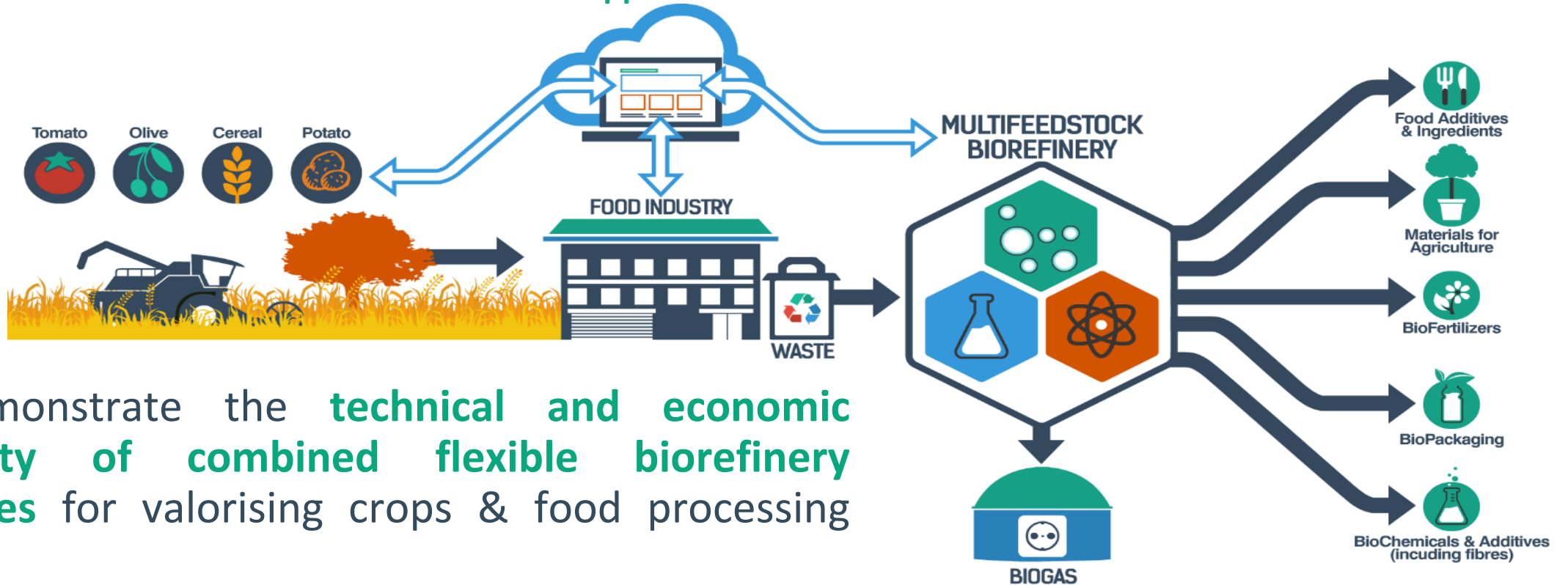
CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

- Esiste la possibilità di riciclare la maggior parte dei polimeri se propriamente raccolti e selezionati
- Esistono materiali polimerici biodegradabili utilizzabili per la produzione di plastiche con proprietà adatte ad applicazioni monouso
- Fattori limitanti al loro utilizzo sono: costo relativamente elevato, rispetto a convenzionali plastiche non biodegradabili, lavorazione più sensibile, personale più qualificato
- Buona conoscenza delle proprietà chimico, fisiche, meccaniche dei polimeri costituenti le plastiche biodegradabili
- Necessità di una corretta informazione dei mezzi di informazione e dei consumatori su definizioni e prestazioni dei materiali
- Forte educazione al consumatore verso una corretta gestione del rifiuto
- Ricerca in corso con ottime prospettive verso la possibile sostituzione dei materiali in plastica non biodegradabili, difficilmente riciclabili con materiali da fonti rinnovabili e “bio-riciclabili”

DICI – Esempi di Progetti su Plastiche Biodegradabili

AgriMax:

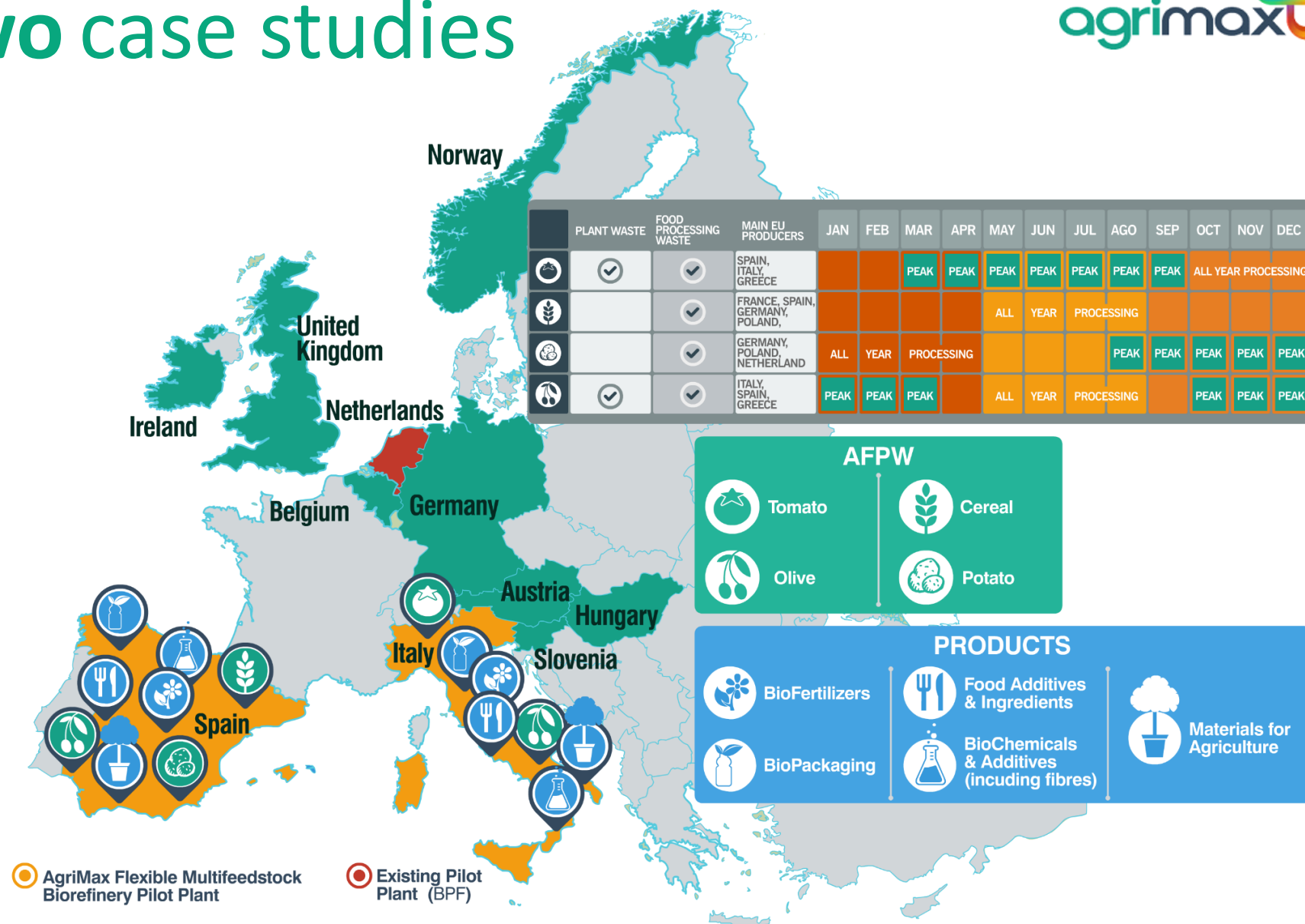
Agri & food waste valorisation co-ops based on flexible multi-feedstocks biorefinery processing technologies for new high added value applications

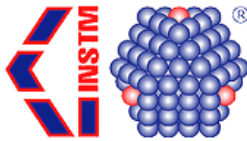


- To demonstrate the **technical and economic feasibility of combined flexible biorefinery processes** for valorising crops & food processing wastes.
- To maximise the economic and environmental sustainability of the EU **agricultural and food sectors** while providing new **biocompounds to the chemical, food, packaging and agriculture sectors**

Two case studies

Two pilot plants are going to be designed and will run on a **cooperative base** to prove the viability of the proposed approach

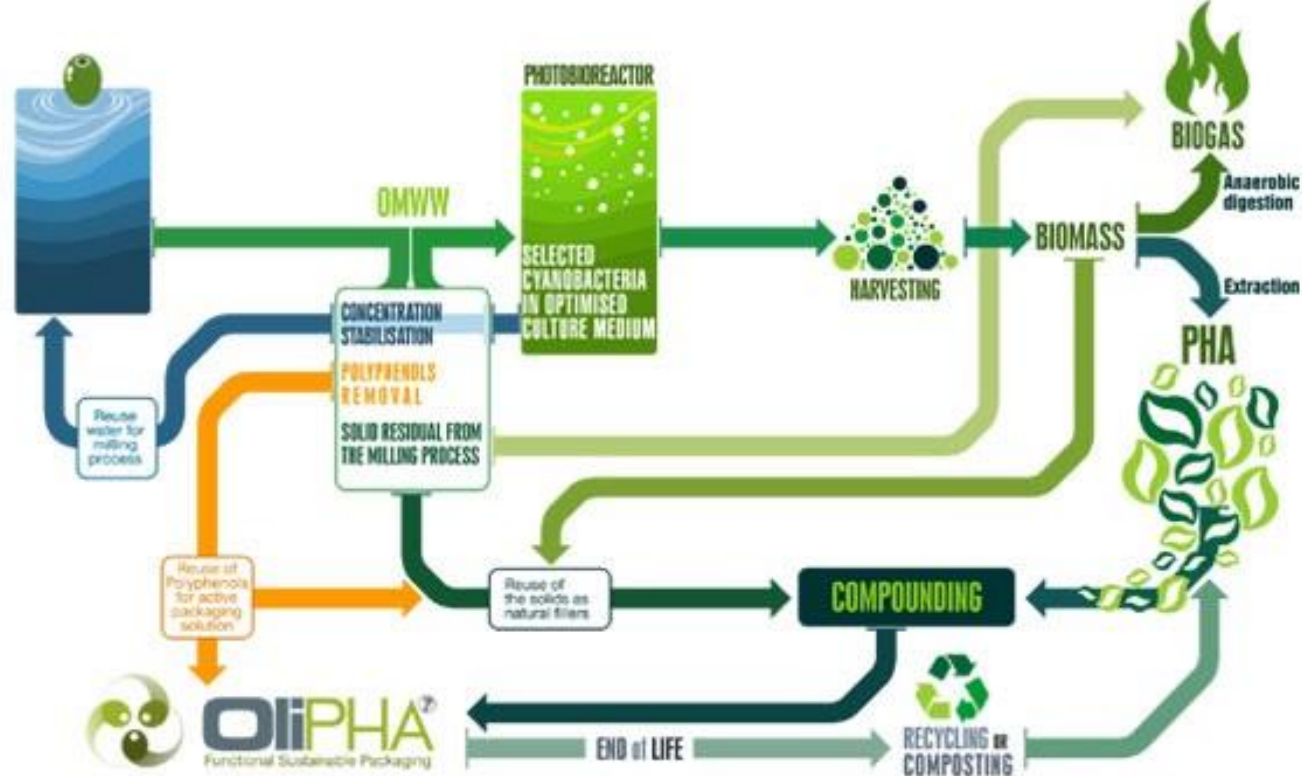






OliPHA⁷

www.olipha.eu/



OLIPHA “A novel and efficient method for the production of polyhydroxyalkanoate polymer-based packaging from olive oil waste water” **NMP2011.Small** , 01.06.2012-31.05.2015

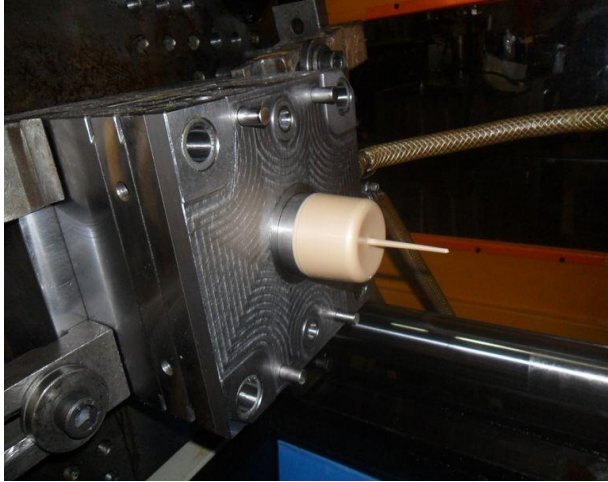
Collaborative Project

Small or medium-scale focussed research projects - Specific International Cooperation Actions (SICA) to promote the participation of emerging economies and developing countries: Latin America.

Research Activity:

Characterization of the PHAs produced. Blends with PHAs and plasticizers, production of composites and nano composites.

Esempi di materiali prodotti per stampaggio a iniezione scotoline per creme (cosmetici)



Material a base PHA, compostabile, degradabile in terreno e acqua!!!



Resources 2015, 4, 621-636, doi:10.3390/resources4030621 “An Innovative Device to Convert Olive Mill Wastewater into a Suitable Effluent for Feeding Purple Non-Sulfur Photosynthetic Bacteria” P. Carlozzi, G. Padovani, P. Cinelli, A. Lazzeri.

PHA Project Goals

- ❖ Sviluppo e ottimizzazione produzione di polidrossialcanoati con batteri foto-sintetici **foto bio-reattori** innovative con scarti agro-alimentari 

- ❖ Sviluppo di biocompositi con polidrossialcanoati e fibre naturali quali segatura di legno, e fibre di *Posidonia oceanica* depositate sulle spiagge (*egagropili*) per utilizzo in vasi per ripopolamento foresta di posidonia. 

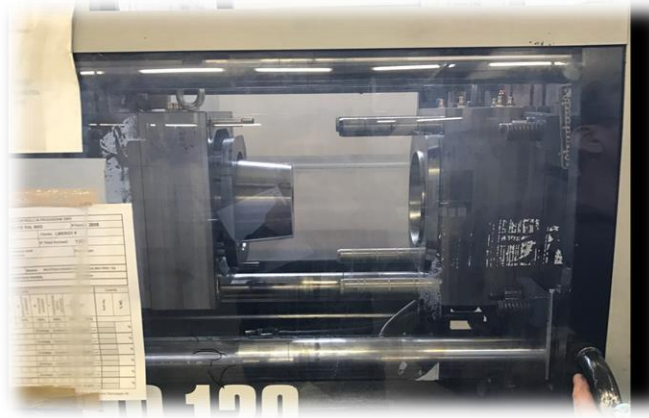


Eco-sustainable production of polyhydroxyalkanoates (PHAs) and their uses in wide range of applications

Biomacromolecules 2008, 9, 1007-1013, “Biodegradable Thermoplastic Composites Based on Polyvinyl Alcohol (PVA) and Algae” E. Chiellin, P. Cinelli, V. I. Ilieva, M. Martera.

This project has received funding from the Tuscany Region through the fund POR FESR 2014–2020 (Bando 2 - RSI 2014) (Grant number: 3389.30072014.068000241)

VASI A BASE PHA E SEGATURA



10 wt.% sawdust

PHA+10% Wood Fibers

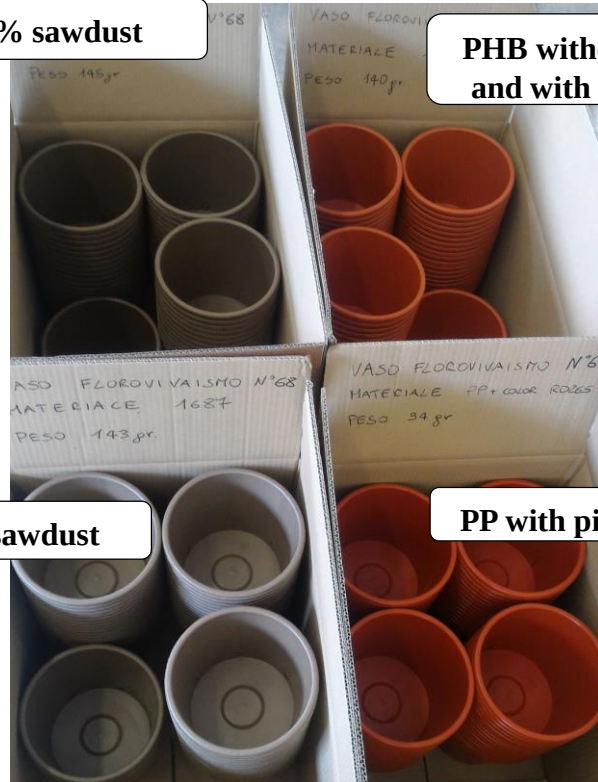
PHA+15% Wood Fibers

15 wt.% sawdust

PHB without fibres
and with pigment

PHB/CaCO₃/ATBC

15 wt.% sawdust



10 wt.% sawdust

PP with pigment

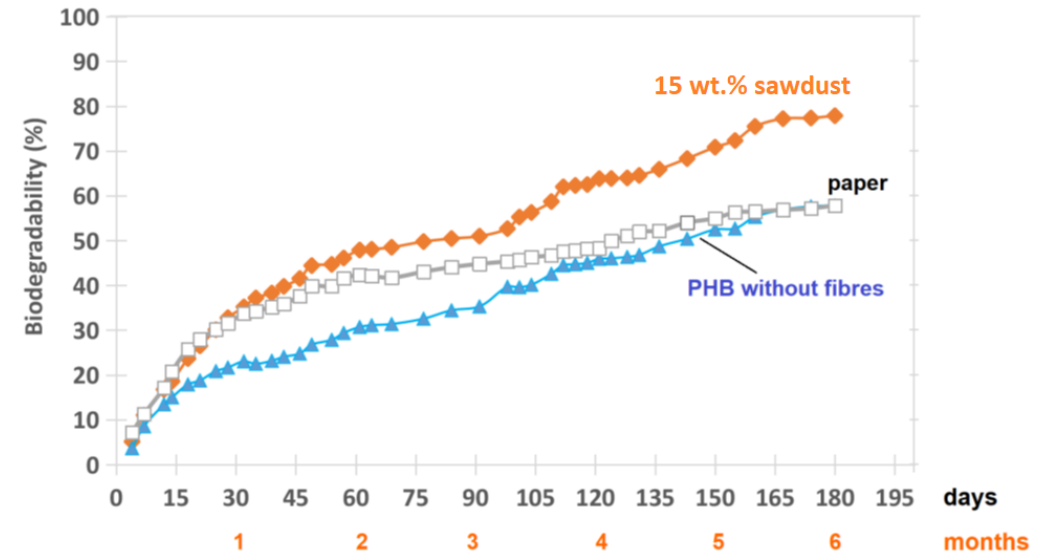
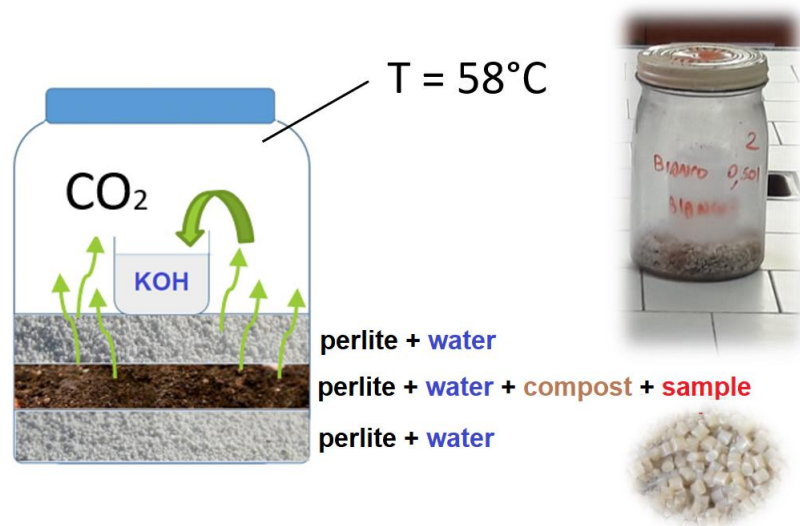


.... In un vivaio a piombino (Livorno, Italy)
disintegrazione in vari ambienti: **serra**, **esterno** e
interrati (buried).

Biodegradabilità/compost

Compositi a base PHA e segatura

Mineralization test in compost (ASTM D5338-98)



CO_2 evolved $\rightarrow$ % Biodegradability

$$\text{Biodegradability}\% = \frac{\sum mg\text{CO}_2 - \sum mg\text{CO}_{2,\text{blank}}}{Th\text{CO}_2} \cdot 100$$

✓ After about 6 months the composite with **15 wt.% of sawdust fibres** showed a biodegradability of about **80 % (higher than paper)**.

Vasi in terreno

... dopo 6 mesi....

esterno



serra



interrati



PP



PHA



PHA/Segatura

SPERIMENTAZIONE IN CORSO

Sperimentazione in collaborazione con ASA e Acquario di Livorno

Materiali a base di PHA, PHA/PBS, con e senza cariche naturali

Immersione in acqua di mare

Valutazione della degradazione e possibile tossicità verso fauna e flora marina



A.S.A. Azienda Servizi Ambientali S.p.A



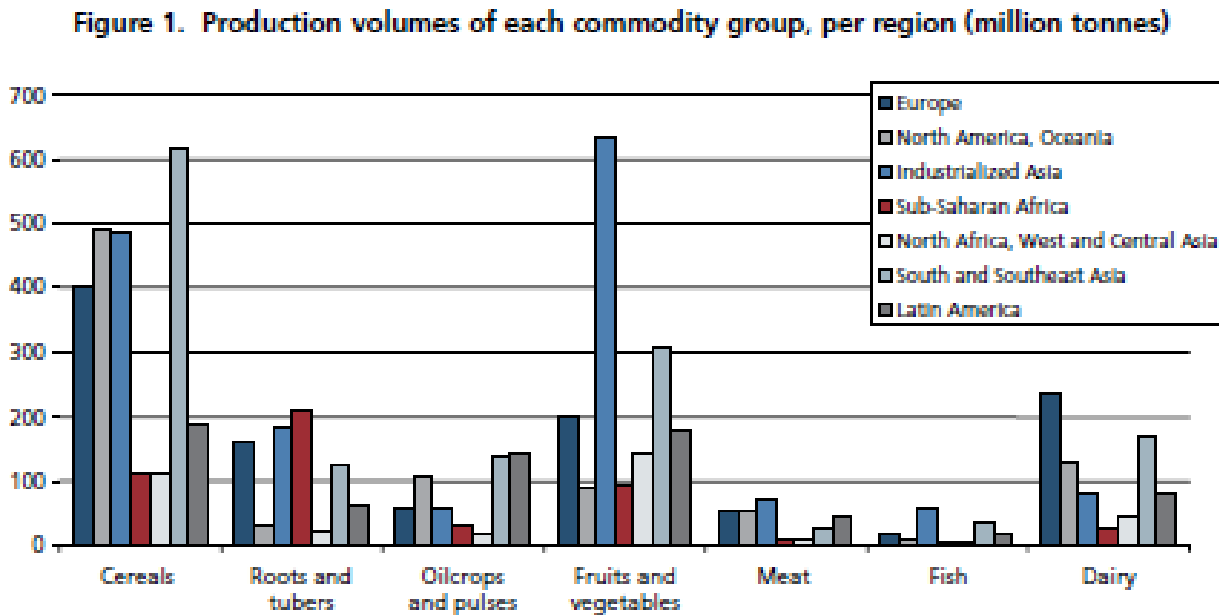
Acquario di Livorno



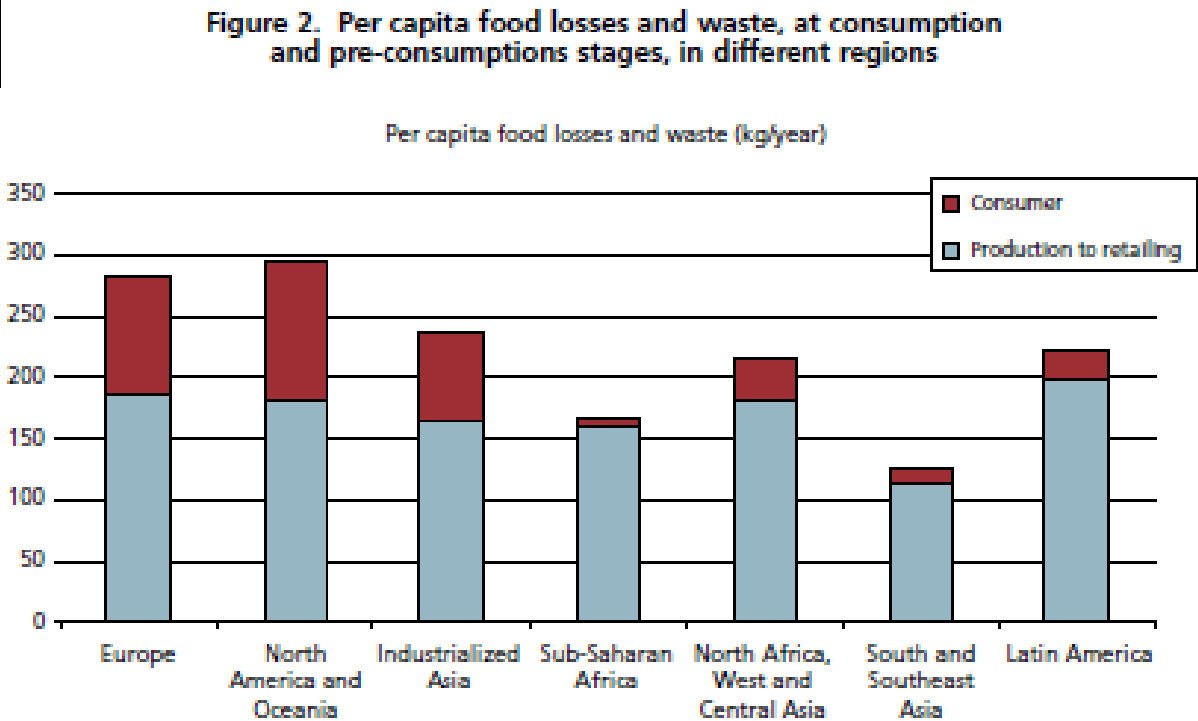
CO₂ evolved → % Biodegradability

$$\text{Biodegradability \%} = \frac{\sum \text{mgCO}_2 - \sum \text{mgCO}_{2, \text{blank}}}{\text{ThCO}_2} \cdot 100$$

Secondo un report della FAO circa un terzo del cibo ptodotto per consume umano, a livello mondiale, ogni anno– circa 1.3 billion ton – va perso e sprecato a livello globale” ed “ogni anno, il consumo di cibo nelle nazioni ricche genera una quantità di scarto di oltre 200 milioni di tonnellate”

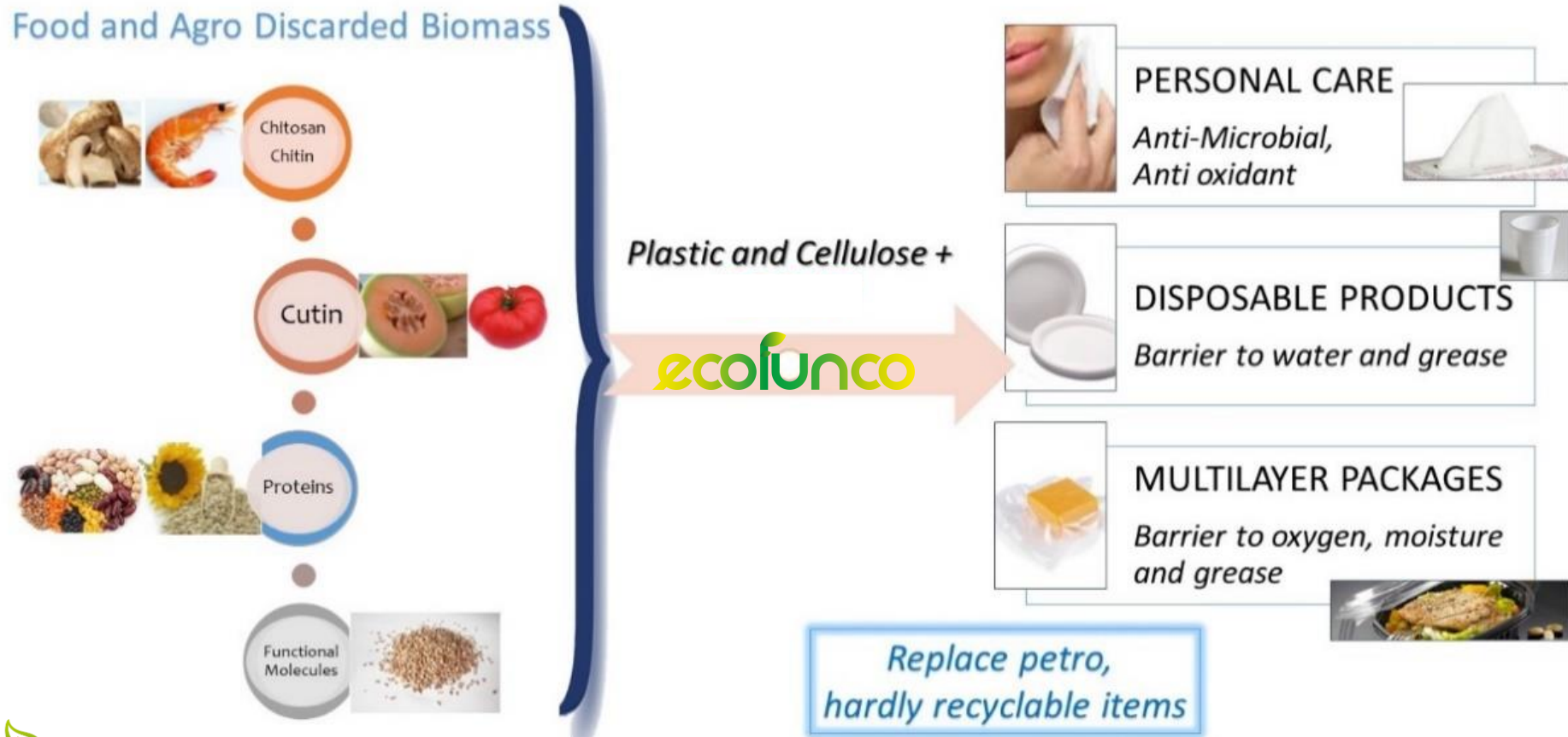


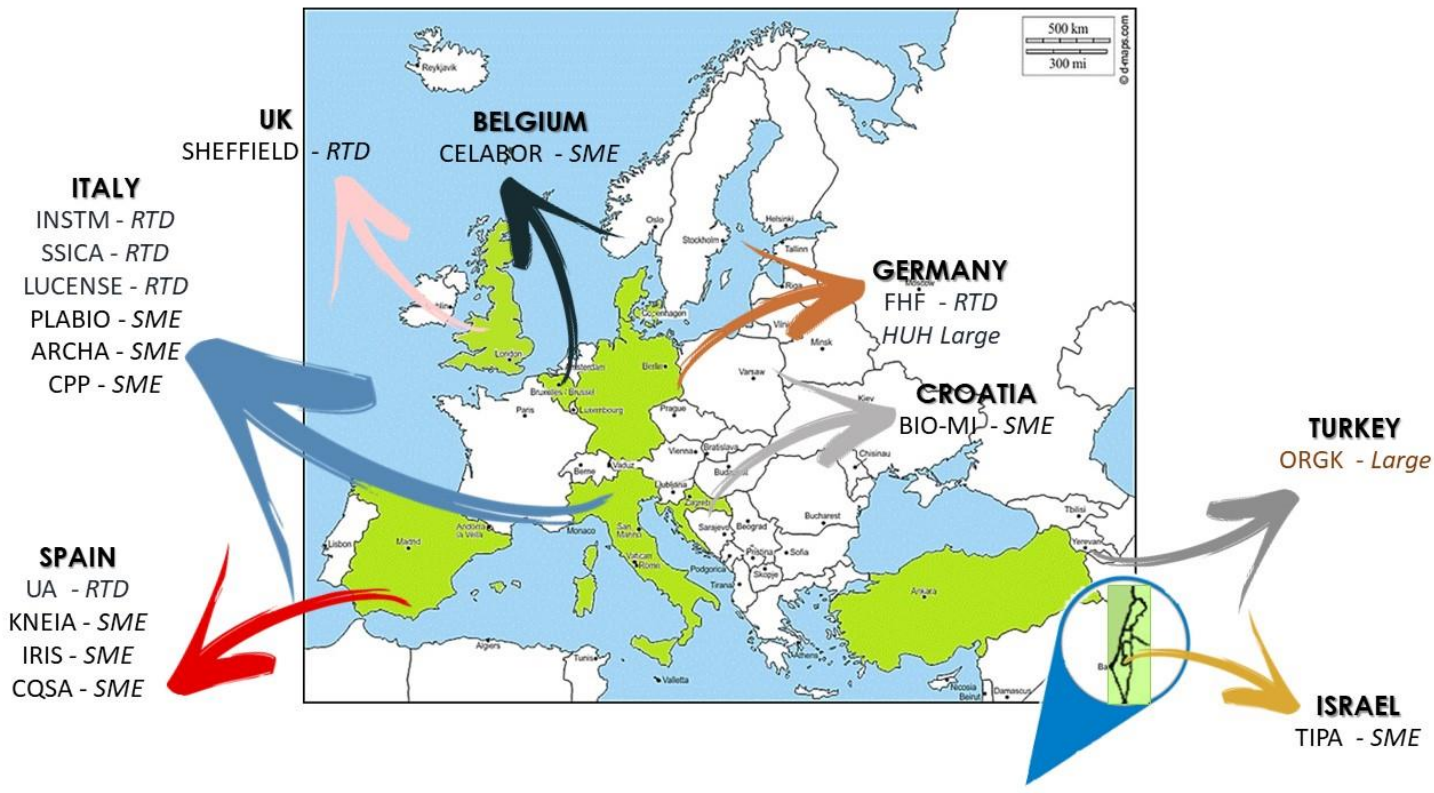
Imballaggio, protettivo, attivo per impedire la Perdita del prodotto durante il trasporto e lo stoccaggio.





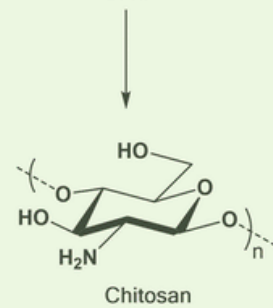
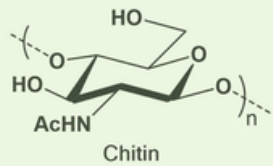
ECO sustainable multiFUNctional biobased COatings with enhanced performance and end of life options
GA 837863, BBI2018-RIA-A



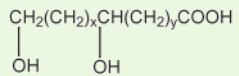
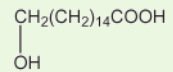
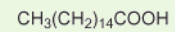


Coordinatore INSTM-Pisa University
Prof. Patrizia Cinelli; Dipartimento di
Ingegneria Civile ed Industriale

ecofunco

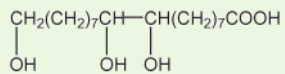
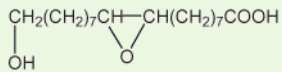
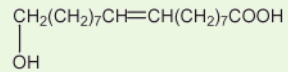
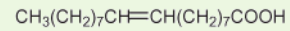


C₁₆ Acids

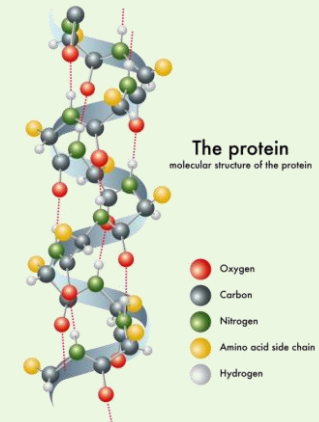


y = 5, 6, 7, or 8, and x + y = 13

C₁₈ Acids



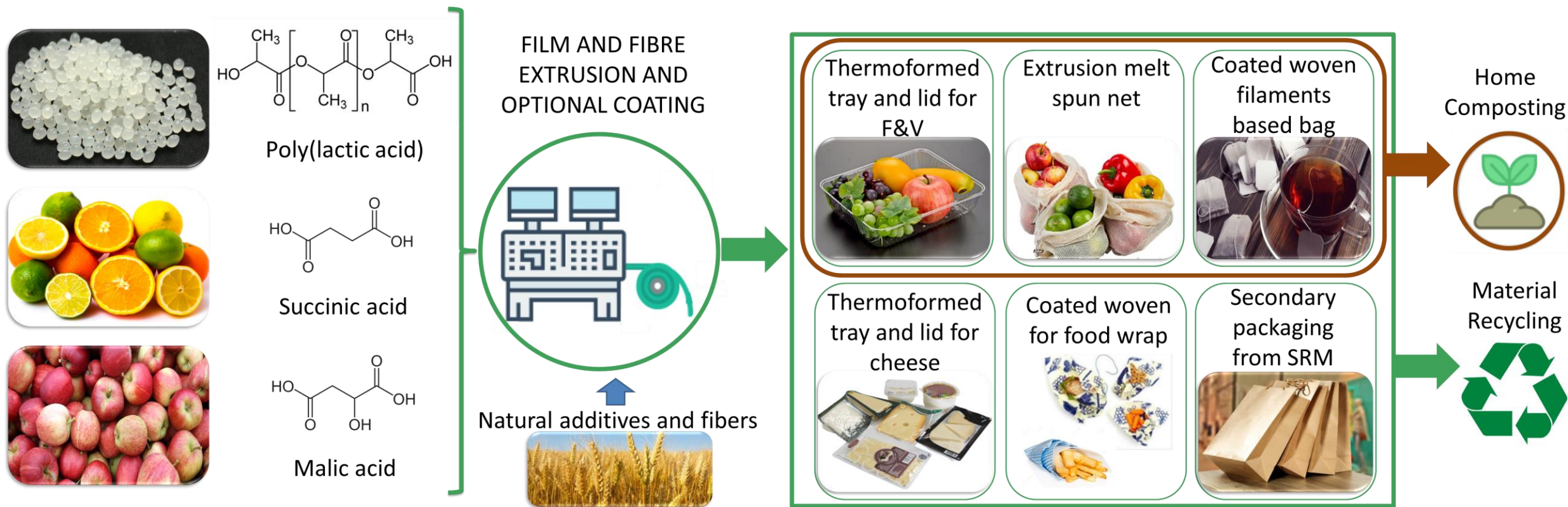
Cutin-forming acids



Barrier Function

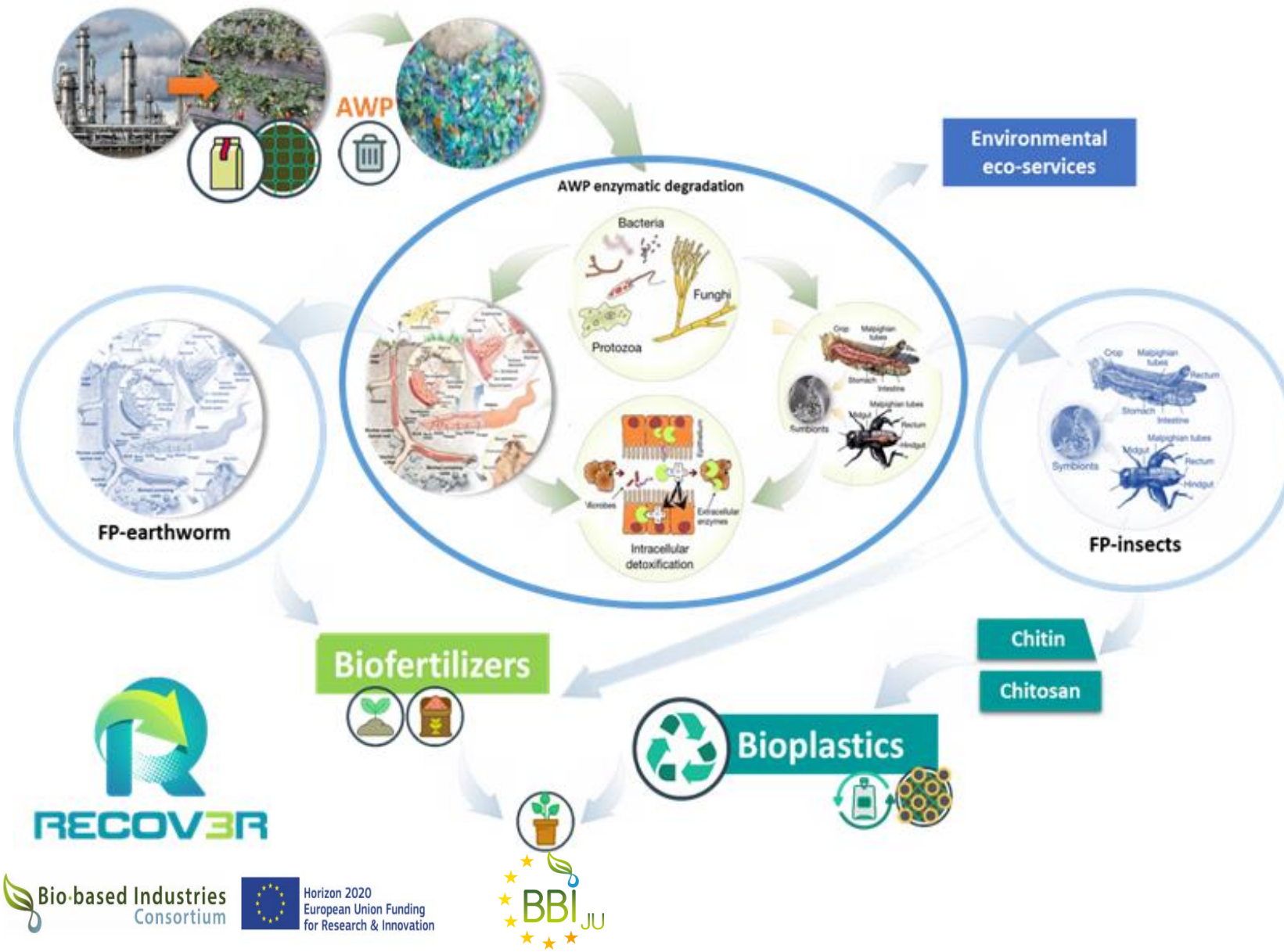
Material Function





INSTM Facilities for preparing and selecting materials based on PLA

RECOVER - Development of innovative biotic symbiosis for plastic biodegradation and synthesis to solve their end of life challenges in the agriculture and food industries GA887648 (BBI-2019-SO2-R3 - Apply microorganisms and/or enzymes to resolve end-of-life issues of plastics)



- Risolvere il problema della **contaminazione dei terreni agricoli**, migliorare la **gestione del rifiuto urbano** riducendo la frazione di rifiuto plastico non riciclato.
- Fornire nuove soluzioni biotecnologiche **combinando micro-organismi, nuovi enzimi, lombrichi e insetti** che degradino le plastiche non riciclabili utilizzate per **film agricoli**, e **plastica per imballaggio** e produrre nuove materie prime per settori primari (fertilizzanti).