

SARA LIMBO

- Sara Limbo è Professore Associato presso il DeFENS dell'Università degli Studi di Milano. La sua attività di ricerca riguarda: i) Sviluppo e ottimizzazione di tecnologie di packaging per il prolungamento della shelf-life di alimenti e bevande ii) Sicurezza dei materiali di confezionamento attraverso lo studio delle interazioni tra imballaggio ed alimento; iii) Eco-design e sostenibilità delle soluzioni di packaging. Svolge attività didattica con insegnamenti relativi al "Food Packaging" presso gli Atenei di Milano e Torino.

PLASTICA BIO-BASED: NUOVE SFIDE
PER RIDURRE GLI IMPATTI AMBIENTALI E
PROTEGGERE LA QUALITÀ DEGLI ALIMENTI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO





LE NUOVE PAROLE DEL PACKAGING PER ALIMENTI

BIO-PLASTICHE: QUALE OFFERTA



BIO-BASED E NON
BIODEGRADABILI

Bio-PET
Bio-PE
Bio-PA
PTT
.....



PETROLEUM-
BASED E
BIODEGRADABILI

PBAT
PCL
.....



BIO-BASED E
BIODEGRADABILI

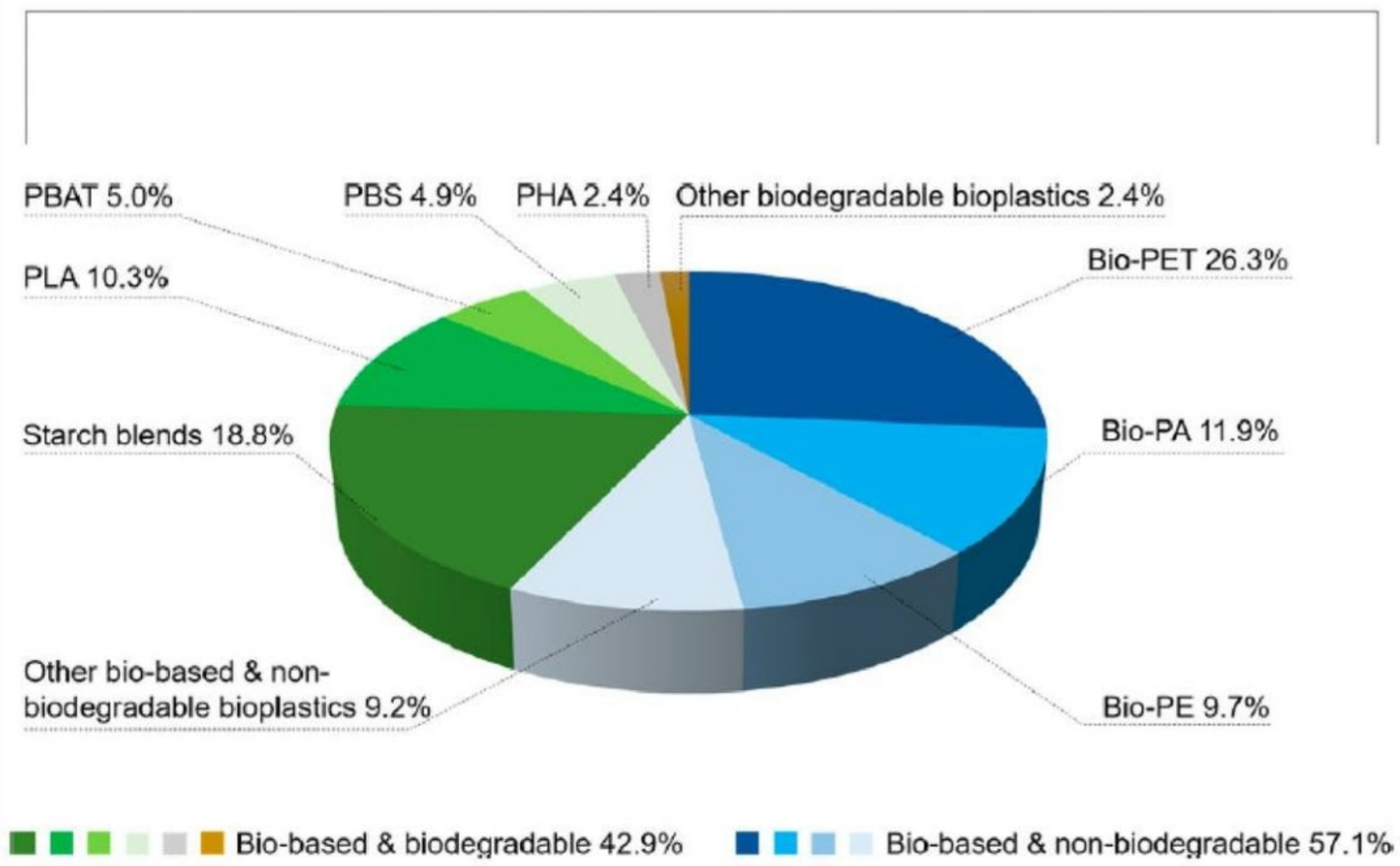
TPS
PHA
PHB
PHBV
PLA
PBS
.....



BLENDS

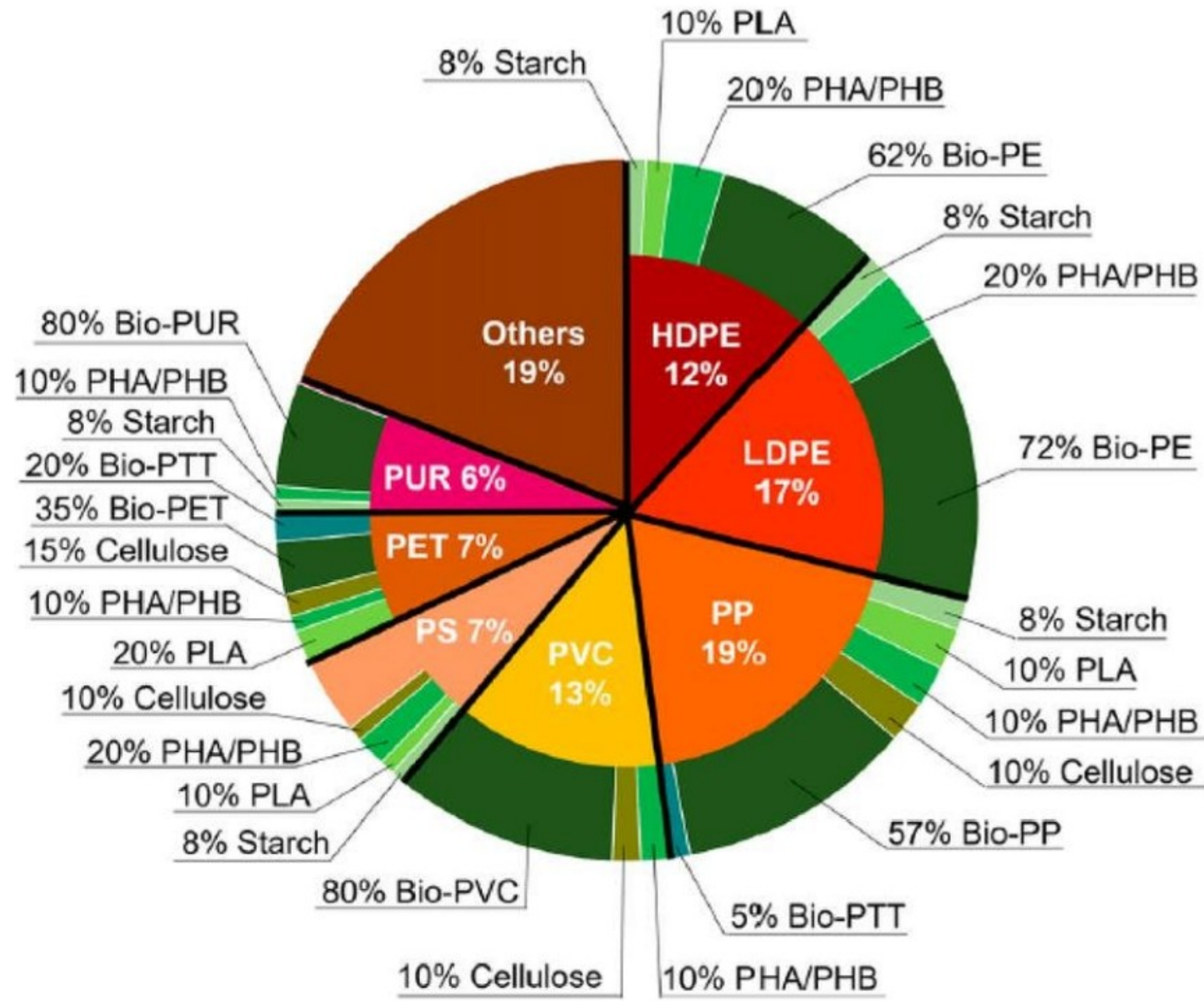
PLA/bio-PET blends
PLA/PHB blends
PLA/PHB/PBAT blends
PLA/cellulose blends
starch blends with PLA/PHB
.....





Fonte: Environ. Sci. Technol. 2020, 54, 4712–4732

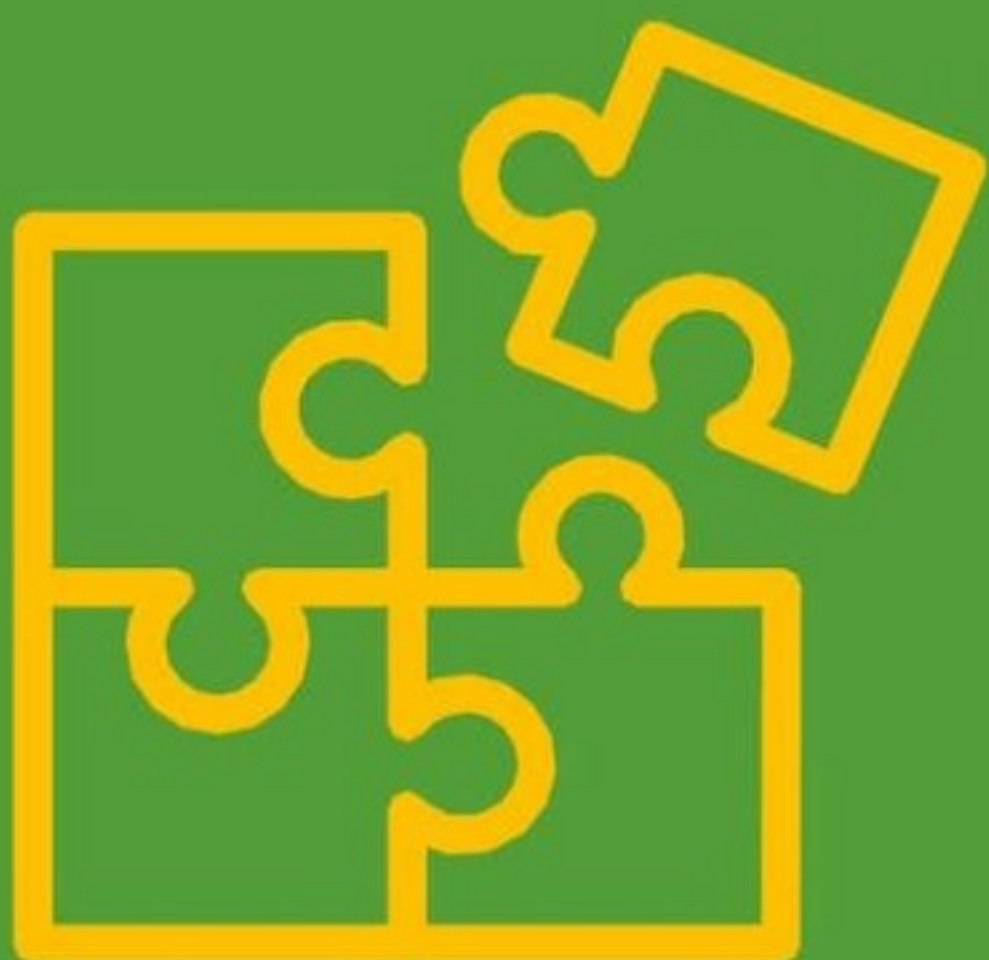
GLOBAL PRODUCTION CAPACITIES OF BIOPLASTICS IN 2017



Fonte: Environ. Sci. Technol. 2020, 54, 4712–4732

POTENZIALI SOSTITUZIONI

QUALI GAP
DA COLMARE
PER
APPLICAZIONI
FOOD?



PRESTAZIONI FUNZIONALI



SICUREZZA –food contact compliance



SHELF LIFE E FOOD WASTE



PRESTAZIONI AMBIENTALI

PRESTAZIONI FUNZIONALI



PETROLEUM-DERIVED

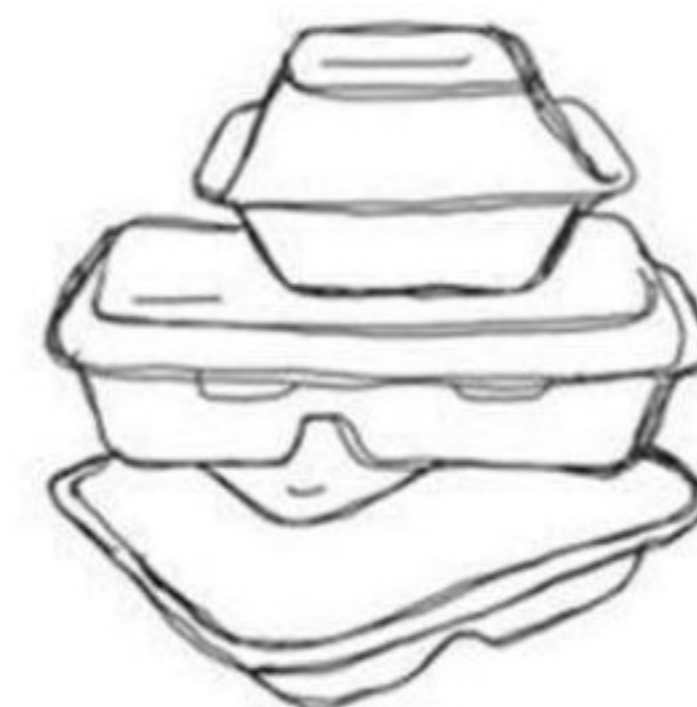
polymers	tensile strength at yield (MPa, ASTM D638)	tensile elongation at break (% ASTM D638)	Izod impact strength (J/m, ASTM D256)	flexural modulus (MPa, ASTM D790)	heat deflection temperature (°F, 66 psi/264 psi, ASTM D648)	water absorbance (% 24 h, 73 °F, ASTM D570)
Petroleum-Derived Plastics						
HDPE	24–32 ^{121,122}	150–400 ^{121,123}	69.4 ¹²⁴	500–1200 ¹²¹	172 ¹²⁵ -185/140 ¹²⁶	0.005–0.01 ¹²⁷
LDPE	10–12 ¹²¹	300–500 ¹²¹	no break	300–400 ¹²¹	122 ¹²⁵ /120 ¹³⁰	0.005–0.015 ¹²⁷
PET	55–79 ^{133,134}	15–165 ^{133,135}	20–37 ^{133,134,136}	1000–2300 ^{134,137}	158–240/149–175 ^{126,133}	0.1–0.2 ^{138,139}
PP (homo polymer)	21–27.5 ¹⁴²	100–600	8–32 ¹⁴²	850–1050 ¹⁴²	210/210 ¹⁴³	0.01–0.1 ¹²⁷
PP(randomcopolymer)	15–24 ¹⁴²	200–500 ¹⁴³	30–50 ¹⁴²	350–1000 ¹⁴²	210/120 ¹⁴⁴	0.01–0.1 ¹²⁷
PVC	48–52 ^{125,145}	200–450 ¹⁴⁶	26–53 ^{145,147}	2296–3213 ^{145,148}	86–176 ¹⁴⁹ /158 ¹³³	0.15–0.3 ¹⁵⁰
PS	24–60 ^{133,153,154}	1.6–2.5 ¹³⁴	19–150 ^{131,133,134}	2100–3000 ¹³⁴	194–203/176–185 ^{126,131}	0.01–0.4 ^{131,138}
PCL	25–33 ¹⁵⁵	450–1100 ¹⁵⁶	82 ¹⁵⁷	225–350 ¹⁵⁸	Melt at 140 ¹⁵⁵	0.35 ¹⁵⁶
PC	40–70 ^{159,160}	100–110 ¹⁵⁹	55–780 ¹⁶⁰	1200–3300 ¹⁶⁰	280–284/266–270 ^{125,126}	0.1–0.4 ¹²⁷

BIO-PLASTICS

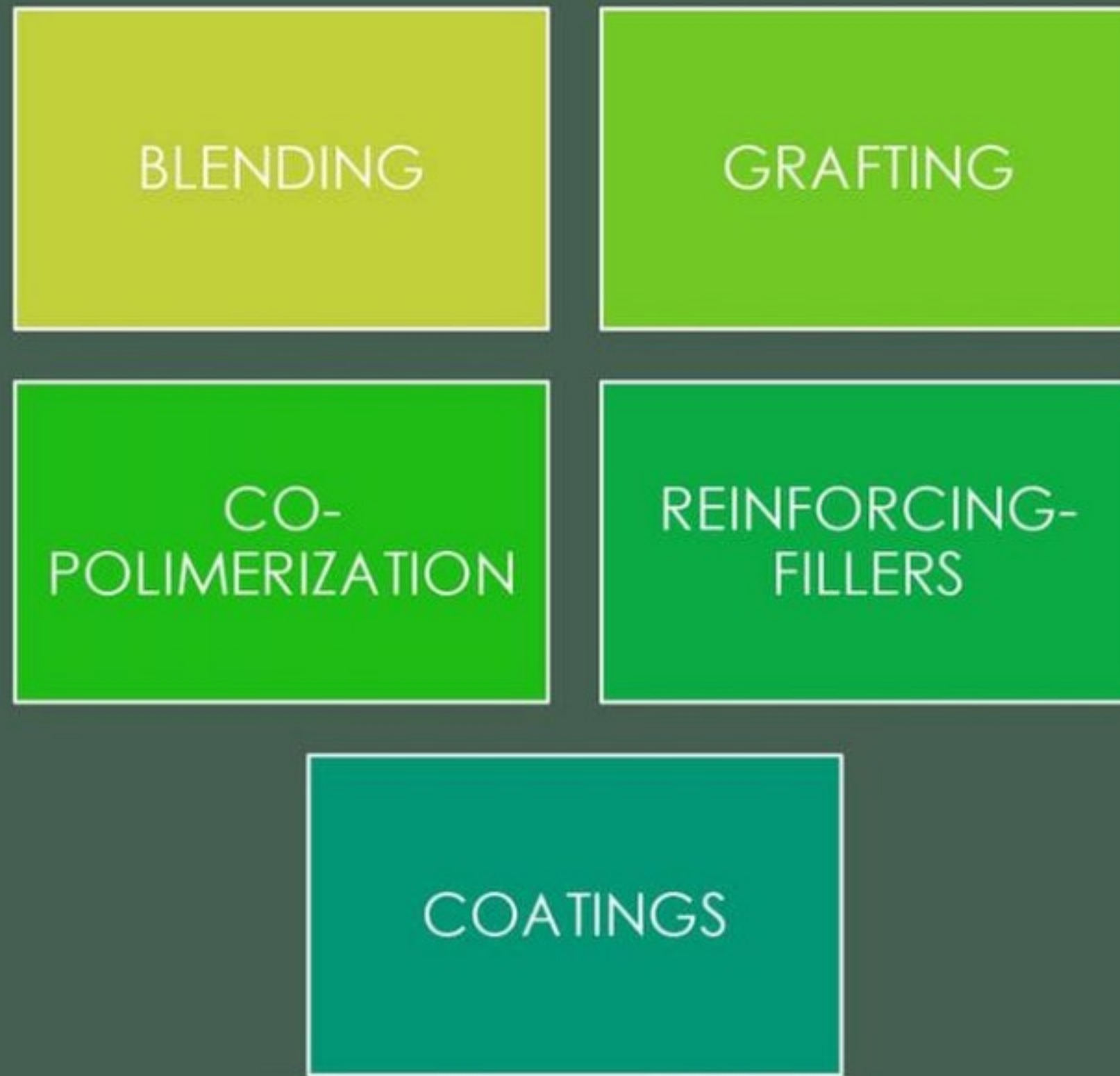
Bioplastics						
PLA	37–66 ^{162–165}	0.5–9.2 ¹⁶⁵	12.8–15 ¹⁶⁶	2392–4930 ¹⁶⁵	121–126/118–122 ¹⁶⁵	3.1 ¹⁶⁷
PHAs (PHBV)	20–40 ¹⁷⁰	1.4–5.5 ^{171,172}	22–35 ^{171,173}	1280–3668 ¹⁷⁴	239–293 ^{171,175}	0.7 ¹⁷⁶
thermoplastic starch	3–10 ^{179–181}	3 ^{179,180}	1.5–15 ^{182,183}	770 ¹⁸⁰	185 ¹⁸²	4–8 ¹⁸⁴
cellulose acetate	17–46 ¹⁸⁶	3–30 ¹⁸⁷	49–230 ¹⁸⁶	860–2590 ¹⁸⁶	170–190 ¹⁸⁸ /111–194 ¹⁸⁹	2.7–5.0 ¹⁸⁶
biobased PA	37–41 ¹⁹⁰	22–100 ¹⁹⁰	40–250 ¹³⁴	900–1400 ¹³⁴	130–200/80–278 ¹⁹¹	0.1–3.7 ¹³⁸
biodegradable PBAT	13–15 ¹⁹³	713–803 ¹⁹⁴	no break ¹⁹³	80–110 ¹⁹⁵		
biodegradable PBS	30–35 ^{196,197}	8–13 ¹⁹⁷	300 ¹⁹⁸			
bio-PET	similar to petroleum-based counterparts ¹⁹⁹					
bio-PE	same as petroleum-based counterparts ²⁰⁰					

Fonte: Environ. Sci. Technol. 2020, 54, 4712–4732

PRESTAZIONI FUNZIONALI



POSSIBILI SOLUZIONI PER RAGGIUNGERE PRESTAZIONI PERFORMANTI



TAILORED POLYMER PROPERTIES

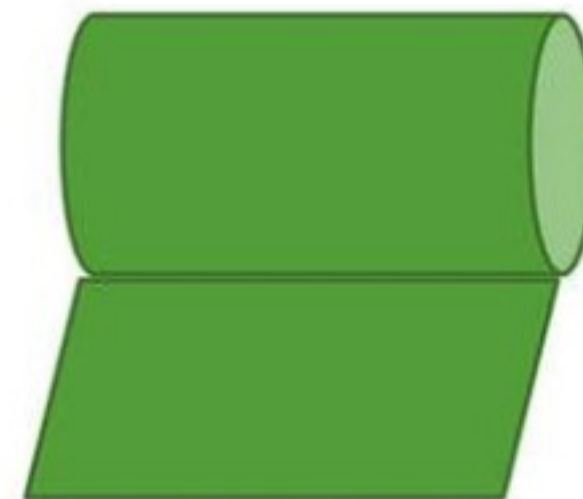


AUMENTARE LA GAMMA DI APPLICAZIONI

Film blowing, blow molding, vacuum thermoforming.....

SCIENZA DEI MATERIALI

PRESTAZIONI FUNZIONALI



SICUREZZA-
food contact
compliance



MATERIALI e OGGETTI a CONTATTO con gli ALIMENTI

MIGRAZIONE

Trasferimento di SOSTANZE
dall'IMBALLAGGIO
ALL'ALIMENTO



RISCHIO per il CONSUMATORE

Infants



Children



Adults



Elderly
people



IAS

(monomeri,
catalizzatori,
additivi ecc.)



NIAS

(prodotti di neo-
formazione, prodotti
di degradazione,
impurezze)

1. Conformità di costituzione
2. Inerzia del materiale di confezionamento
3. Purezza- sicurezza dell'alimento
4. Inerzia sensoriale

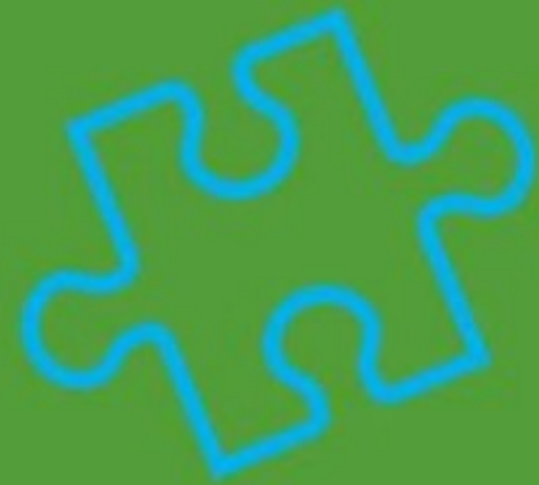


Reg. UE 1245/2020 che modifica e
rettifica il Reg. UE 10/2011



Sostanze in
forma NANO

SHELF LIFE & FOOD WASTE



PRESTAZIONI AMBIENTALI

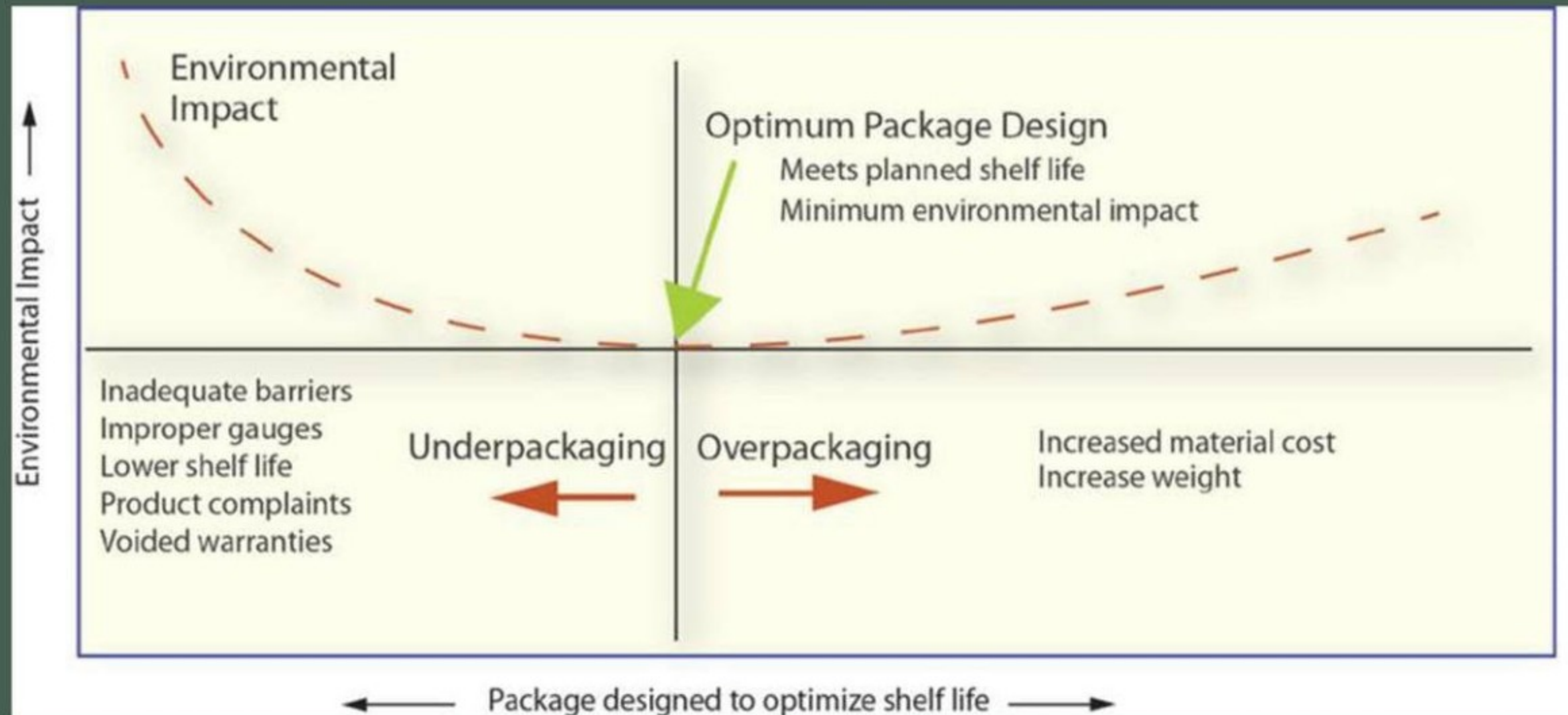


ECO-DESIGN: CHIAVE PER LA SOSTENIBILITÀ

FOOD PACKAGING



Le variabili DELL'ALIMENTO E, dell'IMBALLAGGIO (e NON solo le caratteristiche del MATERIALE) hanno l'effetto di modulare le variabili ambientali, creando un "microambiente" diverso da quello esterno, ma anche di interagire con il prodotto, variandone la suscettibilità al decadimento.



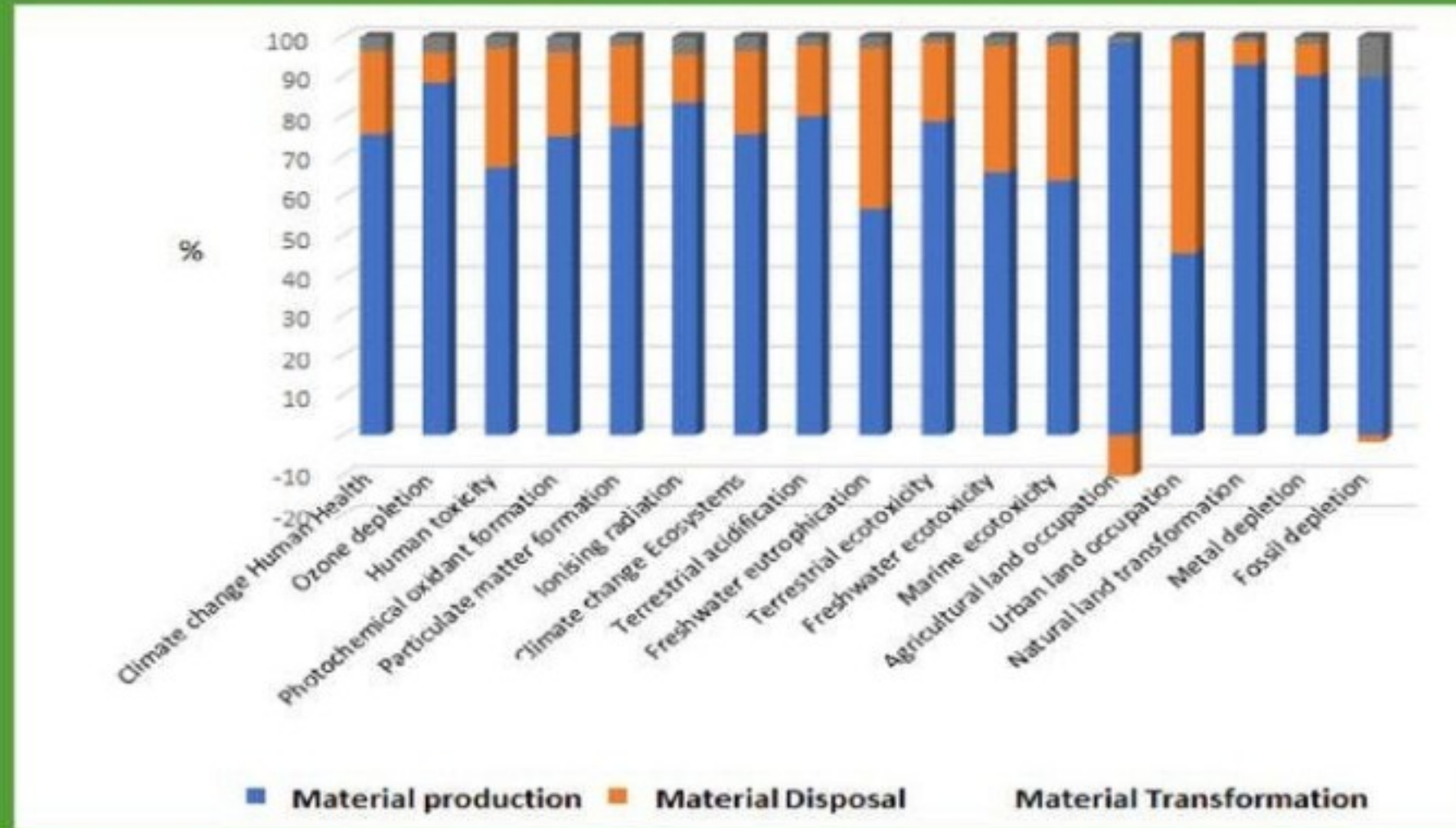


Obiettivo: "more food **reaches** the consumer for a given level of resourced used"



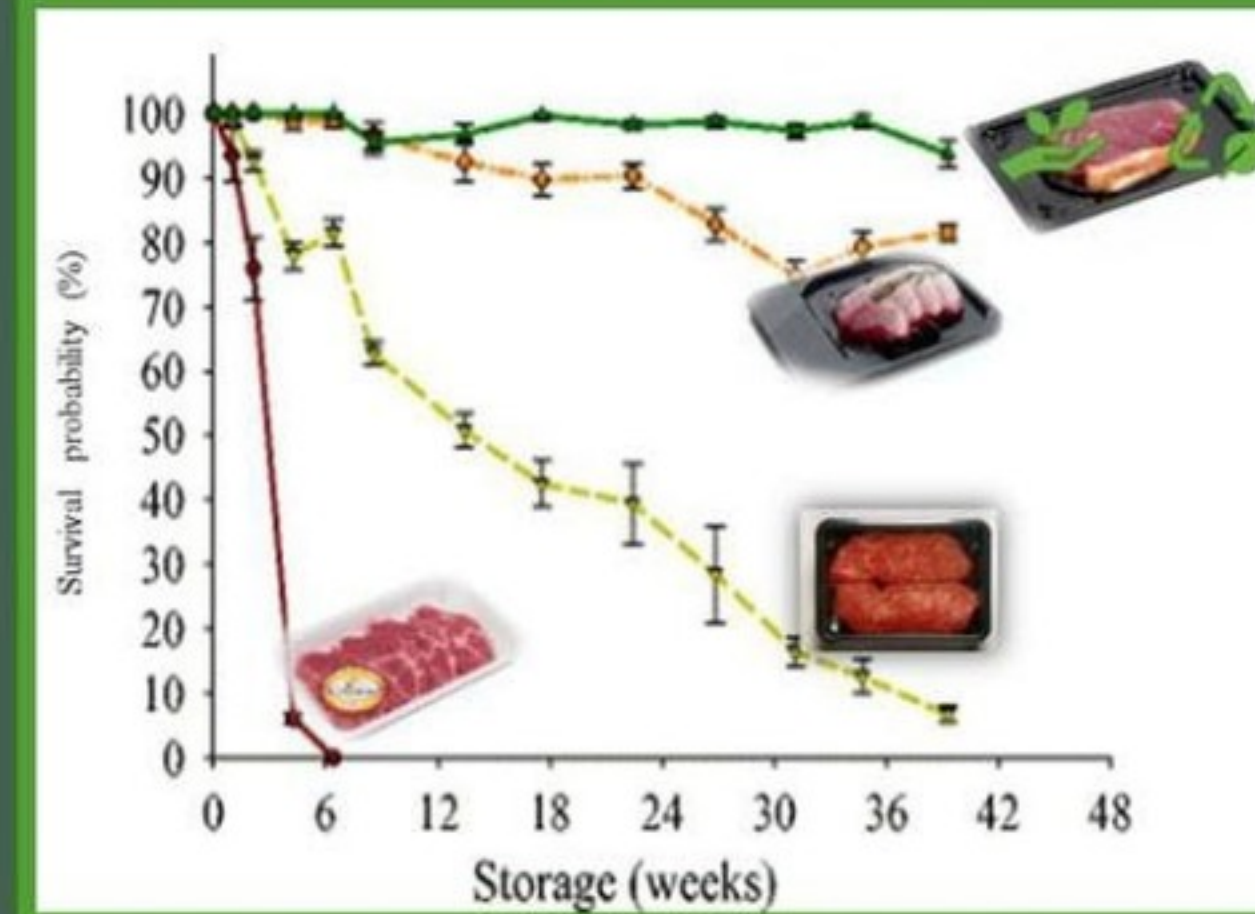
EFFETTI DIRETTI DEL PACKAGING (BIO-PLASTICHE)

Impatti ambientali* che derivano dal processo produttivo di un materiale e dal suo fine vita



EFFETTI INDIRETTI DEL PACKAGING

Impatti ambientali* che derivano dal food waste generato dal mancato raggiungimento della shelf life (failure), per una data soluzione di packaging



Waste=f(SL)

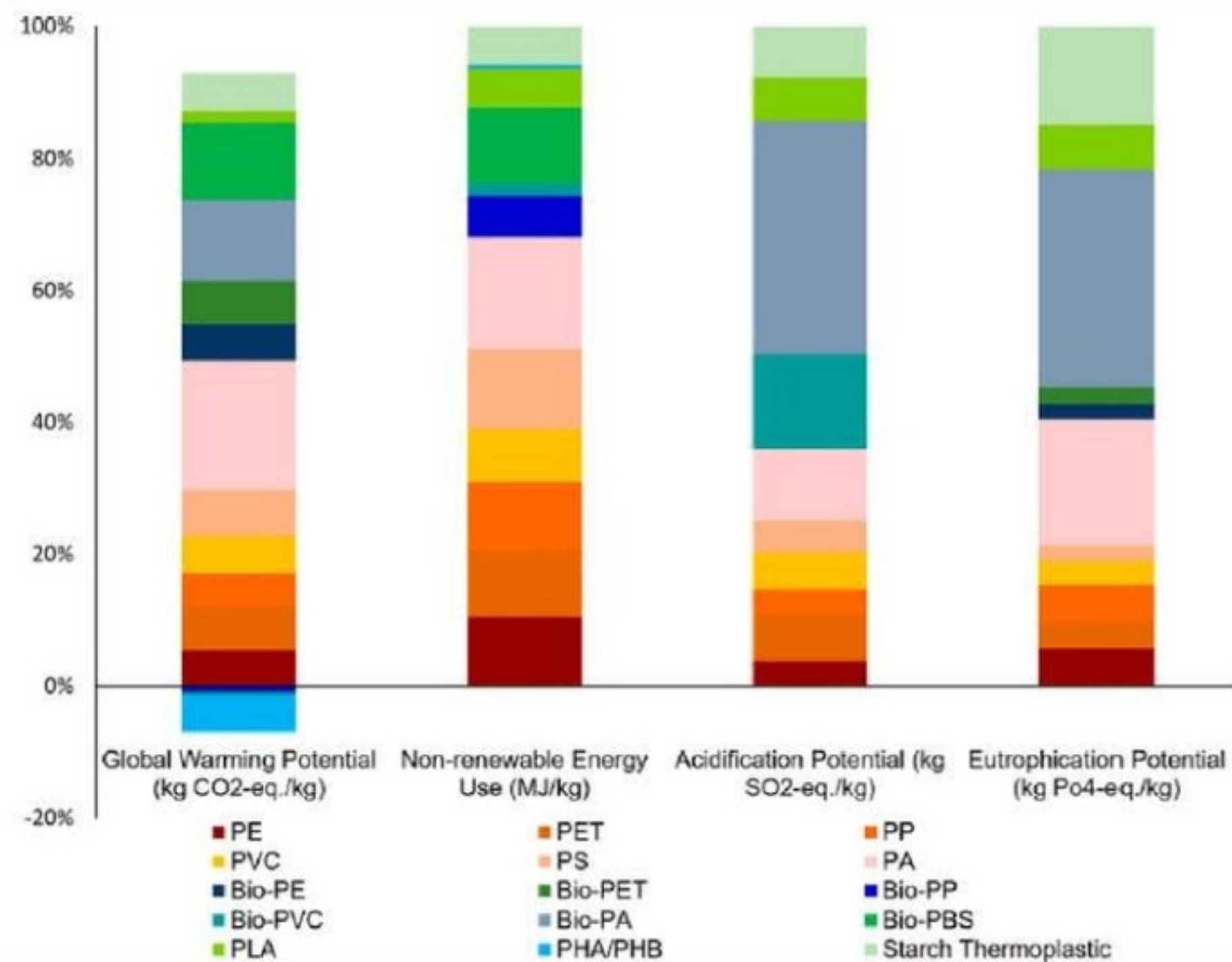
* tramite approccio LCA



Obiettivo: "more food **reaches** the consumer for a given level of resources used"



EFFETTI DIRETTI DEL PACKAGING (BIO-PLASTICHE)



Per le BIO-PLASTICHE attenzione al fenomeno detto **BURDEN SHIFT**

Riduzione dei consumi delle risorse fossili

MA

aumento degli impatti che derivano dall'attività agricola

* tramite approccio LCA



Obiettivo: "more food **reaches** the consumer for a given level of resources used"



shelf life
attuale

shelf life
attesa



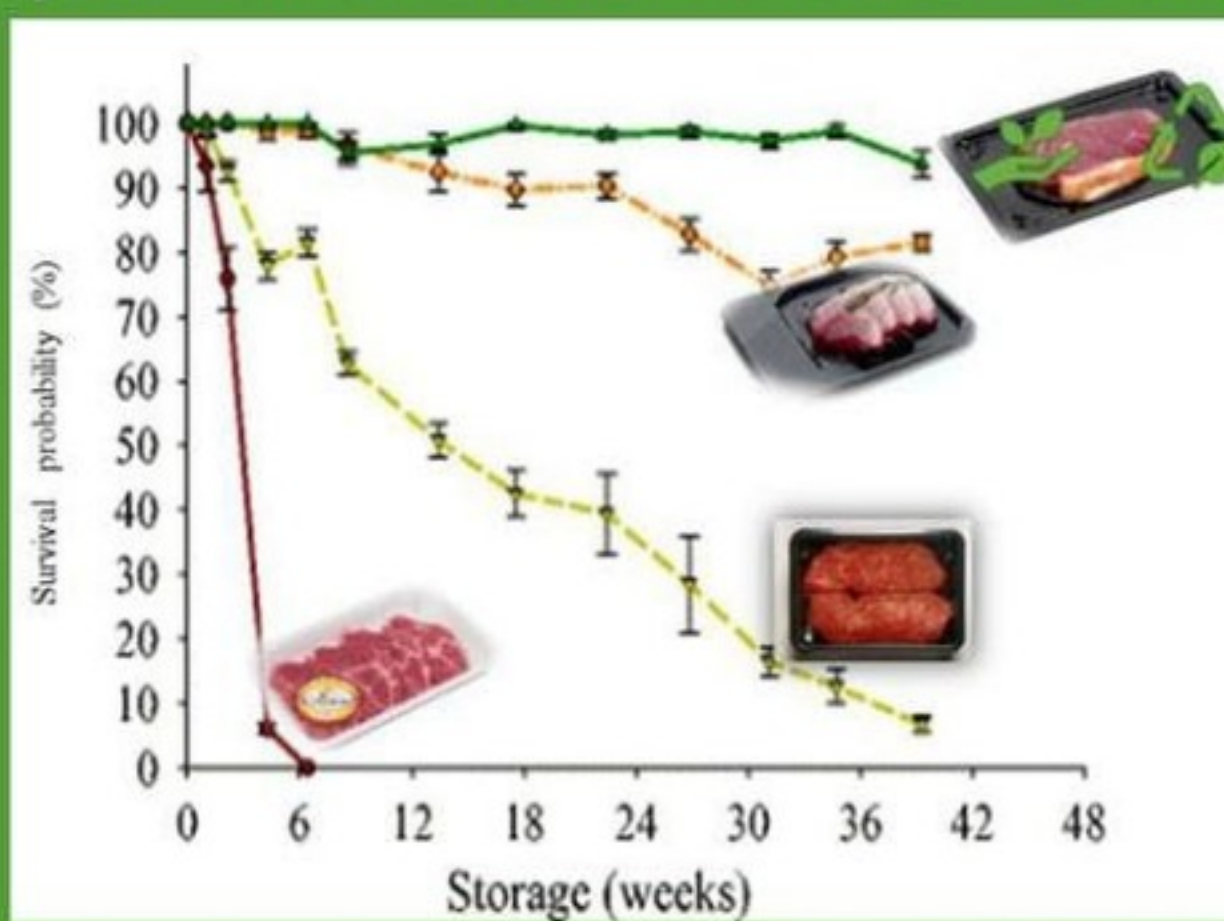
Alto rischio di WASTE

Strategie di SHELF LIFE EXTENSION

- Materiali con migliori prestazioni
- Tecnologie più performanti

EFFETTI INDIRETTI DEL PACKAGING

Impatti ambientali* che derivano dal food waste generato dal mancato raggiungimento della shelf life (failure), per una data soluzione di packaging



Waste=f(SL)



Obiettivo: "more food **reaches** the consumer for a given level of resources used"



EFFETTI DIRETTI DEL PACKAGING



EFFETTI INDIRETTI DEL PACKAGING

RIDUZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI DEI MATERIALI



- MIGLIORAMENTO PERFORMANCE
- OTTIMIZZAZIONE DEI SISTEMI DI SELEZIONE/ RACCOLTA DEI RIFIUTI
- OTTIMIZZAZIONE DEI SISTEMI DI PRE-TRATTAMENTO E COMPOSTAGGIO

MATERIAL SCIENCE



MAGGIORE COINVOLGIMENTO DEI CITTADINI

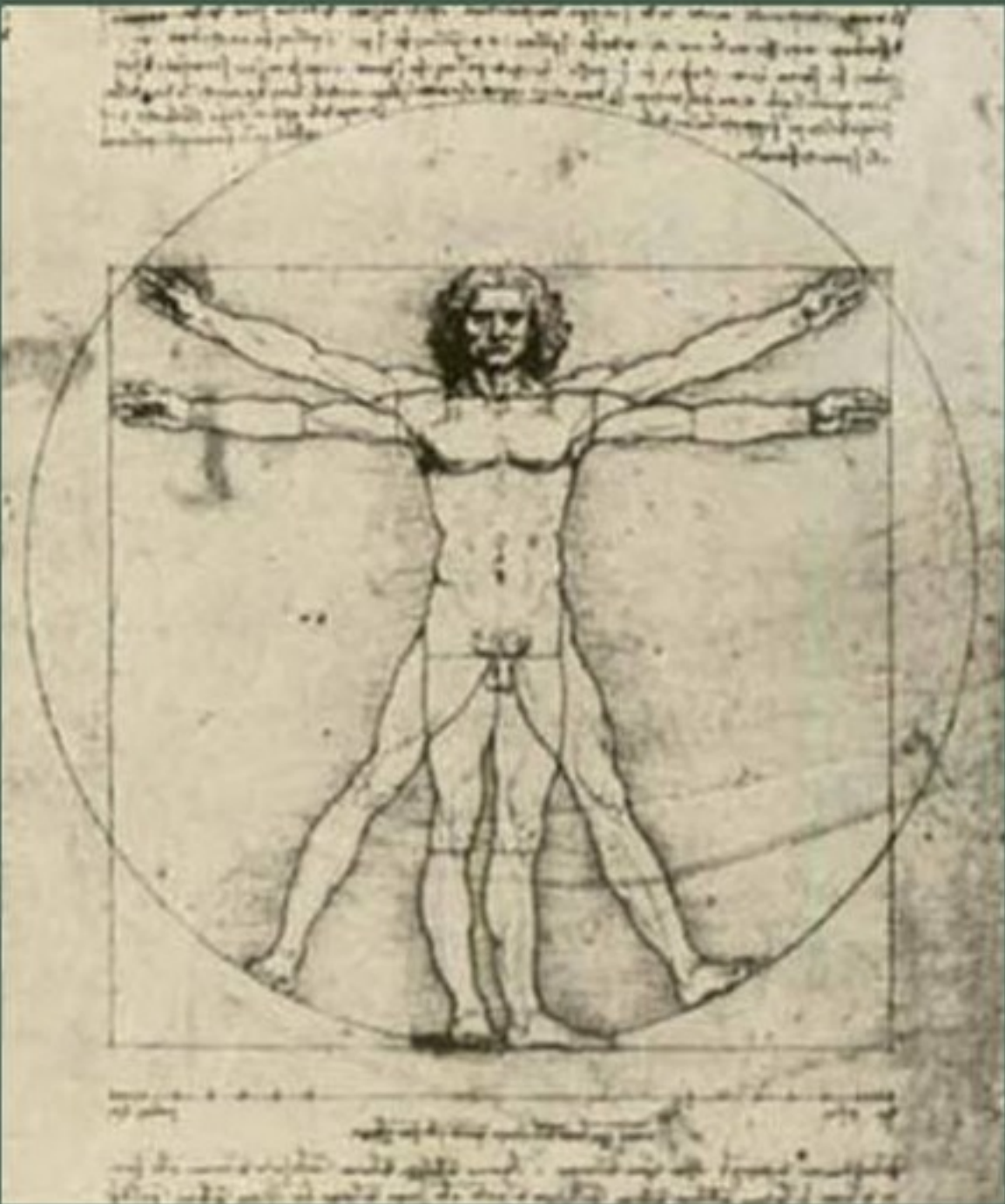
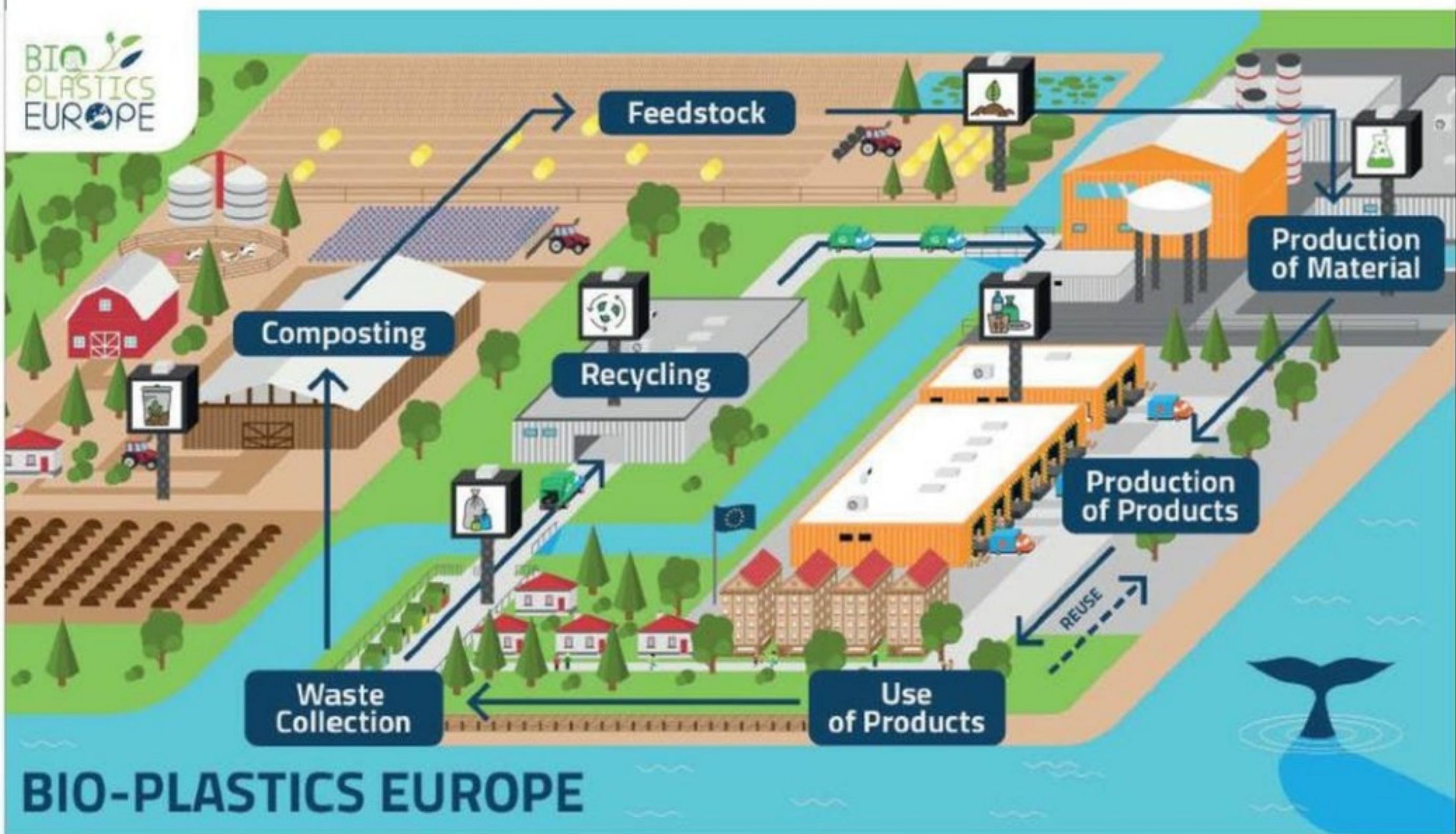
RIDUZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI DOVUTI ALLE PERDITE DI ALIMENTI CONFEZIONATI



- ECO-DESIGN DELLE SOLUZIONI DI PACKAGING
- STUDI DI SHELF LIFE OGGETTIVI per la definizione del FAILURE TIME
- GESTIONE DELLE ECCEDENZE

FOOD SCIENCE

PLASTICHE
RINNOVABILI,
BIODEGRADABILI E
COMPOSTABILI



CLOSE THE LOOPS
BUT
"LOOKING AT THE
BIGGER PICTURE"



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Sara Limbo,
DeFENS,
Università degli Studi di Milano
Phone: 02-50316659
Mail: sara.limbo@unimi.it
MS Teams: [sara.limbo@unimi.it](https://teams.microsoft.com/join/sara.limbo@unimi.it)
Skype: sara.limbo