

LIUC - anno acc, 2019-20

Sostenibilità dei sistemi produttivi

BIOECONOMIA (2)

Biopolimeri e chimica green

Aurora Magni



Alla base della bioeconomia

Obiettivi:

- Disporre di fonti di approvvigionamento rinnovabili, in grado cioè di soddisfare i crescenti bisogni di energia e di beni di consumo
- Generare energia e materie prime da processi a minor impatto ambientale rispetto quelli basati sullo sfruttamento di combustibile fossile
- Accelerare i processi di decarbonizzazione
- Sostituire polimeri non biodegradabili con materiali biodegradabili e compostabili

Evoluzione della bioeconomia

3

Modelli di bioeconomia : 1a, 2a, 3a generazione

1[^]: biomasse da coltivazioni dedicate (es: PLA da mais)

2[^]: da scarti di produzione e post consumo

3[^]: cattura e trasformazione di CO₂ da gas inquinanti mediante trattamenti biotecnologici (alghe, batteri)

Rischio concorrenza con la produzione di food

Ottimizzazione delle risorse

Circular economy

Biotecnologie

Le priorità nell'uso delle biomasse nella visione dell'UE

VALORE



Bio chemicals

Biopolimeri

Biocompositi

Biocarburanti



Il gelso: un esempio di bioeconomia integrata



PRODOTTI

- Legno
- Rami potati: produzione bioplastiche
- Foglie: alimenti per bachi (bachicoltura serica) e produzione mangimi per animali (possono essere utilizzate anche dall'uomo)
- Frutti: industria alimentare (more, succhi, coloranti)
- Componenti fitochimici per l'Industria farmaceutica e cosmetica grazie alle proprietà antiossidanti delle foglie e dei frutti (miglioramento della circolazione sanguigna, terapie del diabete, etc)

Manifesto della chimica verde, lanciato da Bionet e sottoscritto da aziende ed associazioni ecologiste (2013)

1. La prima bioraffineria è la pianta
2. I bioprodotti e i processi correlati necessitano di criteri di sostenibilità che definiscano Rinnovabilità, Biodegradabilità, Tracciabilità e minima Tossicità per l'Uomo e l'Ambiente;
3. La Ricerca Scientifica, l'Innovazione Tecnologica, la Produzione e il Consumo di bioprodotti richiedono l'introduzione e l'applicazione di una adeguata normativa, non discriminatoria nei confronti di alcuna filiera
4. La CHIMICA VERDE deve essere adeguatamente regolamentata attraverso un percorso condiviso con gli stakeholder
5. http://www.chimicaverde.it/download/eventi_e_convegni_dal_2013/Il%20manifesto%20della%20Chimica%20Verde%208%20febbraio%202014%20fin.pdf

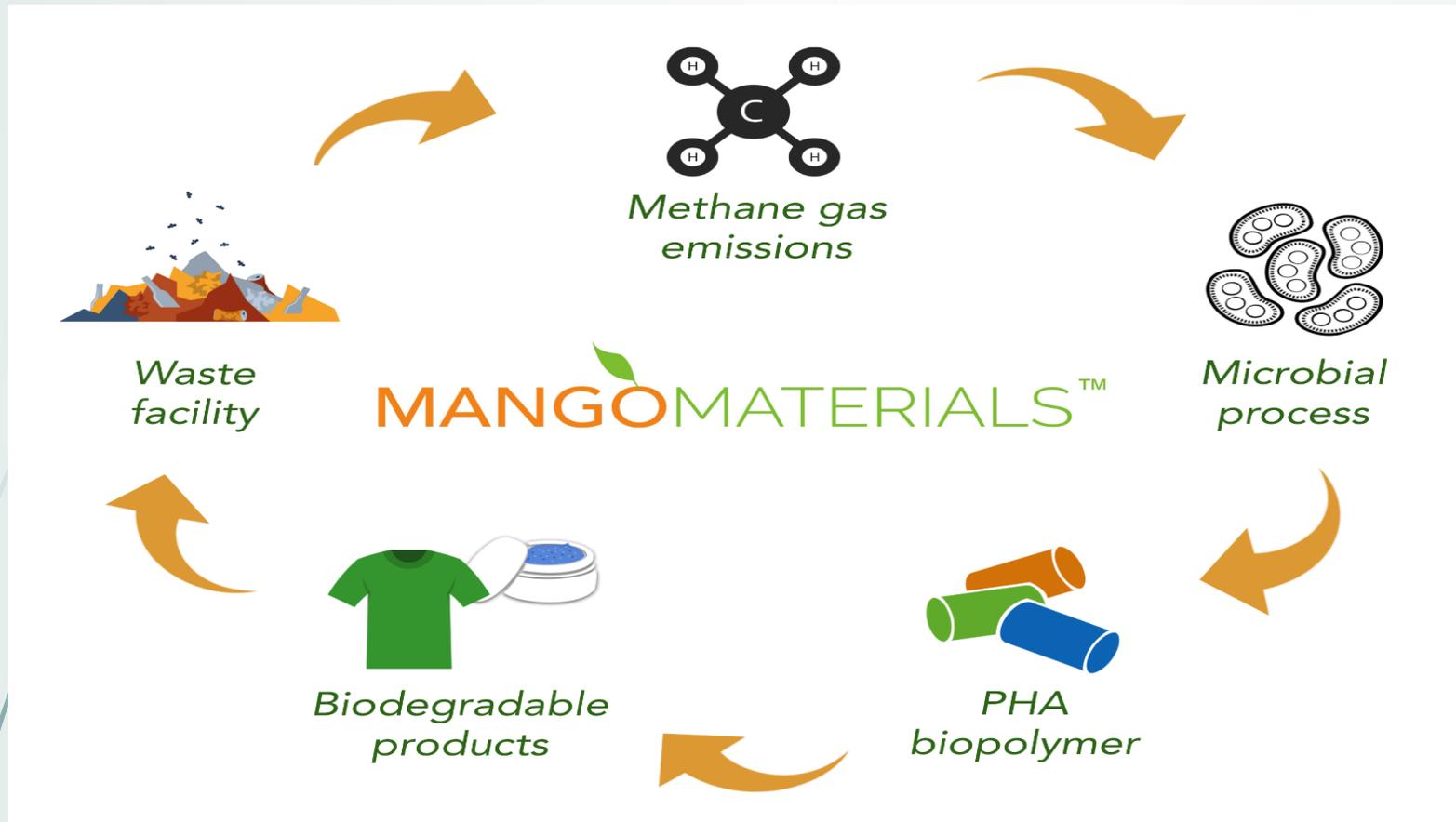
I 'Bio-chemicals'

- ▶ Composti di base e intermediari chimici precursori di una vasta gamma di prodotti.
- ▶ I Bio Building Block prodotti da biomasse sono analoghi a quelli di origine chimica e producono materiali affini ma provenendo da fonte rinnovabile hanno un minor impatto ambientale.
- ▶ Trend in crescita anche grazie a supporti pubblici (es.UE).
- ▶ *Nb: l'idea è quella di non sprecare niente recuperando valore da ogni scarto prima di termovalorizzarlo*

Ad esempio:

dalla lignina, un prodotto di scarto dell'industria cartaria, è possibile estrarre sostanze chimiche utilizzabili nella produzione di vernici, di schiuma isolante, additivi nei biocarburanti e molti altri prodotti.

Un esempio: Neomateriali da emissioni



- **Poliidrossialcanoati (PHA)** sono [polimeri poliesteri](#) termoplastici sintetizzati da vari generi di batteri ([Bacillus](#), [Rhodococcus](#), [Pseudomonas](#), etc...) attraverso la [fermentazione](#) di [zuccheri](#) o [lipidi](#). Questi materiali sono biodegradabili e sono usati nella produzione di [bioplastiche](#).
- Fonte. Wikipedia

<http://mangomaterials.com/>

Chimica green: trattamenti enzimatici

- ▶ Gli **enzimi** –proteine utilizzate per accelerare le reazioni chimiche – un tempo prodotti dallo stomaco di vitelli (come nella produzione del formaggio), oggi sono ottenuti da batteri e lieviti.
- ▶ Hanno una funzione importante nella depurazione dei reflui e nella rimozione di sostanze non utili ai processi industriali (esempio: degradazione della lignina per l'estrazione della cellulosa), nei processi di trasformazione delle biomasse, nei detergenti etc.
- ▶ Il loro ruolo è diventato talmente importante che già si parla di Mogm (microrganismi geneticamente modificati).

La bioeconomia trova particolare enfasi nei Paesi poveri di materie prime ma con una solida tradizione chimica. Tra questi l'Italia

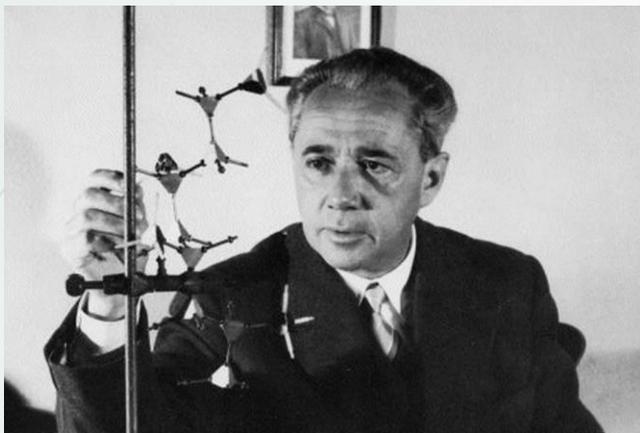
Anni 80'. Si inizia a studiare la conversione di materiali di origine biologica in nuovi prodotti alla Scuola di Scienza dei Materiali di Montedison

Nel 1989 nasce Fertec, gruppo che raccoglieva imprese agroalimentari come Eridania-Beghin Say e Montecatini. Obiettivo far convergere competenze agronome e chimiche per convertire Montedison alla bioeconomia.

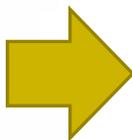
Anni 90 Montedison perde la leadership e Fertec si trasforma in **Novamont.**

Oggi l'azienda è leader nella produzione di plastiche biodegradabili e compostabili con 200 milioni di euro di fatturato e impianti produttivi in Veneto, Lazio, Umbria e Sardegna (Matrica) e 2 centri ricerca in Piemonte e in Campania (la sede direzionale è a Novara)

Plastica



Giulio Natta, Polipropilene. Premio Nobel per la Chimica. 1963



Moplen, la plastica entra nelle case italiane

Qualche dato sulla plastica



- Dai primi anni '50 a oggi sono stati prodotti più di **8,3 miliardi di tonnellate di plastica**. Circa il 60 per cento di questa produzione è finito in discarica, riversato nell'ambiente o bruciato illegalmente.
- **Circa 26 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica sono generati annualmente in Europa. Di questi meno del 30% viene riciclati (UE, 2018).**

➤ Fonte: <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy.pdf>

Criticità



La sua produzione richiede utilizzo di materiale fossile

Permane nell'ambiente secoli e si disintegra in microplastiche inquinanti

Le microplastiche disperse nell'ambiente possono veicolare batteri e patogeni pericolosi per la salute umana

Le molteplici lavorazioni a cui la plastica è sottoposta (additivi, coloranti, ritardanti di fiamma etc) possono essere fortemente contaminanti e persistenti

Non è provata la sua pericolosità in quanto polimero ma le sostanze chimiche utilizzate possono essere tossiche (coloranti, additivi, etc)

Punti di forza della plastica

- ▶ La plastica ha performance eccezionali: è indistruttibile, impermeabile, versatile, può assumere le forme volute teoricamente senza sprechi di materiale, costa poco, può essere colorata, stampata, sagomata a piacere.
- ▶ Può sostituire materiali più impattanti. La UE ha posto l'obiettivo di sostituire le parti metalliche con polimeri nell'automotive per alleggerire i veicoli mantenendo sicurezza ma risparmiando carburante ed emissioni.
- ▶ Rispetto alla lavorazione del metallo la produzione di polimeri ha una minore impronta (-50% di CO₂eq)
- ▶ Alcune plastiche si riciclano facilmente mantenendo un buon livello qualitativo
- ▶ Nel packaging alimentare consente la durata e la sicurezza dell'alimento contenuto oltre al trasporto e alla fruibilità del bene

Definizione di bioplastica

Secondo l'associazione europea dei produttori

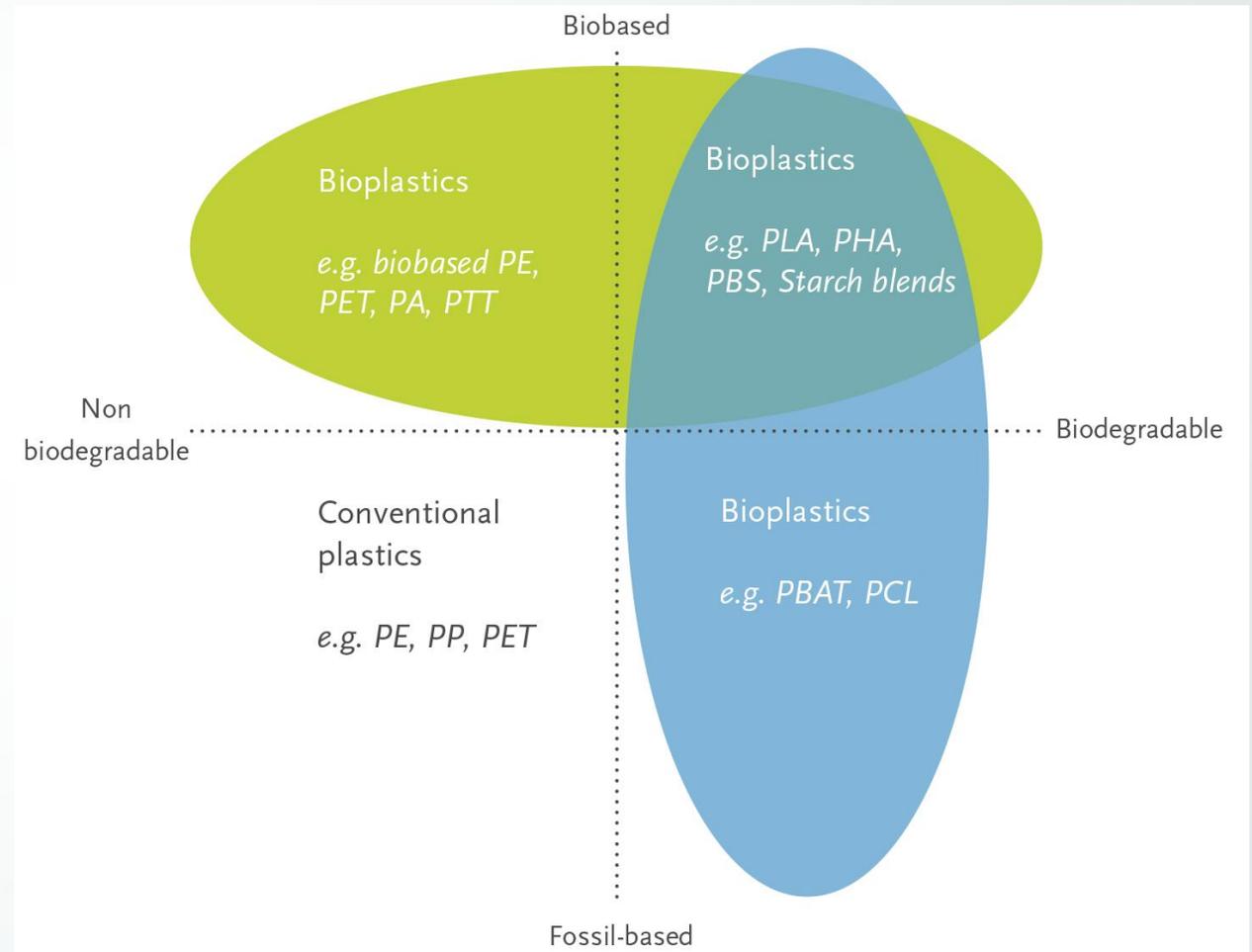
<https://www.european-bioplastics.org/>

- ▶ **può derivare (parzialmente o interamente) da biomassa e non essere biodegradabile** (per esempio: bio-PE, bio-PP, bio-PET)
- ▶ **può derivare interamente da materie prime non rinnovabili ed essere biodegradabile** . Ad esempio: PBAT -polibutirrato usato nel packaging, PCL - policaprolattone usato in dispositivi medicali, PBS (polibutilene succinato usato nel bicchieri di carta al posto del polietilene
- ▶ **può derivare (parzialmente o interamente) da biomassa ed essere biodegradabile** (per esempio: PLA, PHA, PHB, plastiche a base di amido)

Attenzione!!

- Bio-based non significa automaticamente biodegradabile

Fonte: <https://www.european-bioplastics.org/>



Biodegradabilità

- ▶ capacità di sostanze e materiali organici di essere degradati in sostanze più semplici mediante l'attività enzimatica di microrganismi
- ▶ Tutto si degrada ma è una questione di tempo (es: secoli)

Secondo la EN 13432:2002,

- ▶ per **BIODEGRADABILITA'** si intende la degradazione pari ad almeno il 90% delle componenti di base **entro 6 mesi** in presenza di un ambiente ricco di anidride carbonica. Tale valore per essere ufficialmente riconosciuto, viene definito e verificato in base al metodo *ISO 14855*.
- ▶ **COMPOSTABILITA'**: trasformazione di materiali organici in compost, terriccio ricchissimo di sostanze nutritive utili alla coltivazione. Perché un prodotto possa riportare la dicitura "compostabile", secondo la normativa europea deve essere biodegradabile nell'arco di soli **3 mesi**. il materiale non deve avere effetti negativi sul processo di compostaggio bassa concentrazione di metalli pesanti additivati al materiale i valori di pH, il contenuto salino, le concentrazioni di solidi volatili, azoto, fosforo, magnesio e potassio devono rimanere al di sotto dei limiti stabiliti



PLA- Acido Polilattico

Nel 2002 gli scienziati della Nature Works LLC hanno vinto il Presidential Green Chemistry Challenge Award grazie alla produzione dell'acido polilattico (PLA), un nuovo polimero ottenuto da mais e barbabietola da zucchero. Il processo prevede che la biomassa venga macinata quindi disciolta in acqua per fornire glucosio a sua volta convertito in acido lattico per fermentazione naturale.

Circa il 75 per cento dei polimeri da amido viene utilizzato nel packaging.

Trend: le 180 mila tonnellate di PLA prodotte annualmente (dati 2014) aumenteranno a 800 mila tonnellate entro il 2020



Problemi connessi ai materiali biodegradabili

- ▶ L'obiettivo della biodegradazione incontra le sensibilità di consumatori e stakeholder ma a condizione che non riduca le performance del materiale.
- ▶ Per essere biodegradabile un materiale deve avere affinità con acqua e batteri caratteristica che ne può limitare l'efficacia (sicurezza alimentare, proprietà meccaniche..). Aspetti che devono essere valutati in relazione all'utilizzo previsto.
- ▶ Al momento risulta difficile per un consumatore riconoscere con chiarezza i materiali biodegradabili ma non compostabili e quindi conferirli correttamente nella differenziata e separare le parti non biodegradabili. Una difficoltà che riguarda anche gli operatori: gli incaricati al ritiro possono non riconoscere i materiali presenti nei sacchetti dell'umido.



Il caso acqua S. Anna:
una buona idea ma
di non facile gestione

Trend di crescita delle bioplastiche

- ▶ Secondo il rapporto [Top 10 Emerging Technologies 2019](#) del World Economic Forum (WEF), le bioplastiche sono al primo posto nella ricerca e negli investimenti delle imprese,
- ▶ La produzione di bioplastiche a livello globale, quantificabile nel 2018 in 2,1 milioni di tonnellate crescerà entro il 2023 a 2,62 milioni di tonnellate
- ▶ La crescita riguarderà in particolare PHAs (poliidrossialcanoati), poliesteri a base biologica e biodegradabili che presentano una vasta gamma di proprietà fisiche e meccaniche e PLA (acido polilattico).

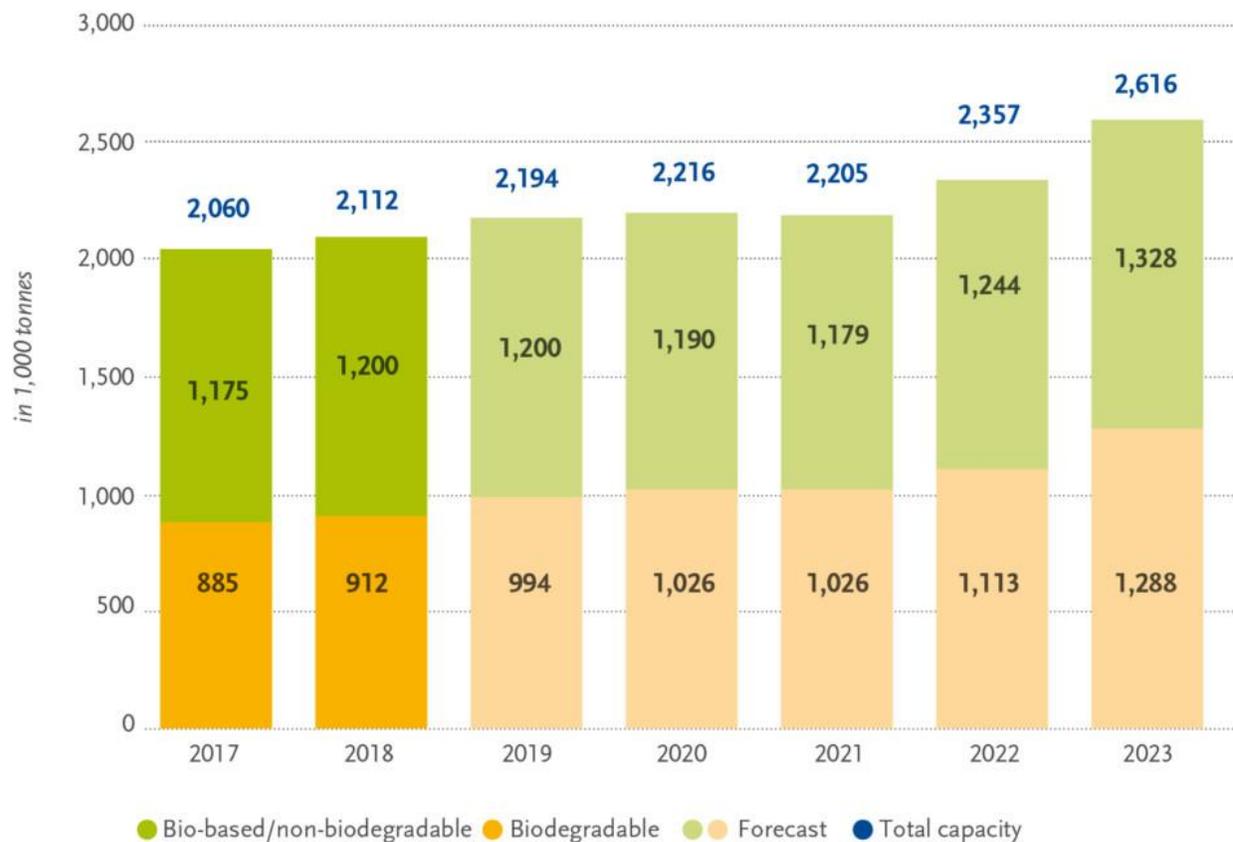


Il mercato delle bioplastiche

- In realtà i valori sono ancora bassi (ca 0,6-0,7% del mercato globale della plastica) e non si prevedono incrementi rilevanti. Non è previsto un ribaltamento a favore delle plastiche biodegradabili

fonte: European Bioplastics

Global production capacities of bioplastics



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2018)
 More information: www.european-bioplastics.org/market and www.bio-based.eu/markets

Limiti alla crescita delle bioplastiche

- ▶ Performances non sempre concorrenziali ai polimeri di sintesi
- ▶ Il costo. La produzione di PHA supera di almeno 5 volte quello delle plastiche tradizionali,
- ▶ Prestazioni e standard qualità non sempre soddisfacenti se confrontati con quelli della plastica tradizionale. Quest'ultima infatti si avvale di additivi ancora non disponibili per i biopolimeri. Inoltre la grande varietà delle materie prime (biomasse) rende difficile mantenere quell'uniformità chimica necessaria a garantire performance qualitative costanti.

Global production capacities of bioplastics in 2018 (by region)



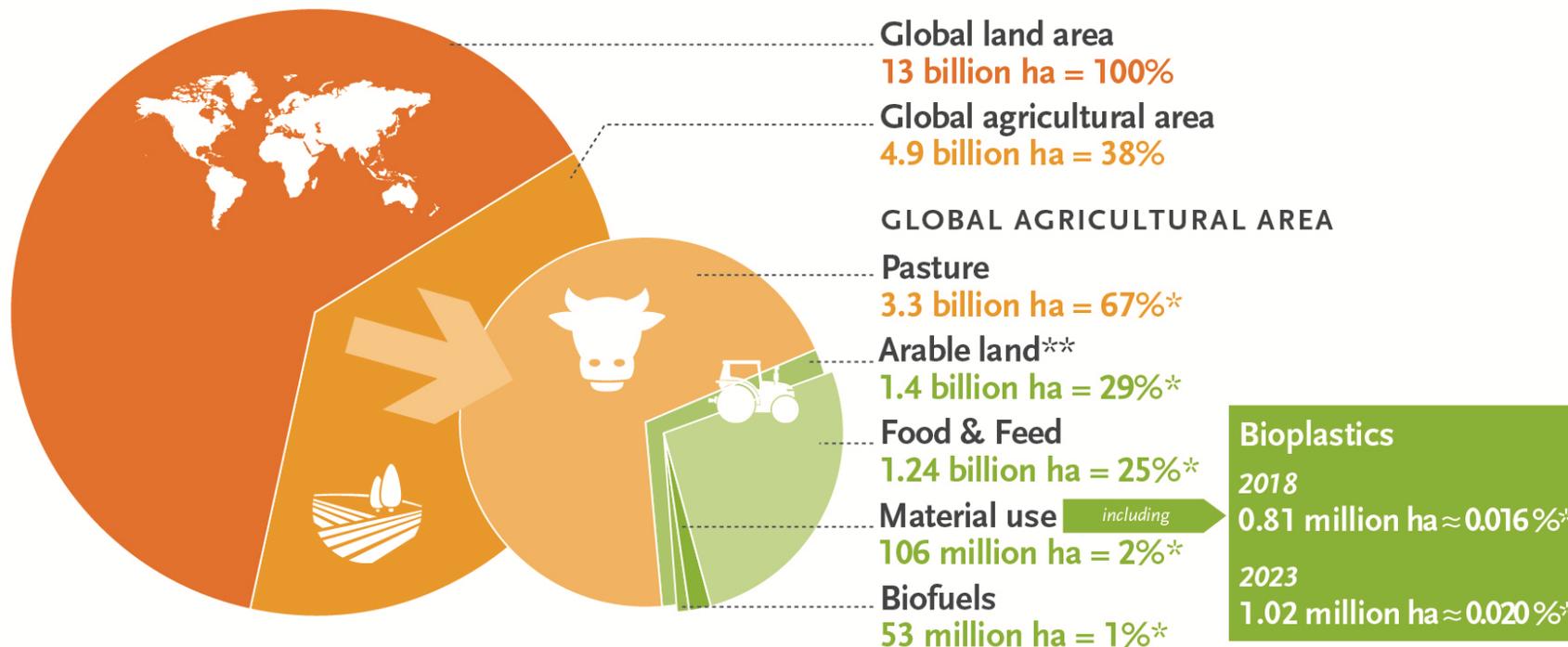
Source: European Bioplastics, nova-Institute (2018)

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

Consumi suolo

23

Land use estimation for bioplastics 2018 and 2023

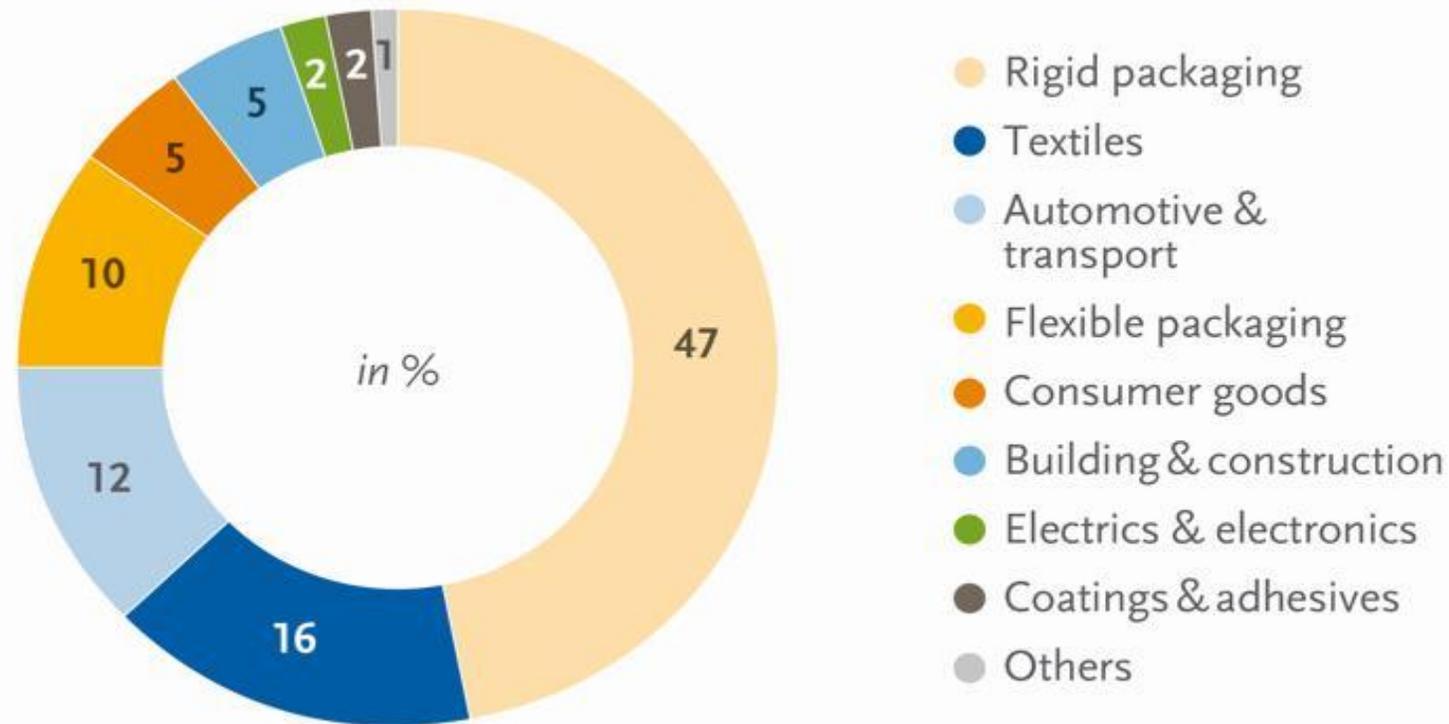


Source: European Bioplastics (2018), FAO Stats (2014), nova-Institute (2018), and Institute for Bioplastics and Biocomposites (2016). More information: www.european-bioplastics.org

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

Bioplastiche : Settori industriali coinvolti

Bio-based plastics (by market segment) 2018



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2018)

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



Mogu,
biopolimeri
da miceli



Lego



Vigea,
pelle vegetale da
scarti dell'uvaC

Obiettivo: ridurre la plastica (specie monouso)

- ▶ **Alleggerire:** i produttori di packaging sono impegnati nel definire contenitori più sottili senza rinunciare alle performance.
- ▶ **Sostituire:** ad esempio Heineken ha intenzione di tagliare oltre 500 tonnellate l'anno di imballaggi in plastica sostituendo gli anelli che tengono insieme le lattine nel pack e il film termoretraibile che avvolge i multi-pack, topper di cartone



E riciclare ridando nuova vita al polimero

Biocompositi

- ▶ I compositi sono materiali composti da una matrice termoplastica di sintesi rinforzata da una struttura fibrosa (fibra di carbonio o fibra di vetro) rinforzata
Sono usati in particolare nell'automotive, nelle barche, nei DPI, nell'edilizia
- ▶ **I bio compositi** utilizzano fibre naturali in alternativa alle sintetiche (lino, canapa, legno, cotone, kenaf)
- ▶ Compositi polimerici rinforzati con fibre naturali, o biocompositi, costituiscono una possibile alternativa ai tradizionali compositi, sia per l'origine rinnovabile sia per i costi, confrontabili rispetto ai compositi realizzati con fibre tradizionali (carbonio, vetro, aramidiche).



Npsp, 1° scooter elettrico in lino e canapa (2014)

1941: fa la comparsa la cannabis car guidata dallo stesso Henry Ford.

Sopra ad un telaio in tubi metallici era stata applicata una carrozzeria composta da 14 pannelli in materiali vegetali (50% di fibre provenienti da una conifera diffusa nel sud-est del Paese, 30% paglia, 10% da ramie e 10% di fibre di cannabis) assemblati con una resina cellulosica ricavata dalla soya.

Risultava essere 450kg più leggera di un'auto in lamiera)

L'obiettivo principale di Ford era far risparmiare all'industria materiali di interesse strategico (gli Stati Uniti sarebbero entrati in guerra meno di quattro mesi dopo) ma la guerra stessa impose differenti priorità, fu distrutto anche il prototipo.



Development of NFRP in Japan

The Japanese government has set a goal that 20% of all plastics consumed in Japan will be renewably sourced by 2020.

The door inner board using NFRP of Kenaf PP

In Toyota Lexus and Camry, Mark X, the composite material of kenaf fiber and polypropylene (PP) is used for the inner board of door panel from 2000. It reduces approx. 20% weight reduction of door panel board. Toyota produces kenaf board in Indonesia at its own plantation and plans to mold kenaf products in Japan, Thailand, China and the USA.



Lexus GS from 2012



NFRP Kenaf / PP

Concept Car by TOYOTA



Kenaf Fiber with PLA

Concept of EV using banana fiber by SUZUKI

SUZUKI exhibited concept EV using banana fiber. In this EV, composite of banana fiber mat colored for green and epoxy resin is used for



banana fiber (green color) / epoxy



Made from Flax fiber