

# Sistema integrato di tecnologie per la valorizzazione dei sottoprodotti della filiera del biodiesel



**Coordinatore: Luca Lazzeri CRA-CIN Bologna**

**Finanziamento Ministero dell'Agricoltura  
DM 17533/7303/2006 del 29/07/2010**

La bioraffineria integrata intesa come sistema di valorizzazione integrale della intera biomassa attraverso processi di conversione di natura chimica, biochimica, fisica o microbiologica al fine di ottenere non solo prodotti energetici, ma soprattutto materiali e composti chimici ad alto valore aggiunto sia economico che ambientale.

**Polimeri e Bioplastiche**

**Fluidi idraulici e lubrorefrigeranti**

**Terreni di coltura per microrganismi**

**Fertilizzanti e ammendanti organici**

**Biostimolanti**

**BioErbicidi**

**Formulati fertilizzanti e/o biofumiganti e/o per la  
difesa delle colture in campo e dei prodotti in  
post-raccolta**

**Integratori per *pet food***

# Il primo step di una bioraffineria è la pianta...



# Scheda del Progetto SUSCACE: Materie prime Agricole italiane per Bioprodotti e Bioenergie (Axbb)



*Camelina sativa*



*Cartamus tinctorius*



*Crambe abyssinica*



*Linum usitatissimum*

- ✓ In un'ottica di Bioraffineria, valutazione agronomica e produttiva di 4 colture minori da olio, **in due ambienti del nord e del centro Italia** (pianura padana e pisana), in tre stagioni consecutive di coltivazione (2012-2015); **utilizzando i minori input possibili** e con tecniche interamente meccanizzabili con le comuni meccanizzazioni aziendali.
- ✓ **Valutazione delle produzioni** quantitative sia e qualitative (contenuto in olio e proteine, e composizione in acidi grassi);
- ✓ Caratterizzazione dei **bilanci ambientali**
- ✓ **Valorizzazione di prodotti e co-prodotti** ottenibili

### VARIETA' in prova

- CAMELINA: varietà Italia
- CARTAMO: varietà Pieve
- CARTAMO AO: varietà CIN e Montola
- CRAMBE: varietà Mario
- LINO: varietà Buenos Aires e Sideral
- GIRASOLE: ibrido PR64H41 (nel 2015 ibrido PR64H42 a Pisa e Mirabird a Bologna)



# LA SPERIMENTAZIONE AGRONOMICA 2013-2015

- ✓ Terreni pianeggianti della pianura pisana e padana;
- ✓ Unità sperimentali: parcelle da circa 1000 m<sup>2</sup>;
- ✓ Sistema di tipo integrato a basso input in una rotazione grano-oleaginosa;
- ✓ Aree di saggio di 1 m<sup>2</sup> replicate 3 volte, per ciascuna varietà.

## Caratteristiche chimico-fisiche terreni

	PISA	BOLOGNA
Sabbia (%)	42,5-43,6	9,1- 9,0
Argilla (%)	11,3-18,4	34,8-35,1
Limo (%)	39,0-45,2	56,2 - 55,9
S.O. (%)	1,7-2,9	1,81-1,91
CaCO <sub>3</sub> (%)	27,7-33,9	8,62-9,23
N tot (g kg <sup>-1</sup> )	1,08-1,53	1,59 - 2,89

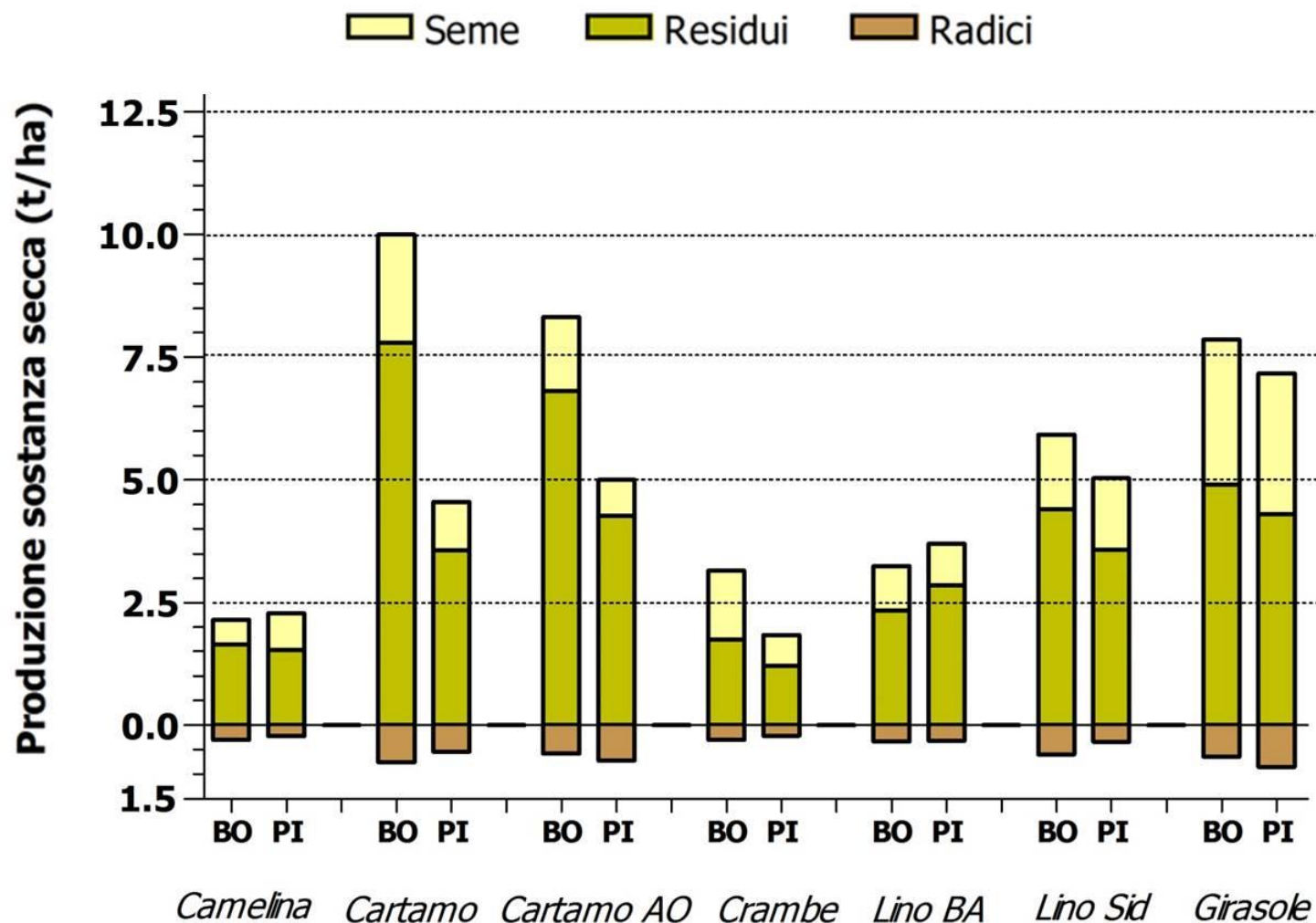


# MEDIA TRIENNALE DEL CONTENUTO IN ACIDI GRASSI A BOLOGNA

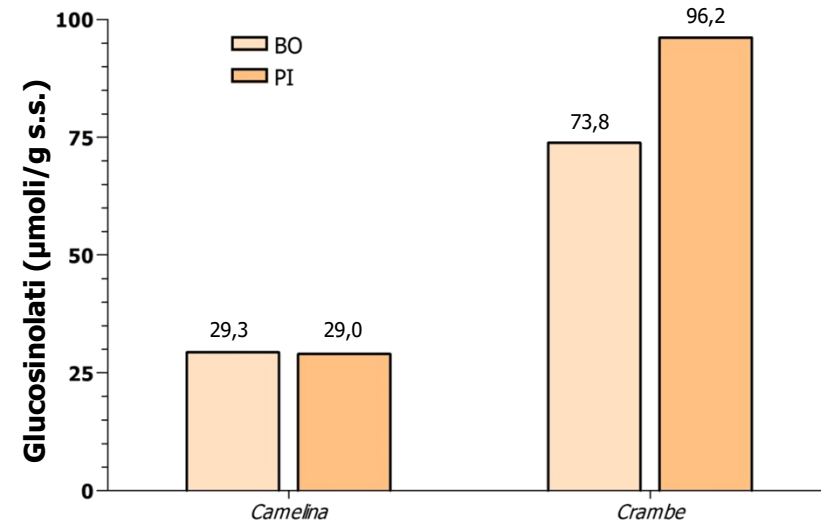
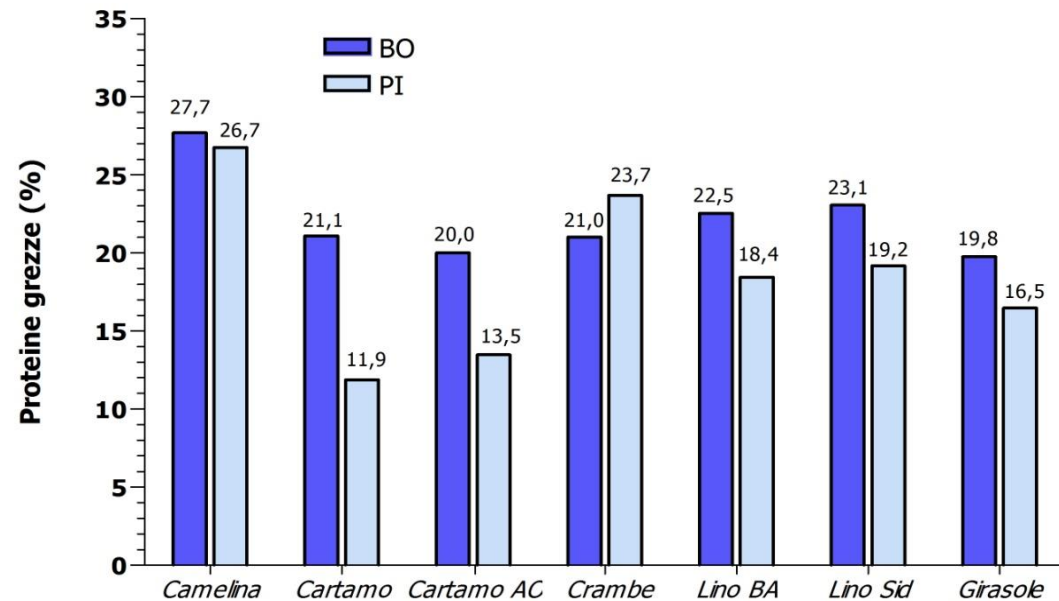
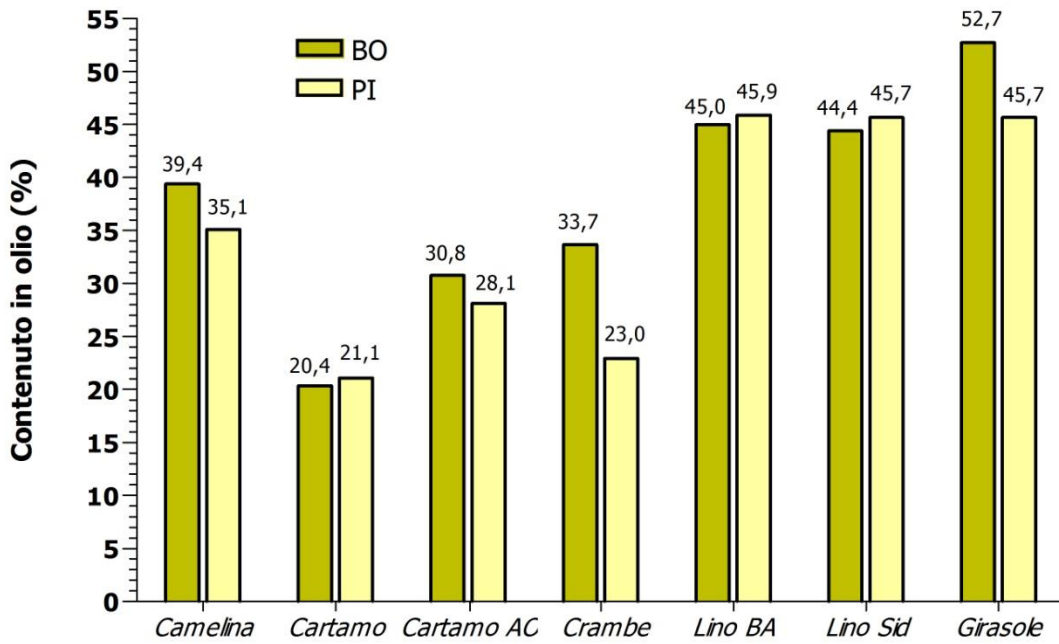
Acidi grassi	Nome comune	Camelina sativa	Cartamo Oleico	Cartamo convenz.	Crambe abyssinica	Lino Buenos aires
16:0	Palmitico	6,0 ± 0,3	6,1 ± 0,2	6,7 ± 0,3	2,5 ± 0,6	6,2 ± 0,1
18:0	Stearico	2,6 ± 0,1	2,4 ± 0,4	3,1 ± 0,3	1,1 ± 0,4	2,8 ± 0,1
18:1	Oleico	15,7 ± 1,4	60,4 ± 6,4	18,4 ± 1,4	18,6 ± 1,2	13,5 ± 0,3
18:2	Linoleico	17,4 ± 0,7	30,0 ± 5,8	71,3 ± 1,4	8,8 ± 1,2	12,7 ± 0,4
18:3	γ Linolenico	-	-	-	-	0,2 ± 0,0
18:3	α Linolenico	36,6 ± 0,3	0,4 ± 0,0	-	6,0 ± 0,4	64,4 ± 0,4
20:0	Arachidico	-	0,4 ± 0,0	-	0,8 ± 0,1	-
20:1	Gadoleico	13,8 ± 0,9	0,3 ± 0,0	-	3,3 ± 0,8	0,3 ± 0,0
20:2	Eicosadienoico	1,9 ± 0,2	-	-	±	-
20:4	Arachidonico	1,4 ± 0,2	-	-	±	-
22:0	Beenico	0,3 ± 0,0	-	-	1,9 ± 0,1	-
22:1	Erucico	2,6 ± 0,1	-	-	53,9 ± 2,5	-
22:2	Docosadienoico	-	-	-	0,5 ± 0,0	-
24:1	Nervonico	0,6 ± 0,1	-	-	1,5 ± 0,1	-
	Altri	1,2 ± 0,6	1,1 ± 0,3	0,5 ± 0,5	0,3 ± 0,2	-



Colture	Produzione di pieno campo	Produzione potenziale	GAP produttivo
<b>BOLOGNA</b>	<i>t/ha (s.s.)</i>	<i>t/ha (s.s.)</i>	<i>%</i>
Camelina	0,50 ± 0,04	0,82 ± 0,19	-38,6
Cartamo	2,21 ± 1,23	3,48 ± 0,25	-20,3
Cartamo AO	1,50 ± 0,68	4,74 ± 2,25	-68,4
Crambe	1,41 ± 0,44	2,64 ± 1,33	-46,6
Lino Buenos Aires	0,90 ± 0,14	2,35 ± 0,86	-61,7
Lino Sideral	1,52 ± 0,59	2,09 ± 0,25	-27,2
Girasole AO	3,46 ± 0,92	8,71 ± 1,43	-60,3



# CONTENUTO IN OLIO, PROTEINE GREZZE E GLUCOSINOLATI



# Valutazione delle molecole biologicamente attive

*Camelina sativa*

*Cartamus tinctorius*

*Crambe abyssinica*

*Linum usitatissimum*

## Olio



Camelina

37% di 18:3; 17% di 18:2

Cartamus tinctorius

71% di 18:2

Crambe abyssinica

54% di 22:1

Linum usatissimum

64% di 18:3

## Pannello residuo



### Fenoli totali

### Flavonoidi totali

### Attività anti-radicalica IC50 mg/mL

mg GAE/g

mg CAE/g PF

ABTS

DPPH

Camelina

6,27 ± 0,33

5,55 ± 0,58

2,90 ± 0,30

1,80 ± 0,1

Cartamus t.

3,20 ± 0,43

1,82 ± 0,39

1,95 ± 0,25

4,05 ± 0,02

Crambe a.

4,27 ± 0,31

1,13 ± 0,08

3,75 ± 0,40

4,05 ± 0,30

Linum u.

2,56 ± 0,26

1,12 ± 0,22

3,35 ± 0,30

4,00 ± 0,20

## Residuo colturale



### Lignina

### Cellulosa

### Ceneri

### PCI (kcal/kg)

Camelina

15%

37%

5%

3666± 217

Cartamus t.

9%

41%

5%

3687± 79

Crambe a.

12%

45%

4%

3420± 85

Linum u.

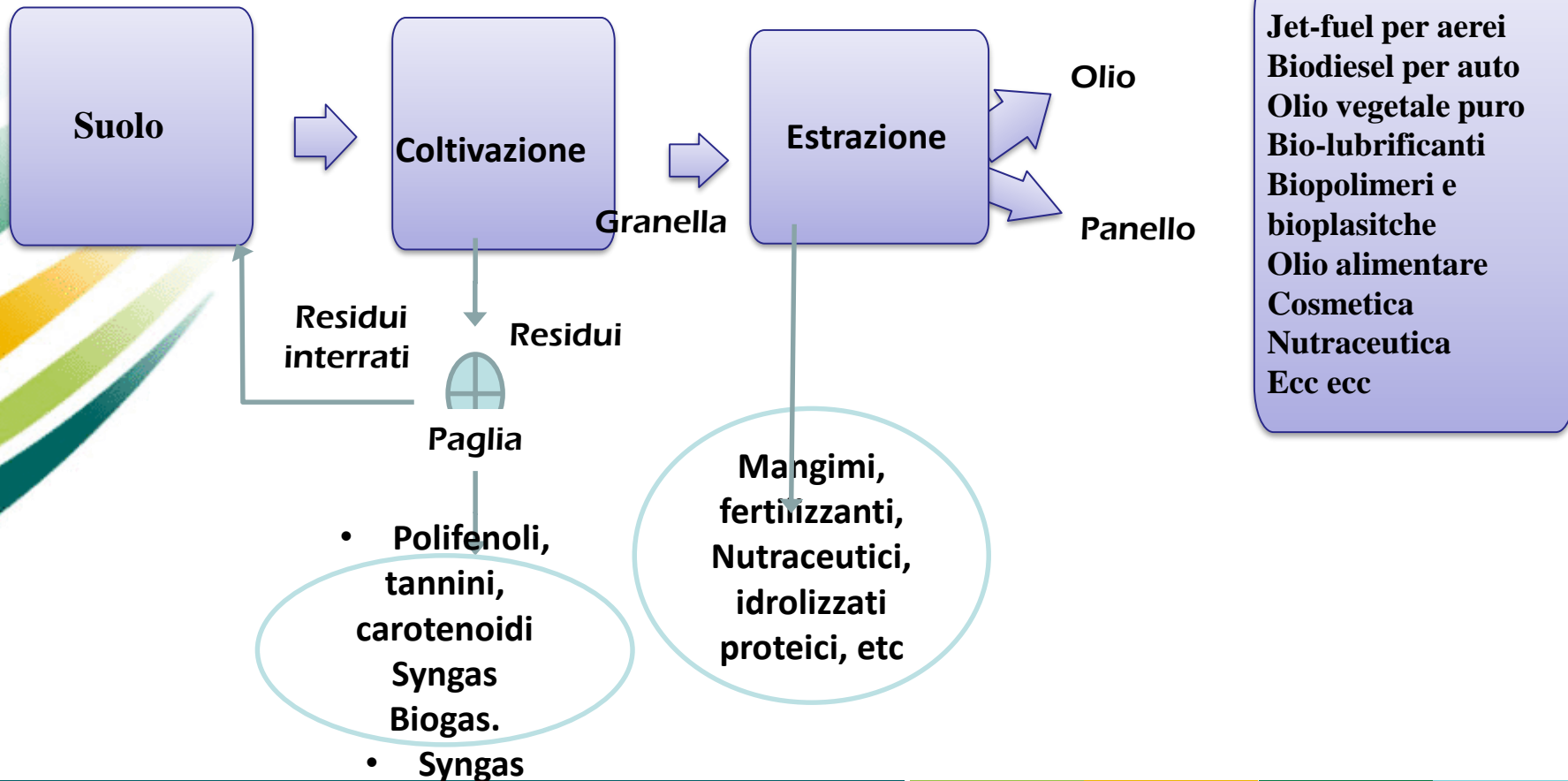
15%

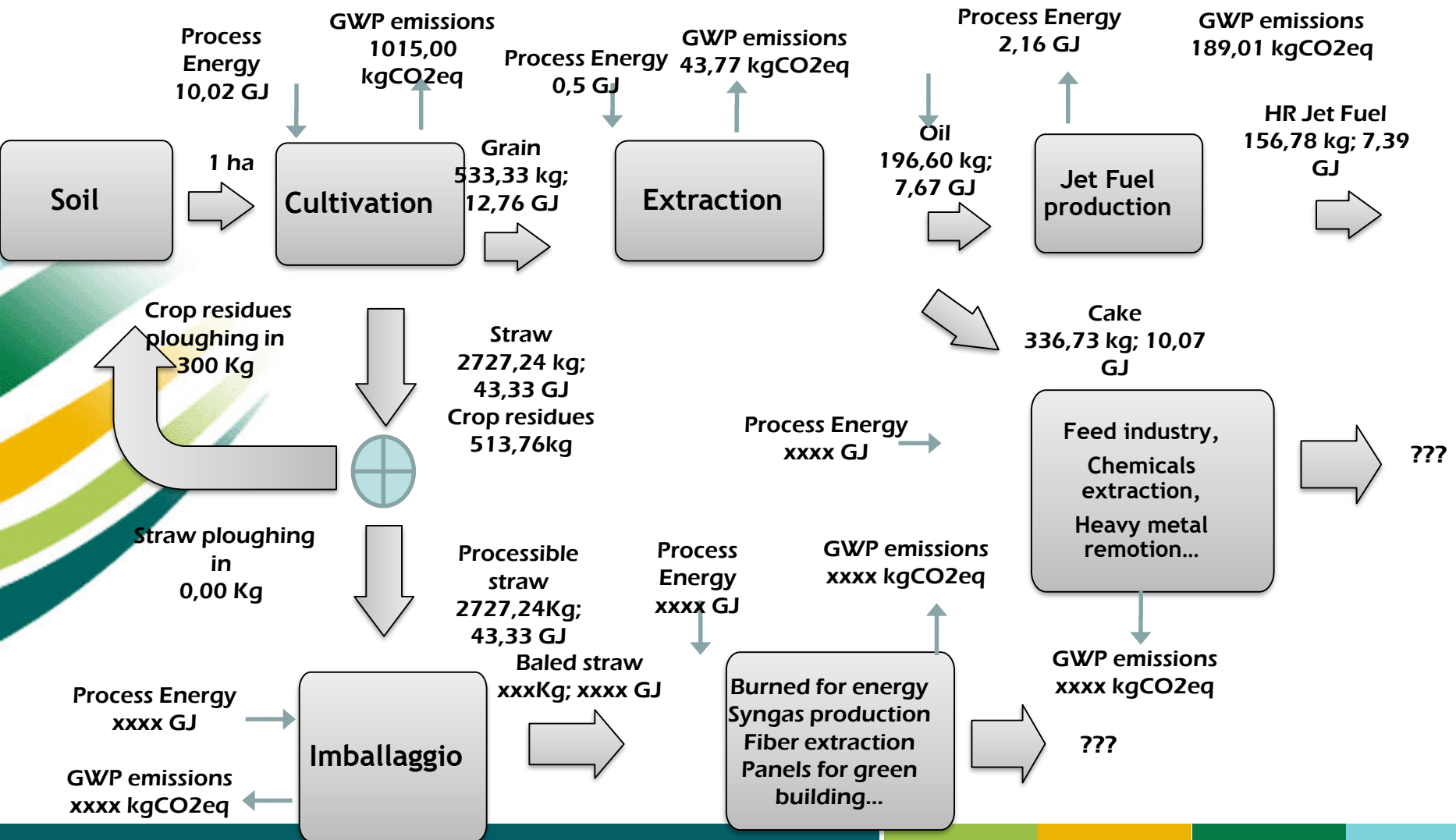
43%

4%

3950± 20

# Impatto ambientale di filiere di bioprodotto da colture oleaginose





## ▪ LCA

### Definizione metodologica

- Norme ISO 14044
- Direttiva RED (2009/28/CE)

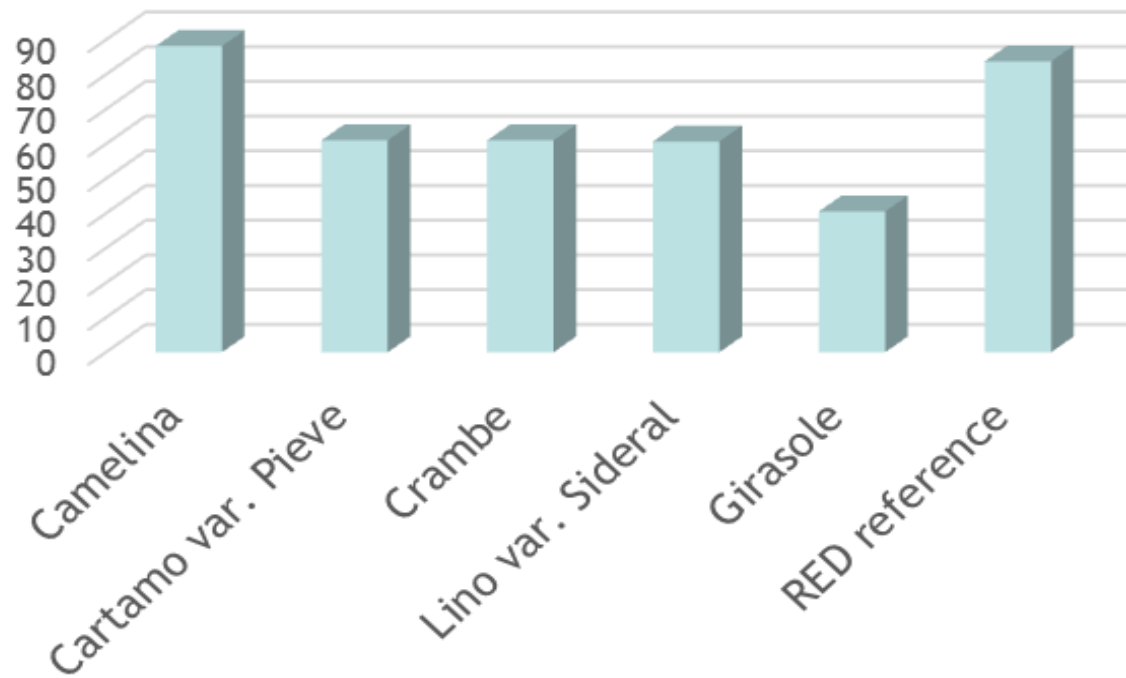
### Coefficienti di impatto fattori di produzione

- Global Warming Report, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2011 and inventory report 2013
- Ecoinvent

### Supporto di calcolo

- BIOGRACE tool
- SIMAPRO tool

Bio Fuel of Bologna crops  
(gCO<sub>2</sub>eq/MJ)





- Le prestazioni di impatto e energetiche delle coltivazioni variano con la zona e le diversità di resa che si riscontrano.
- La coltivazione rappresenta la prima fase, spesso quella a maggior impatto, di una catena di processi da definire in relazione ai prodotti reali ottenibili.
- E' in un contesto di filiera che va valutata la convenienza ambientale dei bioprodotto alternativi ad analoghi convenzionali.

# PRODOTTI DA CAMELINA SUL MERCATO

Settori	PRODOTTO	PRODOTTO/nome INCI	DITTA	DESCRIZIONE
Bioenergia	Olio	Honeywell green Jet Fuel	UOP, Honeywell	<a href="http://www.uop.com/processing-solutions/biofuels/green-jet-fuel/">http://www.uop.com/processing-solutions/biofuels/green-jet-fuel/</a> <a href="http://inr.synapticdigital.com/HoneywellAeroSpace/ParisAirShow2011/">http://inr.synapticdigital.com/HoneywellAeroSpace/ParisAirShow2011/</a>
Bioenergia	Olio	Jet fuels and green diesel	AltAirfuels	<a href="http://www.altairfuels.com/">http://www.altairfuels.com/</a>
Cosmetica	Olio	BioNaturail® Camelina	BioOrganic Concepts	<a href="http://cosmetics.specialchem.com/inci/camelina-sativa-seed-oil">http://cosmetics.specialchem.com/inci/camelina-sativa-seed-oil</a> (Emollients)
Cosmetica	Olio	Camelina Seed Oil	Botanic Innovations	<a href="http://cosmetics.specialchem.com/inci/camelina-sativa-seed-oil">http://cosmetics.specialchem.com/inci/camelina-sativa-seed-oil</a> (Moisturizing Agents)
Hair care	Olio	Camelina Oil (Cold pressed refined)	Northstar Lipids	<a href="http://cosmetics.specialchem.com/inci/camelina-sativa-seed-oil">http://cosmetics.specialchem.com/inci/camelina-sativa-seed-oil</a> (Anti-redness/Anti-couperose)
Hair care	Olio	Lacca Elnett	L'oreal	<a href="http://www.loreal-paris.it/styling/lacca/elnett/oli-preziosi-camelina-forte.aspx">http://www.loreal-paris.it/styling/lacca/elnett/oli-preziosi-camelina-forte.aspx</a>
Hair care	Olio	Diamond oil	Redken	<a href="http://www.redken.com/products/haircare/diamond-oil">http://www.redken.com/products/haircare/diamond-oil</a>
Mangimistica	Pannello	Camelina meal	NACTA	<a href="http://www.biodieselmagazine.com/articles/3928/camelina-meal-approved-for-feedlot-cattle">http://www.biodieselmagazine.com/articles/3928/camelina-meal-approved-for-feedlot-cattle</a>

SETTORE	PRODOTTO	PRODOTTO/nome INCI	DITTA	DESCRIZIONE
Alimentazione	Olio	SONOVA® 400 GLA Safflower Oil	Arcadia Biosciences	<a href="http://sonovagla.com/gla/sonova-400-gla">http://sonovagla.com/gla/sonova-400-gla</a>
Cosmetica	Olio	PHASE 04	Episciencias, Inc.	<a href="http://www.bellatiquestudio.co.uk/downloads/Epionce/Phase04.pdf">http://www.bellatiquestudio.co.uk/downloads/Epionce/Phase04.pdf</a> (facial cream and lotion)
Cosmetica	Olio	Hydresia® SF2	Botaneco	<a href="http://www.botaneco.com/upload/media_element/attachments/135/SF2%20Data%20Sheet.pdf">http://www.botaneco.com/upload/media_element/attachments/135/SF2%20Data%20Sheet.pdf</a> (dispersion of oleosomes in water)
Nutraceutico	Olio	MICROLIPID®	Nestlé Health Science	<a href="https://www.nestlehealthscience.us/brands/microlipid/microlipid">https://www.nestlehealthscience.us/brands/microlipid/microlipid</a> (emulsion with safflower oil)
Nutraceutico	Olio	BioRice Drink	The Bridge s.r.l.	<a href="http://www.thebridgesrl.com/index.html">http://www.thebridgesrl.com/index.html</a>
Farmaceutico	Estratto di pianta	Brevetto	Villoo Morawala Patell (inventore)	<a href="http://www.google.com.ar/patents/WO2008004118A3?cl=en">http://www.google.com.ar/patents/WO2008004118A3?cl=en</a> (plant extracts for treating osteoporosis)
Cosmetica	Olio	Carthamus Tinctorius Oleosomes	-	EMOLLIENT, EMULSION STABILISING, SKIN CONDITIONING
Protezione solare	Pannello	Carthamus Tinctorius Seed Cake Extract	Clarins-	SKIN PROTECTING
	Olio	Hydrogenated Safflower Seed Oil	-	SKIN CONDITIONING, VISCOSITY CONTROLLING
	Olio	Esteri ottenuti da olio di Cartamo	-	EMOLLIENT, SKIN CONDITIONING, EMULSIFYING, SURFACTANT, CLEANSING

# PRODOTTI A BASE DI LINO SUL MERCATO

Settore	PRODOTTO	PRODOTTO/nome INCI	DITTA	DESCRIZIONE
Vernici	Olio	<i>Vernici naturali</i>	<b>Solas vernici naturali</b>	<a href="http://www.vernicinaturali.it">www.vernicinaturali.it</a>
Fibre per carta e auto	Residui	Durafiber Grade 2	<b>Cargill</b>	Applicazioni: industria della carta, dell'automobile per composti termoplastici per le parti interne, in edilizia per isolanti termici
Isolanti	Residui	Flax towWG	<b>Waldland</b>	<a href="http://www.waldland.at/en/waldviertler_fiachshaus/flax_und_hemp/(fiber/pellet/felt_for_insulation)">http://www.waldland.at/en/waldviertler_fiachshaus/flax_und_hemp/(fiber/pellet/felt_for_insulation)</a>
Rinforzante	Residui	Fidflax GRID 300HS20	<b>Fidia srl</b>	<a href="http://www.fidiaglobal-service.com/ita/materiali_schede/FIDFLAX%20GRID%20300%20HS20.pdf">http://www.fidiaglobal-service.com/ita/materiali_schede/FIDFLAX%20GRID%20300%20HS20.pdf</a> (tessuto a rete)
Mangimistica	Pannello	Pannello/farina per mangimistica	<b>Topagrigrup</b>	<a href="http://flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/2015/02/Flax-Feed-Industry-Guide-Final.pdf">http://flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/2015/02/Flax-Feed-Industry-Guide-Final.pdf</a> (eggs and pork meat enriched in Omega-3) <a href="http://www.topagrigrup.com">www.topagrigrup.com</a>
Cosmetica	Olio	Linseed Oil Esters	-	ANTIOXIDANT. SKIN CONDITIONING, SKIN PROTECTING, SURFACTANT, EMULSIFYING, OPACIFYING, SOLVENT
Cosmetica Profumi	Olio	Linum usitatissimum Seed Oil	-	PERFUMING, SKIN CONDITIONING
Surfattanti pulizia	Olio	Ozonized Linseed Oil	-	PROPELLANT, SKIN CONDITIONING
Surfattanti pulizia	Olio	Potassium Linseedate	-	CLEAN ING, SURFACTANT
Cosmetica	Residui	Linum usitatissimum Hull Extract	-	SKIN CONDITIONING

# PRODOTTI A BASE DI CRAMBE SUL MERCATO

SETTORE	PRODOTTO	PRODOTTO/nome INCI	DITTA	DESCRIZIONE
Hair care	Olio	<i>Olio&amp;Olio per capelli</i>	L'erbolario	<a href="http://www.erbolario.com/it/prodotti/olioolio-per-capelli-allolio-di-argan/">http://www.erbolario.com/it/prodotti/olioolio-per-capelli-allolio-di-argan/</a> (olio di Crambe)
Cosmetica	Olio	Maschera super nutriente ad azione restitutiva	L'erbolario	<a href="http://www.erbolario.com/it/prodotti/maschera-super-nutriente-ad-azione-restitutiva-effetto-reale/">http://www.erbolario.com/it/prodotti/maschera-super-nutriente-ad-azione-restitutiva-effetto-reale/</a> (fitosteroli di Crambe)
Hair care	Olio	Lipovol® Crambe	Vantage	<a href="http://www.lipochemicals.com/products/lipovol-crambe">http://www.lipochemicals.com/products/lipovol-crambe</a> (olio di Crambe)
Cosmetica	Olio	Abyssinica oil mascara	Korres	<a href="http://www.korres.com/default.aspx?page_id=261">http://www.korres.com/default.aspx?page_id=261</a> (olio di Crambe)
Capelli e pelle	Olio	Crambe Abyssinica Seed Oil	Croda	HAIR CONDITIONING, SKIN CONDITIONING
Emulsionanti	Olio	Crambe Abyssinica Seed Oil Phytosterol Esters	-Croda	complex mixture of esters EMULSIFYING, FILM FORMING, HAIR CONDITIONING, SKIN CONDITIONING
Cosmetica	Olio	Hydrogenated Cr Abyssinica Seed Oil	-	SKIN CONDITIONING
Emolliente Emulsionante	Olio	Peg-75 Crambe Abyssinica Seed Oil	-	polyethylene glycol derivative of Crambe Seed Oil EMOLLIENT, EMULSIFYING, SKIN CONDITIONING
Building block	Olio	Lubrificanti , polimeri , additivi, fluidi idraulici , Personal and healt Care	Croda	