



# Analisi LCA della coltivazione di *curcuma* e confronto tra diversi metodi di estrazione di *curcumina*



Elisabetta Zerazion  
Ph.D Student



# Sommario

- Introduzione al progetto
- Studio LCA della coltivazione di curcuma

- Studio LCA della produzione di curcuma
- Studio LCA delle due estrazioni di curcumina

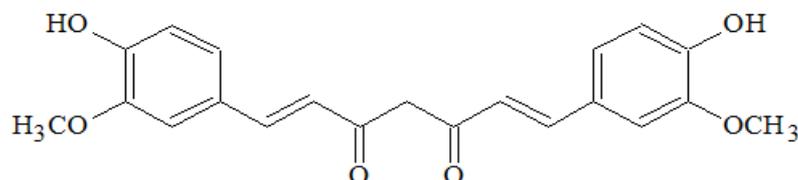
- Risultati
- Conclusioni





## Curcumina (*diferuloylmethan*)

- Formula chimica:  $C_{21}H_{20}O_6$
- Struttura della molecola:



- Produzione di curcumina: due vie.

Estrazione

1) Coltivazione → lavorazione delle radici → Produzione di curcuma → Estrazione di curcumina

Sintesi

2) Composti chimici (composti precursori) → reazione

In collaborazione con DIEF \*(ex DIMA) e DSCG\*\*

\*Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"

\*\*Dipartimento di Scienze chimiche e geologiche



## SINTESI DI CURCUMINA

- Sintesi in laboratorio di curcumina.
- Analisi LCA della curcumina prodotta per sintesi.

*From cradle to grave*

2014

## COLTIVAZIONE DI CURCUMA LONGA

- Analisi LCA della produzione di Curcuma longa sp.
- Analisi LCA della produzione di curcuma (spezia)

*From cradle to gate*

2015

## ESTRAZIONI DI CURCUMINA

- Estrazione in laboratorio di curcumina attraverso due vie (tradizionale e innovativa).
- Analisi LCA delle 2 vie di estrazione con comparazione

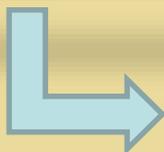
*From cradle to grave*

2015

## CICLO DI VITA DELLA CURCUMINA

- Analisi comparativa del ciclo di vita di curcumina mettendo a confronto le tre vie di estrazione.
- Individuazione delle vie di produzione più vantaggiosa dal punto di vista ambientale.

2015



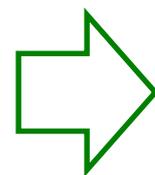


## Curcuma longa sp.

Curcuma (*kum-kuma* in Sanskrit) è una spezia indiana, prodotta a partire dalle piante del genere Curcuma.



Classificazione	Nome
Regno	Plantae
(Unranked)	Angiosperms
(Unranked)	Monocots
(Unranked)	Commelinids
Ordine	Zingiberales
Familia	Zingiberaceae
Subfamilia	Zingiberideae
Genere	Curcuma
Specie	<b>Curcuma longa</b>





# Definizione degli obiettivi e dei confini dello studio

**Obiettivo:** valutazione degli impatti ambientali della coltivazione di *Curcuma longa*.

**Sistema:** produzione di radici dalla pianta *Curcuma longa* in India.

**Unità Funzionale:** produttività di un ettaro (1ha) coltivato, che corrisponde a 8t di radici fresche di *Curcuma l.*

**Confini del sistema:** approccio “from cradle to gate”. All’interno del sistema non rientrano:

- ✓ la produzione dei semi, ovvero i rizomi madre.
- ✓ I trattamenti applicati alle radici precedenti al loro stoccaggio e alla semina.
- ✓ La produzione di pesticidi.

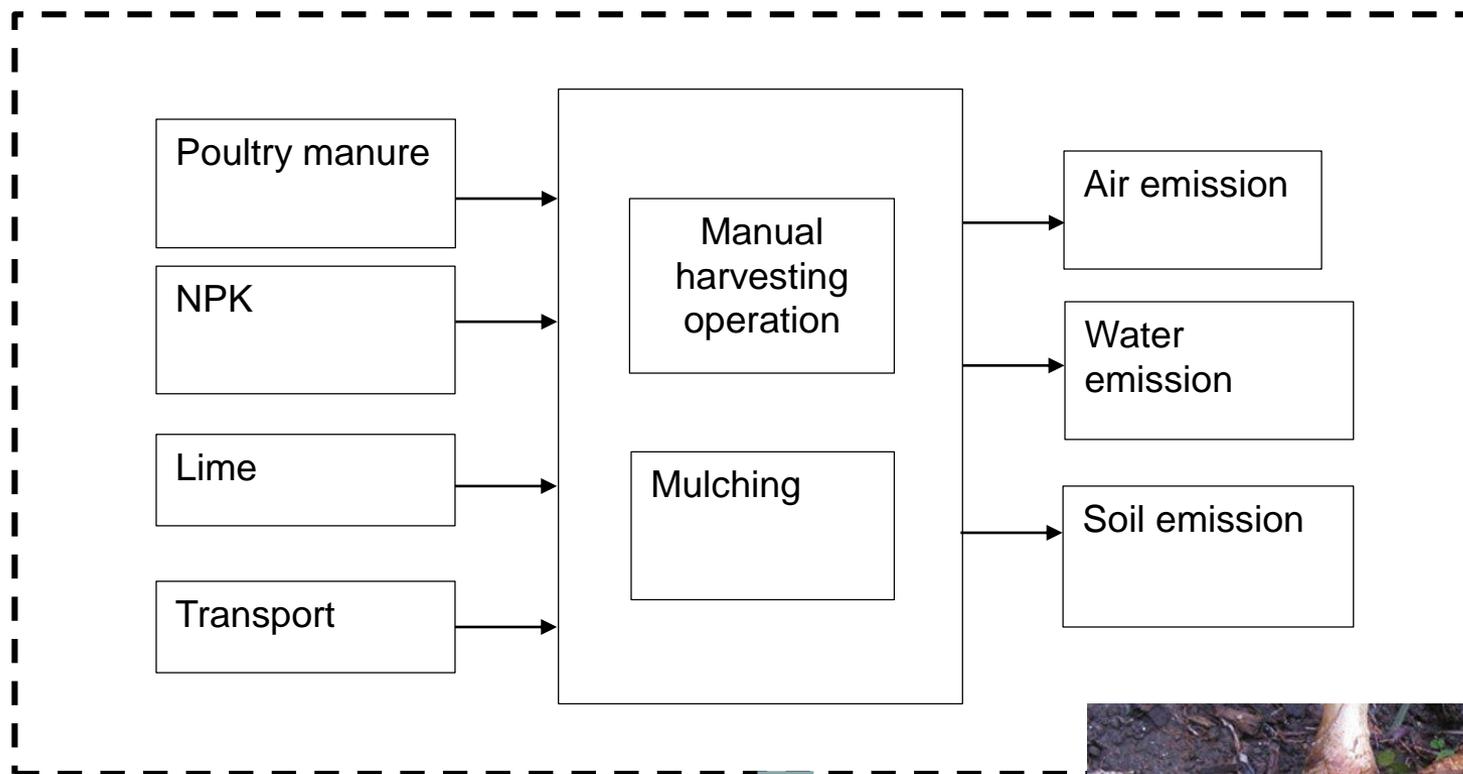
**Qualità dei dati:** secondari (letteratura, report nazionali indiani) e processi delle banche dati: Ecoinvent (versione 3.1), Agri-Footprint, Database Unimore.

ReCiPe, IMPACT 2002+.

Il calcolo LCA viene effettuato mediante il codice SimaPro 8.0.4.26.



# Flowchart processo





## ➤ PRODOTTO EVITATO

- **Sod seeding** (evaporazione, lisciviazione nutrienti, migliora e stabilizza la struttura del terreno,... (Singh et al. 2011)).
- **Pacciamatura** 12-15t/ha (Nair 2013).
- Brankatschk (2014) “For the nutrient nitrogen (N), remaining in crop residues on the field, a credit can be given if reduced a fertilizer dose is recommended... (Nemecek et al., 2011)”.



$$\text{Harvest Index} = \frac{\text{biomassa prodotto utile (s.s.t ha}^{-1}\text{)}}{\text{biomassa totale (s.s.t ha}^{-1}\text{)}^*}$$

\* biomassa aerea

- Riflette la ripartizione dei fotosintati tra la componente produttiva e quella vegetativa delle piante
- E' intimamente legato alla capacità delle piante di accumulare azoto

Thomas R. Sinclair, 1998

Biomassa totale (B) = biomassa prodotto utile (PU) + biomassa residui (R)



➤ Calcolo LUC (Land Use Change)

→ **Direct Land Use Change Assessment Tool** (PAS20501),

calcolo dell'effetto del LUC sui cambiamenti climatici usando medie nazionali.

<http://www.blonkconsultants.nl/portfolio-item/direct-land-use-change-assessment-tool/?lang=en>

(V2014.1, Blonk Consultants, Gouda)



## ➤ Calcolo LUC (Land Use Change)

→ **Direct Land Use Change Assessment Tool** (PAS20501),  
calcolo dell'effetto del LUC sui cambiamenti climatici usando medie nazionali.

A	B	C	D	E	F	G
12	<b>GHG emissions from land use change (tonne CO2eq/ha*year):</b>	<b>0,76</b>	<b>3,15</b>	<b>3,15</b>		
13	<p>The weighted average takes into account relative differences in crop expansion at the expense of forest, grassland, annual/perennial. The normal average is a simple average of these options. All results are scaled to the relative amount of expansion of the crop. The worst case of the average and weighted average is used in the PAS2050-1 protocol. The Food SCP method requires the weighted average for the estimation of land use change emissions when previous land use is unknown. The GHG Protocol Product Standard requires that the method used to calculate land use change impacts, including the average approach, be included in the inventory report.</p> <p>- The current results are based on the average FAOSTAT data (harvested area) of 2009-2011 and 1989-1991. Both PAS 2050-1 and the GHG protocol require the data used to be at the most three years old. If the current data is not recent enough, we urge users to download the latest version of this tool from <a href="http://www.blonkconsultants.nl">www.blonkconsultants.nl</a>.</p> <p>- It should be noted, and appreciated by the user, that the calculation does not take (organic) peat soils into account, which is a limitation related to data availability.</p>					
15	Land transformation values used for the calculations of GHG emissions, which can also be used for other impact categories*					
16	<b>Land transformations (m2/ha) attributed to Ginger in India.</b>	<b>Land transformation amortized over 20 years:</b>				
17	From Forest (average) to Annual cropland:	0				ha
18	From Grassland (average) to Annual cropland:	74		Prior area	1989-1990	121527,7778
19	From Perennial cropland to Annual cropland:	0			1990-1991	
20	From Annual cropland to Annual cropland:	129			1991-1992	
21	No transformation attributed:	9797				
22	Top two contributing climate types in selected country:	Tropical, dry (50%) and Tropical, moist (37%)		Current area	2008-2009	204877,6667
23					2009-2010	
24					2010-2011	
25	* Please beware that the 'Forest' definition in FAOSTat may include planted forests.					
25	Other indicators:					
26	Current harvested area of selected crop in India (ha):	204.878			Espansione negli ultimi 20 anni	83349,88889
27	Expansion in the past 20 years of selected crop in India: (ha)	83.350			Percentuale dell'espansione negli ultimi 2	0,406827597
28	Expansion in the past 20 years of selected crop in India: (% of total area)	41%				
29	Current yield of selected crop in India (kg/ha):	5.999				
30	% area of selected crop in India relative to total crop area:	0%				



- Calcolo emissioni nei comparti aria-acqua-suolo
  - **Composti azotati** (Eq. 1-7 e 1-8;11.09,11.10) leaching/run off, deposizione di N volatilizzato e  $\text{NH}_3$   $\text{NO}_3^-$  da fertilizzanti (IPCC 2006).
  - **CO<sub>2</sub>** (Eq. 1-6) data dall'applicazione di fertilizzanti e calce (IPCC 2006).
  - **Metalli pesanti** (Eq. 1-11, 1-12,1-13) data dall'applicazione di fertilizzanti e ammendanti(IPCC 2006).

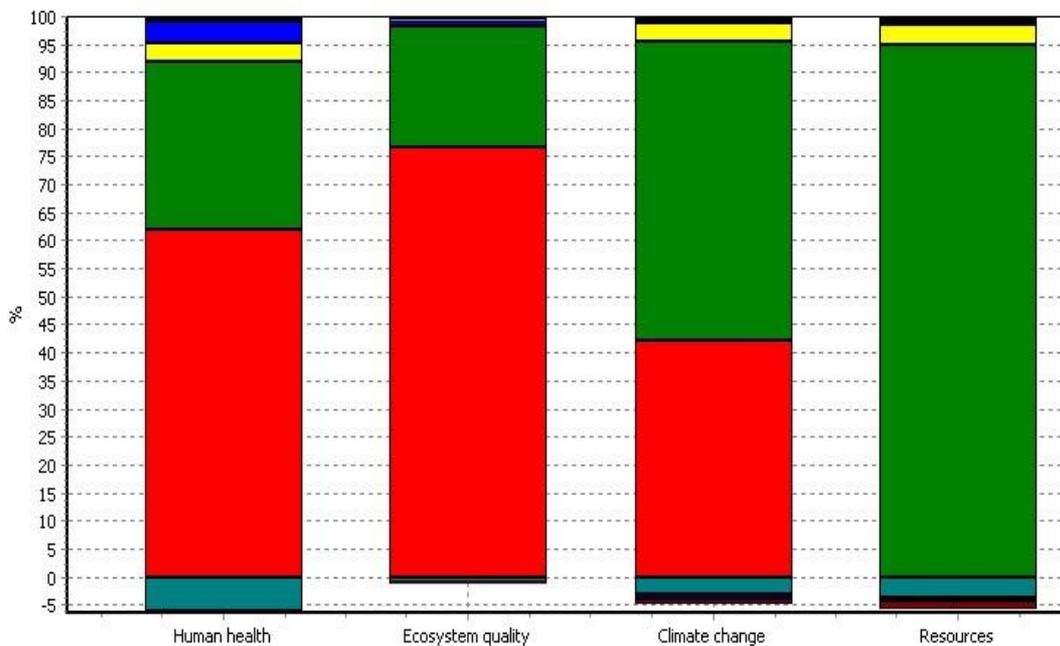
Le emissioni considerate sono le seguenti:

- Emissioni composti azotati ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$ )
- Emissioni di fosforo (comparto idrico, acque superficiali)
- Emissioni  $\text{CO}_2$
- Emissioni di metalli pesanti date dagli input agricoli (ammendate organico e fertilizzanti sintetici)
- Emissioni dei pesticidi utilizzati (comparto suolo)

Non sono stati inclusi nel bilancio INPUT OUTPUT delle emissioni, il contributo dei pesticidi ai Me pesanti.



## Analisi U.F. 8t rizomi IMPACT2002+



### Human Health

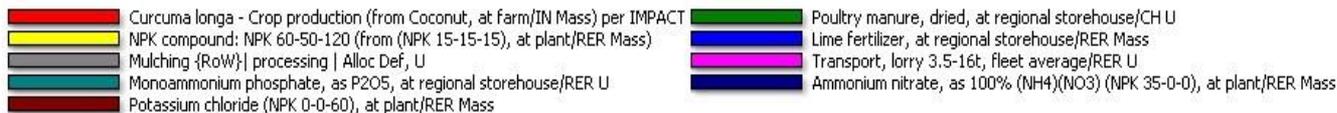
→ Emissioni dirette (66%).

→ Respiratory inorganics (29%).

### Ecosystem Quality

→ Emissioni dirette (77%).

→ Land occupation (148%).



Analizzando 8 ton 'Curcuma longa - Crop production (from Coconut, at farm/IN Mass) per IMPACT'; Metodo: IMPACT 2002+ 08.06.15 V2.10 / IMPACT 2002+Curcumina / Valutazione dei danni

### Climate change

→ CO2 prodotta nel processo dell'ammendante (58%).

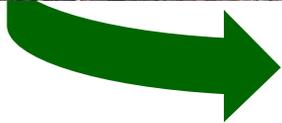
### Resources

→ energia richiesta per la produzione dell'ammendante (101%).



# Produzione di curcuma

## Step produttivi descritti



Raccolta manuale delle radici + Separazione rizomi madre dai finger

Sbollitura

Essiccazione al sole

Imballaggio e stoccaggio

Trasporto internazionale (India-Italia)

Trasporto nazionale vs azienda

Taglio-frantumazione-polverizzazione delle radici

Imballaggio

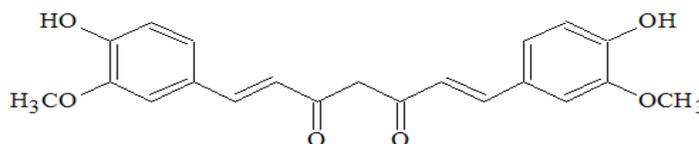
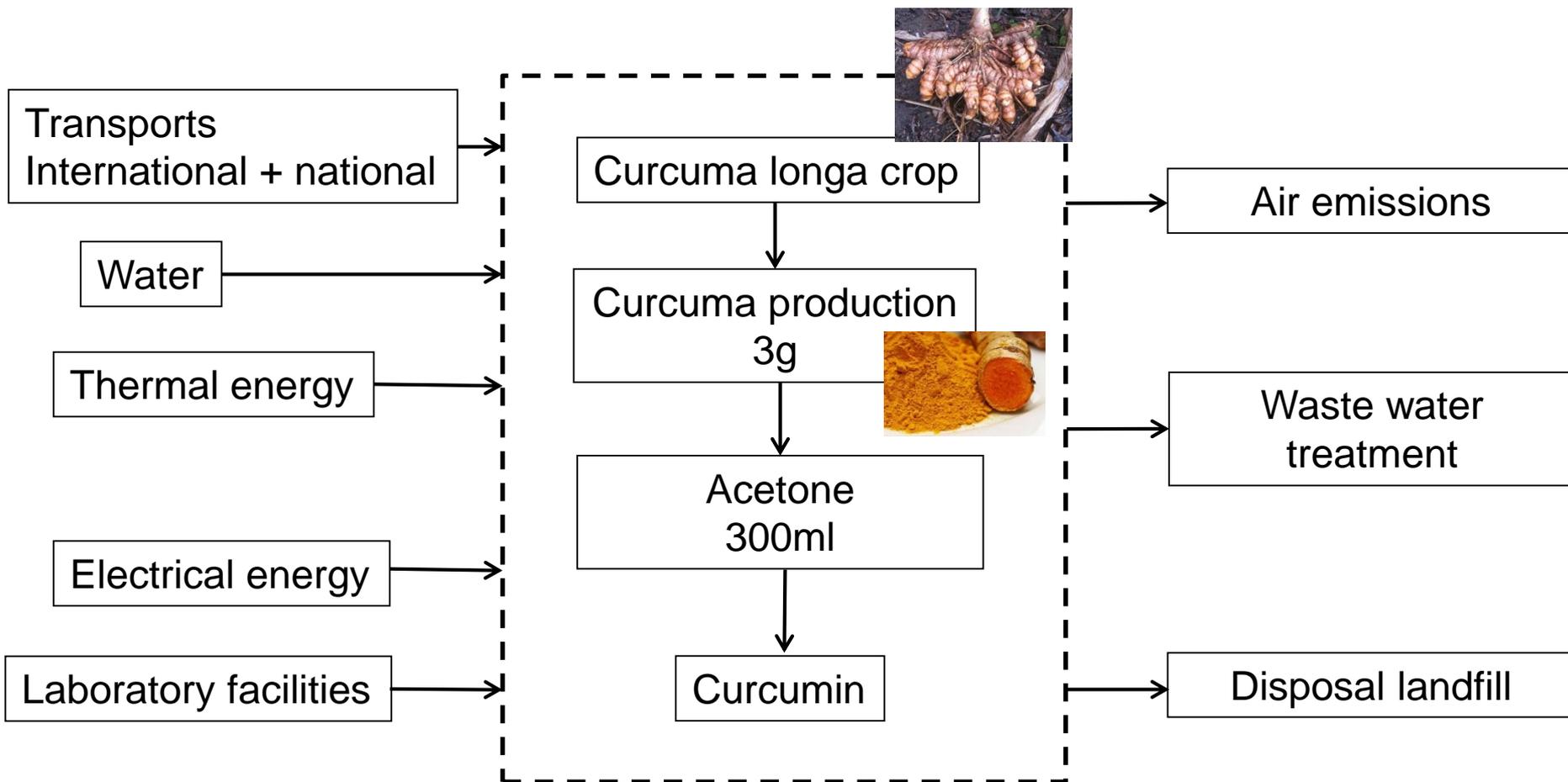
Trasporto vs negozi commerciali (erboristerie)

From gate to gate



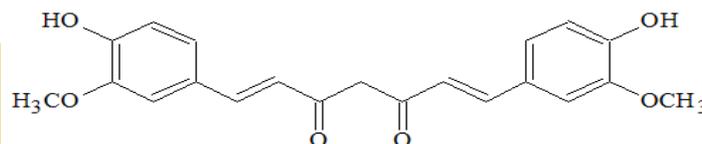
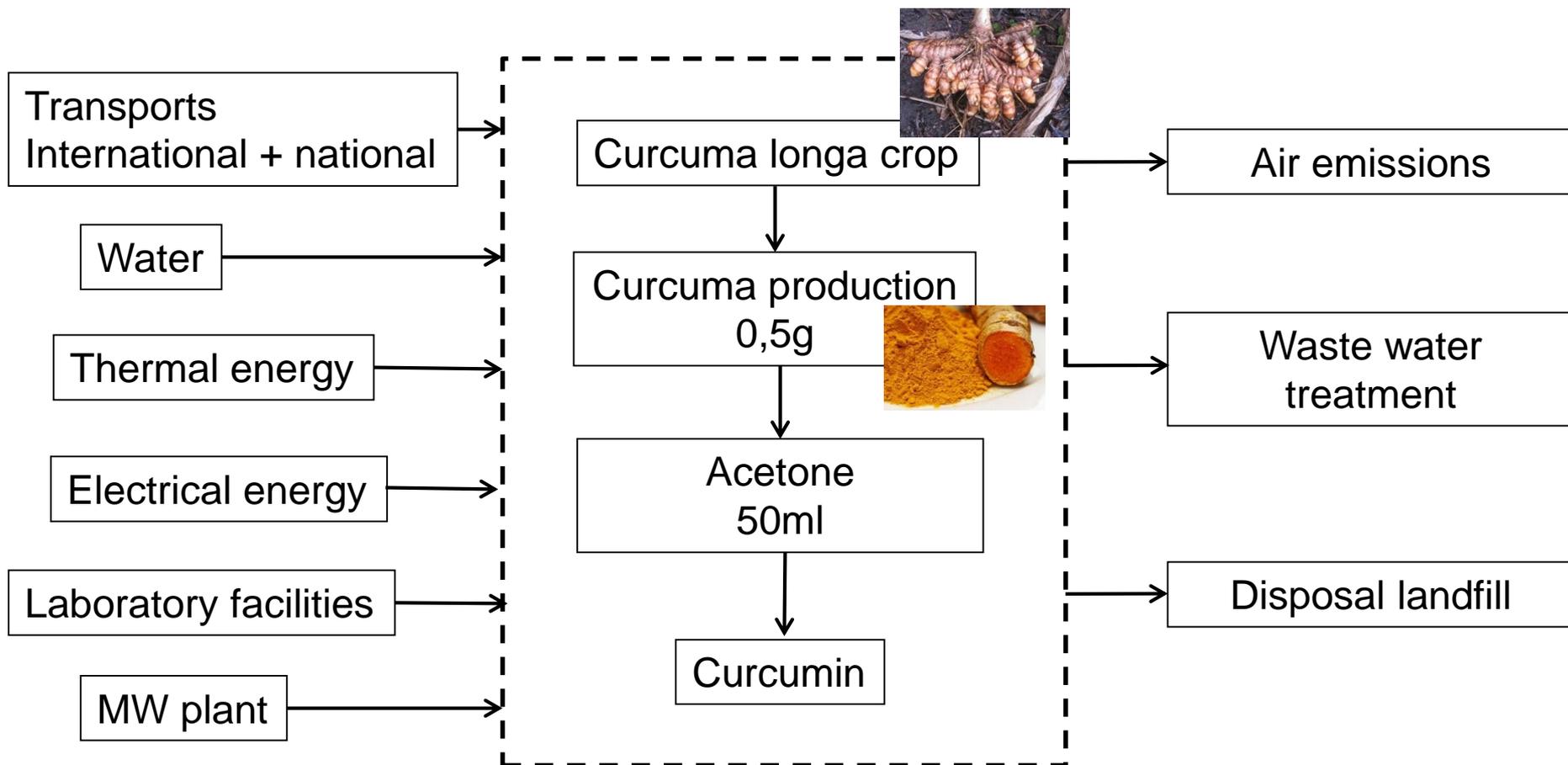
# Flow chart

## Estrazione tradizionale





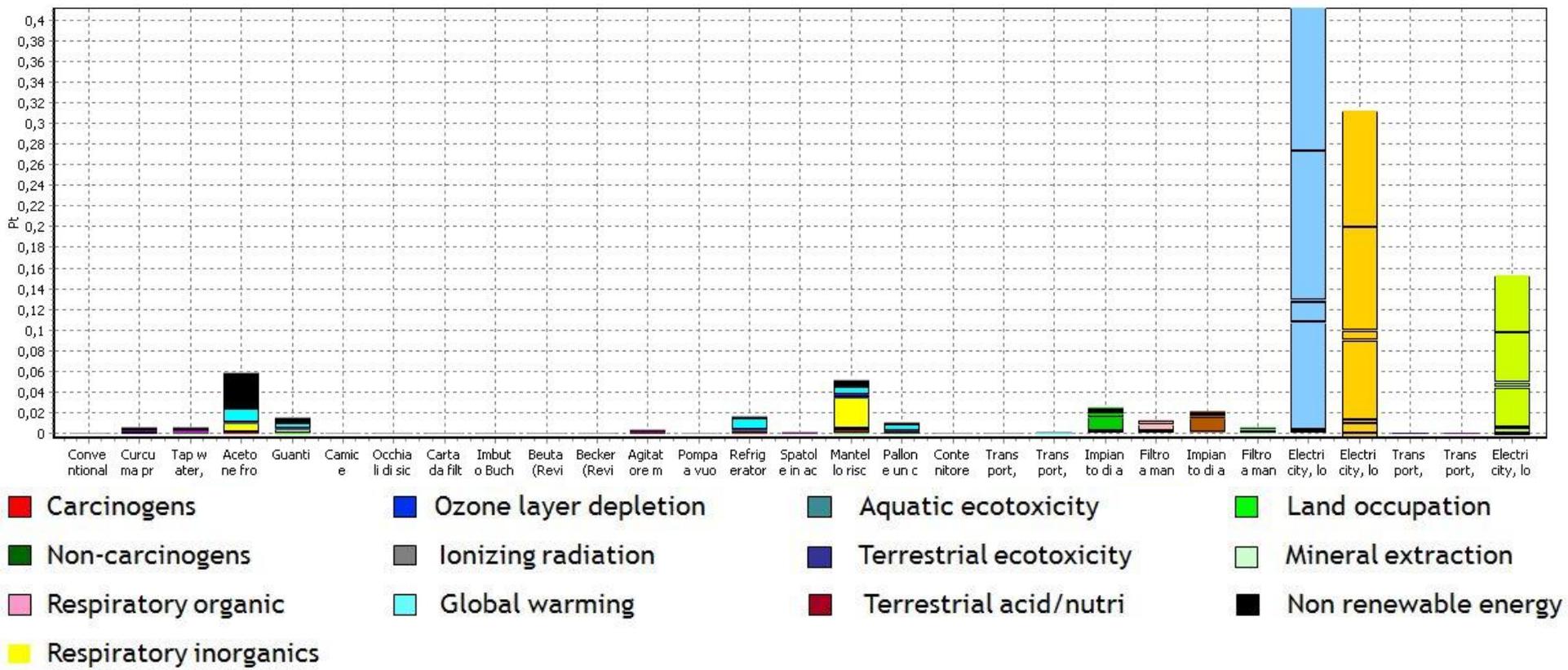
# Flow chart Estrazione MAE





# Analisi LCA

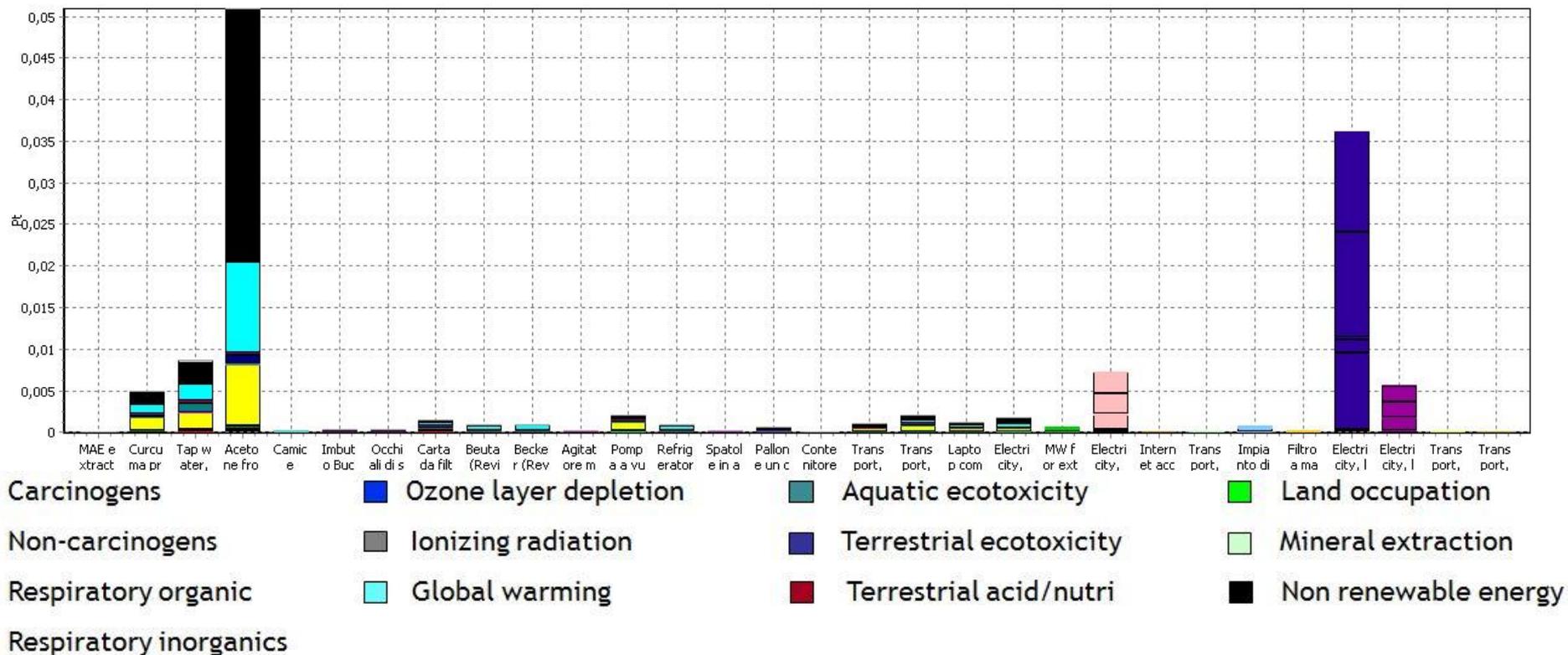
## Estrazione conv. 1kg curcumina





# Analisi LCA

## Estrazione MW 1kg curcumina





# Analisi LCA comparativa

## Green Chemistry

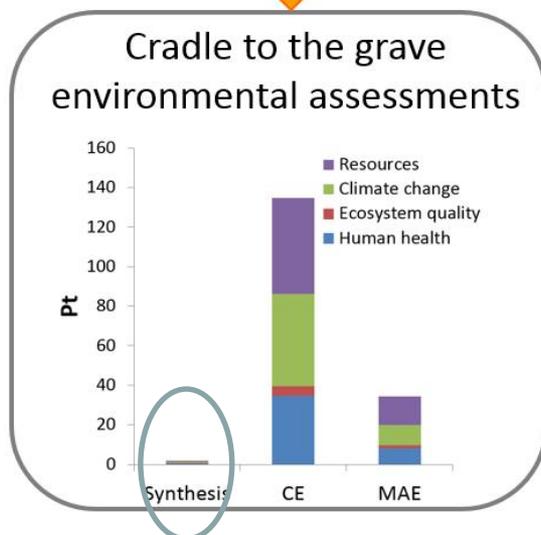
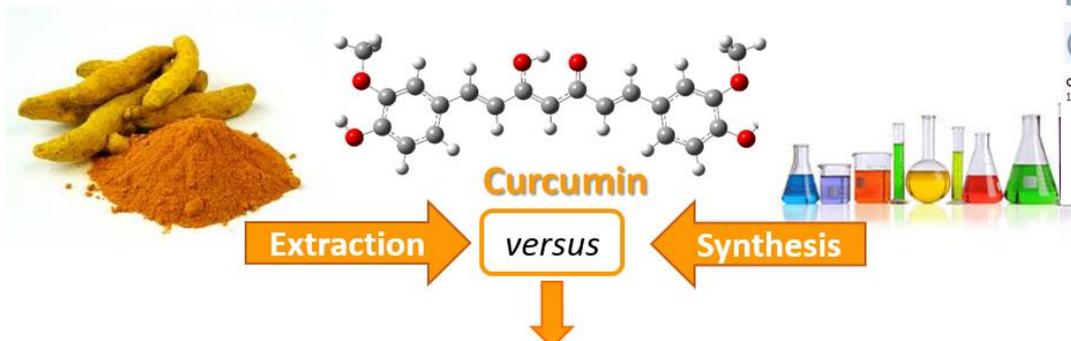
### PAPER



Cite this: *Green Chem.*, 2016, 18, 1807

**Phytochemical compounds or their synthetic counterparts? A detailed comparison of the quantitative environmental assessment for the synthesis and extraction of curcumin†**

Elisabetta Zerazion,<sup>a</sup> Roberto Rosa,<sup>a,b</sup> Erika Ferrari,<sup>c</sup> Paolo Veronesi,<sup>b</sup> Cristina Leonelli,<sup>b</sup> Monica Saladini<sup>c</sup> and Anna Maria Ferrari<sup>a</sup>



La sintesi rappresenta la via con minore carico ambientale (resa). !



*Grazie per l'attenzione*