

AgriBiologia

Efficienza Economica dell'Impianto

A) Gestione Agronomica

B) Valutazione del
potenziale metanigeno
delle Biomasse in Razione

C) Stato
Biologico
del Sistema

A) Gestione Agronomica

Ciclo biologico integrato campo–impianto–campo

L'impianto biogas/biometano funziona come un ciclo biologico integrato:
il digestato non è un'uscita, ma il punto di continuità tra un ciclo colturale e il successivo.

Potenziale di fertilità biologica del digestato **3 pilastri**

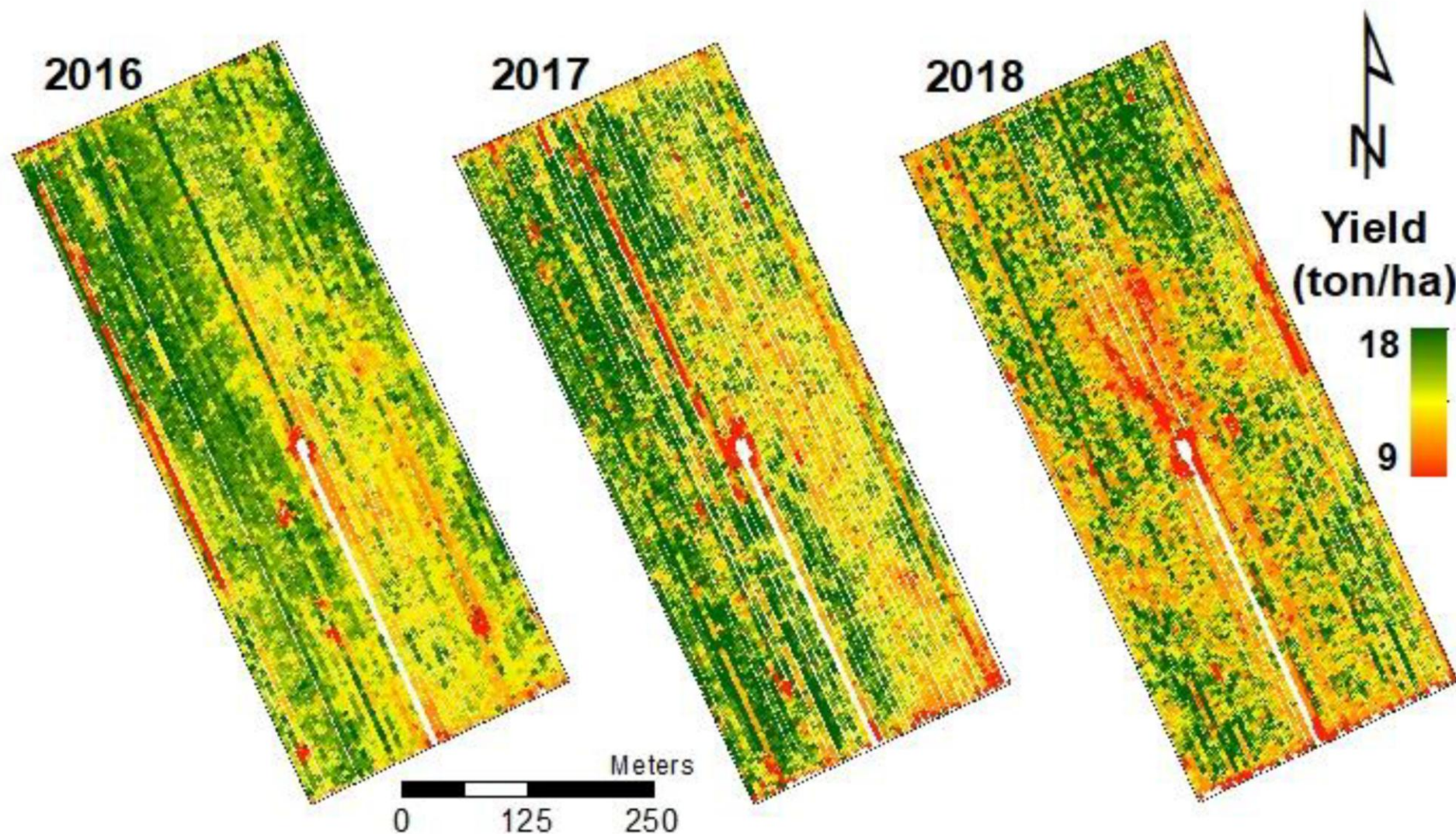
- Azoto organico e nutrienti disponibili (P e K)
 - Sostanza organica funzionale
- Stimolo biologico e microbiologico del suolo



1) AgriBiologia - Analisi del valore fertilizzante del digestato per la valorizzazione del prodotto e l'uso efficiente nei piani di concimazione

B) Valutazione del potenziale metanigeno delle Biomasse in Razione

Sens. remoto 2019 , 11 (23),
2873; <https://doi.org/10.3390/rs11232873>



Mappa di produzione di **mais da granella** nelle stagioni **2016, 2017 e 2018**



Il momento di raccolta **determina** il valore economico dell'insilato

CONSIDERAZIONI SUGLI ASPETTI QUALITATIVI DEL SILOMAIS

SILOMAIS - ANALISI A CONFRONTO (PROD. 2025)

UMIDITA'	SUL TAL QUALE	68,11	67,7	65,74	63,78	62,28	62,23	60,04	59,09
SOSTANZA SECCA:	SUL TAL QUALE	31,89	32,3	34,26	36,22	37,72	37,77	39,96	40,91
AMIDO:	SUK SECCO	39,75	25,65	25,7	28,39	29,3	28,48	37,48	39,42
aNDFom (senza ceneri):	SUL SECCO	32,93	41,01	44,26	43,41	42,08	44,74	38,20	37,26
BMP Potenziale di Biometanazione in BIOGAS	SUL TAL QUALE	218	216	228	241	263	253	271	279
BMP Potenziale di Biometanazione in METANO	SUL TAL QUALE	117	116	122	129	136	136	146	150

2 - 3) AgriBiologia – Assistenza tecnica con supporto previsionale per l'individuazione del momento ottimale di raccolta dei trinciati aziendali, tramite stima della DM e controllo in campo della sostanza secca reale





4) AgriBiologia – Analisi parziale o totale del trinciato in ingresso all'impianto per la determinazione del valore energetico ed economico delle matrici

L'importanza della copertura della trincea – tutti i punti sensibili dell'operazione

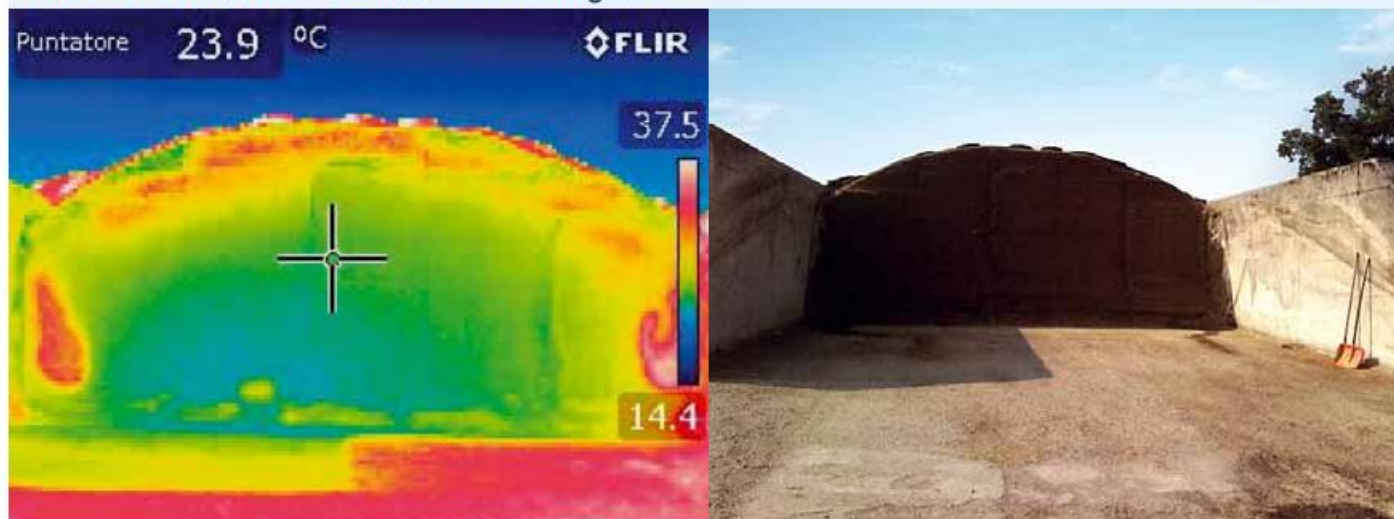
Punti critici per la qualità dell'insilato:

- **Fronte della trincea:** Il punto più critico, esposto all'ossigeno durante l'uso, è soggetto a sviluppo di muffe e micotossine. Un fronte troppo largo o gestito lentamente aumenta il rischio di deterioramento.
- **Zone periferiche (bordi e angoli):** Queste aree sono spesso meno compattate, facilitando la penetrazione di aria.
- **Parte superiore:** Soggetta ad alto rischio di deterioramento se la copertura non è ermetica o non abbastanza pesante (si consigliano 80-150 kg/m² di carico).



4) AgriBiologia - Rilevamento della temperatura del fronte (Termocamera) e Misurazione della Densità del Trinciato

FIGURA 1 - Fronte della trincea e sua termografia



Anche un fronte della trincea visivamente perfetto, attraverso l'occhio della termocamera può mostrare punti caldi dovuti all'attività fermentativa di lieviti e muffe. Per garantire la stabilità aerobica, infatti, può non bastare una densità ottimale.

Le ricerche hanno valutato, durante il periodo primaverile ed estivo delle annate 2012 e 2013, 149 insilati di mais di altrettante aziende, localizzate in tre differenti Nazioni: Francia, Italia e Grecia. Dall'analisi dei dati dei tre Paesi è risultato che solo il 36% delle trincee aveva una densità ottimale ($> 240 \text{ kg s.s./m}^3$).

Nella situazione italiana invece, il 44% delle trincee non ha raggiunto la soglia ideale: quasi un'azienda su due (grafico 1). Ed è proprio dalla densità che derivano le maggiori problematiche legate alla conservazione degli insilati. **L'obiettivo, durante la compattazione, è di raggiungere almeno i $240 \text{ kg di s.s./m}^3$.**

Miscela di Alimentazione del Digestore

La miscela di alimentazione del digestore è un sistema dinamico, in cui ogni matrice contribuisce in modo variabile in funzione delle proprie caratteristiche chimico-biologiche.

Unifeed del digestore – matrici di alimentazione

1. Biomassa agricola

- Silomais
- Insilato di cereali autunno-vernini (triticale, orzo, frumento)
- Silosorgo
- Loietto
- Medica (in miscela)
- Colture di copertura dedicate (cover crops)
- Residui colturali parzialmente insilati (paglie, stocchi)

2. Sottoprodotti

a) Cerealicoli e molitori

- Crusca
- Farinacci
- Pollini
- Sottoprodotti della decorticazione e macinazione

b) Agroindustriali

- Polpe di barbabietola
- Sottoprodotti della lavorazione della patata
- Scarti dell'industria conserviera
- Residui ortofrutticoli
- Siero di latte (dove ammesso)
- Vinacce e fecce (nel rispetto dei limiti normativi)

3. Reflui zootecnici

a) Bovini

- Letame e liquame bovino da latte
- Letame e liquame bovino da carne

b) Suini

- Liquame suino
- Letame suino

c) Avicoli

- Pollina da broiler
- Pollina da ovaiole
- Pollina da tacchini

d) Altri (secondari)

- Reflui ovicaprini
- Reflui cunicoli

Come incide la variabilità energetica sull'efficienza

◆ Variabilità tra matrici

Ogni matrice ha:

- potenziale metanigeno diverso (BMP)
- velocità di degradazione diversa
- contenuto in N e microelementi diverso

Effetto sull'impianto:

- carico organico **non omogeneo**
- produzione di biogas **discontinua**
- maggiore rischio di accumulo di VFA

◆ Variabilità dentro la stessa matrice

Stessa coltura, ma:

- epoca di raccolta diversa
- sostanza secca diversa
- fibra/lignina diversa

Effetto sull'impianto:

- stesso volume → energia diversa
- difficoltà nel mantenere carico costante
- inefficienza **non visibile** a occhio

Impatto diretto sull'efficienza dell'impianto

La variabilità energetica incide su:

- $\text{Nm}^3 \text{CH}_4$ per tonnellata di SS
- stabilità biologica
- tempo di ritenzione effettivo
- consumi specifici dell'impianto
- ore di funzionamento a carico nominale

➤ L'impianto diventa meno efficiente **anche se non va in crisi.**

	PARAMETRO	METODO	Sul Tal Quale	Sul Secco	Unità di Misura
	UMIDITA' e sostanze volatili:	In stufa 105°C Reg CE 152/2009 all.3 proced. 4.2.1 e B	15,99		% (g/100g)
	SOSTANZA SECCA:	per calcolo	84,01		% (g/100g)
	PROTEINE GREZZE:	AOAC 2001.11 ed.18° 2005 (N Kjeldahl x6.25)	8,03	9,56	% (g/100g)
	FIBRA GREZZA:	Reg. CE 152/2009 con buste filtranti	5,60	6,66	% (g/100g)
	OLI E GRASSI GREZZI:	Reg. CE 152/2009 H.5.2 (E.E. previa idrolisi)	5,35	6,37	% (g/100g)
	CENERI GREZZE:	Reg. CE 152/2009	2,08	2,48	% (g/100g)
	ESTRATTIVI INAZOTATI:	per calcolo (100-UM-PG-FG-LG-CEN)	62,94	74,92	% (g/100g)
	NDFom (Fibra Neutro Detersa al netto delle ceneri)	V. Soest mod. Ankom (con Na2SO3, a-amilasi e detrazione ceneri)	23,06	27,45	% (g/100g)
	BMP Potenziale di Biometanazione in BIOGAS	Per Calcolo eseguito da BiQuadro srl (E)	603	718	m3/ton in Biogas
	BMP Potenziale di Biometanazione in Metano	Per Calcolo eseguito da BiQuadro srl (E)	336	399	m3/ton in Metano
	AMIDO Enzimatico:	AOAC 996.11 Enz. Megazyme K-TSTA p.to (a)	38,65	46,01	% (g/100g)

PARAMETRO	METODO	Sul Tal Quale	Sul Secco	Unità di Misura
UMIDITA':	Spettroscopia NIR:	12,04		% (g/100g)
SOSTANZA SECCA:	per calcolo	87,96		% (g/100g)
PROTEINE GREZZE:	Spettroscopia NIR:	8,62	9,80	% (g/100g)
FIBRA GREZZA:	Spettroscopia NIR:	1,94	2,21	% (g/100g)
OLI E GRASSI GREZZI:	Spettroscopia NIR:	4,37	4,97	% (g/100g)
CENERI GREZZE:	Spettroscopia NIR:	1,63	1,85	% (g/100g)
AMIDO:	Spettroscopia NIR:	52,57	59,77	% (g/100g)
ESTRATTIVI INAZOTATI:	per calcolo (100-UM-PG-FG-LG-CEN)	71,40	81,17	% (g/100g)
NDFom (Fibra Neutro Detersa al netto delle ceneri)	V. Soest mod. Ankom (con Na2SO3, a-amilasi e detrazione ceneri)	15,74	17,89	% (g/100g)
BMP Potenziale di Biometanazione in BIOGAS	Per Calcolo eseguito da BiQuadro srl (E)	642	730	m3/ton in Biogas
BMP Potenziale di Biometanazione in Metano	Per Calcolo eseguito da BiQuadro srl (E)	353	401	m3/ton in Metano

SOTTOPRODOTTI



INSILATI



REFLUI ZOOTECCNICI



C)Stato Biologico del Sistema

AgriBiologia – massimizzare la produzione di metano (CH_4)
garantendo **stabilità biologica della digestione anaerobica**

Parametri:

- **Rendimento metanigeno:** CH_4 = **50–65%** del biogas
- **Stabilità del processo:** controllo **pH**, carichi e rapporto nutrizionale
 - **Controllo termico:** **40–45 °C** negli impianti agricoli
- **Monitoraggio continuo:** parametri chimico-fisici e biologici



1) AgriBiologia - Analisi del valore fertilizzante del digestato per la valorizzazione del prodotto e l'uso efficiente nei piani di concimazione

Tabella riassuntiva dei contenuti medi degli elementi nutritivi principali nel digestato fresco:

Parametro	Unità di misura	Digestato “tal quale”	Digestato separato (liquido)	Digestato separato (solido)
Sostanza secca (SS)	%	6 – 10	3 – 6	25 – 35
Azoto totale (N tot.)	kg/t	3 – 7	2 – 5	5 – 10
Azoto ammoniacale (NH ₄ -N)	kg/t	2 – 4	1.5 – 4	0.5 – 1
Fosforo (P ₂ O ₅)	kg/t	1 – 3	0.5 – 1.5	2 – 5
Potassio (K ₂ O)	kg/t	3 – 6	3 – 6	1 – 2
Carbonio organico (C org.)	% SS	40 – 50	35 – 45	45 – 55
pH	–	7.5 – 8.5	7.5 – 8.5	7 – 8

I valori medi della **sostanza organica (S.O.)** nel digestato variano in base alla densità del materiale e all'efficienza della digestione anaerobica.

In linea generale, la sostanza organica rappresenta circa il **60-70% della Sostanza Secca (S.S.)** totale. Ecco i valori medi riferiti al **tal quale** (prodotto fresco):

Tipologia Digestato	Sostanza Secca (S.S.) media	Sostanza Organica (S.O.) sul tal quale
Tal Quale (Integrale)	6% - 10%	4,0% - 6,5% (40-65 kg/t)
Separato Liquido	3% - 6%	2,0% - 4,0% (20-40 kg/t)
Separato Solido	22% - 30%	15,0% - 22,0% (150-220 kg/t)

DIGESTATO - Valore Economico Medio Stimato (€ per tonnellata)

- La stima si basa sul **costo opportunità**, ovvero quanto spenderesti per acquistare gli stessi nutrienti (N, P, K) sotto forma di concimi minerali (come urea, perfosfato e cloruro di potassio).

Tipologia Digestato	Valore Nutritivo (N+P+K)	Valore Ammendante (S.O.)	Valore Totale Stimato
Tal Quale	10 € - 14 €	2 €	12 € - 16 € / t
Separato Liquido	7 € - 10 €	1 €	8 € - 11 € / t
Separato Solido	18 € - 25 €	8 € - 12 €	26 € - 37 € / t

Dettaglio dei parametri considerati:

- Azoto (N):** Valutato circa **1,10 - 1,30 €/kg**. Nel digestato l'efficienza è alta (specie nel liquido), ma bisogna considerare le perdite per volatilizzazione.
- Fosforo (P_2O_5):** Valutato circa **1,40 - 1,60 €/kg**. Concentrato soprattutto nel solido.
- Potassio (K_2O):** Valutato circa **0,80 - 1,00 €/kg**. Molto presente nella frazione liquida.
- Sostanza Organica:** Il valore è più alto nel **separato solido** perché agisce come un vero ammendante (simile a un letame maturo), migliorando la struttura del suolo.

DIGESTATO - Valore Economico Medio Stimato (€ per tonnellata)

- La stima si basa sul **costo opportunità**, ovvero quanto spenderesti per acquistare gli stessi nutrienti (N, P, K) sotto forma di concimi minerali (come urea, perfosfato e cloruro di potassio).

Tipologia Digestato	Valore Nutritivo (N+P+K)	Valore Ammendante (S.O.)	Valore Totale Stimato
Tal Quale	10 € - 14 €	2 €	12 € - 16 € / t
Separato Liquido	7 € - 10 €	1 €	8 € - 11 € / t
Separato Solido	18 € - 25 €	8 € - 12 €	26 € - 37 € / t

E' necessario pensare al DIGESTATO come ad una risorsa ed investire nella ricerca rispetto ai potenziali utilizzi

Il Valore Economico Consolidato del DIGESTATO

Il primo pilastro del valore è la sostituzione dei concimi minerali. In un mercato dei fertilizzanti caratterizzato da forte volatilità dei prezzi (legata al costo del gas naturale), **il digestato offre:**

- **Indipendenza energetica e chimica:** Trasforma i nutrienti di scarto in concimi a chilometro zero.
- **Efficienza agronomica:** Grazie all'alto contenuto di azoto ammoniacale e sostanza organica stabilizzata, garantisce una nutrizione vegetale bilanciata e un miglioramento della struttura del suolo, incrementando la resa delle colture nel lungo periodo.

La Ricerca: Oltre lo Spandimento Tradizionale

Investire nella ricerca significa individuare sbocchi che massimizzino il valore delle singole componenti del digestato, trasformandolo in prodotti ad alto valore aggiunto:

- **Bio-fertilizzanti di precisione (Fertigazione):** La ricerca sta affinando processi di microfiltrazione e ultrafiltrazione della frazione liquida. L'obiettivo è ottenere un liquido privo di solidi sospesi, ricco di nutrienti, utilizzabile direttamente negli impianti di irrigazione a goccia, riducendo sprechi idrici e ottimizzando l'assorbimento radicale.
- **Recupero di nutrienti puri (Stripping dell'Ammoniaca):** Tecnologie avanzate permettono di estrarre l'azoto dal digestato per produrre solfato ammonico di grado industriale o fertilizzanti cristallizzati (struvite), facilmente trasportabili e commercializzabili al di fuori del bacino aziendale.
- **Bioraffineria e Materiali Innovativi:** La frazione solida è oggetto di studi per la produzione di bioplastiche, pannelli in fibra per l'edilizia, carta, terriccio per colture specializzate o come substrato per la crescita di funghi.
- **Carbon Farming:** Il digestato gioca un ruolo chiave nel sequestro del carbonio nel suolo. La ricerca sui crediti di carbonio punta a trasformare la capacità del digestato di stoccare sostanza organica in un reddito monetizzabile per l'agricoltore attraverso i mercati volontari del carbonio.



PRODUZIONI:



**Silphie: 60-80 t di biomassa TQ al 24-28% di SS
da 15 a 22 t/ha di SS**

**Biogas: 180-200 m³ di biogas/Ton TQ
51-53% di metano**



OLTRE ALLA BIOMASSA

APICOLTURA

**LA SILPHIE PRODUCE FINO A 300KG/HA DI
MIELE E 150KG/HA DI POLLINI**

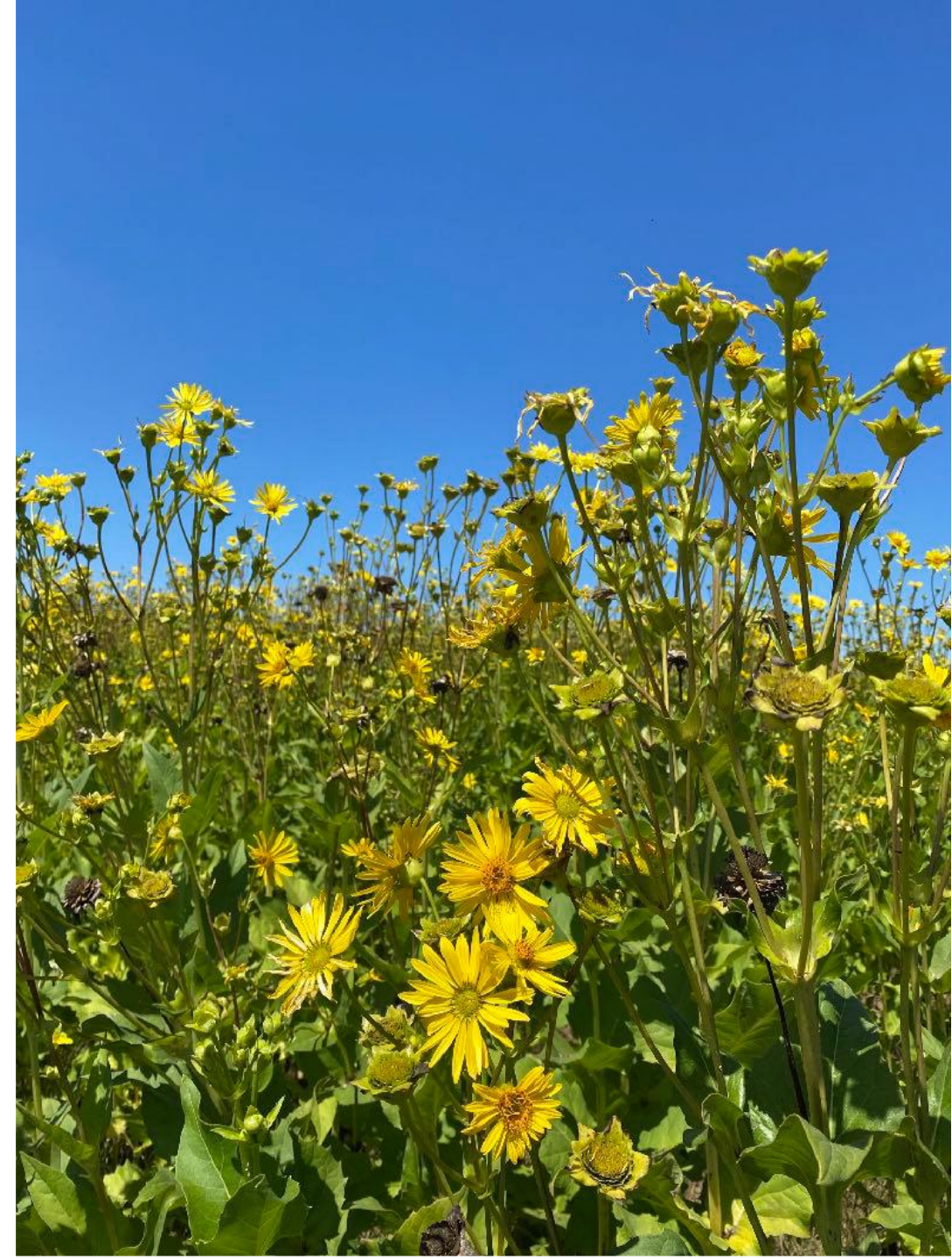
Molto importante é la salvaguardia del nostro patrimonio apistico, con una fioritura di 3 mesi la Silphie é una grande alleata per gli apicoltori italiani, producendo pollini e miele di qualità in quantità!



CARBON FOOTPRINT

FINO A 36TON/HA DI CO2 CATTURATA

La Silphie, cattura fino a 36 Ton/ha di Co2 con la pianta al massimo sviluppo aereo, 11 Ton/ha durante tutto l'anno grazie all'imponente apparato radicale fittonante.



SILPHIE PAPER

PACKAGING E MOLTO ALTRO

Fibra per la produzione di

-La produzione di carta denominata Silphie Paper, una realtà ormai radicata in Germania dove da diversi anni, con il sistema denominato Steam Explosion che separa la fibra rendendola lavorabile, viene utilizzata l'elevata quantità di cellulose della pianta per produrre packaging etc. con il 30% di Silphie Paper, la parte liquida invece viene immessa nel biometano/biogas.

- La resa di questo liquor è del 50/60% la resa totale (160/180Nm³/ton) in biogas. Il gruppo Lidl e Kaufland è un solido esempio.



**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**

