

BIOGASDONERIGHT®

DIGESTIONE ANAEROBICA E SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO



BIOGASDONERIGHT®

DIGESTIONE ANAEROBICA E SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO

PREFAZIONE DI BRUCE DALE	4	CASO DI STUDIO IN SICILIA	16
PREMESSA	5	BIOGASDONERIGHT® COME STRUMENTO PER AUMENTARE LE POTENZIALITÀ DI SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO	18
LE BIOENERGIE E CATTURA E SEQUESTRO DI CARBONIO	6	RIVEGETAZIONE DEL SUOLO COME SINK DI CARBONIO	18
BIOGASDONERIGHT®	7	IL SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO: UNA SOLUZIONE ECONOMICA ED EFFICACE	18
PRODURRE ENERGIA E SEQUESTRARE CARBONIO: È POSSIBILE SENZA RIDURRE LA PRODUZIONE DI ALIMENTI E MANGIMI	7	I PROBLEMI CONNESSI AL SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO (SCS)	19
L'EFFICIENZA D'USO DEL TERRENO DI UN IMPIANTO DI BIOGAS: UN CASO DI STUDIO IN UNA ZONA A CLIMA TEMPERATO (PIANURA PADANA)	8	IN CHE MODO IL BIOGASDONERIGHT® PUÒ CONTRIBUIRE AL RAGGIUNGIMENTO DI QUESTI OBIETTIVI	19
L'UTILIZZO DEL TERRENO CON LE TECNOLOGIE DELLA PIATTAFORMA BIOGASDONERIGHT®: L'AUMENTO DEL TENORE DI SOSTANZA ORGANICA NEI SUOLI AGRICOLI	11	IL CONCETTO DI BIORAFFINERIA	21
BIOGASDONERIGHT®: UNO STRUMENTO IMPORTANTE PER UN'INTENSIFICAZIONE AGRICOLA ECOLOGICA	13	BIOCHAR DA DIGESTATO SOLIDO	21
TECNOLOGIE DELLA PIATTAFORMA BIOGASDONERIGHT®. L'EFFICIENZA D'USO DEL TERRENO	13	RIUTILIZZO DELLA CO₂ CONTENUTA NEL BIOGAS	22
IL MODELLO BIOGASDONERIGHT® È APPLICABILE OVUNQUE	15	DIGESTIONE ANAEROBICA E SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO: VERSO PRATICHE AGRICOLE "CARBON NEGATIVE"	24
DIGESTIONE ANAEROBICA: UNA TECNOLOGIA APPLICABILE IN QUALSIASI CONDIZIONE AGROECOLOGICA	15	SINTESI CONCLUSIVA	25
		ALLEGATI	29

Prefazione di Bruce Dale¹

Il nostro mondo sta cambiando. Dall'inizio della rivoluzione industriale, più di due secoli fa, l'umanità è cresciuta moltissimo in termini di consumo di energia, di ricchezza e di popolazione. Questi risultati sono strettamente collegati tra loro. Avendo a disposizione energia in abbondanza, gli esseri umani possono produrre di più, anche più cibo, diventare più ricchi, ridurre la mortalità infantile, controllare più malattie, vivere più a lungo e avere un'istruzione migliore. Sono tutti risultati positivi, resi possibili da combustibili fossili abbondanti e poco costosi.

Tuttavia l'abbondanza di energia da fonti fossili ha anche incoraggiato l'umanità ad aggirare o a ignorare alcuni processi naturali, tra cui la conservazione della fertilità del suolo. I fertilizzanti a base fossile a buon mercato e l'uso di enormi quantità di energia da fonti fossili per la semina, la lavorazione e il raccolto hanno mascherato la perdita di fertilità dei suoli. Dato che ogni ettaro produceva di più, per un certo periodo abbiamo potuto ignorare l'erosione, la desertificazione e la salinizzazione dei terreni, tutti processi distruttivi resi possibili dalla disponibilità di energia da fonti fossili abbondante e a buon mercato. A un livello superiore rispetto a questi risultati negativi localizzati vi sono gli effetti fortemente distruttivi del cambiamento climatico a livello globale, causato principalmente dall'uso di energia da fonti fossili.

Ci troviamo ora in una fase di transizione. L'estrazione e l'utilizzo del petrolio, il re delle fonti fossili di energia, diventano sempre più costosi e distruttivi per l'ambiente. Il picco della produzione di petrolio a buon mercato, o convenzionale, si è avuto nel 2005. Ora siamo entrati in un'epoca in cui il consumo di petrolio è prevalentemente limitato dalla sua disponibilità più che dalla domanda. Gli attuali bassi valori del prezzo del petrolio non sono in contraddizione con questa affermazione. La crescita economica richiede un aumento del consumo di energia, compreso un maggiore consumo di petrolio: tuttavia, l'alto prezzo del petrolio negli ultimi anni ha ridotto la crescita economica, provocando una minore crescita della domanda di petrolio e contribuendo a un rallentamento ancora più pronunciato dell'economia mondiale - e quindi a prezzi del petrolio inferiori. Gli attuali bassi prezzi del petrolio scoraggeranno gli investimenti necessari al reperimento di nuove riserve, il che causerà in futuro una disponibilità di petrolio ancora più ridotta a prezzi molto più alti, deprimendo ancor di più l'economia. Se proseguiamo su questa strada, questa spirale discendente continuerà.

Esiste un modo di uscire da questo e da altri "circoli viziosi" che affliggono l'umanità? Sì, esiste. Occorre in primo luogo capire che un utilizzo di energia in costante aumento e una crescita economica continua sono fisicamente impossibili in un pianeta grande, ma non illimitato. Dobbiamo renderci conto che l'economia attuale si basa principalmente sulla distruzione del pianeta e molto spesso anche sullo sfruttamento delle persone. È indispensabile cambiare il nostro modo di considerare il pianeta e le persone che lo abitano.

Di fatto, cambiare le nostre opinioni è senz'altro una delle cose più difficili. Ma riuscirci è indispensabile. Dobbiamo cambiare

le domande che ci poniamo: non più "quanto possiamo consumare in più quest'anno?" ma "di quanto abbiamo bisogno?", non più "come possiamo ridurre gli effetti dannosi sulla Terra con le nostre tecnologie?" ma "in che modo possiamo soddisfare i nostri bisogni facendo contemporaneamente grandi progressi in campo ambientale?". In poche parole, è ora che l'umanità cresca e diventi più saggia.

Sono necessari tra 2 e 4 kilowatt di potenza a testa per raggiungere buoni livelli di istruzione, salute e attività economica. Ci servono circa 2000 kcal di energia alimentare e circa 50 grammi di proteine a testa al giorno come macronutrienti, più numerosi micronutrienti. Abbiamo bisogno di aria pulita e di acqua pulita. Abbiamo bisogno di un clima moderato e stabile. Questi sono i nostri bisogni fisici primari.

La domanda globale di energia è di circa 16 terawatt, che corrisponde a circa 2 kilowatt per ogni persona presente sulla Terra. Ma il consumo di energia non è uniformemente distribuito. In generale, sono molte di più le persone che vivono ben al di sotto della soglia di 2-4 kW a testa rispetto a quelle che la superano. Un consumo non uniforme dell'energia favorisce una distribuzione non uniforme della ricchezza, da cui deriva la fame. Inoltre il consumo attuale di energia si basa per circa l'85% su fonti fossili, il che contribuisce notevolmente all'aumento della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera. L'agricoltura moderna si fonda sull'utilizzo a grande scala di energia da fonti fossili per produrre una varietà limitata di prodotti destinati a pochi mercati. In questo modo risulta intrinsecamente rischiosa e non sostenibile.

Abbiamo quindi l'esigenza di produrre molta più energia, ma non da fonti di carbonio fossile. Dobbiamo fare in modo che la generazione di energia diventi molto più distribuita e "democratica". Dobbiamo incrementare la fertilità del suolo e la produzione agricola in generale senza aumentare gli input necessari all'agricoltura. Dobbiamo produrre molti più alimenti per soddisfare le esigenze di una popolazione in aumento, diversificando al contempo i mercati dei prodotti agricoli e attraendo più investimenti nell'agricoltura. Dobbiamo catturare grandi quantità di CO₂ atmosferico e sequestrarlo a lungo termine. Si tratta di una serie di sfide a dir poco estremamente impegnative e tutte interconnesse tra loro.

Le tecnologie della piattaforma Biogasdoneright® (biogas fatto bene) soddisfano tutte queste esigenze e affrontano ognuna delle sfide indicate. Questo documento illustra come e perché. Apprezzo vivamente il lavoro pionieristico svolto dai produttori italiani di biogas nell'applicazione di queste tecnologie semplici e a costo ridotto, che legano un'agricoltura sostenibile a un pianeta sostenibile. Mi ritengo grandemente onorato dal fatto che, per il loro progetto, abbiano voluto scegliere il nome del lavoro svolto da me e dai miei colleghi dell'Università del Michigan per produrre combustibili liquidi sostenibili a partire da biomassa vegetale.

Ma ora, leggete voi stessi cosa stanno realizzando questi lungimiranti precursori e come cercano di diffondere le loro tecnologie in tutto il mondo.

¹ Bruce Dale, Distinguished Professor presso l'Università del Michigan; dipartimento AgBioResearch di MSU.

PREMESSA

Un recente articolo degli ingegneri di Google ha suscitato grandi discussioni nel settore delle energie rinnovabili: *“Supponiamo per un momento che si sia raggiunto il massimo successo possibile e che siano state scoperte tecnologie a basso costo per le energie rinnovabili in grado di rimpiazzare gradualmente tutte le centrali a carbone del mondo — una situazione all'incirca equivalente allo scenario migliore dello studio Clean Energy Innovation². Anche se quel sogno si realizzasse, il problema del cambiamento climatico non sarebbe risolto. Riconoscere questo fatto è stato scioccante: non solo l'iniziativa RE<C^{2bis} aveva fallito il suo obiettivo di rendere disponibile energia più conveniente del carbone, ma quell'obiettivo non era stato sufficientemente ambizioso da invertire il cambiamento climatico.”*³

Il presente documento propone una soluzione poco costosa, ampiamente sperimentata e applicabile su larga scala per invertire il cambiamento climatico utilizzando le bioenergie e la cattura e lo stoccaggio del carbonio, a esse collegati. Proponiamo un approccio sistemico all'agricoltura, con il quale otteniamo alimenti, mangimi ed energia/biomateriali dallo stesso ettaro di terra già coltivato o messo a riposo. Raggiungiamo questo risultato grazie a una combinazione di tecniche agricole nuove o già esistenti e, mentre con la fotosintesi accumuliamo più carbonio nelle colture, sequestriamo la CO₂ dall'atmosfera e la stochiamo nel suolo, rendendolo più ricco in sostanza organica e quindi più fertile.

A queste tecniche abbiamo dato il nome di Biogasdoneright® in quanto tutta l'attività dell'azienda agricola è progettata intorno al digestore anaerobico (DA).

Le bioenergie sono un tema controverso, che vari ricercatori e legislatori mettono in discussione. Molti di loro ritengono che non sia possibile produrre carbonio organico per bioenergie senza un impatto diretto o indiretto sulla disponibilità di carbonio per alimenti e mangimi, oppure senza limitazioni alla fruibilità dal punto di vista ambientale.

Ciò potrebbe anche essere vero se prendiamo in considerazione le tecniche agricole attuali basate su fertilizzanti e combustibili di origine fossile, oppure se immaginiamo di abbattere foresta primaria o arare prati stabili per ottenere più terra coltivabile per produrre colture estensive.

Ma questo non significa che dobbiamo escludere le bioenergie dall'insieme delle energie rinnovabili. L'agricoltura e l'afforestazione sono fattori chiave nel ciclo del carbonio: la biosfera e il suolo sono il più grande serbatoio di carbonio attualmente disponibile in cui sequestrare e

stoccare il carbonio che abbiamo immesso in atmosfera dall'inizio della rivoluzione industriale.

Tutti gli scenari più plausibili in cui la concentrazione della CO₂ resta al di sotto di 450 ppm fanno riferimento a qualche forma di tecnologia Carbon Capture and Storage (CCS, sia tecnologie CCS convenzionali sia BECCS, ossia bioenergie con cattura e stoccaggio del carbonio). *“Una quantità definita di CO₂ immessa nell'aria si dimezza in circa 25 anni, man mano che la CO₂ viene assorbita dagli oceani, dalla biosfera e dal suolo, ma all'incirca un quinto è ancora presente nell'atmosfera dopo 500 anni. Alla fine, nel corso di centinaia di migliaia d'anni, la degradazione atmosferica farà sì che tutta quella quantità iniziale di CO₂ si depositi sul fondo degli oceani sotto forma di sedimenti carbonatici”*.⁴

È assolutamente urgente mitigare il più possibile le emissioni di CO₂ derivanti dall'agricoltura convenzionale, incrementare la produzione primaria netta (NPP) mediante carbonio addizionale e trasferire la maggiore quantità possibile di carbonio addizionale^{4bis} ai suoli, migliorandone così la fertilità e aumentando la capacità dei terreni agricoli di contrastare gli attuali effetti del cambiamento climatico, che gli agricoltori stanno iniziando ad avvertire in tutto il mondo.

Per produrre carbonio addizionale in modo sostenibile, l'agricoltura deve guardare al passato, quando era in grado di produrre alimenti, mangimi ed energia o biomateriali dallo stesso campo e le aziende agricole devono sottrarsi alla “dipendenza” dai fertilizzanti di origine fossile, tipica dell'agricoltura convenzionale, riciclando il carbonio addizionale e i nutrienti nel suolo accrescendone così la fertilità.

“Ai combustibili fossili si deve circa l'80% dell'aumento di CO₂ dall'era preindustriale, mentre all'utilizzo del terreno e alla deforestazione si deve il 20% di tale aumento. Si stima che il valore netto dovuto alla deforestazione sia attualmente pari a 100 Gt C (gigatonnellate di carbonio) con un'incertezza di ±50%. Ripristinare completamente le aree deforestate non è realistico, tuttavia una riduzione del carbonio pari a 100 Gt C è plausibile in quanto:

1. *il livello di CO₂ atmosferica accresciuto dalle attività umane aumenta l'assorbimento di carbonio da parte di alcuni tipi di piante e suoli;*

² N.d.A. Analisi effettuata da google.org <http://google.org/energyinnovation/>

^{2 bis} N.d.A. RE<C è stata un'iniziativa promossa da Google con l'obiettivo di sviluppare fonti di energia rinnovabile che generassero elettricità ad un costo inferiore rispetto a quello degli impianti a carbone.

³ <http://spectrum.ieee.org/energy/renewables/what-it-would-really-take-to-reverse-climate-change>

⁴ “Assessing “Dangerous Climate Change: Required Reduction of Carbon Emissions to Protect Young People, Future Generations and Nature”

^{4bis} Con carbonio addizionale si intende quel carbonio rimosso dall'atmosfera grazie alla fotosintesi da parte della coltura di secondo raccolto e che, senza la domanda creata dall'impianto biogas, non verrebbe sequestrato.

2. grazie a pratiche colturali migliori, l'agricoltura può passare da fonte di CO₂ a "sink" (o serbatoio) di CO₂;

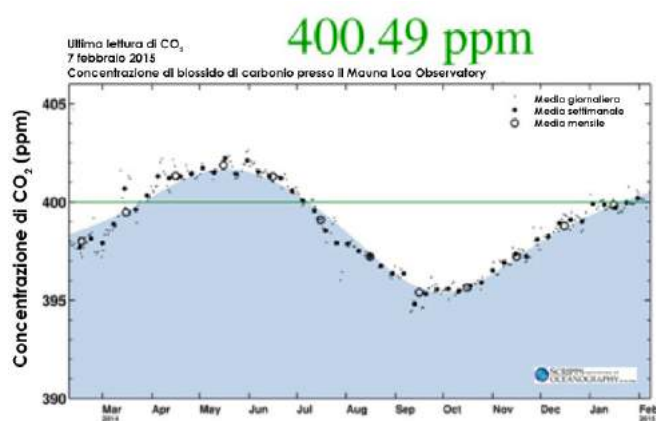
3. gli impianti alimentati a biomassa e dotati di sistemi di cattura e stoccaggio della CO₂ possono contribuire alla riduzione della CO₂".⁵

Un'agricoltura "carbon negative" in grado di produrre alimenti, mangimi, energia e biomateriali per un maggior numero di mercati è probabilmente la migliore risposta al quesito sollevato dagli ingegneri di Google.

Le bioenergie e la cattura e sequestro di carbonio

Le bioenergie sono la sola fonte rinnovabile che potrebbe comportarsi, alla scala necessaria per il ciclo del carbonio, come illustrato dall'andamento altalenante ogni estate della curva di Keeling riportata qui sotto.

Di recente l'IPCC⁶ ha ribadito ancora una volta con forza



la tesi che, per prevenire scenari di cambiamento climatico repentino, la sola produzione di elettroni "carbon neutral" (a zero emissioni) non sarà sufficiente e saranno invece necessarie tecnologie in grado di sequestrare la CO₂ direttamente dall'atmosfera. "Gli scenari di mitigazione che prevedono 450 ppm di CO₂ eq nel 2100 generalmente comportano un temporaneo sfioramento delle concentrazioni in atmosfera, analogamente agli scenari che prevedono concentrazioni tra 500 e 550 ppm circa di CO₂ eq nel 2100".⁷

In funzione dell'entità dello sfioramento, gli scenari di sfioramento generalmente si fondano sulla disponibilità e sull'applicazione diffusa di BECCS⁸ e afforestazione nella seconda metà del secolo.

La disponibilità e la scala di questi e altri metodi e tecnologie di rimozione del biossido di carbonio (Carbon Dioxide Removal, CDR) sono incerte; inoltre, i metodi e le tecnologie CDR presentano vari gradi di rischio e di difficoltà, spesso il loro livello di maturità tecnologica (Technology Readiness Level, TRL) è basso, per non parlare della loro accettazione sociale (attualmente le tecnologie CCS sono fortemente osteggiate dall'opinione pubblica⁹).

In relazione alle BECCS, l'IPCC sottolinea che *"il potenziale per un'applicazione su larga scala delle BECCS è incerto"*. Inoltre,¹⁰ *"una combinazione di bioenergie e tecnologie CCS (BECCS) offre la prospettiva di un approvvigionamento energetico con emissioni nette negative su grande scala, il che gioca un ruolo chiave in molti scenari di stabilizzazione su livelli bassi, ma implica sfide e rischi (prove limitate, consenso medio). Tra queste sfide e rischi vi sono quelli connessi alla fornitura a monte, su grande scala, della biomassa utilizzata nell'impianto CCS, oltre a quelli inerenti alla tecnologia CCS stessa"*.

Quindi, secondo l'IPCC, i sistemi BECCS sono necessari, sebbene debbano dimostrare che:

1. Sono in grado di aumentare la quantità di carbonio rinnovabile che viene sequestrato, senza ridurre il carbonio necessario per alimenti e mangimi, per materiali e applicazioni industriali e per funzioni ambientali quali l'incremento o la conservazione della biodiversità o del contenuto di sostanza organica dei suoli;
2. La produzione di tale carbonio rinnovabile non peggiorerà le emissioni di CO₂ del settore primario, cosa che invece accade quando si utilizzano tecniche agricole convenzionali;
3. Sono in grado di sequestrare il carbonio rinnovabile in "sink" stabili, facilmente accessibili, sicuri e uniformemente distribuiti in tutto il mondo;
4. I costi combinati di cattura, trasferimento e stoccaggio della CO₂ saranno i più bassi possibile;
5. Potranno essere socialmente accettate quando arrecheranno externalità positive in relazione alle sfide che l'umanità deve affrontare, oltre al cambiamento climatico (popolazione mondiale in aumento, crescita della domanda di energia da parte dei paesi in via di sviluppo, desertificazione dei suoli, protezione della biodiversità, migrazioni indotte dal cambiamento climatico").

⁵ Hansen James, 2013 op. cit.

⁶ <http://mitigation2014.org/report/summary-for-policy-makers>

⁷ CLIMATE CHANGE 2014 Synthesis Report <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/Chapter%202%20Bioenergy.pdf>

⁸ Bioenergy and carbon capture and sequestration (bioenergie con cattura e stoccaggio del carbonio)

⁹ <https://sites.utexas.edu/mecc/2014/05/09/ccs-in-poland-and-germany/>; Public acceptance of CCS system elements: A conjoint measurement; Lasse Wallquist, Selma L'Orange Seigo, Vivianne H.M. Visschers, Michael Siegrist; Int. J. of Greenhouse Gas Control, gennaio 2012, pagine 77–83

¹¹ Il pianeta sta affrontando sfide senza precedenti nella sua storia. Il riscaldamento globale è solo uno degli aspetti di un problema complesso in cui il cambiamento climatico, l'aumento della popolazione mondiale, la carenza d'acqua, la degradazione dei suoli, la desertificazione e le migrazioni indotte dal cambiamento climatico sono interconnessi.

BIOGASDONERIGHT®

Utilizziamo il termine “Biogasdoneright®”¹² per descrivere una piattaforma tecnologica che combina tecnologie per la digestione anaerobica (DA) ed altre pratiche industriali e agricole che, se applicate in sinergia, sono in grado di:

- produrre carbonio addizionale sia in terreni già coltivati sia in zone colpite dalla desertificazione o a produttività ridotta, specialmente nei paesi aridi;
- incrementare la produzione primaria netta globale (World Net Primary Production, NPP) dei terreni agricoli e, contemporaneamente, ridurre le esternalità negative associate alle moderne pratiche agricole convenzionali;
- accrescere costantemente (fino al raggiungimento dell'equilibrio) il tenore di sostanza organica nei suoli, sequestrando carbonio alla scala richiesta (> 1 Gt di C per anno) grazie a una gestione costante dell'apporto di nuova sostanza organica ai suoli tramite il sovescio e lo spandimento del digestato da DA; in tal modo si consolidano e si ampliano i risultati ottenuti in precedenza tramite l'agricoltura biologica finalizzata al miglioramento dei suoli;
- realizzare questi obiettivi a costi molto bassi, dato che i costi per la cattura, il trasferimento e la distribuzione della CO₂ possono essere compensati dai servizi resi (aumento della fertilità dei suoli, della ritenzione idrica e della biodiversità nei suoli, ecc.) e dalla vendita dei prodotti (alimenti/mangimi, energia, materiali a base biologica);
- contribuire allo stesso tempo a un'intensificazione ecologica dell'agricoltura, a un'adozione capillare della fertilizzazione organica disaccoppiata dalla crescita dell'allevamento industriale, incrementando la resilienza di allevatori e agricoltori agli effetti del cambiamento climatico in atto, migliorando la redditività dell'attività agricola e liberando le aziende agricole da fertilizzanti e carburanti fossili e trasformando così le tecnologie BECCS da un costo a un'opportunità economicamente redditizia espandibile a scala globale, capace di attrarre nuovi investimenti nel settore primario dato che dobbiamo anche aumentare la produzione alimentare.

Produrre energia e sequestrare carbonio: è possibile senza ridurre la produzione di alimenti e mangimi

Alla luce di altre sfide importantissime che dobbiamo affrontare (aumento della popolazione mondiale e diminuzione delle terre coltivabili pro capite) non possiamo accettare l'idea di sequestrare il carbonio riducendo la disponibilità di alimenti e mangimi sui mercati.

Più specificamente, siamo convinti che impiantare monoculture solo per alimentare digestori anaerobici o qualsiasi altro sistema bioenergetico, oppure sfruttare colture perenni non alimentari su terreni già coltivati, siano soluzioni-ponte applicabili solo in tempi come quello attuale, in cui i prezzi delle materie prime agricole sono bassi e la domanda aggiuntiva derivante dai biocarburanti (specialmente etanolo da mais) mantiene il prezzo a un livello ancora in grado di sostenere la produzione¹³ piuttosto che mettere a riposo il terreno, impedendo così il fallimento degli agricoltori.

Anche senza considerazioni etiche¹⁴, riconosciamo che per attrarre investimenti verso il settore primario è necessaria una diversificazione dei prodotti agricoli destinati ai mercati, contribuendo così all'aumento della produzione alimentare richiesto dalla crescita della popolazione mondiale.

Ma l'utilizzo di biomassa vegetale già prodotta per il mercato di alimenti e mangimi **non è in grado di rimuovere quantità considerevoli di carbonio dall'atmosfera**, almeno non alla scala richiesta per fermare il cambiamento climatico.

In generale, l'uso di sottoprodotti agricoli o di letame sposta il carbonio da un sink all'altro e non accresce la quantità di carbonio rimossa dall'atmosfera: si limita a mitigare le emissioni derivanti da un utilizzo scorretto di queste matrici organiche (sottoprodotti industriali e letame).

Ciò che serve per sviluppare tecniche efficaci di sequestro di carbonio è la produzione di carbonio addizionale, cioè carbonio che non venga oggi prodotto come alimenti, mangimi o altre applicazioni.

¹² Ci siamo ispirati ai ricercatori Lee Lynd, Bruce Dale, ecc. che vogliamo ringraziare pubblicamente. In particolare, il concetto di “biofuels done right” (biocombustibili fatti bene) è stato elaborato per la prima volta da Bruce Dale et al. in “Biofuels Done Right: Land Efficient Animal Feeds Enable Large Environmental and Energy Benefits” Environ. Sci. Technol. 44, 8385-8389, 2010

¹³ <http://www.fao.org/about/who-we-are/director-gen/faodg-statements/detail/en/c/275129/> Global Forum for Food and Agriculture, 2015 FAO Working Meeting “Addressing Food Security Challenges under Increasing Demand for Land, Soil and Energy” Dichiarazione di apertura del direttore generale della FAO José Graziano Da Silva il 16 gennaio a Berlino, Germania

¹⁴ Sfortunatamente, non possiamo influire sui motivi per i quali più di un miliardo di persone sulla Terra ancora soffre di malnutrizione. Le cause non sono da ricercarsi nella mancata produzione di alimenti, ma nelle condizioni socioeconomiche dei paesi in cui queste persone vivono.

Tale carbonio addizionale deve essere prodotto mediante un'intensificazione ecologica dell'agricoltura, in un processo diffuso e a grande scala di "carbonizzazione della biosfera"¹⁵ che si fonda su un incremento dell'NPP di terreni coltivati e degradati, marginali e in corso di desertificazione, evitando al contempo le emissioni connesse alle tecniche agricole attuali.

Per quanto riguarda il carbonio addizionale, la digestione anaerobica può contribuire più di qualsiasi altra fonte di bioenergia grazie alle sue particolari caratteristiche:

- può convertire efficacemente il carbonio (dal 70 all'85% del carbonio organico) in biogas, anche a piccola scala (> 500.000 l/anno di gasolio-equivalente) e con tecnologie facilmente utilizzabili anche nei paesi in via di sviluppo, applicando biotecnologie ben conosciute, gratuite e non coperte da brevetto;
- è una tecnologia che consente di lavorare con varie matrici in diverse situazioni agricole ed ecologiche nonché in diverse zone climatiche, dalla Norvegia al Marocco passando per l'Europa continentale;
- grazie al digestato, consente di riportare ogni agricoltore alla fertilizzazione organica, anche in assenza di letame o reflui zootecnici¹⁶.

Nella nostra definizione, il modello Biogasdoneright® è una piattaforma tecnologica intorno alla quale l'agricoltore può riprogettare il ciclo dei nutrienti e l'utilizzo del terreno allo scopo di:

- incrementare la produzione primaria dell'azienda, allocando la produzione di carbonio addizionale alla digestione anaerobica, aumentando l'alimentazione al digestore con l'aggiunta di effluenti zootecnici, rifiuti organici urbani e industriali e recuperando così dai rifiuti, in modo efficace e sostenibile, carbonio organico e nutrienti che spesso sono responsabili dell'inquinamento di aria e acqua;
- realizzare la produzione sopra citata di carbonio addizionale:
 - senza ridurre (anzi spesso aumentando) la produzione di alimenti e mangimi antecedente la costruzione dell'impianto di biogas;
 - riducendo o eliminando l'esigenza di fertilizzanti e combustibili fossili;
 - incrementando la sostanza organica nel suolo, migliorando la rotazione delle colture e la copertura con piante annuali, aumentando l'uso di piante azotofissatrici;
 - svincolando i prodotti per la fertilizzazione organica dall'esigenza della crescita dell'alleva-

mento industriale, un settore responsabile di una quota notevole delle emissioni di gas serra da parte dell'agricoltura attuale.

In altri termini, l'applicazione rigorosa nelle aziende agricole del modello Biogasdoneright® rivoluziona le pratiche agricole trasformando gli attuali metodi non sostenibili dell'agricoltura convenzionale in sistemi sostenibili, a basso costo, e capaci di sequestrare carbonio.

L'efficienza d'uso del terreno di un impianto di biogas: un caso di studio in una zona a clima temperato (Pianura Padana)

Questi concetti possono essere illustrati con un caso di studio: un'azienda agricola dapprima dedita all'agricoltura tradizionale, poi convertita al biogas e infine alla piattaforma tecnologica Biogasdoneright®.

Per prima cosa si riportano alcuni dati su quest'azienda sita nel Nord Est dell'Italia, per avere un quadro delle esperienze e dei numeri riguardanti l'efficienza d'uso del terreno¹⁷ e l'apporto di carbonio organico al suolo. L'azienda è situata nella Pianura Padana, in un clima temperato umido, comprende 320 ettari di terreno e una stalla con 150 vacche da latte.

L'azienda ha costruito un impianto di biogas da 1 MWe che produce annualmente 8,5 GWh di energia elettrica, che corrisponde a una capacità di 2,2 milioni di litri di gasolio equivalente.

Per alimentare l'impianto di biogas, l'azienda poteva scegliere due diete:

A. Monocoltura¹⁸:

usando biomasse prodotte solo con colture annuali, le colture energetiche sostituiscono alimenti e mangimi prodotti in precedenza. Un caso tipico è l'utilizzo del mais: l'impianto di biogas avrebbe bisogno di circa 42 tonnellate di insilato di mais tal quale al giorno oltre a 20t di letame e reflui bovini.

B. Biomasse da tecnologie della piattaforma Biogasdoneright®, facendo così affidamento sul concetto di intensificazione ecologica dell'agricoltura e di progressivo utilizzo di rifiuti organici, cioè biomasse da:

- colture di copertura (secondo raccolto) prima o dopo le colture tradizionali per alimenti e mangimi¹⁹, mantenendo così gli ettari dedicati ad alimenti

¹⁵ "Recarbonization of the Biosphere. Ecosystems and the Global Carbon Cycle" Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R.F., Schneider, B.U., von Braun, J. (Eds.)

¹⁶ Il carbonio nel digestato rappresenta la frazione più refrattaria della biomassa (cellulosa indigerita e lignina, ricca in sostanze preumiche). Questo carbonio contribuisce allo stoccaggio di carbonio stabile nei suoli, quindi l'utilizzo di letame non riduce l'apporto di sostanze preumiche ai suoli.

¹⁷ L'efficienza d'uso del terreno delle bioenergie può essere definita come la quantità di energia primaria che si può ottenere da 1 ha di terreno agricolo usato in sostituzione di colture di primo raccolto precedentemente sfruttate per alimenti e mangimi (First crop land requirement, FCLR, o terreno richiesto per primo raccolto). Per approfondire il concetto di efficienza d'uso del terreno, si veda in allegato la presentazione di Stefano Bozzetto al congresso EBA di Amsterdam del 2014: "Biogas and sustainable farming: Could we achieve a sustainable farming w/out biogas?" e anche il testo di Lee Lynd et al.: "Energy myth three – high land requirements and an unfavorable energy balance preclude biomass ethanol from playing a large role in providing energy services" B.K. Sovacool e M.A. Brown (eds.), Energy and American Society – Thirteen Myths, 75–101, 2007

¹⁸ Ovvero la biomassa ricavata da una sola coltura coltivata durante l'anno, in questo caso mais da insilato.

¹⁹ In questo caso insilato di triticale, un mix di insilato di triticale e foraggi, insilato di mais, insilato di sorgo.

e mangimi quasi allo stesso livello di prima della costruzione dell'impianto di biogas e producendo doppi raccolti nel periodo dell'anno in cui i terreni erano messi a riposo;

- effluenti zootecnici, nel nostro caso prodotti in azienda o acquistati presso aziende vicine (10 t/giorno di pollina di ovaiole);
- piante azotofissatrici, in rotazione con altri cereali per il mercato;
- colture perenni in terreni messi a riposo o soggetti a desertificazione, in particolare dove l'agricoltura è stata abbandonata o non è praticata;
- sottoprodotti agricoli, a patto che la fertilità in termini di carbonio nel suolo venga quantomeno conservata;
- rifiuti organici.

Nella tabella sono riportati due esempi di ricette di alimentazione (espressi in t di sostanza secca al giorno) per questo impianto di biogas in Italia²⁰. Le biomasse sono classificate in tre categorie diverse in funzione del loro contenuto di carbonio, nel seguente modo:

1. carbonio prelevato dalla produzione di alimenti e mangimi;
2. carbonio prelevato da altre matrici della biosfera;
3. carbonio addizionale che non sarebbe stato prodotto con l'agricoltura convenzionale e prodotto per alimentare la DA. Senza DA, questo carbonio addizionale non sarebbe stato prodotto a causa dell'assenza di domanda da parte del mercato.

In questo caso di studio, le colture di copertura realizzate prima/dopo le colture

a scopo commerciale giocano un ruolo fondamentale nell'alimentazione dell'impianto di biogas, oltre agli effluenti zootecnici²¹.

Per le colture di secondo raccolto successive al frumento, la scelta è caduta sul mais. Nelle classi FAO 300/500 questa coltura, combinata con la semina su sodo (no tillage) la fertilizzazione con digestato e ulteriore fertirrigazione, raggiunge una resa accettabile per ettaro e una piena maturazione (contenuto di amido > 25%, contenuto di sostanza secca circa 30-32%) se raccolta in ottobre, senza compromettere la lavorazione del suolo per le colture successive²².

Questa strategia ha consentito all'azienda di produrre energia a circa 450 Nmc/ora di biogas grezzo, equivalenti a 2.100.000 Nmc di metano per anno, riducendo la superficie dedicata ad alimenti e mangimi di soli 10 ettari su 320.

Spesso la strategia del doppio raccolto²³ ha un effetto collaterale²⁴, poiché riduce il foto- e il termoperiodo per la coltura commerciale successiva; tuttavia in quest'azienda tutti i raccolti hanno mostrato un aumento del 10-15% delle rese, dovuto a:

- fertilità del suolo migliorata dopo pochi anni di fertilizzazione organica;
- adozione di sistemi di distribuzione del digestato (sistema ombelicale) che evitano la compattazione del suolo, ad esempio seppellendo il digestato nel suolo;
- adozione di tecniche di irrigazione (a goccia, a pivot) più efficienti e che permettono

Ton S.S./giorno	BIOGAS da monoculture			BIOGASDONERIGHT		
	Carbonio addizionale	Carbonio da altre Biomasse	Carbonio che sostituisce alimenti e foraggi	Carbonio addizionale	Carbonio da altre Biomasse	Carbonio che sostituisce alimenti e foraggi
Insilato di Grano				1,2		
Granella di Grano				-		
Mix di cereali vernini e leguminose				1,7		
Insilato di Triticale				3,9		
Somma parziale colture vernine	-	-	-	6,9	-	
Insilato di Mais per la stalla				-		
Insilato di Mais per il digestore			14,3	6,1		
Granella di Mais				-		
Granella di Sorgo				-		
Insilato di Sorgo						
Colture estive parziali						0,4
Somma parziale colture estive	-	-	14,3	6,1	-	0,4
Pollina					3,1	
Letami bovini		1,6			1,9	
Liquami bovini		0,4			0,6	
Somma parziale effluenti zootecnici	-	2,0	-	-	5,6	
TON S.S. TOTALI/GIORNO	-	2,0	14,3	13,0	5,6	0,4
			16,2			19,0

²⁰ Impianto da 1 MWe, circa 450 Nmc/ora di biogas grezzo, 8.600 MWh e/ anno. Si veda l'allegato per una spiegazione dettagliata.

²¹ Nell'attuale situazione del mercato, non tutte le colture raccolte vengono vendute sul mercato, una parte di esse è stata usata per la produzione di biogas a causa dei prezzi estremamente bassi. Quando i prezzi torneranno a livelli normali, l'azienda agricola potrà investire nei macchinari e nelle infrastrutture necessarie per la fertirrigazione e per l'agricoltura conservativa. La dieta progettata per l'impianto di biogas è quindi ancora allo studio. Questo significa che non c'è un limite tecnologico all'applicazione della dieta Biogasdoneright®, ma solo che l'attuale situazione del mercato rende difficile effettuare ulteriori investimenti.

²² Per il secondo raccolto è irrilevante se la biomassa è di tipo alimentare o meno, quello che conta è la sua capacità di produrre carbonio addizionale in modo sostenibile. Quindi, per il secondo raccolto, il mais è la soluzione più efficace e le colture a doppia valenza, per alimenti ed energia, sono una buona scelta in quanto, se necessario, il mais può essere venduto sul mercato alimentare anziché usato per le bioenergie.

²³ A questo proposito, il seguente testo è una lettura fondamentale: "Second Harvest: Bioenergy from Cover Crop Biomass" NRDC 2011 http://www.nrdc.org/energy/files/covercrop_ip.pdf

²⁴ I possibili svantaggi del secondo raccolto sono ben noti e comprendono rese inferiori dovute a minor apporto d'acqua e fotoperiodo più corto. Inoltre, l'effetto combinato di progettare il secondo raccolto come insilato di grano duro per il biogas e la maggiore resa dovuta al digestato aumenta notevolmente la resa delle colture commerciali rispetto agli anni pre-biogas.

no di risparmiare acqua;

- distribuzione dei nutrienti tramite il sistema di irrigazione e anche di fertilizzanti chimici come il solfato d'ammonio, che possono essere prodotti da fonti rinnovabili (solfato d'ammonio dal digestato);
- adozione della tecnica di semina su sodo (no tillage) conservando così l'umidità del suolo e accorciando i tempi fra primo e secondo raccolto.

Nel materiale allegato sono illustrate alcune tecniche e pratiche innovative adottate e sviluppate da agricoltori italiani che producono biogas. Questo dimostra che le tecnologie della piattaforma Biogasdoneright® promuovono l'innovazione in agricoltura anche in assenza di normative specifiche.

Inoltre, la domanda di biogas innesca miglioramenti nella rotazione delle colture, con maggiore biodiversità, come indicato nel grafico qui sotto, in cui sono rappresentati di tre diversi scenari colturali:

- prima dell'impianto di biogas
- biogas con monocoltura di mais da insilato
- dieta da tecnologie della piattaforma Biogasdoneright®

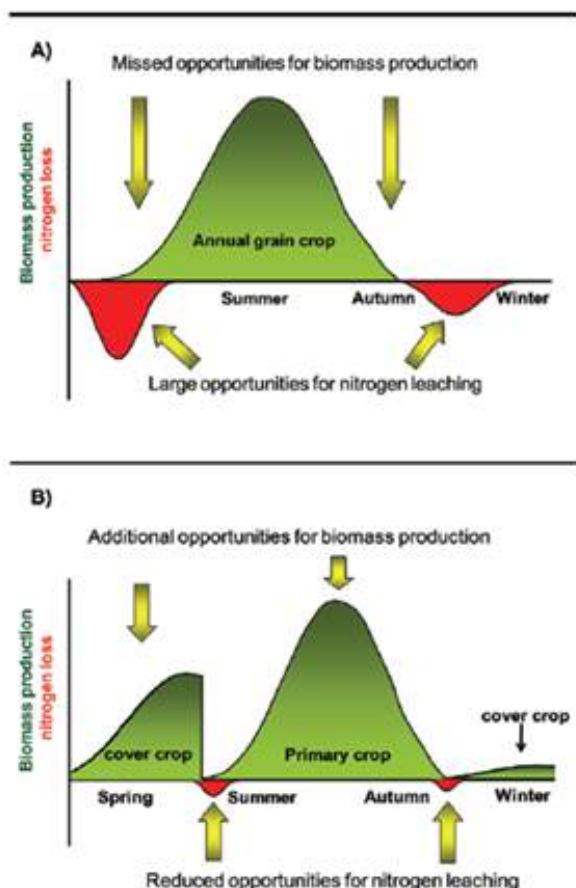
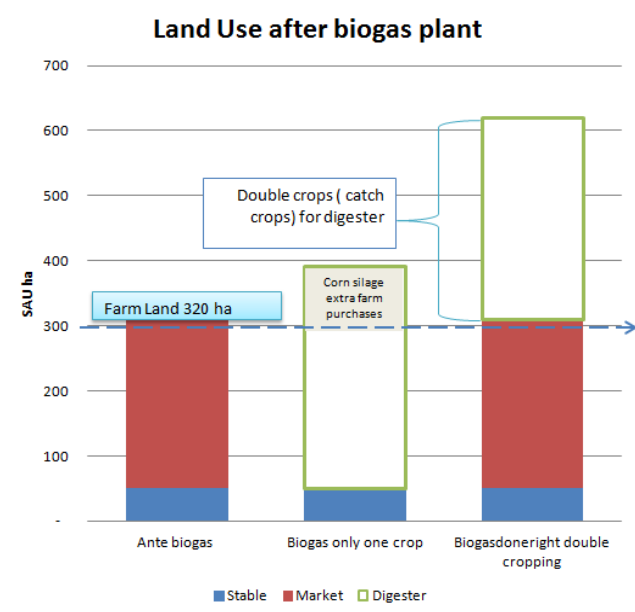


Fig. 1. Hypothesized representation of the seasonal dynamics of dry matter production and $N_{0,-N}$ leaching (A) in an annual grain cropping system and (B) in a bioenergy double-cropping system.

Rispetto alla situazione precedente l'impianto di biogas:

- la rotazione delle colture (compresa la biodiversità) è migliorata, da 4 a 7 colture, con colture azotofissatrici su 110 ha per anno (1/3 della superficie agricola, 4 volte di più rispetto alla situazione pre-biogas) comprendenti 90 ha di soia e 20 ha di alfalfa;
- la copertura del suolo dura quasi tutto l'anno in tutta l'azienda e non solo sui campi di alfalfa (20 ha su 320 pre-biogas, ora 320 ha su 320 per tutto l'anno!), migliorando l'efficienza fotosintetica relativa al terreno e riducendo fenomeni di lisciviazione e ruscellamento superficiale (runoff);
- la paglia per la stalla non viene più acquistata all'esterno dell'azienda come nel caso della dieta del digestore unicamente a base di mais da insilato, dato che l'azienda è nuovamente in grado di autoprodurre la paglia di cui ha bisogno e di aumentare al contempo la produzione di scarti agricoli;
- le esigenze di fertilizzazione sono quasi completamente soddisfatte dalla ciclizzazione dei nutrienti tramite il digestato.

La produzione di carbonio aggiuntivo è chiaramente spiegata nel diagramma seguente, che illustra l'aumento netto della copertura del suolo e il miglioramento dell'efficienza fotosintetica.



In sintesi:

- Nell'opzione di monocoltura mais da insilato, il carbonio necessario per la DA poteva essere prodotto solo quando l'azienda non produce più altro carbonio per i mercati di alimenti e mangimi. A peggiorare le cose, l'azienda era anche costretta a comprare 70 ha di mais da insilato dall'esterno e, dato che non vi era più nemmeno la produzione di cereali vernini, anche le balle di paglia per la stalla dovevano essere comprate.
- Nel caso di utilizzo del suolo secondo il modello della piattaforma tecnologica Biogasdoneright®, la maggior parte della biomassa per la DA deriva dalla produzione di carbonio addizionale, cioè carbonio che non sarebbe stato prodotto in assenza di impianti per la DA; si tratta comunque di carbonio prodotto mediante intensificazione ecologica dell'agricoltura che permette:
 - lo stoccaggio di foraggi, cereali e colture azotofissatrici sotto forma di insilato²⁵, che consentono una strategia di doppio raccolto in quanto non si devono attendere i tempi di maturazione della granelia;
 - la riduzione o l'eliminazione dell'apporto di fertilizzanti fossili, poiché il digestato e i suoi nutrienti consentono l'uso diffuso della fertilizzazione organica;
 - l'aumento del valore nutrizionale del digestato e un migliore processo biologico nei digestori mediante effluenti zootecnici, anche raccolti presso aziende vicine, riducendo così l'impatto ambientale di tali effluenti e migliorando lo stoccaggio, il trattamento e la distribuzione dei fertilizzanti organici;
 - l'investimento nelle apparecchiature necessarie per la fertirrigazione, per lo spandimento del digestato, per le pratiche di agricoltura conservativa. Tali maggiori investimenti si giustificano perché l'azienda minimizza i rischi dovuti alla tendenziale volatilità dei prezzi degli alimenti grazie alla diversificazione dei mercati e il suo flusso di cassa migliora.

L'utilizzo del terreno con le tecnologie della piattaforma Biogasdoneright®: l'aumento del tenore di sostanza organica nei suoli agricoli

L'azienda agricola qui descritta è solo uno fra i tanti esempi dell'applicazione del modello Biogasdoneright® in Italia, tra l'altro neanche il più avanzato in termini di produttività ed efficienza d'uso del terreno.

In quest'azienda, il suolo è ricco di argilla, a volte limoso. Solitamente è necessaria un'irrigazione

supplementare per ottenere rese elevate con le colture estive. Di recente l'azienda ha iniziato a monitorare la fertilità del suolo mediante mappatura del contenuto di sostanza organica.

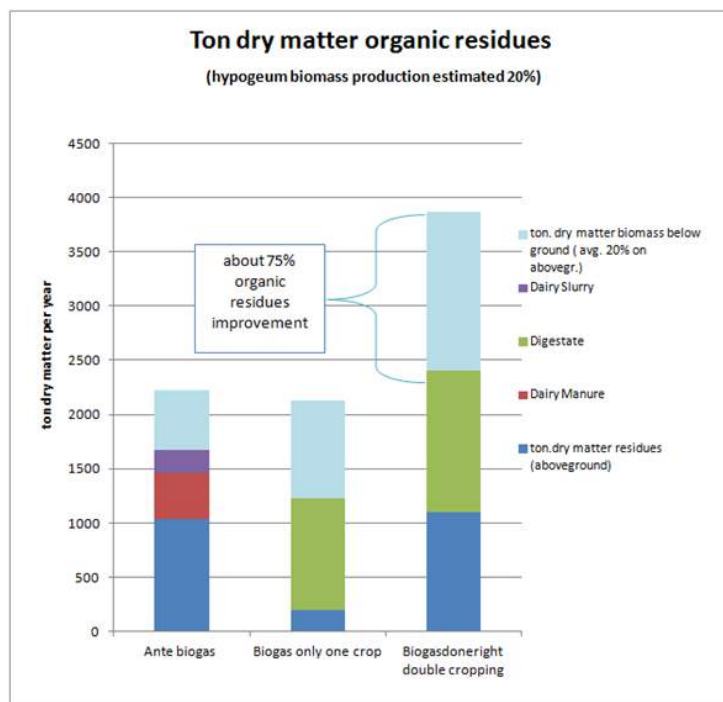
Queste analisi hanno evidenziato una diminuzione della fertilità del suolo all'aumentare della distanza dalla stalla; tale riduzione si può spiegare con la limitata fertilizzazione organica che si otteneva nel periodo pre-biogas, quando il letame era sufficiente solo per un terzo del terreno agricolo²⁶.

La costruzione dell'impianto di biogas e l'applicazione del modello Biogasdoneright® non solo determinano i benefici già illustrati, ma aumentano il tenore di macroelementi e microelementi nel suolo attraverso il digestato²⁷. Contemporaneamente, con l'applicazione di questo modello aumenta notevolmente la quantità di carbonio che viene apportato al suolo e che deriva da:

- residui di biomassa epigea;
- biomassa ipogea, incrementata dalle maggiori rese e dall'aggiunta delle colture di copertura;
- effluenti zootecnici dopo il loro sfruttamento nella DA;
- digestato.

Qui sotto sono riportate le quantità di sostanza organica (esprese come tonnellate di sostanza secca per anno) somministrate al suolo dell'azienda agricola per questo caso di studio.

Il diagramma mostra chiaramente la potenziale quantità addizionale di sostanza organica che potrebbe essere convertita in sostanza organica stabile (humus) grazie al potenziale di umificazione di ogni tipo di sostanza organica aggiunta al suolo.



²⁵ A causa del suo alto contenuto d'acqua, l'insilato non può essere trasportato su grandi distanze.

²⁶ Molto spesso si dimentica che la diffusione dell'agricoltura biologica è limitata dalla concentrazione e dalla disponibilità di bestiame nella zona. Ad esempio, nel distretto dell'azienda agricola qui descritta vi sono 500 vacche e 7.500 ha di terreno agricolo: questi numeri ci dicono che la conversione di tutta la superficie del distretto ad agricoltura biologica non è fattibile.

²⁷ "La méthanisation rurale, outil des transitions énergétique et agroécologique" Christian Couturier Solagro 2014.

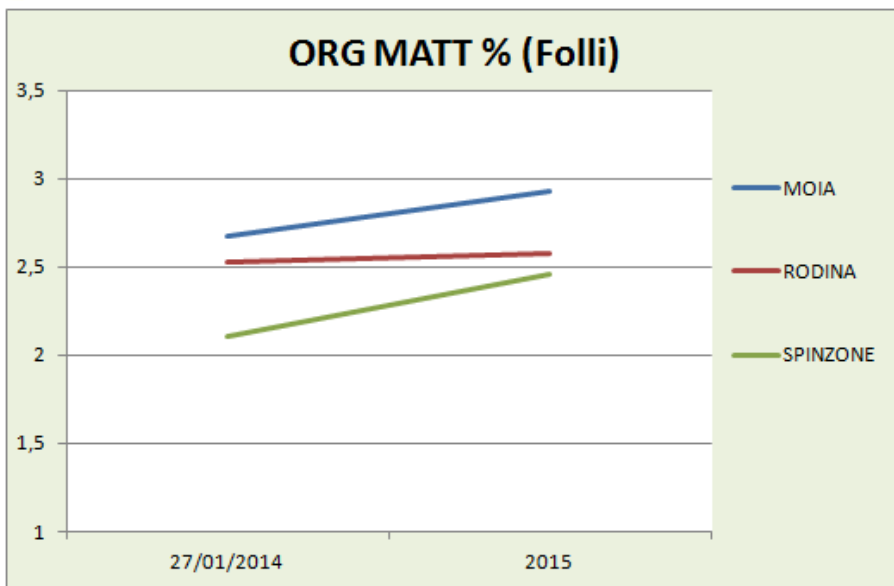
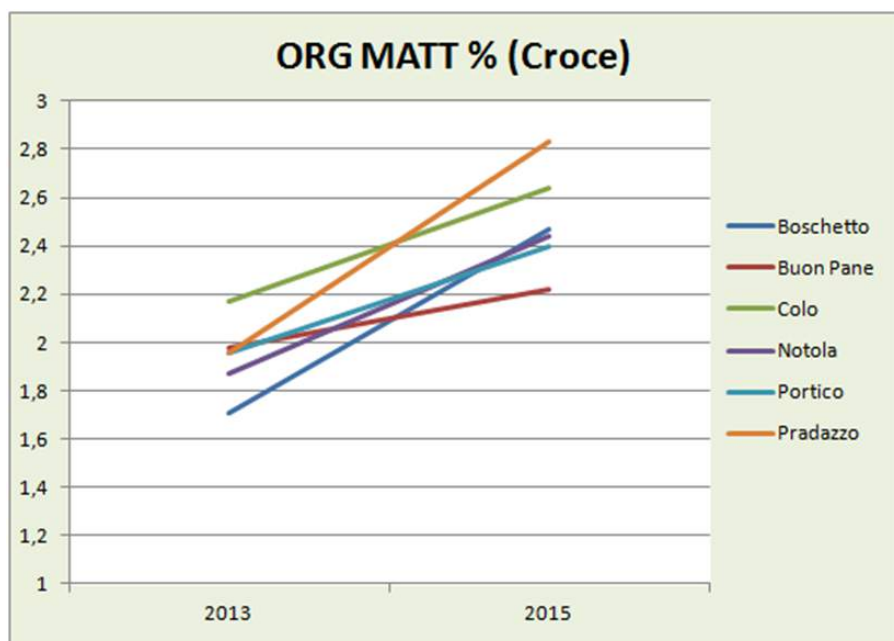
Sappiamo che i valori riportati nel grafico sono solo indicativi, ma è chiara l'evoluzione dei tre diversi scenari:

1. Rispetto allo scenario pre-biogas, la sostituzione della produzione di granella di frumento/mais e soia con la monocoltura di mais da insilato causa la reintroduzione di meno stocchi nel suolo. L'azienda deve comprare paglia di frumento dalle aziende vicine e il bilancio di C nel suolo è deficitario (input di C inferiore di circa il 5%). In questo caso, la produzione di biogas dalla monocoltura non solo riduce il carbonio per i mercati di alimenti e mangimi, ma diminuisce anche la quantità di carbonio destinata al suolo agricolo, rispetto allo scenario pre-biogas.
2. Al contrario, nel caso di rotazione delle colture secon-

do il modello Biogasdoneright®, il biogas viene prodotto indipendentemente dalla biomassa per il mercato di alimenti e mangimi; la sostanza organica immessa annualmente nel suolo aumenta del 75%; la fertilizzazione organica su tutto il terreno dell'azienda è possibile con maggiore sostanza organica nel terreno, laddove spesso era inferiore all'1%, con effetti benefici di aumento della fertilità del suolo e dell'NPP.

L'effetto combinato del passaggio alla fertilizzazione organica e all'intensificazione ecologica delle rotazioni delle colture ha rappresentato una vera e propria svolta, contribuendo all'incremento del tenore di sostanza organica nel suolo grazie a cicli dei nutrienti riprogettati e alla rotazione delle colture, come è stato dimostrato in molti casi²⁸.

MEASURED ORGANIC MATTER INCREASE IN THE SOIL OF FARMS APPLYING THE BIOGASDONERIGHT® IN THE PO RIVER VALLEY.



²⁸ Trend relativi alla sostanza organica in un'azienda agricola della Pianura Padana dopo due anni di somministrazione del digestato, tratti da "Optimizing the digestate use: the right approach for the valorization of it" di Mirko Bracchitta, Pioneer Italy, presentato a Biogas Italy 2015 (www.consorziobiogas.it).

Biogasdoneright®: uno strumento importante per un'intensificazione agricola ecologica

L'applicazione del modello Biogasdoneright® presso l'azienda agricola in Pianura Padana, grazie alla sua capacità di integrarsi con l'agricoltura tradizionale già praticata prima dell'impianto di biogas, ha migliorato i parametri economici dell'azienda e l'ha resa indipendente dall'uso di fertilizzanti fossili²⁹. Riportare il digestato dalla produzione di biogas al campo si è dimostrato uno strumento efficace per riciclare i nutrienti; la copertura del suolo, con il doppio raccolto, ha contribuito all'incremento della sua fertilità, riducendo sia la dispersione dei nutrienti e del carbonio sia l'erosione.

In altre parole, i benefici apportati dall'impianto di biogas consentono:

- la mitigazione delle emissioni connessa a una gestione moderna dell'azienda agricola e del bestiame;
- un aumento del contenuto di sostanza organica nel suolo, che nel passato era crollato fino all'1,2%, in quanto il letame zootecnico non era sufficiente per tutta l'area coltivata;
- una fertilizzazione organica svincolata dall'esigenza di aumentare il numero di capi dell'azienda, in particolare in un momento in cui i prezzi di latte e carne sono molto bassi;
- il miglioramento dei parametri economici dell'azienda, rafforzando e regolarizzando il flusso di cassa, il che consente all'azienda di effettuare maggiori investimenti nel miglioramento delle sue pratiche agricole.

I documenti allegati riportano immagini e descrizioni di pratiche agricole innovative adottate dai produttori italiani di biogas³⁰ per la loro efficacia e flessibilità di utilizzo. L'adozione di lavorazione minima del suolo, lavorazione a strisce (strip tillage), semina senza lavorazione, irrigazione a goccia, valorizzazione del digestato quando è necessario tramite stoccaggio temporaneo, ecc., insieme migliorano notevolmente l'efficienza d'uso dell'azoto (Nitrogen Utilization Efficiency, NUE) e dell'acqua (Water Utilization Efficiency, WUE) nell'azienda agricola.

Di conseguenza, l'azienda può produrre una quantità di carbonio addizionale quasi doppia rispetto a quella ottenuta prima della costruzione dell'impianto di biogas, con un'efficienza d'uso del terreno misurata come terreno necessario per il primo raccolto pari a 5 ha ogni milione di litri di gasolio equivalente, quindi in questo caso 2.150 MWh th per ettaro di terreno sottratto alla produzione di alimenti e mangimi³¹.

Per confronto, 1 ettaro di soia può produrre 15 MWh th/ha di biodiesel, mentre un ettaro coltivato a palma da olio produce circa 60 MWh th all'anno.

Con il modello Biogasdoneright®, la sostenibilità della produzione di carbonio addizionale per i sistemi BECCS non è più un fattore limitante, dato che è possibile alimentare l'impianto di biogas senza ridurre la produzione di alimenti e mangimi.

Allo stesso tempo, le tecnologie della piattaforma Biogasdoneright® tagliano notevolmente le emissioni connesse alle pratiche agricole convenzionali.

Tecnologie della piattaforma Biogasdoneright®.

L'efficienza d'uso del terreno.

L'efficienza d'uso del terreno può essere definita come la quantità di energia primaria che può essere ottenuta da un ettaro di terreno agricolo usato in sostituzione di colture di primo raccolto sfruttate per alimenti e/o mangimi (First crop land requirement, FCLR)³², ed è calcolata con la seguente equazione³³:

$$(1) \quad FCLR(ha) = \left(\frac{A - I}{C} \right) \times \frac{1}{P}$$

dove:

(2) FCLR(ha) è l'area di terreno (in ha) di colture di primo raccolto necessaria per la produzione di biogas

(3) $A = \frac{MWh_{el}}{\eta}$ è l'energia primaria (in MWh di energia termica) che deve essere prodotta per raggiungere la quantità di elettricità che vogliamo produrre

(4) η è l'efficienza del generatore di elettricità

(5) $I = \frac{MWh_{th \text{ biogas}}}{\eta}$ è l'energia primaria che può essere ottenuta da "biomasse di integrazione", matrici lignocellulosiche da colture perenni non alimentari (PNF) prodotte su terreni marginali, da sottoprodotti agricoli (AW), da colture di copertura di secondo raccolto (CC), da effluenti zootecnici (LW), da residui organici (OW)

(6) $C = \frac{MWh_{th}}{ton_{SOV}}$ è un fattore di conversione che definisce la quantità di energia primaria che può essere ottenuta per t di sostanza secca di biomassa di primo raccolto

(7) P ha è la produttività del primo raccolto in t di SS/ha

²⁹ Attualmente, dopo tre anni di funzionamento dell'impianto di biogas, l'azienda sta ancora utilizzando alcuni fertilizzanti chimici azotati (20-30% delle esigenze delle colture) perché ad oggi non sono ancora disponibili tutte le apparecchiature per lo spandimento del digestato tali da permetterne l'uso tutto l'anno. Per quanto riguarda tutti gli altri micro- e macronutrienti, l'azienda è già indipendente dai concimi minerali.

³⁰ Stefano Bozzetto, vedi nota 17.

³¹ Si veda la figura del paragrafo seguente per ulteriori spiegazioni sulle cifre riportate.

³² Si dimostrerà più avanti che la competizione tra alimenti e mangimi da un lato e bioenergie dall'altro esiste solo se si coltivano esclusivamente colture energetiche. Grazie ai secondi raccolti per produrre alimenti e mangimi ma anche bioenergie, la competizione cessa. Per questo motivo il parametro FCLR viene considerato come prevalente.

³³ Questa equazione è stata adeguata al biogas e alle biomasse di integrazione dallo studio di Lynd et al. "Energy myth three – high land requirements and an unfavorable energy balance preclude biomass ethanol from playing a large role in providing energy services" B.K. Sovacool e M.A. Brown (eds.), Energy and American Society – Thirteen Myths, 75–101. © 2007 Springer.

La quantità di terreno necessario quindi non è funzione solo delle colture di primo raccolto e della loro resa, ma anche dell'efficienza dei sistemi tecnologici e di conversione biologica e, nel caso del biogas, anche dell'energia primaria fornita da altre matrici (biomasse di integrazione).

Nel nostro caso, il calcolo dell'equazione è riportato nell'ultima colonna della tabella seguente.

In effetti, la maggior parte dell'energia primaria necessaria per la produzione di 8.600 MWh di elettricità con l'impianto di biogas deriva dall'uso di quelle che chiamiamo biomasse di integrazione³⁴: colture di copertura ed effluenti zootecnici, come illustrato nella dieta di alimentazione del DA (vedi tabella sotto riportata).

Solo il sorgo da insilato utilizza suolo che non è in rotazione con altre colture per alimenti e mangimi, poiché gli ettari usati in questo caso per il sorgo non sono sufficientemente fertili per fornire una resa ragionevole di secondo raccolto.

DIETA DEL DIGESTORE	BIOGASDONERIGHT			
	<i>Ton peso fresco/giorno</i>	<i>Nmc/giorno</i>	<i>Ton peso fresco/anno</i>	<i>FCLR</i>
Insilato di grano	3,7	814	1.350	0
Granella di grano	-	-	-	0
Mix di leguminose e tritiale	5,8	1.093	2.100	0
tritiale	12,3	2.342	4.500	0
Somma parziale colture vernine	21,8	4.249	7.950	0
Insilato di Mais per la stalla	0,0	-		
Insilato di Mais per il digestore	18,1	4.340	6.600	-
Granella di Mais	0,0	-		-
Granella di Sorgo	0,0	-		-
Insilato di Sorgo	1,0	208	380	10
Somma parziale colture estive	19,1	4.548	6.980	10
Pollina di Ovaiole (30% S.S.)	10,0	1.200	3.650	-
Letami bovini	9,6	768	3.504	-
Liquami bovini	14,4	504	5.256	-
Somma parziale effluenti zootecnici	34,0	2.472	12.410	0
	74,9	11.269	27.340	10

34 Le biomasse di integrazione si definiscono come le biomasse che oggi non creano valore aggiunto per l'agricoltore e che possono contribuire a integrare i parametri economici dell'azienda agricola mediante la riduzione dei costi per il loro trattamento (letame, sottoprodotti, rifiuti) oppure con un migliore utilizzo dei suoli con colture che non avrebbero mercato.

IL MODELLO BIOGASDONERIGHT® È APPLICABILE OVUNQUE

Digestione anaerobica: una tecnologia applicabile in qualsiasi condizione agroecologica

Riguardo all'applicazione dei principi della piattaforma tecnologica Biogasdoneright® esistono esempi analoghi a quello proposto dell'azienda in Pianura Padana e ancora più interessanti e significativi in aree caratterizzate da un minore impatto antropico e da un'agricoltura meno intensiva, soprattutto zone aride (precipitazioni annue tra 200 e 600 mm).

La degradazione del suolo dipende da molti motivi diversi; per recuperarlo come terreno agricolo fertile occorrono colture in grado di adattarsi e maggiori quantità di sostanza organica nel suolo a sostegno dell'agricoltura. La disponibilità di digestato e la flessibilità delle diete multimatrice per la DA rendono la produzione di biogas uno strumento essenziale per il recupero del terreno agricolo degradato. Ad esempio, le colture di piante CAM (cactus) a doppio uso (foraggio ed energia) hanno un contenuto di SS ideale per i processi di digestione anaerobica (solitamente nel digestore il contenuto di SS è pari all'8%). L'efficienza d'uso dell'acqua (WUE)³⁵ e dell'azoto (NUE) di queste colture possono essere di gran lunga più elevate rispetto alle piante C₃ e C₄ (v. tabella sotto), pertanto queste colture sono adatte anche per contrastare la desertificazione o la degradazione del suolo dove necessario e dove i livelli di piovosità sono bassi, mediante rivegetazione del terreno e ciclizzazione dei nutrienti e del carbonio nel suolo attraverso il digestato³⁶.

In base all'acqua e ai fertilizzanti disponibili, le colture CAM possono produrre 20/60 t di SS/ha/anno di bio-

massa ricca di carboidrati accessibili, da utilizzare in combinazione a un integratore proteico come mangimi o per la produzione di biogas.

La flessibilità della piattaforma tecnologica Biogasdoneright® per le sue matrici, unitamente al riciclo dei nutrienti e del carbonio nel suolo tramite il digestato, rende questo strumento adatto a recuperare terreni oggi marginalmente produttivi a causa di un basso contenuto di carbonio organico.

L'aumento della domanda di carbonio per i mercati dell'energia e dei biomateriali dimostra che il modo migliore per realizzare il sequestro di carbonio dall'atmosfera consiste nell'adottare un approccio orientato al mercato. Sappiamo che il progetto del biogas italiano è solo agli inizi ha ampi margini di miglioramento, eppure la nostra esperienza quotidiana ci insegna che gli imprenditori agricoli adottano "spontaneamente" il modello Biogasdoneright® perché costa meno e migliora i flussi di cassa. È bastata una semplice "tariffa incentivante" per attivare l'intero processo e portare stabilità in un settore soggetto alla volatilità dei prezzi delle materie prime. La domanda di biomasse e letami del biogas italiano ha consentito di tenere le stalle aperte e di impedire la chiusura nei periodi di prezzi bassi riscontrati negli ultimi tre anni. In pochissimi hanno chiuso la propria attività agricola per limitarsi ad incassare la tariffa pagata dai consumatori. La riduzione dei costi (nessun acquisto di fertilizzante, nessun costo per lo smaltimento degli effluenti zootecnici, ecc.) e l'aumento dei flussi di cas-

Table 47. Rain use efficiency (RUE) and water use efficiency (WUE) under rainfed and irrigated conditions for several crops

Crop	RUE (kg DM/mm/yr)	WUE - Transpiration coefficient (kg H ₂ O/kg DM)	WUE (mg DM/g H ₂ O)
Agave	45.0	93	10.7
Opuntia	40.0	267	3.7
<i>Atriplex nummularia</i>	28.0	304	3.3
Pearl millet	25.0	400	2.5
Barley	20.0	500	2.0
Sorghum	15.0	666	1.6
Wheat	13.3	750	1.3
Alfalfa	10.0	1000	1.0
Rangeland	5.0	2000	0.5

³⁵ Utilizzo dell'Opuntia come foraggera nelle zone aride dell'Africa meridionale - Gerhard C. De Kock

³⁶ Uno degli obiettivi degli autori di questo documento consiste nell'adattare i principi Biogasdoneright® sviluppati nella Pianura Padana a condizioni diverse, più interessanti e stimolanti per ottenere un aumento netto della produzione di alimenti e mangimi e del sequestro di carbonio nel suolo. Intendiamo evitare modelli rigidi e trovare soluzioni pragmatiche più adeguate alle locali condizioni ecologiche e di mercato, ma basate sul modello Biogasdoneright®.

sa hanno indotto gli imprenditori agricoli a prendere in considerazione la possibilità di produrre sia per il mercato alimentare sia per quello dei carburanti, per consentire agli agricoltori di guadagnare di più e rendere i terreni ancora più fertili immagazzinando il carbonio presente nell'atmosfera, una situazione tre volte vincente.

Caso di studio in Sicilia³⁷

Il caso di studio riguarda un'azienda agricola siciliana (progetto in corso di realizzazione) che sta attuando il modello Biogasdoneright® su un'area di terreni aridi. L'obiettivo dell'azienda è produrre 800-900 Nm³/h di biogas grezzo, ossia circa 2,8 milioni di kg di biometano per il trasporto su strada.

L'azienda è situata in provincia di Enna, nel cuore della Sicilia e possiede 550 ha di terreni argilloso-limosi con l'1% di sostanza organica. Le precipitazioni medie sono pari a 600 mm/anno, ma le piogge non sono frequenti e i periodi di siccità possono durare a lungo.

L'attuale rotazione colturale si basa sulla produzione di grano duro, il prodotto principale dell'agricoltura siciliana fin dai tempi degli antichi romani. Per evitare una bassa resa di proteine, la coltivazione di grano duro viene alternata con quella di Sulla, una pianta azotofissatrice originaria dell'area mediterranea in grado di resistere a

periodi di siccità intermittente. Tuttavia la crisi che ha interessato il settore dell'allevamento locale ha indotto gli agricoltori a bloccare la produzione di Sulla da insilato e a mettere a riposo i terreni agricoli, una situazione che ha comportato, oltre alle note conseguenze negative, un'ulteriore accelerazione del processo di desertificazione.

L'impianto di biogas potrebbe rappresentare una svolta per questa azienda agricola, consentendo l'utilizzo della Sulla come insilato.

La Sulla verrà convogliata nel DA insieme a diversi sottoprodotti agroalimentari, tra cui scarti della produzione di olio d'oliva, agrumi, polpa e vinacce derivanti dal processo di vinificazione. Tutti questi sottoprodotti contengono comunque zuccheri che tendono a fermentare e, se non adeguatamente trattati, possono inquinare l'ambiente.

Il sorgo di secondo raccolto ottenuto mediante fertirrigazione a goccia e l'opuntia foraggera completeranno le matrici per biogas di questo impianto siciliano.

Il nuovo piano colturale è riepilogato nei grafici a pag. 17: l'azienda sarà in grado di produrre 4.000.000 Nmc di biometano/anno, riducendo di soli 100 ha i terreni utilizzati per la produzione alimentare.

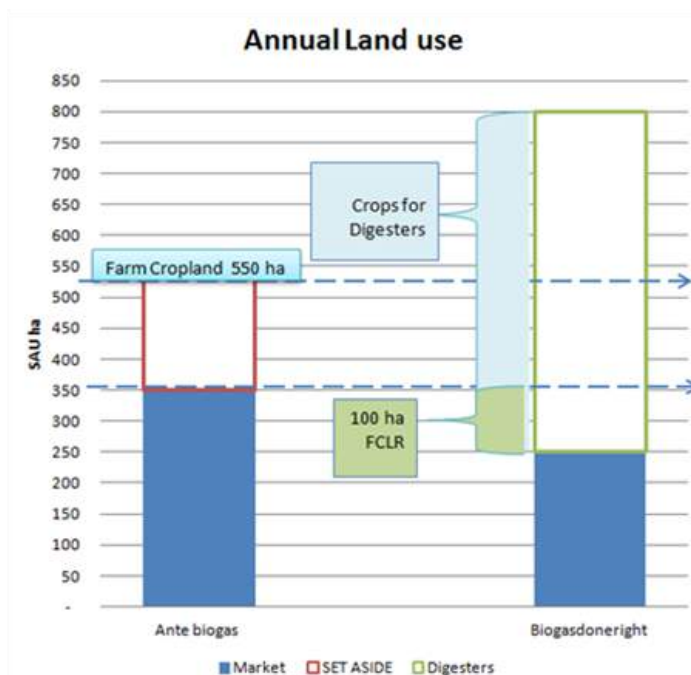
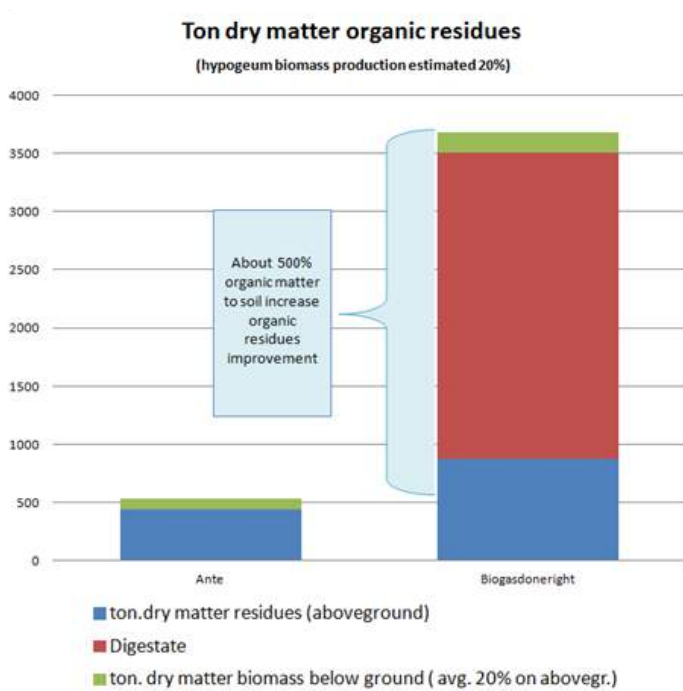
L'impianto di biogas cambierà quindi completamente il metodo di somministrazione di sostanza organica e nutrienti nel suolo, sia per la rotazione delle colture sia per l'uso del digestato.

Gli effetti combinati di una maggiore produzione di sottoprodotti agricoli, dell'utilizzo del digestato e della maggiore copertura del suolo durante tutto l'anno sono presupposti indispensabili per poter attuare un recupero significativo della fertilità dei terreni. Gli apporti di sostanza organica nel suolo si quintuplicheranno rispetto allo scenario pre-biogas, consentendo all'azienda agricola di liberarsi dei fertilizzanti fossili, di produrre per il mercato e i digestori e di migliorare la fertilità del suolo e il contenuto di carbonio.



³⁷ Si veda file PPT allegato.

Considerata l'attuale situazione dell'agricoltura mediterranea, con terreni in via di desertificazione e precipitazioni inferiori ai 600 mm/anno, la DA è una tecnologia fondamentale per realizzare un'intensificazione sostenibile dell'agricoltura, per migliorare i parametri economici dell'azienda e ripristinare la fertilità del terreno.



BIOGASDONERIGHT® COME STRUMENTO PER AUMENTARE LE POTENZIALITÀ DI SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO

Rivegetazione del suolo come sink di carbonio

Il carbonio rilasciato dal suolo e dalle altre matrici della biosfera dalla rivoluzione industriale ai giorni nostri è circa un terzo di quello rilasciato nello stesso periodo dalle fonti fossili³⁸. Molti terreni agricoli hanno perso il 50-75% del loro precedente stock di carbonio. Numerosi terreni degradati e in via di desertificazione mostrano un basso contenuto di carbonio nel suolo e nella vegetazione superstita. Questi ambienti sono “sink quasi vuoti” nei quali immagazzinare carbonio in modo permanente nella misura di almeno 1 Pg C all'anno³⁹.

Gli autori di questo documento sono convinti che sia possibile sequestrare e stoccare quantità di carbonio ancora maggiori. È possibile recuperare almeno 1,5 miliardi di ha di terreni coltivabili in via di desertificazione mediante piante CAM, piante azotofissatrici, colture perenni, piante acquatiche galleggianti nutrite con digestato e altre tecnologie emergenti: il sequestro di carbonio fotosintetico nel suolo potrebbe diventare il sistema BECCS più semplice da realizzare su scala globale e diffusa.

Non siamo ancora pronti a presentare un dettagliato metodo di calcolo peer-reviewed, ma stimiamo prudenzialmente che nel ciclo del carbonio il suolo potrebbe da solo stoccare i 100-200 Pg di carbonio⁴⁰ che occorrono per portare le concentrazioni di CO₂ nell'atmosfera al di sotto dei 350 ppm, come richiedono molti scienziati per evitare i rischi del cambiamento climatico⁴¹.

Questa previsione si basa sulla estrapolazione prudenziale dei nostri dati empirici raccolti negli ultimi anni.

Abbiamo affidato a un gruppo internazionale di esperti l'incarico di esaminare i nostri calcoli; in seguito pubblicheremo i nostri risultati su riviste specializzate peer-reviewed.

Il sequestro di carbonio nel suolo: una soluzione economica ed efficace

Il sequestro di carbonio nel suolo è un processo fondamentale e sarebbe necessario anche in assenza del cambiamento climatico, perché il carbonio contenuto nel suolo svolge un ruolo determinante nel nostro ecosistema: migliora la biodiversità del suolo, la ritenzione idrica del terreno, la fertilità dei suoli e aumenta la produzione primaria netta (NPP) degli ecosistemi.

Grazie alle proprietà ammendanti del carbonio, lo stoccaggio nei terreni, dopo una fase iniziale, cresce e si diffonde rapidamente in quanto i costi per la cattura e lo stoccaggio vengono ripagati dal flusso di cassa generato dalla vendita di energia e/o biomateriali, oltre che da un aumento della NPP dovuto alla maggiore fertilità del suolo. Inoltre, i suoli agricoli e quindi il sink per il sequestro di carbonio, si trovano praticamente in ogni angolo del pianeta e i metodi e le tecniche della piattaforma tecnologica Biogasdoneright® sono facili da acquisire e da attuare a qualsiasi livello.

La sostanza organica nel suolo è soggetta a ossidazione, lisciviazione e mineralizzazione. Anche con le pratiche agricole migliori (semina su sodo (no tillage), irrigazione a goccia, spargimento di concime, colture di copertura e apporto di residui, colture azotofissatrici in rotazione, etc.), qualsiasi suolo è soggetto a ossidazione della sostanza organica (SO) e raggiunge un punto di equilibrio (effetto plateau) quando non riesce più a stoccare carbonio. La SO aumenta purché la fertilizzazione organica prosegua fino a raggiungere un nuovo equilibrio. Fino a quel momento, i terreni coltivabili sono in grado di stoccare⁴² la quantità di carbonio necessaria a evitare bruschi cambiamenti climatici.

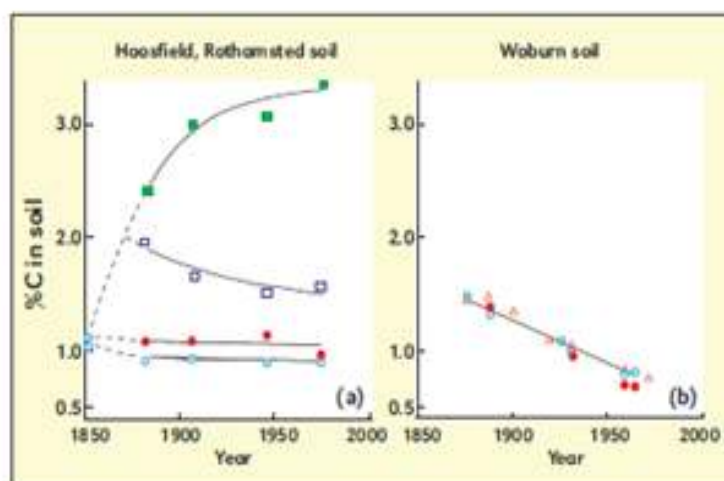


Figure 2. Changes in %C in the top 23 cm of soil at Hoosfield, Rothamsted (a) growing barley each year with annual treatments since 1852; unmanured □ NPK fertilizers ● 35 t/ha FYM 1852-71, none since □; and Woburn (b). Cereals each year since 1876 unmanured □ NPK fertilizers ● manured 4-course rotation △.

³⁸ “Soil carbon management and climate change” Rattan Lal 10 Apr 2014.

³⁹ Lal et al. “Soil carbon sequestration”

⁴⁰ Upside (Drawdown) The Potential of Restorative Grazing to Mitigate Global Warming by Increasing Carbon Capture on Grasslands, Seth Itzkan, 2014

⁴¹ Hansen, James “Tipping points. A perspective of a climatologist” 2008

⁴² L'azienda agricola di Hoosfield Rothamsted è un eccellente esempio di agricoltura biologica per la durata dell'esperimento (dal 1852 ai giorni nostri).

Da alcune prove di somministrazione di concime a lungo termine emerge che il costante apporto di SO consente ai suoli di stoccare una quantità notevole di carbonio rispetto ai suoli sottoposti alla sola fertilizzazione chimica. L'agricoltura biologica ha già dimostrato che un aumento del carbonio nel suolo ha un effetto positivo sulle colture.

Il sequestro di carbonio nel suolo è spesso fonte di discussione⁴³ tra gli scienziati a causa delle difficoltà che si presentano nella standardizzazione di prassi create ad hoc per suoli e condizioni specifici.

Ciò che sappiamo per certo, grazie alla nostra esperienza diretta di agricoltori e a decenni di esperimenti, è che la somministrazione continua di fertilizzanti organici può aumentare la sostanza organica nel suolo.

La produzione di carbonio addizionale e la presenza di carbonio stabile nella frazione solida del digestato (principalmente lignina e cellulosa indigerita) vi contribuiscono. Un contributo ulteriore potrebbe venire anche dalla produzione di biochar dalla frazione solida del digestato, a simulare una fertilizzazione con letame.

Secondo quanto confermato da Lal⁴⁴ et al., la potenzialità di sequestro di carbonio nel suolo può essere di proporzioni tali da impedire un brusco cambiamento climatico: "Il potenziale di sequestro di carbonio organico nel suolo (SOC) è finito per grandezza e durata. È una strategia a breve termine per mitigare l'arricchimento antropogenico della CO₂ atmosferica. Il potenziale annuo di sequestro del SOC è di circa 1,2 Pg C/anno. La concentrazione atmosferica di CO₂, il cui tasso di aumento osservato nel 1990 era di 3,2 Pg C/anno, continuerà ad aumentare al ritmo di 2,0–2,6 Pg C/anno nonostante il sequestro di C nel suolo. Una soluzione a lungo termine può essere quella di sviluppare sostanze alternative ai combustibili fossili, nel frattempo il sequestro del SOC ci consente di guadagnare tempo da utilizzare per sviluppare e implementare tali alternative. È un ponte verso il futuro che comporta anche un miglioramento della qualità del suolo. Il sequestro di C nel suolo è qualcosa che non possiamo permetterci di ignorare".

Questi studiosi dovrebbero forse tener conto del fatto che i principi della piattaforma Biogasdoneright® possono comportare un netto aumento della produzione primaria di carbonio organico attraverso una maggiore resa in biomassa per ettaro. Quindi anche terreni attualmente marginali o in via di desertificazione possono stoccare

carbonio in quantità che al momento sono sottostimate.

I problemi connessi al sequestro di carbonio nel suolo (SCS)

Le critiche⁴⁵ e i dubbi riguardanti l'SCS quale strumento per combattere il cambiamento climatico si basano su tre aspetti principali:

- A. il carbonio nel suolo non è stabile, può essere soggetto a ossidazione, lisciviazione ed erosione;
- B. il carbonio nel suolo raggiunge una fase (plateau) in cui l'ulteriore miglioramento della NPP inizia a calare fino a diventare trascurabile;
- C. è necessario un continuo apporto di SO esterna per mantenere o aumentare il carbonio stoccato nel suolo.

L'argomento principale sollevato contro l'agricoltura biologica è che, per aumentare il carbonio nel suolo delle aziende agricole biologiche, occorre somministrare una quantità di letame maggiore di quella usata dai metodi di coltivazione tradizionali⁴⁶. Ma è un problema superabile se riusciamo ad aumentare la NPP stoccando maggiori quantità di carbonio e, allo stesso tempo, a produrre più residui e digestato in modo da aumentare continuamente la quantità di carbonio nel suolo.

Non è possibile, tuttavia, aumentare la produzione di carbonio utilizzando i metodi di coltivazione in uso. Il settore agricolo è oggi responsabile del 12% circa delle emissioni di gas serra⁴⁷, il che significa che qualsiasi ulteriore incremento dell'attività fotosintetica sul pianeta (aumento della NPP) deve essere dissociato dalle pratiche dell'agricoltura tradizionale, soprattutto riducendo le emissioni di gas serra (CO₂, CH₄, N₂O) derivanti dalla gestione delle coltivazioni e degli allevamenti, ma senza ridurre i terreni coltivabili destinati a produrre alimenti e mangimi o il carbonio esistente nella biosfera (per es. mediante deforestazione per creare nuovi terreni agricoli).

Come realizzare questi obiettivi? Come superare ostacoli e strozzature? In che modo il Biogasdoneright® può contribuire al raggiungimento di questi obiettivi?

L'applicazione della piattaforma tecnologica Biogasdoneright® offre diverse soluzioni mirate a risolvere questi problemi:

- è possibile produrre carbonio addizionale rispetto a quello necessario per la produzione di alimenti e mangimi e stoccarlo nel suolo;
- è possibile migliorare l'efficienza d'uso di suoli in via di degradazione, non solo aumentando la resa del raccolto, ma anche mediante maggiore copertura del suolo (con colture intercalari) e afforestazione;

⁴³ "Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false" D. S. Powlson, A. P. Whitmore & K. W. T. Department of Sustainable Soils and Grassland Systems, Rothamsted Research, Harpenden, Herts AL5 2JQ, UK

⁴⁴ R. Lal "Soil carbon sequestration to mitigate climate change"

⁴⁵ Powlson et al. op. citata

⁴⁶ Gättinger A., et al. (2012) Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. Proc Natl Acad Sci USA 109(44): 18226–18231. Leifeld "Organic farming gives no climate change benefit through soil carbon sequestration" Gättinger "Reply to Leifeld et al.: Enhanced top soil carbon stocks under organic farming is not equated with climate change mitigation"

⁴⁷ http://www3.weforum.org/docs/WEF_IP_NVA_Roadmap_Report.pdf McKinsey & Company 2010



- È possibile mitigare le emissioni derivanti dal settore dell'allevamento usando gli effluenti zootecnici per la DA e, allo stesso tempo, il digestato derivante dalla maggiore produzione di carbonio per evitare che la fertilizzazione organica dipenda completamente dal letame di stalla. In questo modo l'SCS può essere indipendente dall'aumento della produzione di effluenti zootecnici.
- Le tecnologie della piattaforma Biogasdoneright® possono essere considerate anche tecnologie pulite, in grado di utilizzare gli effluenti e i sottoprodotti provenienti da diversi settori (impianti di macellazione, sottoprodotti e rifiuti dell'industria alimentare, ecc.) e trasformarli in biogas e digestato.
- Tutte queste misure rendono l'agricoltura più conveniente economicamente; pertanto, a mano a mano che la pratica si diffonde, sono gli agricoltori stessi a decidere di adottare queste tecniche. Gli agricoltori potranno toccare con mano l'aumento dell'efficienza d'uso dell'acqua e dell'azoto (WUE e NUE) e il miglioramento della fertilità del terreno, per non parlare degli effetti positivi della riduzione dei costi di produzione dovuta a un minore apporto (zero o vicino allo zero) di risorse fossili.
- Parte del carbonio aggiuntivo prodotto deve trovare sbocchi diversi dai tradizionali mercati di alimenti e dei mangimi in modo da ridurre i rischi associati alla volatilità dei prezzi del settore alimentare e aumentare i margini di profitto degli agricoltori. Le bioenergie e i biomateriali rappresentano un'opportunità per diversificare le produzioni agricole e attrarre investimenti nel settore primario, attualmente insufficienti per affrontare le sfide che si presenteranno (sicurezza alimentare, cambiamento climatico, ecc.) a causa della bassa redditività finanziaria solitamente offerta dal settore primario agli investitori. In altre parole, queste tecnologie devono anche migliorare i flussi di cassa delle aziende agricole. In questo modo, grazie all'adozione dell'SCS, il settore agricolo può gradualmente sganciarsi da misure fiscali (carbon tax) o incentivi a lungo termine.

IL CONCETTO DI BIORAFFINERIA

Nello schema proposto, le tecnologie della piattaforma Biogasdoneright® operano come un sistema BECCS mediante il sequestro di carbonio nel suolo.

Un bilancio del carbonio può aiutare a capire a quale scala opera un impianto di biogas tipico. Per un impianto da 1 MWe occorrono ogni anno circa 16 mila tonnellate di biomassa vegetale, il che corrisponde a circa 2,5 mila tonnellate di carbonio organico e dai digestori otteniamo circa

A. 1,1 mila tonnellate di carbonio nel biogas come metano (44% dell'apporto di carbonio)

B. 0,9 mila tonnellate di carbonio nel biogas come CO₂ (36% dell'apporto di carbonio)

C. 0,5 mila tonnellate di carbonio nel digestato (20%)

Al di là dei tradizionali metodi di fertilizzazione organica, il concetto di bioraffineria offre modi nuovi e innovativi per sequestrare il carbonio e può garantire un impatto⁴⁸ ancora maggiore in termini di carbonio fissato e altri sistemi "carbon negative".

Inoltre l'impianto di biogas deve essere considerato una piattaforma tecnologica in cui poter integrare altre soluzioni per il sequestro di carbonio, tra cui:

- produzione di biochar a partire dalla frazione solida del digestato con l'obiettivo di prolungare la presenza del carbonio nel suolo;
- produzione di ulteriore quantità di metano ricombinando la CO₂ sottratta al biogas durante il processo di upgrading a biometano con l'H₂ prodotto con risorse rinnovabili (concetto "Power to Gas") e persino la produzione di prodotti industriali derivati da CO₂ (materie plastiche, fertilizzanti, sostanze chimiche, ecc.).

Biochar da digestato solido

Una tecnica molto promettente⁴⁹ è la pirolisi della frazione solida del digestato che produce una forma di carbonio più stabile (black carbon) sotto forma di carbone vegetale.

La produzione di fertilizzanti organici e minerali dalle due frazioni di digestato (il biochar dalla frazione solida e i nutrienti nella frazione liquida) potrebbe garantire un maggior valore aggiunto, soprattutto ai suoli più soggetti a erosione e meno fertili a causa di pratiche agricole non sostenibili o della desertificazione naturale, oppure potrebbe migliorare il contenuto di sostanza organica nei suoli sabbiosi. Per ottenere black carbon dal biochar in maniera sostenibile⁵⁰, si deve utilizzare carbonio addizionale e non carbonio sottratto alla produzione di alimenti o mangimi. Il black carbon contribuisce in modo sinergico a migliorare la fertilità del terreno riportando nel suolo i nutrienti del digestato.

Table 1. Specification of digestate and biochar (Troy et al., 2013).

Parameter	Digestate (solid phase)	Biochar from digestate
Water content (g kg ⁻¹)	85	53 ↓
Volatile substances (g kg ⁻¹ d.m.)	697	226 ↓
Black carbon (g kg ⁻¹ d.m.)	81	262 ↑
Ash (g kg ⁻¹ d.m.)	222	512 ↑
N (g kg ⁻¹ d.m.)	45	38 ↓
C (g kg ⁻¹ d.m.)	452	338 ↓
H (g kg ⁻¹ d.m.)	51	10 ↓
O (g kg ⁻¹ d.m.)	219	-
H/C mole ratio	1.37	0.34 ↓
HHV (MJ kg ⁻¹)	19.1	11.3 ↓

Il primo ostacolo che una tecnologia promettente come il biochar deve superare per diventare "carbon negative" è la disponibilità di carbonio addizionale da sequestrare. I due processi (la DA biochimica e la formazione di biochar mediante processo termochimico) applicati in sequenza offrono sinergie interessanti con notevoli potenzialità⁵¹.

È ancora troppo presto per valutare in dettaglio l'economicità del processo per riuscire a stabilire se i costi aggiuntivi della pirolisi vengano coperti dagli effetti del biochar sulla fertilità del suolo e dalla maggiore produzione di bioenergia (olio di catrame, calore, ecc.).

⁴⁸ Rappresenta un multiplo del carbonio sequestrato (cioè evitato) nel biometano del biogas, sulla base del consueto approccio di mitigazione delle emissioni di gas serra da combustibili fossili, le cosiddette emissioni evitate.

⁴⁹ http://www.imp.gda.pl/BF2014/prezentacje/3_Wioleta_Radawiec.pdf

⁵⁰ "Sustainable biochar to mitigate global climate change" Dominic Woolf, James E. Amonette, F. Alayne Street-Perrott, Johannes Lehman & Stephen Joseph.

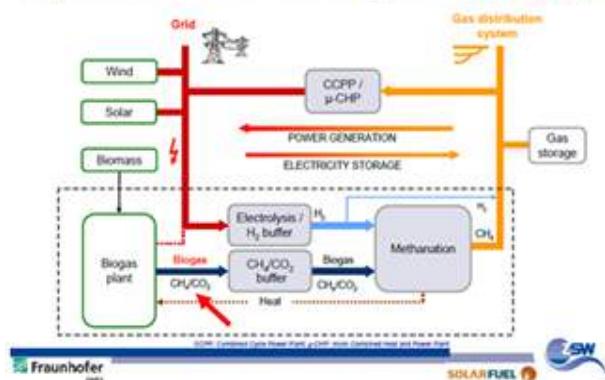
⁵¹ A questo proposito si veda anche <http://www.jove.com/pdf/51734/jove-protocol-51734-evaluation-integrated-anaerobic-digestion-hydrothermal-carbonization>.

Riutilizzo della CO₂ contenuta nel biogas

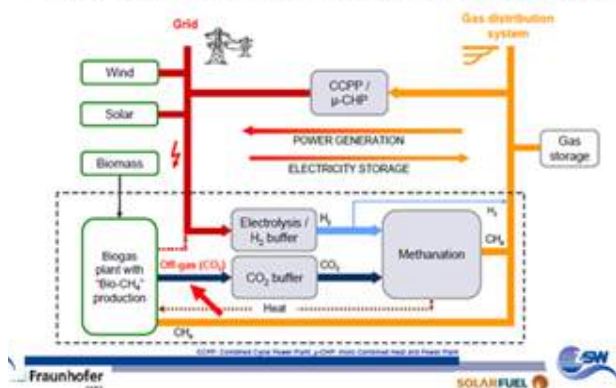
La CO₂ contenuta nel biogas può essere utilizzata, come abbiamo visto, come matrice per scopi e processi di diverso tipo.

- Sequestro geologico o minerale (con impiego di metodi diversi)⁵²;
- Produzione di metano con il processo “Power to Gas” integrando in loco la produzione decentralizzata di combustibile rinnovabile con la CO₂ contenuta nel biogas⁵³.

Power-to-Gas (P2G) - Concept: Option 1- Interconnection with Biogas Plant (via Biogas)



Power-to-Gas (P2G) - Concept: Option 2- Interconnection with Biogas Plant (via Off-gas)



- Produzione di biomateriali (fertilizzanti, tra cui carbonato di ammonio, biopolimeri come PHA, oltre a una serie di processi mirati a utilizzare la CO₂ come materia prima⁵⁴);
- Biofissaggio, soprattutto mediante piante acquati-

che che potenzialmente possono produrre maggiori quantità di carbonio e proteine, aggiungendo un effetto moltiplicatore a prestazioni “carbon negative”. In un prossimo futuro piante come l’Azolla potranno svolgere un ruolo importante in termini di riciclo della CO₂ e del digestato del biogas.

- Tra i ben noti problemi che impediscono l’utilizzo della tecnologia della microalghe⁵⁵ figurano l’elevato input energetico necessario per il raccolto, l’eventuale contaminazione di zooplancton e altri motivi che talvolta comportano costi per la produzione delle microalghe molto maggiori rispetto a quelli della produzione di biomassa terriicola.

La coltivazione di piante acquatiche su terreni messi a riposo è promettente per i motivi di seguito elencati:

- possibilità di utilizzare la frazione liquida del digestato, con diluizione (30-50%);
- possibilità di aumentare l’attività fotosintetica mediante fertilizzazione con la CO₂ derivante dal biogas;
- non occorre miscelare, trattandosi di piante galleggianti;
- possibile semplicità di raccolto con input energetico molto basso, dato il galleggiamento e le dimensioni;
- robustezza della piante per la coltivazione e resa elevata in sostanza secca per ettaro;
- uso della CO₂ come unica fonte di carbonio per produrre la maggior parte delle sostanze chimiche note, mediante ingegnerizzazione del metabolismo dei cianobatteri⁵⁶.

Le tecnologie P2G puntano all’integrazione tra fonti energetiche rinnovabili “non combustibili” e la CO₂, con impiego dell’idrogeno rinnovabile come collegamento mediante processi di metanazione.

La produzione di metano rinnovabile integra la rete del gas e la rete elettrica e lo stoccaggio stagionale di energia prodotta tramite turbine eoliche o pannelli solari e accumulata, per non parlare dell’uso del P2G per produrre un carburante a emissioni zero (come il biometano) da utilizzare per il trasporto su strada⁵⁷. Considerato che il biogas grezzo contiene mediamente il 55% di CH₄ e il 45% di CO₂, è facile comprendere che la metanazione della CO₂ in CH₄ comporterebbe circa un raddoppio della resa del biocarburante prodotto per ha di terreno coltivabile.

In uno scenario caratterizzato dal 100% di energia rinnovabile, il biogas svolge un ruolo fondamentale anche

⁵² <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/cs/c4cs00035h#!divAbstract>

⁵³ www.krajete.com/ www.electrochaea.com/ www.audi.com/com/brand/en/vorsprung_durch_technik/content/2013/10/energy-turnaround-in-the-tank.html

⁵⁴ Catalysis for the Valorization of Exhaust Carbon: from CO₂ to Chemicals, Materials, and Fuels. Technological Use of CO₂ Michele Aresta, Angela Dibenedetto, and Antonella Angelini Chem. Rev., 2014, 114 (3), pp 1709–1742 DOI: 10.1021/cr4002758

⁵⁵ http://energy.gov/sites/prod/files/2014/06/f16/naabb_synopsis_report.pdf <https://www.youtube.com/watch?v=O34gTsyDq8>

<https://www.youtube.com/watch?v=44loaHxoEI>

<https://www.youtube.com/watch?v=EG1adIKF2D4>

⁵⁶ <http://phytonix.com/> <http://photanol.com/>

⁵⁷ A perspective on the potential role of biogas in smart energy grids, Tobias Persson e others, 2014, http://www.iea-biogas.net/files/daten-redaktion/download/Technical%20Brochures/Smart_Grids_Final_web.pdf

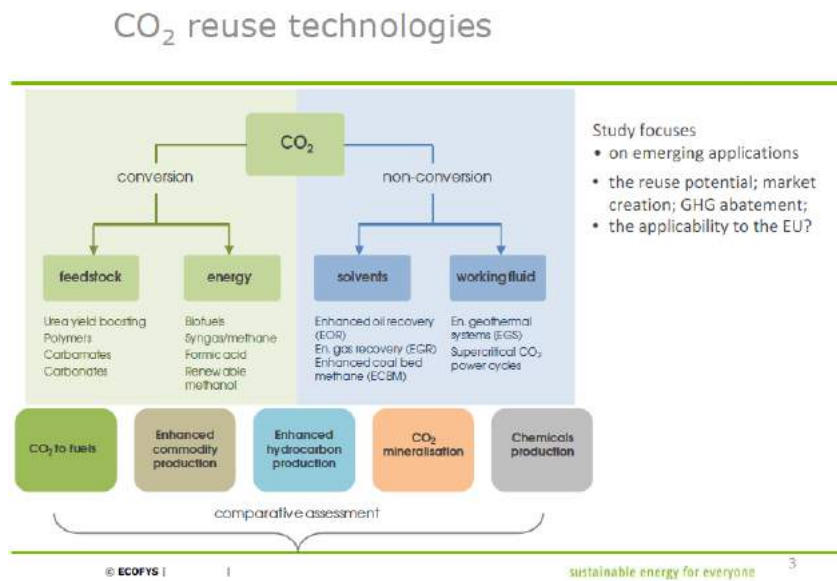
come fornitore di CO₂ per i carburanti sintetici (prodotti con CO₂ e H₂, come il metano, ma anche butanolo derivante da CO₂ e luce solare⁵⁸). Da questo punto di vista il biogas garantisce un accesso economico, facile e distribuito alla CO₂, con numerosi vantaggi rispetto ad altri processi di cattura (post-combustione, ossicombustione, cattura diretta dall'aria, ecc.)

Tutte queste tecnologie rientrano nel concetto di bioraf-

fineria come lo intendiamo noi perché la somma delle due fonti di carbonio (digestato e CO₂) è maggiore della quantità di carbonio nel biometano.

Insieme al carbonio che rimane nel suolo tramite i residui radicali e gli scarti agricoli, il biogas può avere un impatto sulle tecnologie "carbon negative" grazie al carbonio sequestrato nel suolo, in altre matrici della biosfera o in materiali ad hoc derivati dalla CO₂.

PROSPECT OF POSSIBLE CO₂ RECYCLING TECHNOLOGIES AVAILABLE



⁵⁸ Ibidem

DIGESTIONE ANAEROBICA E SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO: VERSO PRATICHE AGRICOLE “CARBON NEGATIVE”

Nello schema proposto, la piattaforma Biogasdoneright® funge da sistema BECCS sulla base di tre passaggi:

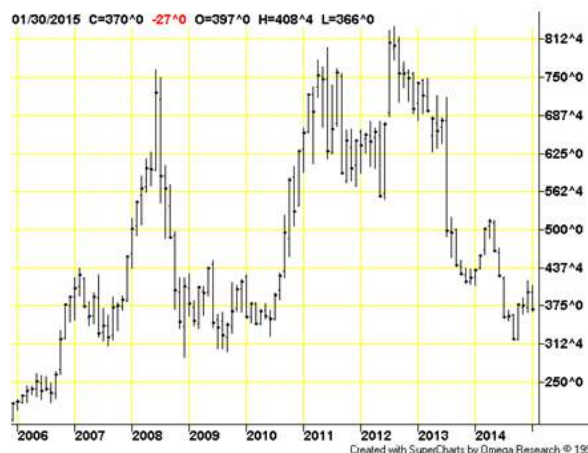
- cattura, mediante fotosintesi con produzione di carbonio addizionale in terreni già coltivati o in terreni marginali;
- trasferimento:
 - attraverso il processo di digestione anaerobica come carbonio sparso nei campi direttamente o come il digestato solido convertito in biochar;
 - attraverso il carbonio organico contenuto nelle parti aeree e nelle radici delle piante lasciate nei campi;
- sequestro mediante fertilizzazione organica del suolo e/o tramite una serie di tecnologie che saranno disponibili nei prossimi dieci anni (Power to Gas, biochar, bioplastica, ecc.)

Tutte le misure sopra descritte possono essere realizzate a costo zero, senza bisogno che i decisori politici creino regole o leggi speciali; occorre invece una fase di transizione nella quale vengono forniti incentivi e imposti obiettivi obbligatori al fine di favorire la penetrazione del mercato e la redditività dei progetti, con conseguente accelerazione del passaggio dall'agricoltura tradizionale alla “agricoltura carbon negative”.

I costi relativi alla cattura e al sequestro della CO₂ possono essere ripagati da una fertilità e una produzione maggiori a livello di singola azienda e dal miglioramento dei suoi parametri economici. Grazie al biogas l'azienda non dipende più dai fertilizzanti fossili e non deve acquistare energia, inoltre può realizzare una produzione più competitiva, vendere i suoi prodotti a prezzi più prevedibili, meno soggetti alle fluttuazioni dei prezzi dell'energia da fonti fossili. Il biogas inoltre consente agli agricoltori di diversificare le vendite nei mercati dell'energia e dei biomateriali, oltre ai settori degli alimenti e dei mangimi, di ridurre i rischi dovuti alla volatilità dei prezzi degli alimentari e di potenziare i flussi di cassa. **Questo è un prerequisito essenziale per attuare una transizione rivoluzionaria da un sistema agricolo tradizionale verso un sistema agricolo “carbon negative”.** Inoltre la maggiore produzione alimentare globale indispensabile nei prossimi decenni sarà necessariamente collegata a un aumento degli investimenti nel settore dell'agricoltura. Attualmente tali investimenti sono rischiosi a causa della stagnazione dei prezzi dei prodotti alimentari registrata negli ultimi 40 anni⁵⁹ che, ad eccezione di alcuni recenti picchi (2008 e 2011), ha ridotto l'interesse degli investitori verso il settore primario.

EXAMPLES OF PRICE VOLATILITY OF TWO OF THE MOST TRADED AGRICULTURAL COMMODITIES

Corn CBOT prices (2015 Jan 31 st)



Soy CBOT prices (2015 Jan 31 st)



⁵⁹ Indice dei prezzi alimentari della FAO in termini reali e nominali.

SINTESI CONCLUSIVA

A questo proposito la seguente dichiarazione del Direttore Generale della FAO è particolarmente importante:

*“Negli ultimi decenni si è discusso molto se dare la priorità alla produzione di alimenti o alla produzione di biocarburanti. **Oggi invece il dibattito deve riguardare sia gli alimenti sia i carburanti.** Non c'è dubbio che il cibo debba avere la priorità. E non c'è dubbio che il biocarburante non debba essere considerato semplicemente una minaccia, ma nemmeno una soluzione magica.*

Come qualsiasi altra cosa, può essere buono o cattivo. Abbiamo visto sistemi sostenibili di produzione di biocarburanti che hanno dato risultati positivi e sono diventati un'ulteriore fonte di

guadagno per agricoltori poveri.

È risaputo che l'uso del mais e dei semi oleosi per la produzione di biocarburanti ha contribuito a incrementare i prezzi agricoli nel periodo di picco dei prezzi alimentari iniziato nel 2008.

Tuttavia, in anni più recenti, la domanda di biocarburanti ha sostenuto i prezzi alimentari.

*Ha fatto da supporto a quelle colture, creando una zona cuscinetto ed evitando un crollo dei prezzi agricoli che avrebbe scoraggiato gli agricoltori a proseguire la produzione l'anno successivo. I biocarburanti creano una maggiore domanda di prodotti agricoli, inclusi i cereali nei paesi con lunghe catene di fornitura, **che aiuta gli agricoltori dei paesi in via di sviluppo.**”⁶⁰*

Concordiamo con il Direttore Generale Graziano Da Silva: dopo decenni di uso incontrastato di prodotti fossili in agricoltura, il modello della piattaforma tecnologica Biogasdoneright® contribuisce a rimettere il settore primario al centro dell'innovazione necessaria a sostenere miliardi di persone su questo pianeta con risorse finite.

Gli effetti del carbonio prodotto con il modello Biogasdoneright® e l'efficienza d'uso del terreno ci consentono di incrementare la NPP e, allo stesso tempo, di implementare su larga scala il sequestro di carbonio nel suolo (SCS), di produrre biocarburanti “carbon negative” per motori a combustione interna (MCI) e, ci auguriamo, biomateriali nel prossimo futuro.

Pensiamo che questa tecnologia “carbon negative” possa essere utilizzata fin da subito, senza bisogno di nuove infrastrutture costose e ingombranti o ulteriori ricerche. La maggior parte delle tecnologie Biogasdoneright® è già pronta per l'utilizzo.

La bioraffineria può riportare l'azienda agricola al centro dello sviluppo economico: un'azienda che non ha necessità di acquistare fertilizzanti o carburanti diventa un investimento più stabile e sicuro. La digestione anaerobica è uno strumento che garantisce una reale intensificazione ecologica dell'agricoltura e consente di rigenerare i suoli in via di desertificazione o degradazione. È una

strategia doppiamente vincente, in grado di contrastare le emissioni di CO₂ e il cambiamento climatico, fenomeni che non possiamo più permetterci di ignorare.

La curva di Keeling indica che, ogni estate, la concentrazione di CO₂ diminuisce perché l'emisfero settentrionale comprende una superficie maggiore di terre emerse e ha una capacità fotosintetica più elevata. Dobbiamo, in ogni modo e il più velocemente possibile, ampliare l'attività fotosintetica del pianeta, producendo quantità di carbonio addizionale tali da contrastare il cambiamento climatico; così porteremo quantità sempre maggiori di carbonio dall'atmosfera nel suolo o in altre matrici della biosfera.

Consideriamo l'esperienza del settore del biogas⁶¹ italiano un inizio con buoni margini di miglioramento, ma la nostra esperienza quotidiana ci insegna che gli agricoltori adottano il Biogasdoneright® spontaneamente perché comporta costi inferiori e migliora il flusso di cassa.

È bastato una semplice “tariffa incentivante” per attivare l'intero processo e portare stabilità in un settore soggetto alla volatilità dei prezzi delle materie prime. Il settore italiano del biogas ha consentito di tenere molte stalle aperte nei periodi di prezzi bassi registrati negli ultimi tre anni. Attualmente questo comparto è il terzo più grande produttore di biogas nel mondo (dopo Germania e Cina). La riduzione dei costi (nessun acquisto di fertilizzante, nessun costo per lo smaltimento degli effluenti zootecnici, ecc.) e il miglioramento dei flussi di cassa ci hanno indotto a valutare la possibilità di produrre sia per il mercato alimentare sia per quello dei carburanti, per consentire agli agricoltori di guadagnare di più e rendere i suoli ancora più fertili immagazzinando il carbonio presente nell'atmosfera, una situazione tre volte vincente.

Lo sviluppo delle tecnologie e la loro accettazione sociale (da parte di ONG, politici, ambientalisti, aziende agricole biologiche, ecc.) ci hanno convinto a proseguire e ad applicare l'esperienza della piattaforma Biogasdoneright® non solo nella fertile Pianura Padana a vocazione alimentare o nelle terre del Chianti e del Parmigiano Reggiano, ma anche nelle terre semi-aride della Sicilia, un tempo granaio dell'impero romano, in cui il grano duro è coltivato in suoli con un contenuto di sostanza organica inferiore all'1% e dove l'attuale valore di mercato è quasi la metà di quello del grano duro Manitoba importato dai pastifici italiani.

Considerando la situazione a livello globale, notiamo che questi principi potrebbero essere applicati su larga scala, dalle colline steppiche della Tunisia e dell'Algeria alle pianure del Brasile nord-orientale dal clima arido, dove agronomi orientati al futuro stanno ottenendo notevoli risultati dalla coltivazione intensiva di cactus⁶², piante con grandi potenzialità di conversione in biometano o mangimi per bovini e suini.

60 <http://www.fao.org/about/who-we-are/director-gen/faodg-statements/detail/en/c/275129/> Global Forum for Food and Agriculture, 2015 FAO Working Meeting “Addressing Food Security Challenges under Increasing Demand for Land, Soil and Energy” Dichiarazione di apertura del direttore generale della FAO José Graziano Da Silva il 16 gennaio a Berlino, Germania.

61 Quattro miliardi di € investiti negli ultimi 5 anni, 1.000 impianti di biogas in aziende agricole, 7,5 TWh di energia elettrica prodotta ogni anno, più di 30 milioni di m³ di digestato all'anno, 12.000 nuovi “green job” e terzo posto nel mondo dopo Cina e Germania.

62 <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2111/o8-226.1?journalCode=rama>.

Autori

David Bolzonella

Università di Verona, Dipartimento di Biotecnologie – Professore associato

Stefano Bozzetto

European Biogas Association - Membro esecutivo; imprenditore agricolo e produttore di biogas

Bruce Dale

Michigan State University – Distinguished Professor

Paolo Foglia

Istituto per la Certificazione Etica e Ambientale (ICEA) – Responsabile Ricerca & Sviluppo

Piero Gattoni

CIB – Presidente; imprenditore agricolo e produttore di biogas

Paolo Inglese

Università di Palermo – Professore ordinario di Scienze agrarie e forestali; Cactus Net - Direttore

Biagio Pecorino

Università di Catania – Professore ordinario di Economia agraria; imprenditore agricolo e produttore di biogas

Marco Pezzaglia

CIB – Membro del gruppo di lavoro istituzionale

Fabrizio Sibilla

CIB – Consulente scientifico

Ezio Veggia

Confagricoltura – Vice Presidente; imprenditore agricolo e produttore di biogas

Supporter

Filippo Andretta

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Riccardo Artegiani

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Christian Bagnod

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Donatella Banzato

Università di Padova - Ricercatrice

Angelo Baronchelli

AB - Presidente e fondatore

Alessandro Bettoni

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Guido Bezzi

CIB – Responsabile agricoltura

Paolo Maria Bizzoni

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Massimo Borrelli

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Mirko Brachitta

Pioneer seeds Italia - Biogas/biomasse Marketing consultant

Luigi Buson

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Lorenzo Caligari

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Damiano Cazzola

CIB – Membro c.d.a.

David Chiaramonti

Università di Firenze – Professore a contratto

Massimo Ciliberti

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Mauro Crivelli

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Christian Curlisi

CIB - Direttore

Giuliana D'Imporzano

Gruppo Ricicla - Ricercatrice

Claudio Fabbri

Centro Ricerche Produzioni Animali – Ricercatore

Danio Federici

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Francesco Ferrante

Kyoto Club – Vice Presidente

Ernesto Folli

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Andrea Formigoni

Università di Bologna - Ricercatore

Michele Ginelli

Ingegnere impiantista

Lorenzo Iraci

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Lorenzo Maggioni

CIB – Responsabile Ricerca & Sviluppo

Mauro Nicoletti

Schmack Biogas - Area Manager; CIB – Membro c.d.a.

Michael Niederbacher

BTS – Chief executive Officer; CIB – Coordinatore Comitato Tecnico Scientifico

Marzio Ottone

IES Biogas – Presidente; CIB – Membro c.d.a.

Susanna Pflüger

European Biogas Association – Senior Policy Advisor

Sergio Piccinini

Centro Ricerche Produzioni Animali – Ricercatore

Lorella Rossi

Centro Ricerche Produzioni Animali – Ricercatrice

Alberto Rota

CCIB – Membro c.d.a.

Sami Shams Eddin

Produttore di biogas

Gianni Silvestrini

Kyoto Club – Direttore scientifico

Giuliano Toninelli

Imprenditore agricolo e produttore di biogas; CIB – Membro c.d.a.

Disma Tosetto

Imprenditore agricolo e produttore di biogas; CIB – Membro c.d.a.

Carlo Vanzetti

Imprenditore agricolo e produttore di biogas; CIB – Membro c.d.a.

Sebastiano Villosio

Imprenditore agricolo e produttore di biogas

Arthur Wellinger

European Biogas Association – Co-fondatore e membro onorario

Massimo Zaghi

Imprenditore agricolo e produttore di biogas; CIB - Membro c.d.a.

Giovanni Battista Zorzoli

Presidente onorario Coordinamento FREE - Esperto in energie rinnovabili

ANNEX

BIOGAS AND SUSTAINABLE FARMING COULD WE ACHIEVE A SUSTAINABLE FARMING WITHOUT BIOGAS ?	28
A CASE STUDY TO EXPLAIN BIOGASDONERIGHT PRINCIPLES APPLIED IN THE PO VALLEY, NORTHERN ITALY	44
A CASE STUDY TO EXPLAIN BIOGASDONERIGHT PRINCIPLES APPLIED AT ENNA FARM IN SICILY	69

Biogas and sustainable farming

Could we achieve a sustainable farming without biogas ?

agr. eng. Stefano Bozzetto

Bozzetto@European-biogas.eu

Consorzio Italiano Biogas

EBA 2014 Conference - NL

Bioenergy is controversial

- Bioenergy looks like a controversial issue concerning
 - Food security
 - With 9 Billion people we can't feed people, animals and cars, we need to choose....
 - Then, using food crops to fuel cars is *immoral*
 - Using food crops for fuel increase the agricultural commodity prices
- *Agricultural land is a limited resource*
 - We can't use more land for agricultural production: either we produce food or energy
 - *We have to choose!*

"[I]t's a crime against humanity to convert agricultural productive soil into soil... which will be burned for biofuel." (Jean Ziegler, UN Special Rapporteur, 2007)



The Lawyer Tim Searchinger

“Bioenergy is a carbon loser”

- “Bioenergy is more polluting than coal”
 - because carbon for bioenergy purposes would in any case be seized for feeding purposes
 - “There’s a mistake in the emissions calculation from bioenergy”
 - “With bioenergy there is no extra removal of carbon”
- In US and in EUROPE a legal process is being developed to burden biofuels with a **carbon debt** for undesired effects deriving from their growing (iLUC)

- Searchinger, T., (2010) “[Bioenergy and the Need for Additional Carbon,](#)” *Env. Res.*

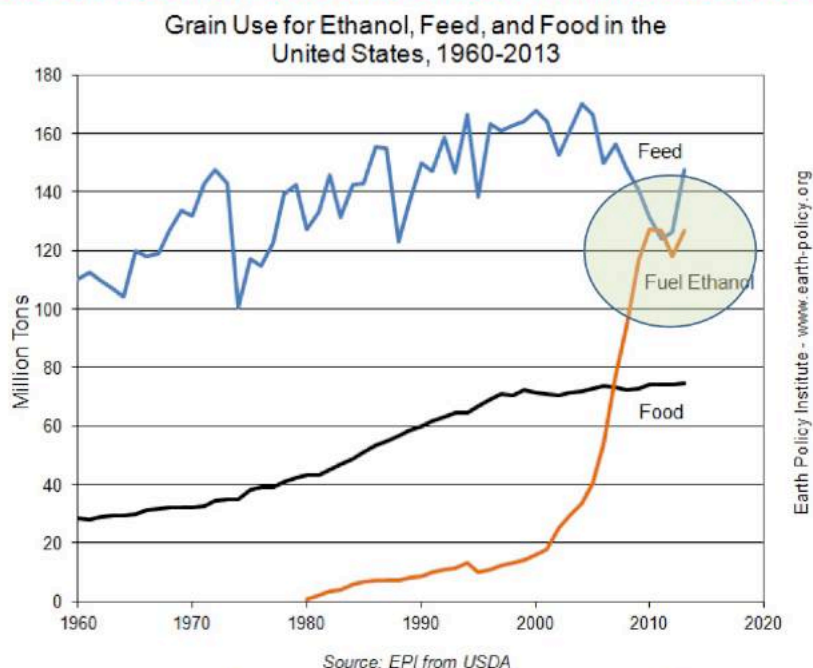


Consorzio Italiano Biogas

3

The Claim

Biofuels production out place food and feed production



http://www.earth-policy.org/data_center/C24

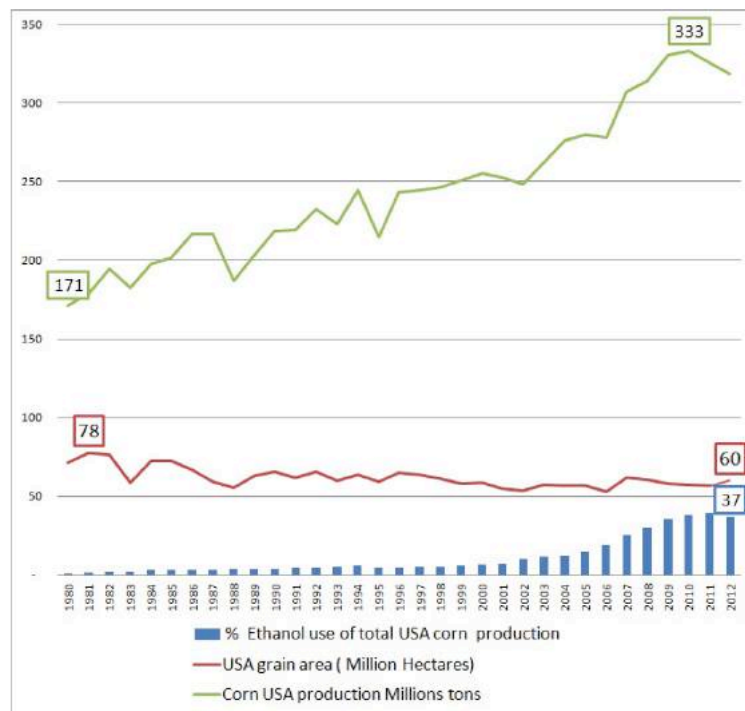
20-09-2014

Consorzio Italiano Biogas

4

The facts

- Ethanol corn consumption increase from 0% to 37% of corn usage from the '80
- But in the meantime US corn production doubled
- and US grain agricultural land used is nearly stable



http://www.earth-policy.org/data_center/C24

Consorzio Italiano Biogas

5

The Claim

Biofuels threaten food safety

The facts

2014 world cereal stocks are growing up at historical levels



<http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>
20-09-2014

Consorzio Italiano Biogas

6

The Claim

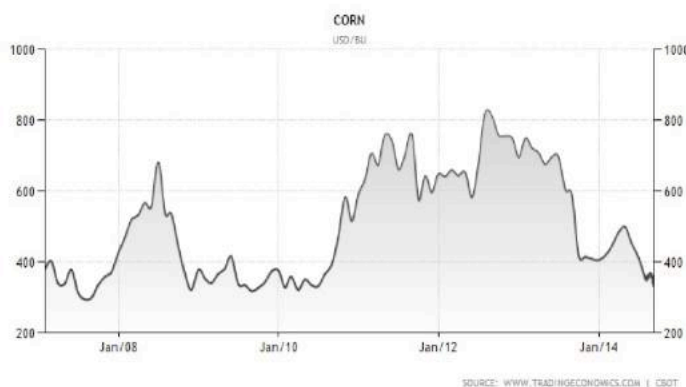
The biofuels boost commodities price

The facts

- What should the international corn 2014 price without US corn ethanol demand be?
 - Current corn prices are at historical low levels
 - So, to protect thousands of European farmers from bankruptcy...

"The European Commission has announced that the import duty on maize, sorghum and rye is to be set at 10.44 EUR/tonne. The decision is based on the basic Regulation and comes in response to the situation on the world markets for maize and the resulting low prices"

CBOT August 2014 Corn price low record

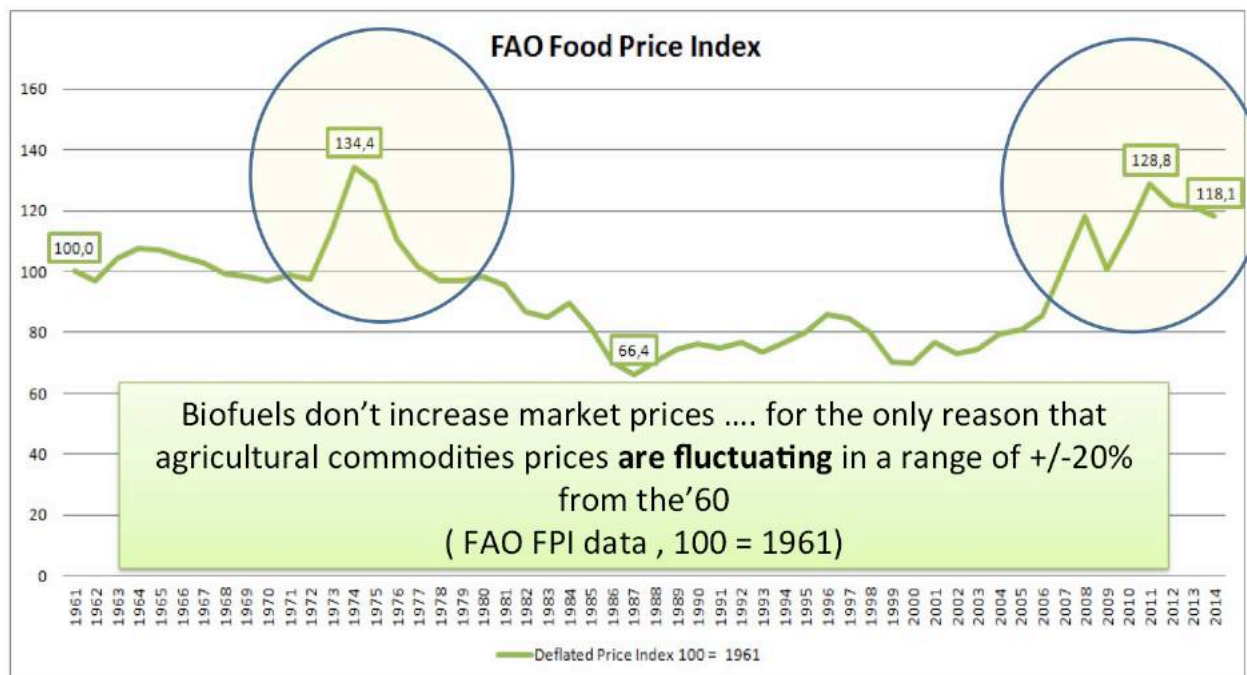


<http://www.tradingeconomics.com/commodity/corn>

Consorzio Italiano Biogas

7

Finally...



"The FAO Food Price Index fall to its lowest level since September 2010 "

Release date: 11/09/2014 <http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/>

Consorzio Italiano Biogas

8

How to get more food in a sustainable way

- EU parliament will soon be called to approve the ILUC RED modifications
- **Are we sure that iLUC is the right policy to achieve food security in a sustainable way?**
- In a carbon constrained world, with a Planet with 9 Billion more *affluent* people, can we produce more food in a sustainable way without biogas?

Consorzio Italiano Biogas

9

What are the right questions that a MEP should ask while amending RED in biofuels?

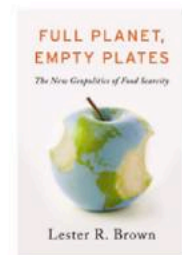
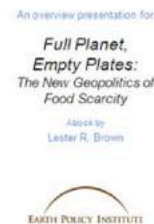
- Can we have an ecological agricultural intensification without biogas?
- How can we have fossil energy/fertilizers **independent farms** without the use of **digestate and biomethane** to fuel tractors and agricultural machineries?
- Can we achieve **green compliance** obligation in a cost effective way from ACP without biogas?
- Why does **greening** have to be achieved by reducing farmers turnovers? Doesn't this harvest decrease regard ILUC theory?
- To improve Food Security, **how can we spur new investment into agricultural sector** with current food/feed price market volatility without energy cash flow support and market diversification coming from bioenergy and bio-based markets?
- Can we have a "**bio-economy**" without carbon based renewable resources?
- Can we have a **negative emissions** energy system to drag CO2 from atmosphere without bioenergy as IPPC is requiring in the last "Mitigation report 2014"?
- Or **less costly C-capture technologies** than bioenergy to prevent the Planet from abrupt Climate Change scenarios?

Consorzio Italiano Biogas

10

An “ecological agricultural intensification”

- The unavoidable issue, which even Europe has to face is that:
 - we have to keep producing more in agriculture
 - but we have to be able to do this in a more sustainable way and at the same time reducing production costs
- We need an **“ecological agricultural intensification”**
 - Producing more on the same land
 - Not using fertilizers or fossil energy
 - Increasing land fertility and its carbon sink potential
 - Reducing the impact of modern agriculture on water and air
 - Fostering biodiversity in the country with greater crop diversification



Consorzio Italiano Biogas

11

An “ecological agricultural intensification” (2)

- Agriculture needs greater investments and new technologies, such as biogas, to ensure
 - Increased output production from the same land
 - With less polluting practices
 - Lower production costs, starting from cutting modern agricultural dependence on fossil fertilizers and fuels
 - by making farm cash flows more reliable, also through market diversification (by placing energy and bio-based material markets alongside traditional food and feed markets)

Consorzio Italiano Biogas

12

AD and sustainable farming

- A biogas plant modifies the technical and economic standpoint on which a farm may reconsider its development policies
- A biogas plant is something more than renewable power or fuel

AD is an essential **“technological infrastructure”** on any farm or on any agro-ecological area to carry out a sustainable (r)evolution in agricultural practices

- Biogas offers a professional farm several and diverse opportunities to improve production in a sustainable manner:
 1. We can produce crops for the digester without reducing seeding productions for the food and feed market, improving the photosynthetic efficiency of fields by **increasing annual crop coverage**
 2. We can grow crops **without using fossil fuels and fertilizers**
 3. We can **diversify cash flows** by producing ALSO for the energy markets and biobased industry
 4. Better cash flows mean **greater credit standing** for farms so as to have tools to sustainably innovate crop and breeding techniques regardless of regulations or agricultural and environmental aids, **simply because it costs less**

Consorzio Italiano Biogas

13

The current agricultural production systems are unsustainable and unprofitable

TO PRODUCE MORE FOOD IN A SUSTAINABLE AND COMPETITIVE WAY

WE NEED

#biogasdoneright*
too

•We have been inspired by the researchers Lee Lynd, Bruce Dale, etc. that we would like to thank publicly. In particular the “biofuels done right” concept was for the first time elaborated by Bruce Dale and Others **“Biofuels Done Right: Land Efficient Animal Feeds Enable Large Environmental and Energy Benefits”** 2010,.

** the Italian Biogas Association has written many Position Paper about #biogasdoneright concept. The Italian biogas industry is the third in the World, after China and Germany, and claims the co-existence among extraordinary Italian food productions and the energy derived from AD.

Consorzio Italiano Biogas

14

The biogas *competitive advantage*

- Anaerobic digestion is not a bioenergy like all the others due to some factors
 - Efficient C energy conversion even on small scale
 - Multifeedstock
 - Nutrients recycling
 - Enhance livestock and agriculture sustainability
- All these “advantages/ (pluses)” make biogas the most “land efficient” bioenergy system available nowadays, comparable to solar/wind fuel pathways

Consorzio Italiano Biogas

15

Multifeedstock , Small Scale, Nutrients Cycling, less agriculture and livestock pollution

- AD is **Multifeedstock**:
 - We can use any organic substance available on any agro-ecological distribution area, to convert 70-80% of carbon fixed in chlorophyll photosynthesis into gas
 - avoiding MONO-CULTURES that, even though “no-food crops”, are displacing food crops
 - biogas crops can improve farm land rotation and crop diversity
- AD is converting biomass to energy in an efficient way on **small scale** (>500.000 litre diesel equivalent), therefore
 - Applicable to any sized professional farm
 - We can use any biomass and avoid transporting watered (95-70%) biomasses over long distances
- **Nutrients cycling**
 - By means of the digestate, the undigested carbon and all nutrients (**N-P-K-micronutrients**) may be re-deployed on site, sustainably and efficiently, restoring organic fertilization in areas where there is no more livestock and improving soil quality and farm output
- With biogas we can dramatically reduce the **modern agricultural pollution in the fields and in the stables**

Consorzio Italiano Biogas

16

Biogas Double Cropping intensification

Strip tillage seeded Corn silage for the Stable
after winter rygrass for the digester (Federici Farm – Cremona)



Consorzio Italiano Biogas

17

Biogas crops diversification Sulla (Hedysarum coronarium) silage

Pecorino Farm – Sicily

Traditional mediterranean Nitrogen fixing crop useful to avoid durum wheat monoculture and soil desertification.

*Nowdays this crop is without market demand due to sicilian livestock industry decline . In the background **Etna** Europe's tallest active volcano*



Consorzio Italiano Biogas

18

Pre-seeding umbelicale digestate fertilization instead fossil Urea

Artegiani Farm - Verona



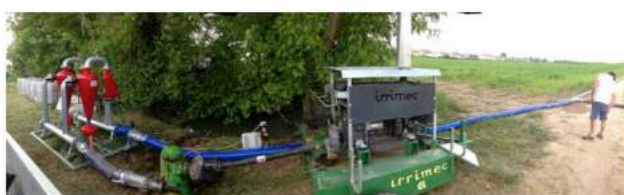
Consorzio Italiano Biogas

19

Drip irrigated Corn after Triticale

Cazzola farm- Verona

Fertilized with **Renewable Ammonium Sulphate** made via digestate evaporation



- ✓ Less watering
- ✓ Less Nutrients
- ✓ More nutrients vegetables intake
- ✓ 50% more yields
- ✓ More predictable yields

Simply
less risky&costly
more sustainable corn farming



Consorzio Italiano Biogas

20

Rye grass digestate late winter fertilization



New Hollande T6.140 Biomethane powered tractor



Consorzio Italiano Biogas

21

The biogas land efficiency

- Biogas enables the processing of a technological pathway to biomass production
 - taking up land currently allocated to food and feed production in an acceptable way
 - The benchmark to measure the efficiency of bioenergy systems in farmland use is **land efficiency**,
- **i.e.**
 - *The quantity of primary energy obtainable from a hectare farmland used **in substitution** of previous food and feed crops*

Consorzio Italiano Biogas

22

The metrics: “land efficiency” formula

$$FCLR(ha) = \left(\frac{A-I}{C} \right) \times \frac{1}{P}$$

- Land requirements are therefore not only linked to productivity of first harvest crops,
- But are equally influenced by
 - Efficiency of technological and biological conversion systems
 - The availability of primary Energy coming from integration biomasses.
- FCLR**: the requirements (ha) of first harvest land needed to produce biogas
- A**: is the primary energy (MWh th) which has to be produced by first harvest crops
- I**: is primary energy (MWh th) produced by **integration biomasses**, that is from biomasses, which do not require first harvest land for their production
- C**: is the conversion factor that defines the quantity of primary energy obtainable per biomass ton in first harvest (MWh th /ton)
- P**: is the quantity of biomass we can get from first crop harvest land (ton/ha)

The formula is freely drawn from Lynd e others “ENERGY MYTH THREE – HIGH LAND REQUIREMENTS AND AN UNFAVORABLE ENERGY BALANCE PRECLUDE BIOMASS ETHANOL FROM PLAYING A LARGE ROLE IN PROVIDING ENERGY SERVICES” 2007

Consorzio Italiano Biogas

23

The “I” factor for *advanced biofuel*

The “I” factor

- In the case of biogas the “I” factor is more conducive to land saving than “C” and “P” alone
- Integration biomasses are all those biomasses that do not require first harvest farmland and that
 - Currently do not represent income for farmers (by-products, second harvest crops, etc.)
 - May even be a cost (livestock effluents, etc.)
 - And which therefore integrate farm income without significantly impairing profit generating capacity in the food and feed sector.

The “Integration biomass”**

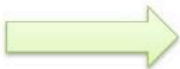
- Catch crops (double cropping) **after or before** cash crops (for digester in **bold**)
 - TRITICALE** – soy
 - RYGRASS** –corn
 - Wheat- **SORGHUM**
- Nitrogen Fixing Crops** in yearly rotation with cereals for the food and feed market
 - Trifolium**
 - Rygrass**
 - Sulla (Hedysarum coronarium)**
 - Alfalfa**
- Perennial crops on marginal /set aside lands ,
- Biomass from grasslands
- Livestock effluents
- Agricultural and agro-industrial by products

***These indications refers to the Italian example. The biogas strenght is the ability to adapt to every kind of diet and agroecological conditions from temperate to arid climates*

Consorzio Italiano Biogas

24

Land efficiency in North Italy Only Corn silage



1 Million Nmc Ch4 bio/year	ton FM/day	Yelds /ton/ha	FCLR Ha	MWh th /ha
FIRST CROP BIOMASSES				
Corn	21	55	141	72
Rape				
PARTIAL	21	55	141	72
INTEGRATION BIOMASSES				
Triticale (before soy)				
Sorghum (after grain wheat)				
Rygrass (before corn)				
Bovine manure				
Bovine manure				
Chicken manure				
PARTIAL	-	-	-	-
TOTAL	21		141	72



Consorzio Italiano Biogas

25

Land efficiency in North Italy "Integration biomass"

1 Million Nmc Ch4 bio/year	ton FM/day	Yelds /ton/ha	FCLR Ha	MWh th /ha
FIRST CROP BIOMASSES				
Corn	10	55	68	70
Sorghum				
PARTIAL	10	55	68	70
INTEGRATION BIOMASSES				
Triticale (before soy)	0		-	
Sorghum (after grain wheat)	0		-	
Rygrass (before corn)	0		-	
Bovine manure	11		-	24
Bovine slurry	30		-	21
Chicken manure	10		-	30
PARTIAL	51		-	75
TOTAL	61		68	145



Consorzio Italiano Biogas

Biogas crops after or before food crops. No food/feed production reduction!

1 Million Nmc Ch4 bio/year	ton FM/day	Yelds /ton/ha	FCLR Ha	MWh th /ha
FIRST CROP BIOMASSES				
Corn	3	55	21	72
Sorghum				
PARTIAL	3		21	72
INTEGRATION BIOMASSES				
Triticale (before soy)	11	40	-	192
Sorghum (after grain wheat)	9	40	-	132
Rygrass (before corn)	0	32	-	-
Bovine manure	8		-	59
Bovine slurry	9		-	21
Chicken manure	4		-	10
PARTIAL	41		-	413
TOTAL	44		21	485



26

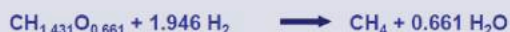
Power to Gas

a way to double biogas land efficiency is C-CO₂ with renewable H₂ via methanation reaction

- In a 1 MWe biogas plant we use about 2.500 ton of C per year, About

- 2.100 ton C is on the biogas
 - 1.100 as CH₄
 - 1.000 ton as CO₂
- 400 ton C are in digestate

Energetische Nutzung der Biomasse: Thermochemische oder Anaerobe Konversion mit H₂



1 kg Biomasse, trocken: 5,078 kWh

Reaktionsprodukt Methan: 9,267 kWh

+ 0,163 kg H₂: 5,452 kWh (H₂ via Elektrolyse)

→ 100 % C werden in Kraftstoff überführt.

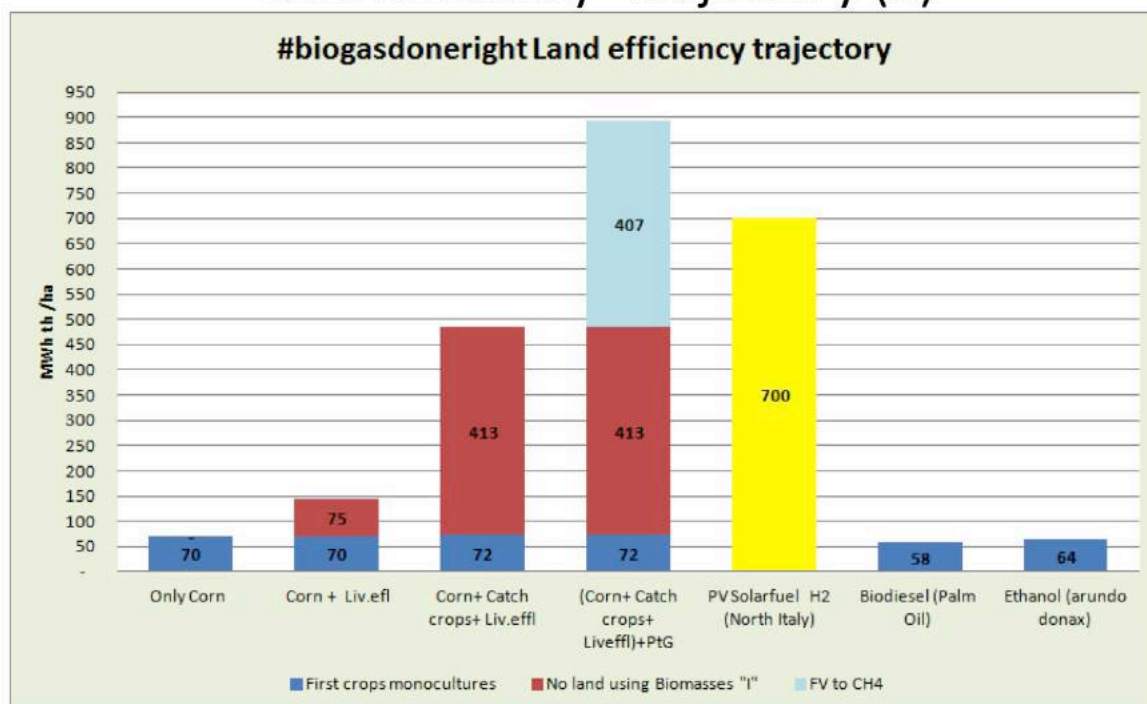


M. Spechet "Power to Gas – zwischen Mytos und Wahrheit" July 2014

Consorzio Italiano Biogas

27

The #biogasdoneright "land efficiency" trajectory (1)



Consorzio Italiano Biogas

28

The #biogasdoneright “land efficiency” trajectory (2)

- The biogasdoneright potential land efficiency is **from 5 to 10 times higher** than palm oil or cellulose ethanol obtained from food or no food **monocultures**
- This result is not related only to crop yields and AD conversion efficiency improvements,
- But moreover to
 - small scale plants and multifeedstock diet factors
 - that allow an extended use of integration biomasses and a progressive reduction in the need for first harvest land
- Big potential coming from sustainable biogas and solar H2 farming integration , moreover in the semiarid regions with high solar energy yields

Consorzio Italiano Biogas

29

The #biogasdoneright an essential **technological infrastructure** for a sustainable and competitive agricultural business

- *The message that we would like to send to MEPs who have to decide on the reform of UE directive*
 - we need **advanced biofuels**, i.e. biofuels , land and carbon efficient
 - **Biogasdoneright** is one of the best options that we have to produce C-renewable energy and spur investment targeting an ecological intensification of European Agriculture
- *Like optical fibre network - it is a crucial infrastructure for the development of TLCs,*
 - In agricultural businesses, anaerobic digestion is **an essential technological infrastructure** to trigger an agricultural (r) evolution on the farm,
 - useful to redesigning the use of soil, the nutrients cycle and to placing an agricultural business at the cutting-edge of greater sustainable production

Consorzio Italiano Biogas

30

Consorzio Italiano Biogas

invite you to follow the discussion
at **Milano-EXPO 2015**

*“Feeding the planet.
Energy for the world”*

*With **#biogasdoneright**, of course!*

Arrivederci

Consorzio Italiano Biogas

31

BIOGASDONERIGHT

A case study to explain Biogasdoneright principles applied in the Po valley, northern Italy

2

The biogasdoneright concept

stefano.bozzetto@biostudi.com

Our claims

3

1. We can produce additional Carbon for the digesters without detract Carbon from Food/ Feed Markets and from agricultural residues devoted to service Soil fertility
2. We can do it by reducing business as usual agricultural emissions from fields and livestock activities
3. We can cycle all the nutrients entering in the digesters back to the fields by eliminating external purchases of fossil fertilizers and energy at the Farm
4. We can improve, in a continuous and stable way, the organic input to soils by increasing fertility and C content
5. All these actions are able to improve farms activities cost competitiveness, diversify cash flows and markets outlets, improving Bank credit merit, enabling the farmers for new investment for food, feed, energy output growth and soil carbon sequestration
6. We believe that #biogasdoneright is a technology platform that could be apply in every agroecological and social context to spur globally agricultural ecological intensification and degraded land revegetation
7. Through the digestate and residues carbon input increase, biogasdoneright enable Agricultural Soil as carbon sink to reverse Climate Change with a cost effective, doable and sustainable strategy ready to be applied.

stefano.bozzetto@biostudi.com

#biogasdoneright thesis (1)

4

- In a carbon constrained world, bioenergy is expected to act also for sequestering carbon and not only work on emission free energy like solar and wind (mitigation VS sequestration)
- But carbon needed for the production of biogas or whatever other biofuel, must be additional carbon to the one already produced for the food and feed, or from residues already used to improve soil fertility
- It must be additional carbon otherwise it will be «only» a renewable carbon already «(photosynthetized)», and then representing only avoided emission (Mitigation) and not extra carbon removed from the atmosphere (Sequestration).
- Additional carbon can be obtained in different ways:
 - ▣ Via NPP increase in current farmed land, either per increased yield of single harvest or per Ecological Agriculture Intensification
 - ▣ Or Via revegetation of degraded or under degradation land

stefano.bozzetto@biostudi.com

The metrics : "land efficiency" formula

$$FCLR(ha) = \left(\frac{A-I}{C} \right) \times \frac{1}{P}$$

- Land requirements are therefore not only linked to productivity of first harvest crops,
- But are equally influenced by
 - Efficiency of technological and biological conversion systems
 - And by the availability of primary energy coming from integration biomasses.

- FCLR: the requirements (HA) of first harvest land needed to produce biogas
- A is the primary energy (MWh/ha) which has to be produced by first harvest crops
- I is primary energy (MWh/ha) produced by **integration biomasses**, that is from biomasses, which do not require first harvest land for their production
- C is the conversion factor that defines the quantity of primary energy obtainable per biomass ton in first harvest (MWh/ha/ton)
- P is the quantity of biomass we can get from first crop harvest land (ton/ha)

The formula is freely drawn from Lynd e others "ENERGY MYTH THREE - HIGH LAND REQUIREMENTS AND AN UNFAVORABLE ENERGY BALANCE PRECLUDE BIOMASS ETHANOL FROM PLAYING A LARGE ROLE IN PROVIDING ENERGY SERVICES" 2007

Consorzio Italiano Biogas

23

This additional carbon production can be quantified through "Agricultural Land efficiency equation"
NB : Conversely to what people mainly think, the **I** factor in the equation has higher impact of the **P** factor on the final result (see Bozzetto talk "Biogas and sustainable farming" EBA congress Amsterdam 2014)

#biogasdone right thesis (2)

5

- Circa 40-50% of the carbon emitted in the atmosphere since the industrial revolution originates from loss of C in agricultural soils and in other biota
- Current agricultural and forest management account for 25-30% of CO₂ emissions per year
- Additional carbon production cannot be achieved by conventional farming due to the CO₂ emissions associated to it
- The intensification of NPP must be achieved via
 - ▣ Improved NUE & WUE of current agriculture
 - ▣ Lowering livestock emissions
 - ▣ Enlarging biodiversity in farmland
 - ▣ Improving Agricultural land efficiency
- More in detail , NPP intensification can be achieved via:
 - ▣ More soil coverage throughout the whole year
 - ▣ Increased crop rotation
 - ▣ Substitution of chemical fertilization with organic fertilization and nutrient recycling via digestate
 - ▣ NUE and WUE crops improvement via:
 - Fertirrigation with drip irrigation
 - Use of perennial nitrogen fixing crops (Alfalfa, Italian sainfoin, etc.) and CAM plants for Feed and Energy applications
 - Increase of rotation especially with nitrogen fixing crops

stefano.bozzetto@biostudi.com

Implementation of carbon negative systems (1) Digestate & Soil Carbon Sequestration (SCS)

6

- 1 MWe biogas plant uses 2500 ton carbon per year (about 5.300 ton organic matter)
 - ▣ 1100 ton is carbon in the biogas as methane (CH₄)
 - ▣ 900 ton is carbon in the biogas as CO₂
 - ▣ 500 ton is undigested carbon in the digestate leftover
- The most of the C input is transformed biochemically into biogas in the digesters corresponds to the C in hemicellulose and easily accesible cellulose. Such C would have been readily oxidized in top soils anyway
- The C left over in the digestate correspond to the recalcitrant C of the biomass, thus mainly in the lignin and in cellulose adhered to lignin . **Such C is the precursor of the humus.**
- This C (in the digestate)
 - As such
 - Or turned into **Biochar**
- Can contribute to the SCS bringing at the same time positive externalities such as increased fertility and increased C content of soils.
- The latter has positive effects on the Water Utilization Efficiency (WUE) and Nutrient Utilization Efficiency (NUE)
- Anyway the digestate in the biogas allows the application of organic fertilization on large scale
 - ▣ **Decoupling organic fertilization from the livestock growth**
 - ▣ Utilizing cover crops for energy uses, thus avoiding the nitrogen **famine** associated to the green mulching practices
 - ▣ Securing C supplies to the farm soils everywhere a digester is present

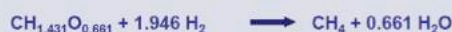
stefano.bozzetto@biostudi.com

Implementation of carbon negative systems (2) C of CO₂ sequestration via Carbon Reuse

7

- In the mass balance of the biogas plant:
 - i. **36% circa of the C in the biomass is in the CO₂**
 - ii. 20% of the C in the biomass is in the digestate
 - iii. 44% of the C in the biomass is in the CH₄
- The SCS potential of the biogasdoneright can profit from the **development of technologies able to reuse the CO₂ in the biogas.**
- The current bottleneck is the price of **renewable H₂** (needed in most of the processes)
- Power to Gas (PtG) is just one of the possibility to reuse the CO₂ coupling it to renewable energy generation (solar/wind fuels)
- PHA biopolymers production , composites, etc. are others examples.

Energetische Nutzung der Biomasse:
Thermochemische oder Anaerobe Konversion mit H₂



1 kg_{Biomasse, trocken}: 5,078 kWh

Reaktionsprodukt Methan: 9,267 kWh

+ 0,163 kg_{H₂}: 5,452 kWh (H₂ via Elektrolyse)

→ 100 % C werden in Kraftstoff überführt.



http://www.powertogas.info/fileadmin/user_upload/downloads/Vortraege/Konferenz_2014/140702_dena_Jahreskonferenz_PtG_Specht.pdf

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdoneright and soil carbon sequestration (SCS)

8

- AD due to its key advantages:
 - Efficient C conversion even at small scale (>500.000 liters diesel equivalent per year)
 - Multifeedstock,
 - Codigestion aptitude and ability to use watered biomass (till 2-3% dry matter content)
 - Flexible to match different enviroments/farms
- It is a **technological platform** able to:
 - Produce additional carbon without lowering food & feed sales at farm gate
 - Help to achieve a real ecological agriculture intensification
 - Implement organic fertilization at any desired scale
 - Sequesterate carbon at near to zero cost since the carbon storage via organic fertilization have to be paid back as much as possible by
 - an increased NPP (products)
 - and soil fertility (services)

stefano.bozzetto@biostudi.com

9

A case study

A farm in the northern Italian Po valley, near Ferrara

It's only an example of "Silent Spring Revolution" that many many Italian biogas producers are trying to do

Biogas feed in tariff is spurring a spontaneous ecological agricultural intensification as shown in the next slides, naturally.

stefano.bozzetto@biostudi.com

Situation prior to the Biogas plant

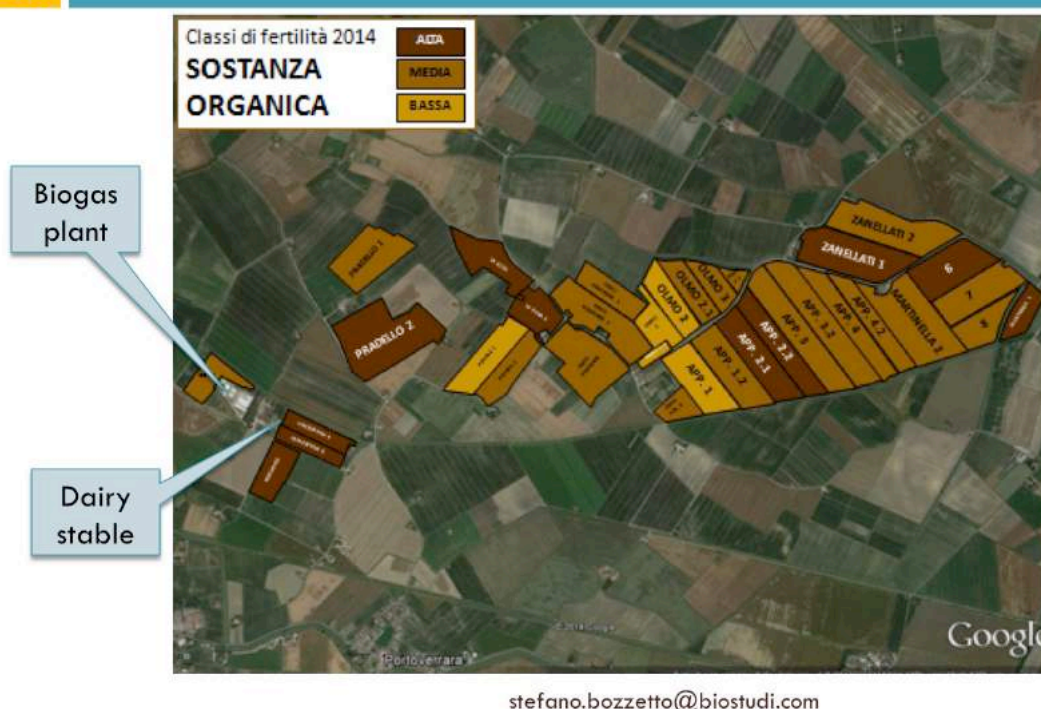
10

- The farm, located in the Po valley, comprehends :
 - 320 Ha (three owners)
 - A stable for 150 milk cows, milk used for "squaccherone" cheese production
- In the last years, the farm was unprofitable, with old machineries and insufficient work days to employ the people available
 - The full time employed corresponded to 2,5 units
- Fertilization
 - Organic fertilization uses 2,5 k Ton of manure and 4 k Ton of slurry; manure is applied to 100 Ha; slurry to additional 50 Ha
 - 80% of crops was using chemical fertilizers
- The land devoted to stable is 50 Ha:
 - 20 Ha of Alfalfa
 - 30 Ha of corn silage
- The farm buys yearly:
 - 300 Ton of feed grains
 - 40 Ton of soy meal
 - This corresponds to 70 extra Ha requirement
- For the market sales are used 270 Ha yearly, mainly corn & wheat grain in rotation with few hectares of Soy bean
- Harvest yields (in a „low fertility“ region) was
 - 6 Ton/Ha wheat
 - 8,5 Ton/Ha grain maize
 - 4,0 Ton/Ha soy bean in 1st harvest

stefano.bozzetto@biostudi.com

Situation of organic matter at the farm

11



Organic content of soils at different locations of the farm

12

COD.	Campo	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Classe tessitura	pH	Calcare %	Sost. Org. %	Azoto Tot. %	C/N	CSC meq/100g	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
Q5434	GEPPA	17,5	52,0	30,5	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,8	7,1	2,18	1,58	8,01	22,50	44,4	
Q5435	NOGAROLE	19,4	54,8	25,8	FRANCO-LIMOSA	7,7	6,6	2,21	1,59	8,06	22,50	40,2	535,3
Q5436	LAMBERTINA B	25,4	44,8	29,8	FRANCO-ARGILLOSA	7,7	7,0	2,62	1,91	7,98	23,10	93,2	735,4
Q5437	LAMBERTINA A	25,5	45,9	28,6	FRANCO-ARGILLOSA	7,7	8,2	2,93	2,04	8,33	23,10	121,8	753,6
Q5438	PRADELLO 1	20,8	51,6	27,5	FRANCO-ARGILLOSA	7,7	9,2	1,82	1,24	8,51	20,20	16,5	222,2
Q5439	PRADELLO 2	28,8	50,1	21,1	FRANCO-LIMOSA	7,6	9,1	2,13	1,48	8,36	17,60	18,3	261,0
Q5440	POVERA	28,3	47,6	24,0	FRANCA	7,8	9,1	1,95	1,40	8,06	18,70	24,3	233,5
Q5441	8	17,6	52,8	29,6	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,8	10,3	2,32	1,70	7,90	22,30	24,5	331,8
Q5443	MARTINELLA 1	15,0	53,0	32,1	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,8	9,3	2,55	1,82	8,14	24,10	27,3	428,6
Q5444	7	19,1	51,5	29,4	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,8	9,2	2,08	1,37	8,81	21,70	23,8	302,9
Q5445	6	21,8	47,4	30,8	FRANCO-ARGILLOSA	7,8	9,9	2,96	1,76	9,77	24,30	29,3	394,3
S074701	APP. 1	18,1	54,6	27,3	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,9	10,1	1,95	1,28	8,83	20,40	13,5	183,2
S074702	APP. 1-2	21,2	53,8	25,0	FRANCO-LIMOSA	7,9	10,0	1,76	1,07	9,55	18,80	16,5	239,3
S074703	OLMO 1-1	36,7	47,0	16,3	FRANCA	8,0	12,4	1,06	0,54	11,39	12,90	6,9	85,4
S074708	LA ROSA	25,3	52,5	22,2	FRANCO-LIMOSA	7,7	13,2	2,55	1,69	8,75	19,10	61,8	969,6
S074709	MARTINELLA 2	23,1	49,0	27,9	FRANCO-ARGILLOSA	8,0	9,9	1,85	1,24	8,65	20,50	18,1	244,4
S074710	APP. 4-2	7,9	51,0	41,1	ARGILLOSO-LIMOSA	7,9	5,9	2,20	1,67	7,66	28,00	18,1	245,5
S074711	OLMO BOL 4	26,1	50,7	23,2	FRANCO-LIMOSA	7,8	9,4	1,73	1,16	8,67	17,80	23,6	338,6
S074712	OLMO 2-1	13,4	53,7	32,8	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,9	7,9	2,05	1,36	8,73	23,40	16,5	243,2
S074713	OLMO 3-1	12,5	54,4	33,1	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,9	8,9	2,18	1,36	9,31	23,80	9,2	192,0
S074719	POVERA 2	18,3	54,6	27,1	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,9	10,5	2,01	1,31	8,90	20,40	38,7	286,7
S074720	OLMO BOLOGNESI 2	17,5	56,2	26,3	FRANCO-LIMOSA	7,9	9,3	1,94	1,21	9,28	19,80	20,8	234,5
S074721	OLMO 2	12,7	55,1	32,2	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,9	8,8	1,93	1,33	8,41	22,80	17,6	258,2
S074724	ZANELLATI 2	5,8	50,6	43,6	ARGILLOSO-LIMOSA	7,9	7,3	2,48	1,69	8,50	29,80	17,9	
S074725	APP. 2-2	14,4	50,5	35,1	FRANCO-LIMOSO-ARGILLOSA	7,8	8,7	3,17	1,96	9,37	23,80	28,4	367,8
S074726	OLMO BOL 3	28,9	48,2	22,9	FRANCA	7,8	10,8	1,63	1,04	9,12	17,50	22,2	340,9
S074727	OLMO 1	39,4	44,2	16,4	FRANCA	8,0	12,4	0,79	0,48	9,58	12,30	4,1	70,6
S074729	LA ROSA 2	20,8	55,2	24,0	FRANCO-LIMOSA	7,7	11,6	2,48	1,62	8,88	19,80	60,0	853,1
S074730	OLMO BOLOGNESI	17,1	54,8	28,1	FRANCO-LIMOSA	7,9	8,5	2,03	1,31	8,98	21,00	21,5	214,6

stefano.bozzetto@biostudi.com

Construction of a biogas plant fed with 1st harvest «first crop», corn silage i.e. only one crop monoculture (1)

13

- In 2012 a 1 MWe biogas plant was built
- Its required an investment of 6 million€
- The initial diet for the biogas plant was (fresh matter) :
 - 9 Ton manure and 10 Ton dairy slurry per day, coming from the stable
 - 42 Ton per day of corn silage from monoculture, following the "German biogas system" advice



stefano.bozzetto@biostudi.com

Construction of a biogas plant fed with 1st harvest «first crop», corn silage i.e. only one crop monoculture (2)

14

In this way crop rotation was reduced compared to the situation prior to biogas, with no winter crops, no leguminous crops, with a focus on corn silage monoculture

No winter grains harvest means also no straw for the stable, thus adding costs

Production for the AD:

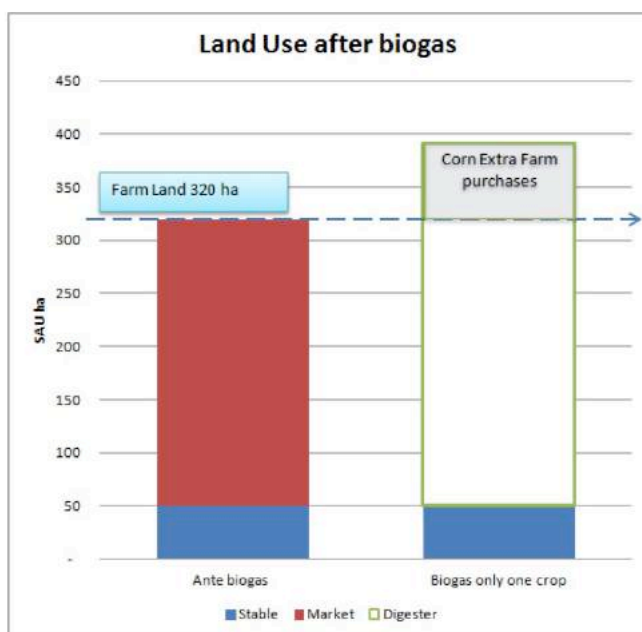
- Covers all the land area of the farm, including the one that before were used for cash crops to sale on the markets
- But wasn't sufficient: there was a need to purchase from 3rd parties corn silage corresponding to further 71 ha

Land ha	Prior biogas	Biogas
Wheat silage		0
Wheat grain	50	0
Nitrogen fixing Mix and tritcale		0
Triticale		0
Corn silage for the Digester	30	30
Corn silage for the Stable		270
Corn grain	210	
Sorghum grain		
Sorghum silage	0	
Soy bean	10	
Alfalfa	20	20
Alfalfa (1st and 5th cut) for the digester		
OVERALL	320	320
	0	0
double crops	0	0
first crops	320	320
CROPS DESTINATION		
Stable	50	50
Digesters		270
Market	270	0

stefano.bozzetto@biostudi.com

Land use after biogas with a monoculture diet (corn silage)

15

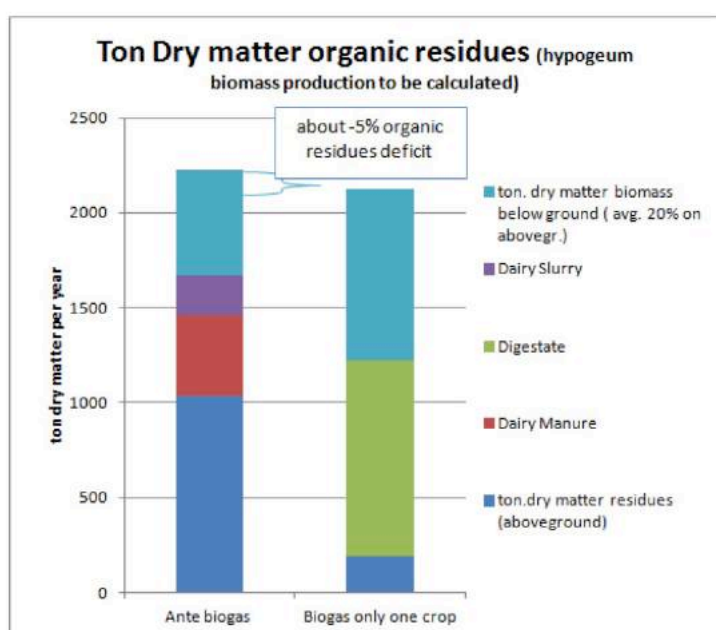


stefano.bozzetto@biostudi.com

- The carbon used in the digesters is diverted reducing the C-forage sold on the market (wheat, corn and soy)
- More, the farm has to buy more extra farm corn silage to feed the digesters

Organic matter mass balance

16



stefano.bozzetto@biostudi.com

- The substitution of wheat/corn grain and soy bean production, with corn silage monocropping, induce less left stover input coming back to the soil
- The farm has to buy wheat straw from neighbour farms
- The C-soil balance is on deficit (about -5% less carbon inputs)

17

The biogasdone right biomasses

A different approach to the production of renewable carbon

Double cropping and digestate soil fertility improvement

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdone right

Pursuing an Ecological Agricultural Intensification

18

- After one year of management a new biogas feeding plan was developed
- The new plan aims at utilizing
 - 30 ton/day of livestock effluents (cows, chickens...)
 - The rest are catch crops silages harvested (at 50% milk line)
 - triticale and winter cereals
 - Maize and Sorghum
- Only 10 ha are only for the digesters, namely of Sorghum on farmland with low fertility and difficult management, in the farthest side of the Farm, difficult to irrigate too.

Digesters diet (ton fresh matter /day)

DIGESTER DIET	BIOGAS ONLY ONE CROP				BIOGASDONE RIGHT			
	ton fm/day	Nmc/day	ton / year	FCLR	ton fm/day	Nmc/day	ton / year	FCLR
Wheat silage	0	0	0	0	3,7	814	1.350	0
Wheat grain	0	0	0	0	-	-	-	0
Nitrogen fixing Mix and triticale	0	0	0	0	5,8	1.093	2.100	0
Triticale	0	0	0	0	12,3	2.342	4.500	0
PARTIAL WINTER CROPS	0	0	0	0	21,8	4249,315	7950	0
Corn silage for the Stable	0	0	-	-	0,0	-	-	-
Corn silage for the Digester	42	10.080	15.330	341	18,1	4.340	6.600	-
Corn grain	0	0	-	-	0,0	-	-	-
Sorghum grain	0	0	-	-	0,0	-	-	-
Sorghum silage	0	0	-	-	1,0	208	380	10
PARTIAL SUMMER CROPS	42	10.080	15.330	341	19,1	4.548	6.980	10
0	0	-	-	-	-	-	-	-
0	0	-	-	-	-	-	-	-
Chicken manure (eggs @30%DM)	0	0	0	0	10,0	1.200	3.650	-
Bovine manure	8	560	2920	0	9,6	768	3.504	-
Bovine slurry	12	420	4380	0	14,4	504	5.256	-
PARTIAL LIVESTOCK EFFLUENTS	20	980	7300	0	34,0	2.472	12.410	0
	62	11.060	22.630	341	74,9	11.269	27.340	10
Corn silage purchases				71				

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdoneright (1)

New land use plan: more crops in the rotations via catch crops double cropping strategy

19

- New land use plan foresee:
 - ▣ Double harvest for all the fields except the one planted with alfalfa perenennial crop
 - ▣ Intensification of soy in rotation as nitrogen fixing double crop for the market
 - ▣ Reintroduction of winter cereals, used for straw production for the stable and the grains are sold on the market
 - ▣ Maize, Sorghum & Soy in 2nd harvest are seed with no labour (in the future with strip tillage) to save time/water, and irrigation is provided by new ("water saving") irrigation systems behind big rolls systems
 - Drip irrigation
 - Pivot

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdoneright (2)

The new land use plan

20

SAU ha	320	NEW LAND USE PLAN				FINAL USE				
Crops	Remarks	Winter crops	Mono crops	Summer Crops	Overall	Dairy Stable	Market	Partial	Digesters	FCLR for digesters
Silage Wheat	follow Corn silage center pivot and drip irrigated	30							30	
Corn Silage (stable)				30		30				
Wheat grain	follow Corn silage center pivot and drip irrigated	110					110			
Corn Silage (Digesters)				110					110	
Mix winter cereal/nitrogen fixing crops	corn grain with sprinkler irrigation	60							60	
Corn grain				60			60			
Triticale silage	sprinkler irrigation	100							100	
Sorghum Silage				10					10	10
Soy bean				90			90		0	
Sorghum grain				0					0	
Alfalfa			20			20			0	
Alfalfa (1st/5th cut) for digester			0						0	
OVERALL HECTARES		300	20	300	620	50	260	310	310	10

stefano.bozzetto@biostudi.com

Changes in the land use plan triggers a better use of digestate and spur sustainable farming practices

21

Targets

- ❑ Elimination of chemical fertilizers using and improvement of the digestate application
- ❑ Planning of the digestate using is submitted to crops requirement and not at the aim to discard the slurry because the storage tanks are full as usually
- ❑ Keeping the soils moist and no compacted
- ❑ Reduction of seeding waiting time between first and second crop to optimize photo and thermo-period for the second crop growth
- ❑ Secure and increase crops yields avoiding soil compaction and improving organic fertility

Actions

- Tank digestate storage volume improvement
- Umbelicale digestate spreading avoiding slurry tanker to entry in the fields and compact the soil
- Strip tillage, no labour farming
- Drip fert-irrigation and Pivot fert-irrigation wherever we can
- Data monitoring (GPS, soil conditions, agroeco parameters control)

stefano.bozzetto@biostudi.com

22

Biogasdone right effects

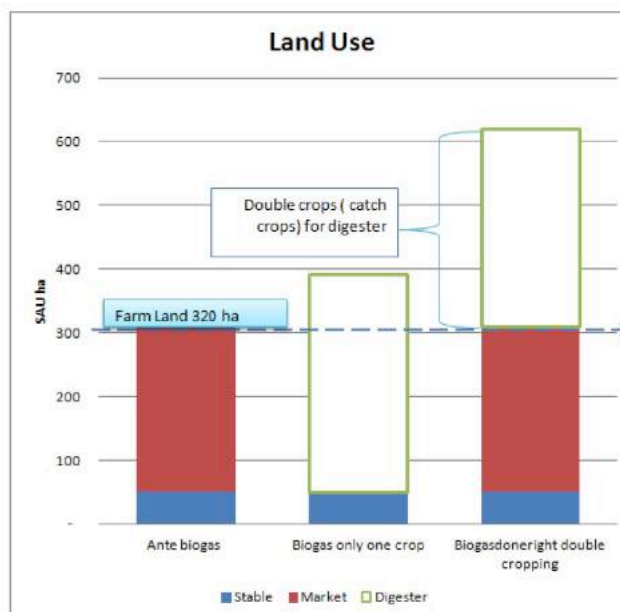
stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdone right effects (1)

First crop land requirement : from 370 ha to 10 ha

23

- The amount of land that produces for the markets is restored
- The biomasses needed for the biogas plant are not produced any more displacing the biomasses produced for the market



stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdone right effects (2)

Increased crop rotation, no chemical fertilizers, soil coverage long the whole year, increased agricultural residues production

24

- Differences to ante biogas plant situation
 - **Crop rotation is improved**, from 4 crops ante biogas to 7 crop, with nitrogen fixing crops of 110 ha per year (1/3 of the farmland, 4 times more the prior to biogas situation) and 20 ha of alfalfa
 - The fertilization needs are almost entirely covered by the **nutrient cycling via digestate**
 - **Soil coverage** happens almost over the whole year allover the farm and not only over the alfalfa fields (20 ha over 320 ha ante biogas, **now 320 ha over 320 ha all year around!**)
 - The straw needed for the stable is not anymore purchased ex-farm but the farm is again in the position to self-produce it for its own need and at the same time **increases the production of agricultural residues**.

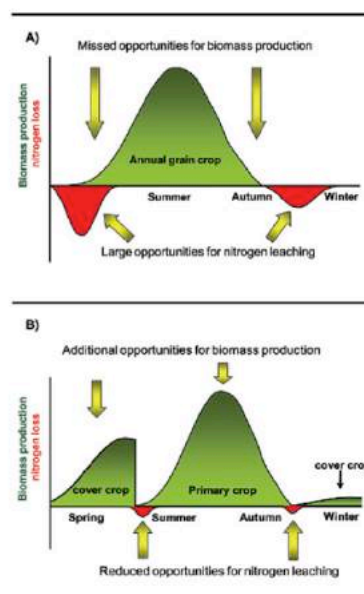


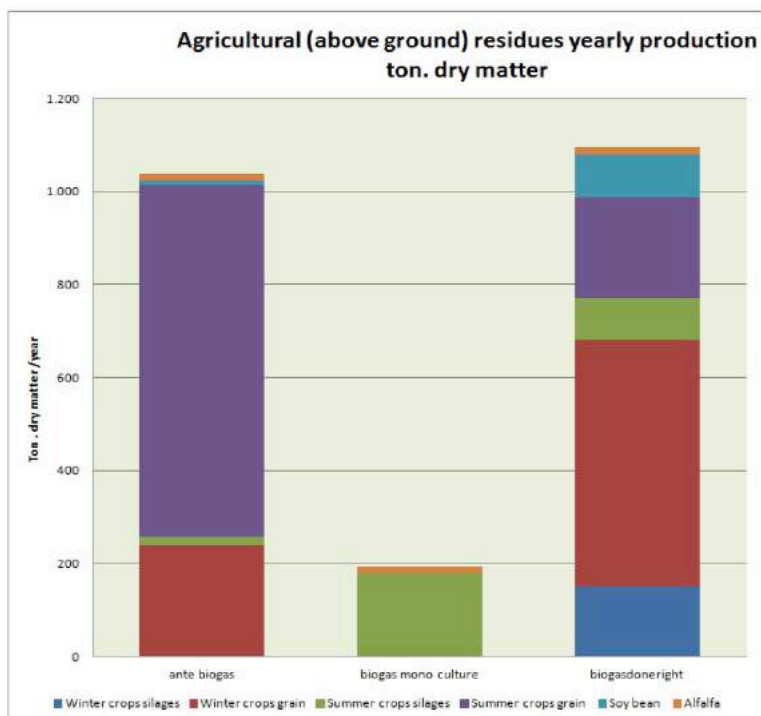
Fig. 1. Hypothesized representation of the seasonal dynamics of dry matter production and NO_3^- -N leaching (A) in an annual grain cropping system and (B) in a bioenergy double-cropping system.

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdone right effects (3)

Higher production of agricultural residues

25

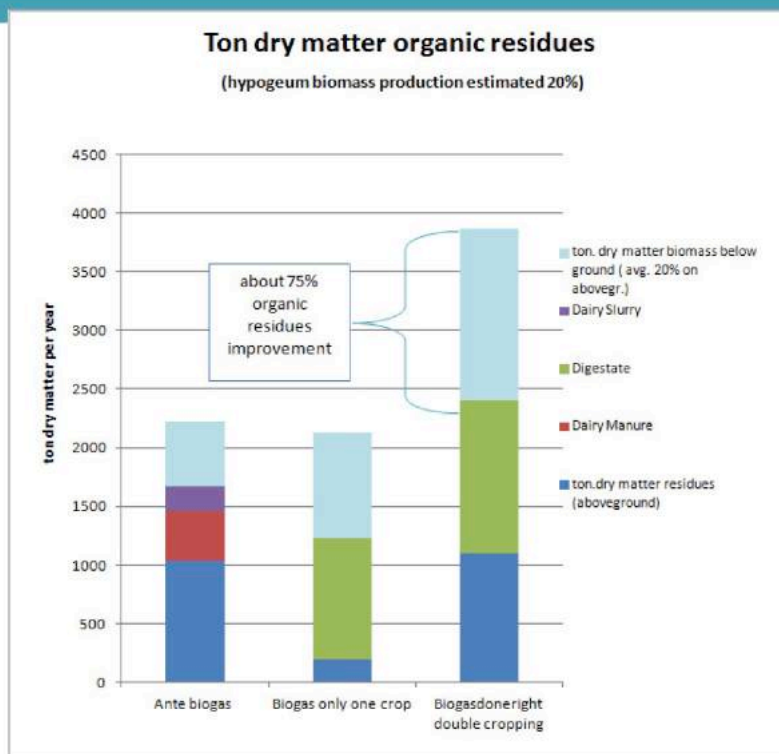


- Underground biomass balance is under review
- We expect a non-negligible contribution to residues mass balance increase

Biogasdone right effects (4)

>75% increase of organic fertilization compared to the ante biogas

26



Mass and nitrogen balance

27

INPUT	ton/Day	ton/year	% on FM	N zoo kg/a	N veg kg/a	N tot kg/a
Silages	41	14.929	54,6%		52.311	52.311
Bovine Manure	10	3.504	12,8%	10.512		10.512
Chicken manure	10	3.650	13,4%	56.575		56.575
Bovine Slurry	14	5.256	19,2%	18.396		18.396
Other	-	-	0,0%			
OVERALL	74,9	27.339	100,0%	85.483	52.311	137.794
Biogas production	- 14,17	- 5.172				
	Nmc/year	3.972.964				
	Nmc/day	10.885				
	Nmc/h	454				
Digestate as is	60,73	22.167		85.483,0	52.310,7	137.793,7
Liquid digestate (@3-5% DM)	48,58	17.733				
Solide digestate (@20-25%DM)	12,15	4.433				

- 60% of Organic Nitrogen is mineralized in the digestate at N-NH₃
- All P-K-S- micronutrients are recycled back in the digestate
- About 20% of carbon is back on the digestate

stefano.bozzetto@biostudi.com

28

Summary

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdone right effects

Reduction of GHGs emissions from the agriculture sector and increases the organic matter of soils

29

- **Biogasdone right at Ferrara farm**
 - it integrates with the farm productions (it kept the stable opened and keep unchanged the output for food & feed markets) due to its flexibility in being implemented
 - Keep the farm independent from fossil fertilizers purchase via the **digestate**
- **Biogasdone right is also a bioenergy able to produce additional carbon & reduce GHG emissions at the same time**
 - Mitigating GHGs emission from farming and from livestock management
 - Increasing the harvest yield via an improvement of the digestate use.
 - As a matter of example at the Ferrara farm the yield increased of 30% in the last three years
 - Significantly increasing the carbon content of soils, especially where today is below the 1% and where no farmyard manure is available
 - Decoupling the organic fertilization from the an unlimited development of livestock industry,
 - especially in a moment where the Italian milk market prices are too low to justify any investment in this direction

stefano.bozzetto@biostudi.com

A summary of the results

30

Item	Ante	Biogasdone right	Var.
SOCIAL			
Job units	2,5	5,5	3
% variation			120%
Market diversification	(-)	(+)	
Food commodities production cost	(+)	(-)	
Cash flow	(-)	(+)	
Capital attractiveness	(-)	(+)	
New investment .000€		€ 6.000	€ 6.000
Turnover €	€ 558.040,00	€ 2.716.929,89	€ 2.158.889,89
			387%
LAND USE			
Nitrogen fixing crops (ha)	30	110	80
Biodiversity (N. of Crops in rotation)	4	7	3
Yearly crop cover time (month)	5	11	6
Land managed	320	320	0
Land diverted from Food/Feed markets	0	10	10
Intensification (ha crops harvested)	320	620	300
% variation			94%
OUTPUT			
Cereal and soy bean for the market Ton	1.950	1.820	-140
% variation			-7%
Milk at the market Ton	1.450	1.450	0%
Nmc Biomethane/year		2.089.260	
Organic input to the fields ton dry tons/year	1.669	2.405	736
			44%
"Fossil" fertilizers purchases ton	2.400	384	-2.016
			-84%

N.B.

Often I'm been challenged that second harvest or more nitrogen fixing crops in the rotations could occur also without biogas production

May be with some subsidies...

This argument is brought by people that are not farmers or at least that haven't any experience about the money coming from agricultural markets.

The today clustering of livestock production in some areas dropped the demand for nitrogen fixing plants silage where no livestock is bred

Only the possibility to make silage and no grain allow the NPP Ferrara intensification . And the milk price unable us to apply this land use strategy without biogas turnovers.

The additional demand arising from the biogas plant is what drive the ecological agricultural intensification

A conscious and effective use of digestate help to make the difference

stefano.bozzetto@biostudi.com

Ferrara Land Efficiency review

From 320 ha to 10 ha of 1° harvest land,
circa 2.100 MWh th/ha, 35 times more the best Palm Oil land efficiency

31

The FCLR (first crop land requirement, land subtracted from Food & Feed production) it corresponds to 10 ha of Sorghum silage, on recalcitrant soils thatr are difficult to irrigate

The 80-85% comes from livestock effluent (cows or chickens) and from winter harvest or maize in second harvest. It is worth to mention that second harvest or winter harvest increased of 30% in the last years due to the digestate effects

$$FCLR(ha) = \left(\frac{A - I}{C} \right) \times \frac{1}{P}$$

20-15% of the efficiency comes from an improved yield of biogas formation due to a better diet regarding the NDF/ADF ratio of feedstocks, more starchy inputs etc.
In the following slides the profile of the organic digestable matter Consumption trend

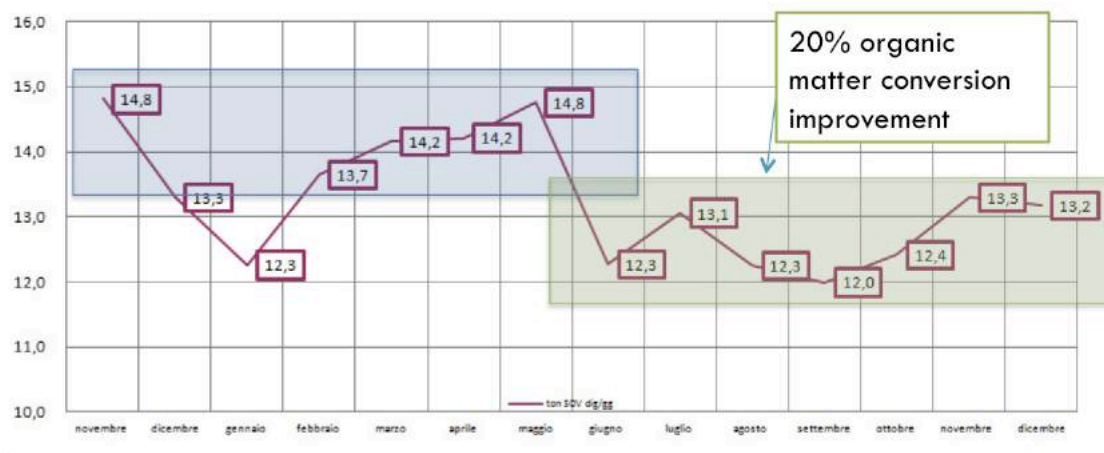
In this case is first harvest Sorghum and the increase in yield plays a negligible effect

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogas biotech conversion improvement (A) (10.500 Nmc biogas/day @53% Ch4)

32

Organic digestable matter consumption trend (ton per day)



Biogas biotech has a lot of room to improve it's efficiency : micronutrients, hydrolitic enzymes, C-CH4 conversion improvers, nitrogen biomass in continous removal, etc.

stefano.bozzetto@biostudi.com

33

General remarks

stefano.bozzetto@biostudi.com

The efficiency of the biogasdone right

34

In reducing GHG emission in farming and about carbon sequestering, biomasses could be divided in:

- A. Biomasses that produce **additional carbon**, that means carbon NOT produced at farmland previously used for food & feed or to enhance soil fertility
- B. **Carbon from other bioms**, that is carbon NOT produced at the farm or that would be anyway used at the farm (e.g. purchased manure)
- C. Carbon that **replaces food & feed**, when with a monoculture we feed the AD plant instead to sell it in the food markets.

Biofuelsdone right targets:

--> A. & B. need to increase, C. need to decrease

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biomasses for the biogasdone right

A new feeding plant for the biogas plant that rely almost entirely on integration biomasses (thus additional carbon) was prepared for Ferrara biogas plant

35

ton dry matter /day	BIOGAS from mono cultures			BIOGASDONE RIGHT		
	Additional C	C from others bioma	C substitutional of food and feed	Additional C	C from others bioma	C substitutional of food and feed
Silage wheat				1,2		
Wheat grain				-		
Mix winter cereal/nitrogen fixing crops				1,7		
Triticale				3,9		
Partial winter crops	-	-	-	6,9	-	-
Corn silage for stable				-		
Corn silage for digesters			14,3	6,1		
Corn grain				-		
Sorghum grain				-		
Sorghum silage						0,4
Partial summer crops	-	-	14,3	6,1	-	0,4
Chicken manure		-			3,1	
Bovine manure		1,6			1,9	
Bovine slurries		0,4			0,6	
Partial livestock	-	2,0	-	-	5,6	-
OVERALL TON DRY MATTER DAY	-	2,0	14,3	13,0	5,6	0,4
			16,2			19,0
Digestable matter ton /day			13,0			14,5

stefano.bozzetto@biostudi.com

The biomasses for advanced biofuels

Overcoming the “food” vs “no-food” crops useless lexicon

36

Biomass	ADVANCED BIOFUEL (so called second generation biofuel)		FIRST GENERATION BIOFUEL
	Additional C	C from others bioma	C substitutional of food and feed
Annual mono crops on already cultivated agricultural land (food or no food)			
Catch crops (double cropping) after or before cash crops			
Nitrogen Fixing Crops in yearly rotation with cereals for the food and feed market			
Perennial grasses			
Perennial grass and nitrogen fixing crops on marginal /set aside or degraded lands			
Livestock effluents			
Agricultural by products on the condition that the soil carbon fertility is at least maintained			
Industrial by products			
Organic waste			
Aquatic plants and algae growth on no cultivated lands			
Renewable liquid and gaseous fuels of non biological origin			

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdone right : a crucial tool to turn the agriculture into a carbon negative industry worldwide

37

- *Biogasdone right it is a technological platform adapted to different environmental and social area*
- *and it is able to achieve an **ecological agricultural intensification and waste land revegetation.***
 - *Enhancing the NPP producing additional carbon*
 - *To be used in the biogas production*
 - *To produce digestate thus allowing organic farming even without livestock*
 - *Recycling nutrients locally thus making the farm independent from chemical fertilizers*
 - *Bring innovation in agriculture and allow the increase in NPP without increasing the GHGs emissions*

stefano.bozzetto@biostudi.com

Soil as carbon sink

How to recover soils under degradation or desertification and how to increase the organic fraction of current farmland

38

- *Farmland is a low-cost, distributed carbon sink with no access restriction and that is able to store more than 1 Gton of C yearly*
- *Carbon can be stored long term in soils if some agricultural practices are in place (nitrogen fertilization, green mowing, covered soils, crop rotation with nitrogen fixing plants, no tillage...)*
- *These practices are anyway useful to increase soil fertility and to mitigate the environmental impact of conventional agriculture.*
- ***But to increase the organic content of soils at the scale requested by climate change it is crucial the production of additional carbon to the one already produced for Food & Feed and to sequester this additional carbon input in the soils to slow down CO2 growth in the atmosphere***
 - *The organic farming experience demonstrated that with a constant input of organic carbon in the soils it is possible to sequester carbon in them in a long term/stable way until reaching a plateau (soil saturation).*
 - *Considering the amount of abandoned or under degradation farmland on global level and the quantity of carbon that can be stored in soils there is more than enough room to outperform the target of 1 Gton of carbon per year sequestered from the atmosphere.*
- *The organic Carbon can be stored long term in soils despite the well known oxidative (leaching and erosion) mechanisms, **if its administration is constant***
- ***Biogasdone right strategy allows this.***

stefano.bozzetto@biostudi.com

“Soil is a carbon sink diffused and accessible to everyone, we cannot neglecting it! “ R. Lal

39

- “The potential of Soil Organic Carbon (SOC) sequestration is finite in magnitude and duration.
- It is a short-term strategy to mitigating anthropogenic enrichment of atmospheric CO₂.
- The annual SOC sequestration potential is only about 1,2 Pg C/year.
- The atmospheric concentration of CO₂ at the observed rate of 1990 (3.2 Pg C/year) will continue to increase at the rate of 2.0–2.6 Pg C/year even with soil C sequestration.
- Thus, a long-term solution lies in developing alternatives to fossil fuel. **Yet, SOC sequestration buys us time during which alternatives to fossil fuel are developed and implemented.**
- It is a bridge to the future. It also leads to improvement in soil quality.
- Soil C sequestration is something that we cannot afford to ignore”

Rattan Lal

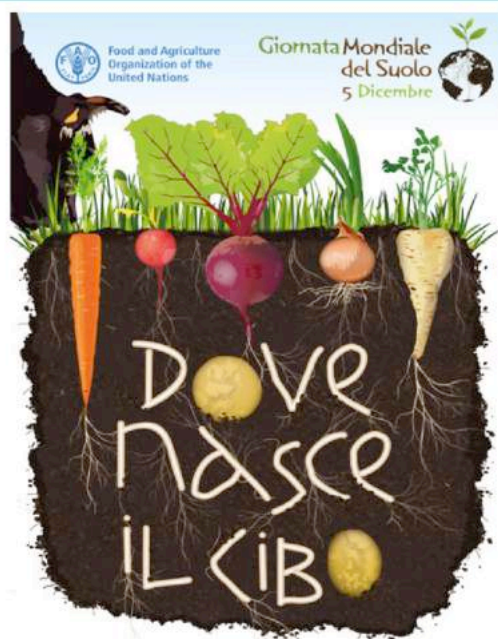
Director of Carbon Management and Sequestration Center

Ohio State University

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogasdone right and Soil Carbon Sequestration Many Scientists comes to speak about

40



SCOPE - Benefits of Soil Carbon

Pagina 1 di 1

Home SCOPE People Volume 75 Sponsors Links Contact

This is an example of a HTML code with [a link](#)

Concerning and improving soil carbon through land management offers enormous potential to simultaneously address the major global challenges of soil erosion, degradation of soil and water quality and rapid and growing demand for food. Many of the benefits of soil carbon arising from multiple ecosystem services are not recognized or are external to the existing markets. This project is a major international effort to transfer complex scientific evidence into new policy approaches and into new land management practices.

This Rapid Assessment Project (RAP) on The Benefits of Soil Carbon draws together experts from a broad range of disciplines to prepare the science evidence, presented in 27 background chapters, to synthesize the complex body of information in order to establish a new change in policy approaches and land management practices worldwide.

The first milestone of this global global collaboration - The Benefits of Soil Carbon Workshop held 10-12 March 2011 and hosted by the European Commission, Directorate General Joint Research Centre at Ispra, Italy - brought together 40 leading experts from Africa, Asia, Europe and North and South America to build on the state of the knowledge from the background chapters. The keynote address was provided by Professor Jerry Melillo, Chair of the US National Climate Change Assessment and an opening address was given by Professor Peter Vitousek, Professor in the US. During the workshop, participants drafted four concluding chapters that identify knowledge gaps, research requirements and policy innovations to create new solutions to the challenges of recovering the world's soil from near-death experiences.

World Soil Day 2014 saw the launch of the principle output of this RAP: [SCOPE: Volume 75: Soil Carbon: science, management and policy for multiple benefits](#) - a volume of 27 chapters of complex scientific evidence reports new policy approaches and land management practices. With an executive summary, the background and concluding chapters from the Final SCOPE Science Synthesis. To maximize impact on policy and action, participants prepared three to five concluding chapters that identify knowledge gaps, research requirements and policy innovations to create new solutions to the challenges of recovering the world's soil from near-death experiences.

Dissemination involves the international journal of environmental ministers, intergovernmental agencies and their technical advisors, technical experts in government and universities, and the wider public via outreach programmes and press conferences.

This project includes training for the necessary follow-up work to fully mainstream policy development and implement solutions for the global delivery of the multiple benefits of soil carbon and access through the selective initiative and broad interdisciplinary consensus of the members of the Scientific Advisory Committee.

The collaboration is in response to the United Nations Environment Programme's Programme of Work on Land, which identified the benefits of Soil Carbon as one of the top five emerging issues in 2012 to focus international attention and effort for global opportunity, subsequently developed as an emerging environmental issue chapter in the [UNEP Year Book 2012](#). Further developments are reported in Chapter 6 of the [UNEP Year Book 2014](#), as an update on international action for the improvement of soil management.

The Benefits of Soil Carbon project is co-ordinated by Prof. David Swaney, The University of Sheffield, UK, and Prof. Gita Hostenberger, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211464514000864>

stefano.bozzetto@biostudi.com

41

Back up slides

stefano.bozzetto@biostudi.com

2015 (1) Land use situation in Ferrara

42

Current situation:

- In 2015 the land used for feeding the biogas plant in first harvest are 170 ha
- Investment in fertirrigation infrastructure has not been made yet due to the extreme low price of agricultural commodities at the moment
- Machines for strip tillage seeding and minimum soil labour have not been purchased yet for the same reasons has above
- The use of chicken farm manure has not been authorized at the farm (beurocracy issues), whereas other biogas plant can already use it until 20 ton/day
- In 2016 if the agricultural commodities prices will raise significant investment in agricultural machinery will be done and the land use planned will be achieved

Corn CBOT prices (2015 Jan 31st)



Soy CBOT prices (2015 Jan 31st)



stefano.bozzetto@biostudi.com

2015 (2) Fertilization in Ferrara

43

- In the 2014 a research program to monitor the organic content of the fields was started
- 20% of the digestate is still distributed in summer as less usefull fertilization before spring seeding
- A tanker for digestate burying was bought and umbilical system for its burying will be bought soon
- A tractor suitable for conservative agriculture and with GPS will be bought
- A pivot irrigation system will be bought and fertirrigation will be implemented
- A system for the filtration of liquid digestate fraction need to be optimized (less 150 microns)
- In 2015 is forecasted the purchase of 50-70kg of complex nitrogen fertilizers, about 90% less than previous digestate biogas plant availability
- We hope in the future to start selling some organic and renewable fertilizers at the neighbours farmers

stefano.bozzetto@biostudi.com

Biogas Double Cropping intensification

Strip tillage seeded Corn silage for the Stable
after winter rygrass for the digester (Federici Farm – Cremona)



Consorzio Italiano Biogas

Pre-seeding umbelical digestate fertilization instead fossil Urea

Artegiari Farm - Verona



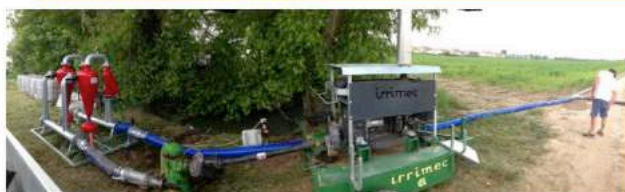
Consorzio Italiano Biogas

Drip irrigated Corn after Triticale

Cazzola farm- Verona

Fertilized with **Renewable Ammonium Sulphate** made by digestate evaporation

Experiments are in progress to try to utilize liquid 150microns filtered digestate



- ✓ Less watering
- ✓ Less Nutrients
- ✓ More nutrients vegetables intake
- ✓ 50% more yields
- ✓ More predictable yields

Simply
less riskly&costly
more sustainable corn farming



Consorzio Italiano Biogas

Digestate spreading solutions

47

<http://www.digestatesolutions.co.uk/accurate-umbilical-slurry-spreading.html>



Maschio Gaspardo Italy



stefano.bozzetto@biostudi.com

Rye grass digestate late winter fertilization



New Holland T6.140 Biomethane powered tractor



Consorzio Italiano Biogas

49

February Wheat grain liquid digestate fertilization



May –June Corn liquid digestate fertilization



stefano.bozzetto@biostudi.com

BIOGASDNERIGHT

A case study to explain Biogasdoneright principles applied at Enna Farm in Sicily

Ante Biogas situation

2

- Durum wheat is the main cash crop component in the rotation
- Sulla (Italian Sainfoin) is a nitrogen fixing crop adapted to mediterranean climate. Its demand is dropping due to the decrease of the livestock industry in Sicily
- Italian Sainfoin in rotation is a key element to avoid protein content decrease in Durum Wheat when no rotation is in place
- Farmland is silty loamy on the hillside and clay loamy at the valley floor. The organic content is around 1% by average with consistent desertification process in place
- The economic profitability of the farm is very low and without the Common Agricultural Policy (PAC) subsidies it could barely survive

Farm Land for row crops and forages:	550 ha	
Land use		
wheat durum:	250 ha	50%
Sulla Sain fain	100 ha	18%
bare soil	200 ha	36%
Grain Sorghum	0 ha	0%
overall	550	

Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

3

Deployment of the Biogasdoneright

Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Feeding diet for a 870 Nmc/h of raw biogas to biomethane project

4

Biogas feed plan	BIOGASDONERIGHT				
	<i>ton as such/day</i>	<i>Nmc</i>	<i>ton /year</i>	<i>FCLR</i>	<i>Ton DM/day</i>
Bran and broken wheat	0,1	55	37		0,09
Sorghum	23,0	4.600	8.395		8,05
Opuntia	50,0	4.000	18.250		6,00
Italian Sainfoin	26,2	4.192	9.563		7,86
Exhausted destoned olive cake	20,0	3.000	7.300		4,40
Citrus ssp. Pulp	40,0	4.400	14.600		6,00
Grapes marc	1,0	100	365		0,18
Livestock effluent	20,0	500	7.300		0,80
	180,3	20.847,0	65.810	100	33,38
MW eq	1,9	869			
Nmc BioCH ₄ /year	4.032.852				

Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Biogasdoneright

A new crop planning that pursues an ecological agricultural intensification

5

- Set aside is not any more needed, a yearly rotation of cereals with Italian Sainfoin is in place thus the whole land is constantly cultivated and no bare soil is foreseen
- Sorghum in second harvest after Italian Sainfoin, supported by drip irrigation
- Fodder and forage Opuntia as perennial crop
- The farmland subtracted to the market correspond to 100 Ha, thus -30% compared to the ante biogas situation

Farmland (ha)	550	New crop plan								Use of soil	
Crops	NOTES	WINTER	Single harvest	Summer	TOTAL	Stable	Market	Partial	AD	fclr for digester	
Durum wheat	only for the market		250				250				
Italian Sainfoin	only for the digester to support C/N ratio	250							250		
Opuntia	catus for forage		50				0		50	50	
Sorghum, grain in 1st harvest		0		0			0		0		
Sorghum Silage 2nd harvest	drip irrigated			250					250	250	
Set aside	no more bare land									-200	
TOTAL		250	300	250	800	0	250	250	550	1000	
			0						ha/1M Nmc	25	

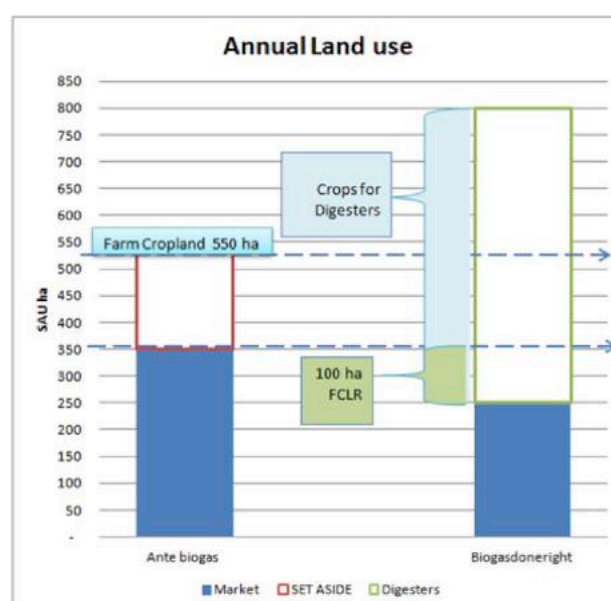
Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Biogasdoneright effects

First harvest utilization

6

- Set aside is removed when not functional to the maintenance of organic matter in the soil
- The plant leftovers at the field site are all buried
- Only 100 ha (30% of the farm surface) of first harvest are not allocated to the market and the silages are used for the biogas plant



Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Biogasdone right biomasses

7

In view of a harvest reduction for the market, a production of 4M Nm3 of BioCH4 is obtained

Production for the market (ton DM)	ante biogas	Biogasdone right
Durum wheat	750	750
Italian Sainfoin	600	0
Opuntia	0	0
Sorghum grain 1st harvest	25	0
Sorghum silage 2nd harvest	0	0
Total ton for market	1.375	750
Increase in year production		-45%
Nm3 BioCH4 per year	0	4.046.974

It must be noticed that due to the livestock industry crisis in Sicily the demand for feed and forages like Italian Sainfoin is starkly decreasing

Raise in additional carbon production and valorization of carbon that today correspond to potential source of CO2 emission outside of the farm is achieved via biogas

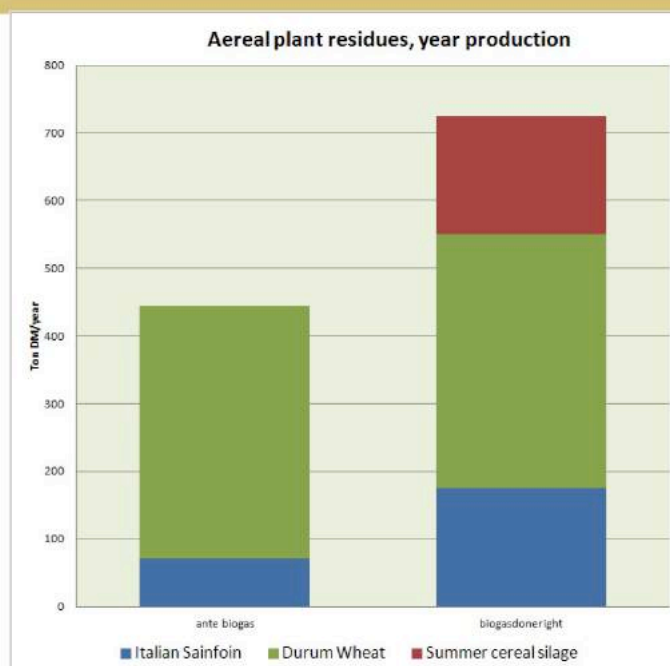
ton DM/day	Biogasdone right		
	Additional Carbon	Carbon from other Bioma	Food or feed substitution carbon
Bran and broken Wheat	0,1		
Opuntia	3,8		2,2
Sorghum	3,5		2
Italian Sainfoin	6,3		
Exhausted destoned olive cake		4,8	
Citrus ssp. pulp		7,6	
Grapes marc		0,2	
Livestock effluents		0,6	
Total	13,7	13,2	4,2
	44%	42%	14%
			31,1

Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Biogasdone right effects More carbon residues for the soil

8

- A raise in harvests triggers a 50% raise in the green munching compared to the ante biogas situation, from crops residues

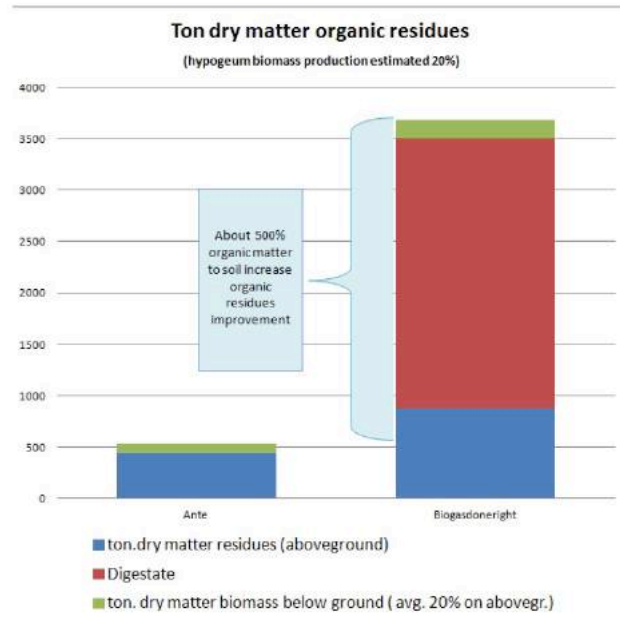


Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Biogasdone right in Sicily is a terrific key tool to recover soil under desertification process

9

- The reduction of the food carbon is set off by:
 - ▣ Production of additional carbon for the biogas plant
 - ▣ The return of nutrients to the soil for all the crops, thus making the farm potentially independent from fossil fertilizers
 - ▣ The possibility to return organic matter to the soil is five fold higher compared to the situation ante biogas



Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

10

The biogasdone right biomass in mediterranean regions

Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Biogasdone right biomass in semiarid areas

Opuntia

11

- At the current moment Opuntia is used in Sicily as arboriculture to obtain the prickly pear (fruit) as product
- Short planting distance of Forage Opuntia with drip irrigation & Organic fertilization is the main novelty in the crop rotation plan



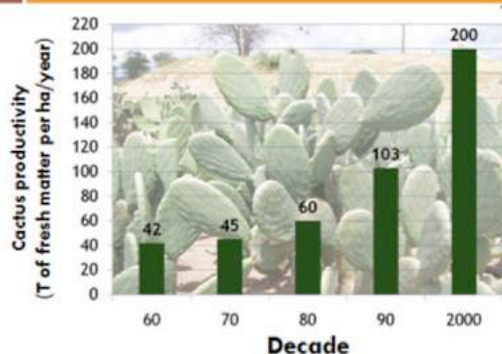
Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Opuntia foraggiera

(Prof. Paolo Inglese, Univ. Palermo, FAO Cactus Net Coordinator)

12

Increment of cactus productivity in experimental areas of NE Brazil in the last 50 years



With just a bit of water...

- Spacing 2 m x 0.1 m
- 5 L m⁻¹ week⁻¹ (or 2.5 mm/wk)
- In situ water catchment
- Drip irrigation (C3S1 water)
- 23 T DM ha⁻¹ Yr⁻¹
- 0.1 ha is enough to sustain two cows during 180 d with 50% of cactus in the diet

Lima et al., 2013 (to be presented in this meeting)

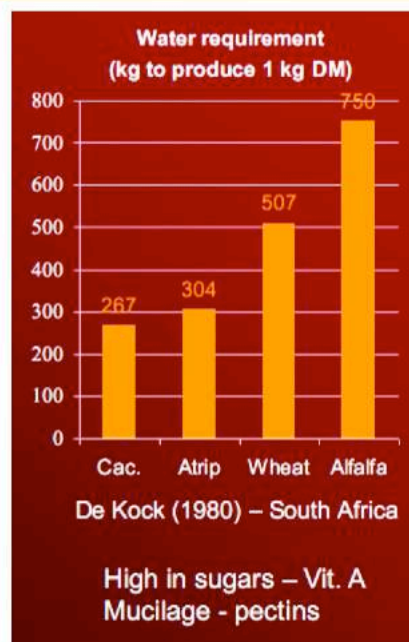


Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

CAM metabolism and WUE

13

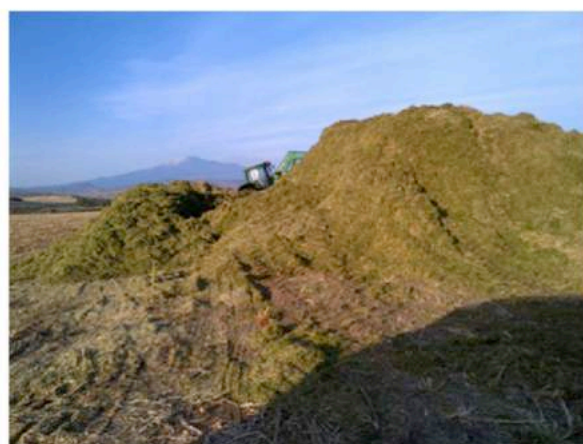
Photosynthetic cycle	WUE (kg H ₂ O/kg dm)
C ₃	400-1000
C ₄	250-500
CAM	125-150



Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Biogasdone right biomass in semiarid areas Italian Sainfoin

14



Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Biogasdone right biomass in semiarid areas

Sorgo with drip irrigation

15



Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

Biogasdone right biomass in semiarid areas

Waste food

16

Waste orange peel



Waste oil mill



Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

The AD as tool to mitigate pollution and improve mediterranean agriculture competitiveness

17

More competitive Farms

- Biogasdone right concept is a meaningful tool to improve farm competitiveness in mediterranean region
 - ▣ By diversifying market outlet
 - ▣ Reducing cost waste agro-food industry disposal
 - ▣ Reducing fertilization costs
 - ▣ And energy farm gate costs

More carbon in the Soil

- Biogasdone right in semiarid regions, with soil in desertification progress, is able to enhance soil fertility
 - ▣ Via digestate and residues input to the soil increase
 - ▣ And improved crop rotation
 - ▣ And no bare soil land use

Biagio Pecorino /Stefano Bozzetto/Paolo Inglese

CIB

Consorzio Italiano Biogas e Gassificazione
segreteria@consorziobiogas.it

T +39(0)3714662633

F +39(0)3714662401

Parco Tecnologico Padano
Via Einstein, Loc. Cascina Codazza
Lodi (LO) - Italy

Con il sostegno di

