

Binomio energia-agricoltura per soluzioni e opportunità nella Cooperazione allo sviluppo

L'articolo descrive soluzioni tecnologiche legate alle bioenergie per far fronte alle rilevanti criticità che si riscontrano nel settore agricolo dell'Africa subsahariana, principalmente legate al mancato accesso all'energia. ENEA opera da anni nel settore della Cooperazione allo Sviluppo, anche attraverso la realizzazione e il trasferimento di tecnologie particolarmente adatte a superare le criticità del settore agricolo e appositamente ideate per soddisfare i fabbisogni energetici degli utenti, dei consumatori e del mercato.

DOI 10.12910/EAI2025-052

di Giovanni Stoppiello Divisione Bioenergia, Bioraffinerie e Chimica Verde - ENEA

Nei Paesi Prioritari per la Cooperazione Italiana allo Sviluppo e in particolare in quelli dell'Africa subsahariana, lo scenario che si registra a livello globale di insostenibile ed eccessivo consumo di energia nel settore agricolo, risulta essere molto diverso, ma non per questo con minori problematiche. Il consumo energetico del continente che ospita circa il 15% della popolazione mondiale, di cui circa il 70% provvede al proprio sostentamento in agricoltura (WEF on Africa, 2016) è rimasto sostanzialmente costante, pari a solo il 4% del consumo globale di energia nei sistemi agroalimentari ^[1].

Tuttavia, le emissioni di gas serra relative al settore agricolo sono aumentate di circa il 30% dal 2000 al 2022, con una componente del 43% dovuta al land use change (rispetto al 15% per attività di pre- e post- produzione) e con il più alto indice di intensità emissiva per valore prodotto (6.0 kg CO₂eq/IS\$, fonte 2024 FAOSTAT). Inoltre, solo una quota minore dell'ener-

gia viene utilizzata direttamente nelle aziende agricole mentre la maggior parte è impiegata nella fase di cottura dei cibi (nel 2019 circa il 35% della popolazione africana adoperava ancora combustibile legnoso per cucinare, con ingenti danni alla salute e all'ambiente ^[1]).

I piccoli agricoltori, responsabili fino all'80% del l'approvvigionamento alimentare nell'Africa subsahariana, mancano di infrastrutture energetiche essenziali, con più di due terzi delle comunità rurali ancora prive di elettricità. Ciò comporta gravi carenze in ogni fase della catena agroalimentare, che ne limitano la produttività agricola, ostacolano la crescita economica, mettono a repentaglio la sicurezza alimentare e la resilienza rurale rispetto ai cambiamenti climatici in corso ^[2].

Ingente perdita di cibo e prodotti agricoli

L'impatto più significativo derivante da tale stato di cose è sicuramente l'ingente perdita di cibo e di prodot-

ti agricoli che si registra soprattutto nelle fasi di post-raccolto. Nell'Africa sub sahariana, la stima della perdita di cibo è di circa il 37% o 120-170 kg/anno pro capite ^[3]. Ogni anno si perdono volumi significativi di cibo dopo il raccolto, stimati pari a 4 miliardi di dollari solo per i cereali (valore superiore all'aiuto alimentare totale ricevuto durante l'ultimo decennio, e corrispondente al valore annuo delle importazioni di cereali ^[4]). Più del 50% delle perdite avviene nella lavorazione post-raccolto, nella trasformazione alimentare, nei mercati al dettaglio e nel consumo ^[5]. Ciò è sostanzialmente dovuto allo scarso accesso all'energia che impedisce una adeguata trasformazione dei prodotti stagionali, alla impossibilità di adoperare sistemi di refrigerazione per i prodotti deperibili, alla carenza di infrastrutture come le reti stradali e ferroviarie.

Mentre le perdite di cibo riducono i redditi per gli agricoltori, si acuisce l'emergenza alimentare che ad oggi coinvolge circa 733 milioni di per-

sono [6], e al tempo stesso l'acqua, i fertilizzanti, l'energia e il terreno utilizzati per la stessa produzione vanno anch'essi in spreco. Si determina pertanto l'espansione di ecosistemi fragili, fenomeni di deforestazione, sovra-sfruttamento delle risorse idriche e naturali, incremento delle emissioni di gas serra.

Il potenziale delle bioenergie per il settore agricolo nei Paesi in via di Sviluppo

Le tecnologie ad energia rinnovabile assumono un ruolo fondamentale nel soddisfare le esigenze di elettricità, calore, raffreddamento e trasporto dei sistemi alimentari, grazie anche alla loro caratteristica intrinseca di poter essere implementate in maniera distribuita sul territorio, su scala medio piccola e in sistemi modulari che meglio si adattano ai fabbisogni dei produttori e dei consumatori, oltre a poter essere realizzate con sistemi off-grid da installare in aree non coperte dalla rete elettrica.

Nel settore delle bioenergie, le attuali e più innovative tecnologie permettono di accoppiare alla generazione energetica e/o di biocarburanti anche il recupero di acqua da utilizzare per la fertirrigazione, la produzione di prodotti naturali quali biochar e fertilizzanti da adoperare nei campi, la formazione di biomateriali secondari. Allo stesso tempo, gli impianti a biomassa possono essere alimentati dagli stessi scarti e residui di lavorazione agro-alimentare, offrendo in tal modo soluzioni per la loro gestione e smaltimento, in un'ottica di piena circolarità dei sistemi produttivi.

L'ingente e distribuita disponibilità di tali matrici organiche favorisce lo sviluppo di sistemi energetici di piccola scala, che possono essere quindi dislocati negli stessi siti di utilizzo finale. Piccoli impianti di cogenerazione a biomassa possono fornire in loco

l'energia elettrica necessaria per una serie innumerevole di operazioni: macinazione, pressatura, setacciatura, packaging e tutti i processi post-raccolto. L'energia termica prodotta può essere utilizzata sia in ambito domestico che produttivo, per attività quali il clean cooking, l'essiccazione e il pretrattamento dei prodotti alimentari, il riscaldamento di ambienti e di incubatori, la produzione di energia frigorifera

Competenze e tecnologie ENEA

ENEA opera da anni nel settore della Cooperazione allo Sviluppo, anche attraverso lo sviluppo e il trasferimento di tecnologie particolarmente adatte a superare le criticità del settore agricolo e appositamente ideate per soddisfare i fabbisogni energetici degli utenti, dei consumatori e del mercato. Un esempio di tali sistemi è dato dagli impianti di gassificazione a basso costo e adatti alla containerizzazione (20 - 100 KWe, con un consumo di combustibile circa 1,5 kg/KWe), mediante i quali è possibile produrre gas combustibile a partire da biomasse lignocellulosiche (legno, tutoli di mais, gusci di frutta secca, noccioli, sarmenti, etc.), a sua volta utilizzabile in sistemi cogenerativi o per diretti utilizzi termici.

ENEA ha inoltre sviluppato sistemi di trasformazione per la produzione di biochar (resa del 30%) da utilizzare come fertilizzante nei terreni a



Figura 1: gassificatore di biomasse di tipo downdraft, centro Ricerche ENEA Trisaia.

più bassa produttività e con scarsità di acqua. La tecnologia si basa sul processo di pirolisi sviluppato in un reattore a tamburo rotante, posto su uno skid trasportabile insieme alla restante componentistica ausiliaria. L'impianto prevede il recupero energetico dai gas combustibili di risulta, utilizzabili per la produzione di calore o energia frigorifera. Inoltre, attraverso un secondo processo di trasformazione è possibile generare carboni attivi, utili per la filtrazione e la purificazione delle acque.



Figura 2: Impianto di pirolisi su skid, centro Ricerche ENEA Trisaia.

Non meno importante risulta essere lo studio di prototipi di stufe domestiche per il clean cooking, che utilizzano scarti e/o i residui delle produzioni agroforestali. I prototipi sono progettati e sviluppati per essere realizzati in maniera semi-artigianale, favorendo quindi lo sviluppo di filiere di produzione e commercializzazione locali. Trattandosi di stufe a gassificazione, oltre alla produzione di energia termica utile per la cottura degli alimenti, tali apparecchi offrono come sottoprodotto il biochar.

L'ampio know how sui processi biologici di conversione delle biomasse ha permesso di sviluppare prototipi di digestione anaerobica di piccola scala e adatti al trasporto (particolarmente adatti a piccole comunità e/o insediamenti, come scuole, mense, agglomerati rurali e produttivi), con i quali si produce biogas a partire da biomasse umide (rifiuti organici domestici, residui agricoli, scarti di



Figura 3: prototipo di impianto mobile di digestione anaerobica (6 m³, 2/3 KWt), centro Ricerche ENEA Casaccia.

cibo e dei mercati alimentari, letami e liquami, etc.). Il biogas può essere direttamente bruciato per fornire calore o accoppiato a motori a combustione interna, per la produzione di energia elettrica in cogenerazione.

L'impianto produce come sottoprodotto il digestato utile come fertilizzante, e permette il ricircolo e/o il riutilizzo dell'acqua coinvolta nel processo biologico.

per info: giovanni.stoppiello@enea.it

Il progetto KijaniBox

L' ENEA è attualmente impegnata nel progetto KijaniBox: Transforming African Organic Waste into Green Energy for Cooling (HORIZON EU CL5-2023-D3-02) nell'ambito del quale verranno realizzati in Africa (Kenya, Uganda, Senegal) tre impianti dimostrativi di digestione anaerobica per la conservazione al freddo dei prodotti agroalimentari. Gli impianti saranno di tipo modulare e semovibile, con una configurazione tecnologica tale da permettere la loro dislocazione negli stessi siti produttivi e di stoccaggio. Il biogas prodotto verrà alimentato direttamente ad un bruciatore per fornire l'energia termica utile ad una macchina frigorifera ad adsorbimento (chiller), il basso consumo elettrico e la particolare configurazione impiantistica permetterà di utilizzare pannelli solari fotovoltaici per rendere l'intero sistema autonomo e indipendente dalla rete elettrica.

Per tali impianti dimostrativi sono previste tre diverse applicazioni in condizioni operative reali, corrispondenti a: mercati ortofrutticoli, aziende zootecniche e siti di lavorazione degli alimenti (frutta). Per ognuna di tali applicazioni, gli impianti verranno modulati in base ai prodotti da conservare e alle particolari esigenze di conservazione (quantità, temperature, cicli di raffreddamento), e i biodigestori saranno alimentati con gli stessi scarti di produzione e lavorazione.

Bibliografia

1. IRENA, FAO, Renewable Energies for Agri-food systems – Towards the SDGs and Paris Agreement, 2021
2. Beyond Silos - Strengthening Nexus Collaboration to Power Food Systems with Off-Grid Solar, GOGLA, 2025
3. <https://www.wri.org/insights/3-ways-reduce-food-loss-waste-africa>
4. https://www.ifad.org/documents/38714170/41335091/food_loss_advantage.pdf
5. <https://www.fao.org/food-systems/news/news-detail/countdown-to-2030-sharing-country-experiences-for-delivering-food-loss-and-waste-reduction-under-sdg-12.3/en>