

Federico Martellozzo*, Filippo Randelli*

*Sicurezza alimentare globale e cambiamento climatico.
Guardare oltre il prodotto interno lordo*

Parole chiave: sicurezza alimentare, cambiamento climatico, PIL.

Recenti ricerche suggeriscono che il numero di persone denutrite nel mondo, dopo essere costantemente diminuito dal 2005, è tornato ad aumentare dal 2014, e nel 2020 si sia attestato intorno a quota 811 milioni. Sebbene l'insicurezza alimentare (*food insecurity* - FI) sia una questione di drammatica rilevanza, ed un problema panterrestre, è tuttavia innegabile come alcuni paesi siano più vulnerabili, e conseguentemente più suscettibili rispetto a shock esogeni (e.g. cambiamento climatico, pandemie, ecc.). Questo studio intende offrire osservazioni analitiche come strumento di supporto per l'elaborazione di politiche, finalizzate alla comprensione degli elementi di vulnerabilità del sistema alimentare in un dato paese. Nonostante in letteratura vi siano diversi indici per lo studio della FI, è sovente adottato (a volte per necessità di sintesi) un *rationale* interpretativo - riduttivo - che riproduce la FI mediante una narrativa di vulnerabilità economica. L'analisi, tramite la rielaborazione propria di indicatori esistenti e la formulazione di simulazioni predittive, vuole problematizzare in che modo i fattori critici individuati (e.g. la struttura produttiva di un paese, i suoi rapporti commerciali, il suolo irrigato, ecc.) possono incidere significativamente sulla FI di un paese, disgiuntamente da una congiuntura economica interna favorevole.

Global food security and climate change. Looking beyond gross domestic product

Keywords: food security, climate change, GDP.

Recent researches suggest that the number of undernourished people in the world, after having steadily decreased since 2005, has started to increase again since 2014, and in 2020 it stood at around 811 million of people. Although food insecurity (FI) is a matter of dramatic relevance, and a global problem, it is nevertheless undeniable that some

* Dipartimento di Scienze per l'economia e l'impresa - DISEI, Università di Firenze, Via delle Pandette 32, 50127 Firenze, federico.martellozzo@unifi.it, filippo.randelli@unifi.it.

Saggio proposto alla redazione il 2 luglio 2021, accettato l'11 aprile 2022.

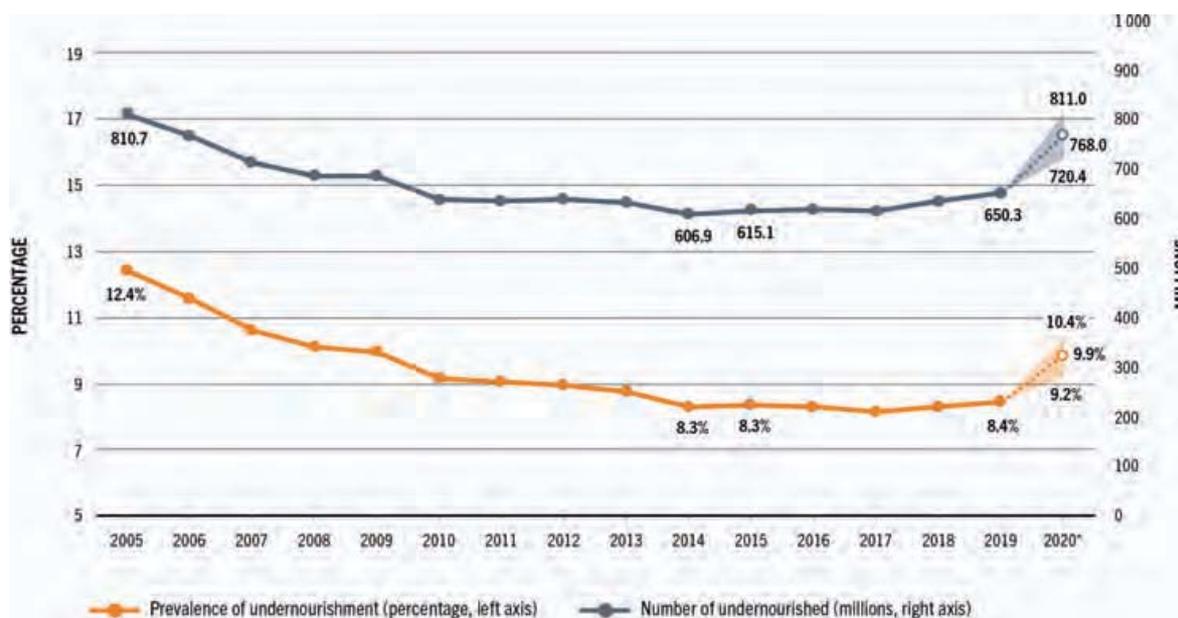
countries are more vulnerable, and consequently more susceptible to exogenous shocks (eg climate change, pandemics, etc.). The goal of this study is to offer analytical observations as a support tool for the development of policies aimed at understanding the elements of vulnerability of the food system in a given country. Although in the literature there are various indices for the study of FI, an interpretative - reductive - rationale is often adopted (sometimes for the sake of synthesis) which reproduces FI through a narrative of economic vulnerability. The analysis, through the re-elaboration of existing indicators and the formulation of predictive simulations, aims to problematize how the identified critical factors (e.g. the productive structure of a country, its commercial relations, irrigated soil, etc.) can significantly affect on the FI of a country, apart from a favorable internal economic situation.

1. INTRODUZIONE. – La sicurezza alimentare (*food security* in inglese, e il suo contrario la *food insecurity*, d'ora in avanti abbreviata con FI) è una tematica cruciale per il futuro del nostro pianeta ed ha un ruolo di primo piano tra i *Sustainable Development Goals* (SDGs) delle Nazioni Unite per il 2030. La sfida di rendere stabile, adeguata e sicura la fornitura di cibo interessa tutti i paesi del mondo, anche quelli con economie più avanzate, tuttavia la sua distribuzione spaziale non è omogenea ed alcune aree geografiche ne sono afflitte più drammaticamente (Bini *et al.*, 2017). Nel 2021 alcune delle più importanti organizzazioni internazionali che si occupano di alimentazione, agricoltura, salute, povertà e fame (FAO *et al.*, 2021) hanno pubblicato un rapporto in cui si afferma che, sebbene alcuni miglioramenti siano stati raggiunti in tutto il mondo, recenti evidenze suggeriscono come la FI, dopo aver subito un prolungato declino, stia per affrontare una nuova fase di crescita (Sonnino *et al.*, 2016). Inoltre, è stato stimato che nel 2020 il 9,9% circa della popolazione mondiale soffriva di una condizione di severa malnutrizione, il che equivale a oltre 811 milioni di persone con problemi di accesso al cibo (Fig. 1).

La distribuzione geografica di queste osservazioni evidenzia (tristemente e senza sorpresa) come le condizioni maggiormente critiche siano in gran parte dell'Africa, e in misura minore in Sud America (Morgan, 2015), mentre nelle regioni asiatiche, la struttura del sistema di produzione e consumo alimentare, sia verosimilmente adeguata a mantenere il fenomeno della FI tutto sommato stabile (Bini *et al.*, 2017).

La distribuzione geografica della FI a scala globale può essere ben rappresentata dal Global Food Security Index (GFSI)¹, un indice sviluppato da *The Economist Intelligence Unit* nel 2019 (Fig. 2). Questo indice è una misura sintetica multidimensionale

¹ Il Global Food Security Index è stato progettato e costruito da *The Economist Intelligence Unit* ed è sponsorizzato da Corteva Agriscience™. Maggiori informazioni disponibili su <https://foodsecurityindex.eiu.com/Home/Informazioni> (ultimo accesso il 6/4/2020).



Fonte: FAO *et al.*, 2021.

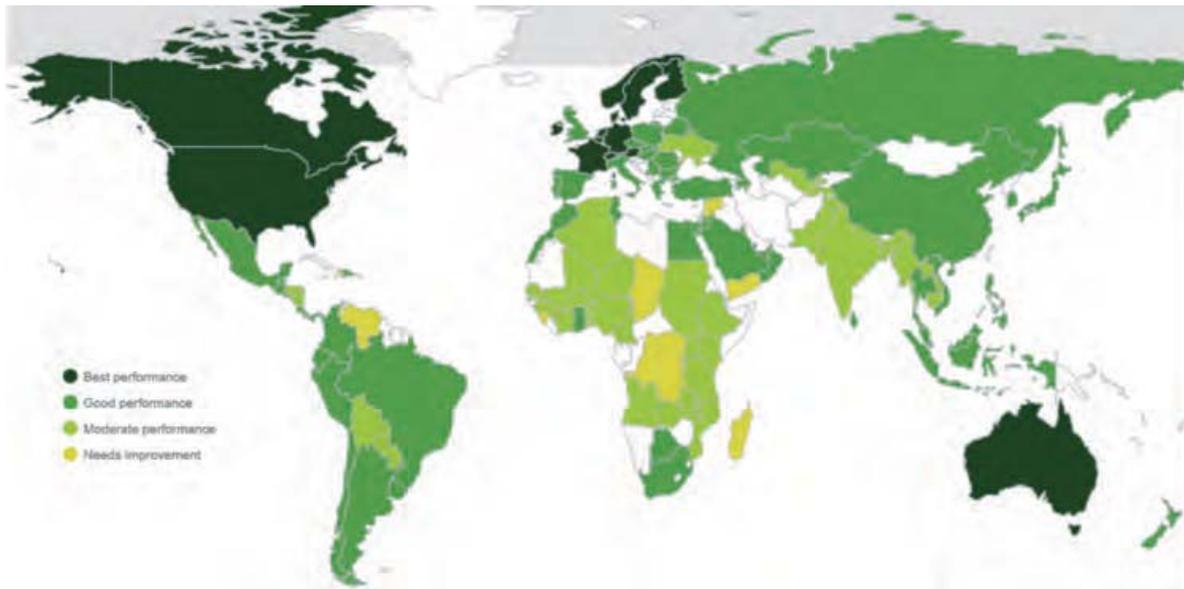
Fig. 1 - Numero di persone denutrite nel mondo dal 2005 al 2020 (linee tratteggiate e cerchi vuoti illustrano i valori proiettati)

mensionale basata su tre pilastri principali² (FAO, 1996): accessibilità, disponibilità, qualità e sicurezza (i.e. *accessibility, availability, quality and safe*)³, elementi diffusamente riconosciuti in letteratura come ‘le’ dimensioni strutturali della sicurezza alimentare (Grillotti Di Giacomo, 2012; Carolan, 2013). Il GFSI specifica ulteriormente ognuna delle tre dimensioni strutturali mediante specifici sotto-indicatori, la cui valutazione combinata costituisce ed esaurisce la valutazione di ogni corrispondente dimensione⁴, e che a sua volta concorre con le altre dimensioni a dare una valutazione sintetica della FI in un determinato contesto geografico.

² Questa visione tripartita della FI è una riproposizione quasi pedissequa di quanto proposto al World Food Summit nel 1996. Ad oggi i pilastri fondamentali della FI secondo la definizione della FAO declinano la dimensione *Quality and Safety* come *Utilization*, e aggiungono una quarta dimensione che è la stabilità nel tempo delle altre tre dimensioni. Cosa che il GFSI non può fare visto che di per se è un panel costituito da valori medi annuali, tuttavia il database offre anche lo storico.

³ In verità, la FAO e altri autori, declinano ulteriormente la dimensione “accessibilità” distinguendo tra la sua componente fisica ed economica (Sonnino *et al.*, 2016), nonché aggiungendo anche una quarta dimensione che è la “stabilità” (*stability*) nel tempo. Essendo il GFSI un database proposto in forma di *time series*, la dimensione ‘stabilità’ può essere desunta dalle differenze fra i valori assunti dagli indicatori anno per anno.

⁴ Per una più esaustiva trattazione dei sotto-indicatori utilizzati dal GFSI per ogni dimensione si rimanda al materiale originale di *The Economist Intelligence Unit* (2019), <https://foodsecurityindex.eiu.com>.



Fonte: The Economist Intelligence Unit (disponibile su <https://foodsecurityindex.eiu.com>).

Fig. 2 - Indice globale di sicurezza alimentare 2019

In questo studio si vuole problematizzare la dinamica delle interrelazioni fra FI, cambiamento climatico e congiuntura economica. A tale fine, si propone una valutazione prospettica della FI dei singoli paesi rispetto al potenziale impatto di shock esogeni (e.g. rischi ambientali, pandemie, crisi politiche, guerre, ecc.) – peraltro come tristemente sappiamo piuttosto probabili – quali ad esempio il cambiamento climatico (FAO *et al.*, 2021). Siamo consapevoli che la FI sia principalmente legata alla distribuzione interna della ricchezza (Dreze e Sen, 1990), piuttosto che alla quantità di cibo prodotto alla scala nazionale. Come già anticipato, la FI sebbene connaturata alle interdipendenze fra tre parametri principali (o dimensioni: accessibilità, disponibilità e qualità), ognuno di questi ne mette in risalto una vulnerabilità specifica. Infatti, se da un lato la disponibilità e l'accessibilità (fisica) dipendono direttamente da quanto viene prodotto, scambiato, e distribuito, dall'altro l'accessibilità economica è un fattore relativo e interno al contesto geografico, che dipende dalla disponibilità di ricchezza di cui l'individuo dispone (Krishnaraj, 2005) rispetto ad altri (i.e. relativo alle disuguaglianze redistributive interne). È analogamente vero che le dimensioni in cui viene scomposta la FI non rappresentano compartimenti stagni a se stanti, ma semmai identificano ambiti prevalenti. A. Sen affermava (Sen, 1982), nella disamina degli approcci allo studio della FI, distinguendo fra framework *nature-based* e *social-based*, che non sempre era possibile razionalizzare e distinguere efficacemente e univocamente studi che si rifacevano ad un framework o all'altro. Sovente, infatti vi è interdipendenza fra i due framework (come in questo nostro studio vi è fra le differenti dimensioni), ed

è pertanto opportuno parlare di prerogativa predominante mediante la quale osservare un determinato fenomeno. Ed è proprio l'intento di questo studio, osservare quelle determinanti alla base della FI che maggiormente entrano in gioco a scala nazionale, e che maggiormente hanno a che fare con gli impatti repentini, conseguenti a shock esogeni. Quindi, ci si vuole qui soffermare, anche in funzione del dettaglio dei dati utilizzati, e al netto di generalizzazioni rappresentative ma non esaustive, su un quadro aggregato a scala inter-nazionale, e non intra-nazionale. Infatti, oggi, in un mondo globalizzato, le economie nazionali dipendono sempre più dagli scambi internazionali. L'insorgere di shock esogeni può mettere a rischio questi scambi con conseguenze dirette sulle forniture di cibo e sui prezzi dei generi alimentari. Proprio in questi giorni il conflitto⁵ in Ucraina ha di nuovo messo in luce come la fornitura di cibo, e più precisamente di grano, possa essere messa a rischio in modo repentino ed inaspettato con conseguenze gravi per la FI di un paese.

Più nello specifico il nostro intento è quello di andare oltre la dicotomia tra FI e prodotto interno lordo (PIL) e verificare, attraverso l'elaborazione propria di indicatori esistenti e la produzione di simulazioni *ad hoc*, se la ricchezza di un paese sia di per sé una condizione sufficiente per una minore vulnerabilità verso la FI. Questo lavoro prende spunto da quanto accaduto nel biennio 2007-2008, quando un aumento dei prezzi dei generi alimentari ha innescato un'ondata di proteste politiche in più di 60 paesi, un terzo dei quali a medio e alto reddito, sottolineando il fatto che la FI non è più un problema limitato ai paesi a basso reddito (Morgan e Sonnino, 2010). Alcuni autori riconoscono che stiamo vivendo un periodo di transizione del *food regime* (Friedman, 2009; McMichael, 2009) e una serie di criticità sta delineando una *new food equation* (Morgan e Sonnino, 2010). Il concetto di *food regime* ci consente di storicizzare il sistema globale del cibo, prendendo in esame il processo di modernizzazione in agricoltura, sottolineando il ruolo del cibo nella politica economica globale, e infine concettualizzando le contraddizioni interne che possono produrre crisi, trasformazioni e transizioni. In questo senso con l'analisi del *food regime* si assume una prospettiva strutturale, capace di comprendere il ruolo strategico di cibo e agricoltura nei processi di accumulazione di capitale, differenziati nel tempo e nello spazio. Sebbene i contorni del futuro *food regime* siano ancora poco chiari, ciò che emerge è una multifunzionalità del sistema agroalimentare che oggi è visto in termini più strategici rispetto al passato, in quanto può avere implicazioni sui costi della salute pubblica (vedi il problema dell'obesità), sulla diminuzione delle risorse naturali disponibili, fino a minacciare la sicurezza nazionale di un paese (Morgan e Sonnino, 2010).

⁵ Le situazioni di conflitto bellico, così come il cambiamento climatico e le catastrofi naturali sono annoverate fra gli esempi classici di eventi esogeni in economia classica.

In questo quadro evolutivo, il più imponderabile degli elementi di perturbazione sui sistemi agroalimentari dei paesi è l'effetto del cambiamento climatico. Gli effetti del cambiamento climatico sono ancora oggi di difficile valutazione seppur la comunità scientifica sia ormai quasi totalmente concorde nel sancirne l'esistenza (e la sua matrice antropica). L'impatto del cambiamento climatico sulla sicurezza alimentare è quindi un argomento controverso in letteratura ed ancora oggi gli scenari futuri sono incerti. Alcamoa *et al.* (2007) hanno analizzato gli effetti del clima sulla sicurezza del sistema alimentare e delle risorse idriche in Russia, concludendo che gli eventi climatici rappresentano una minaccia crescente per la resilienza di questi sistemi. Il cambiamento climatico influisce non solo sulla quantità ma anche sulla qualità del cibo a causa dell'aumento delle temperature e della riduzione dei periodi di crescita delle piante (Fricko *et al.*, 2017). Il riscaldamento globale sembra incidere in modo diretto sulle precipitazioni, che hanno un effetto negativo sul contenuto di umidità del suolo e sul bilancio delle acque sotterranee, due elementi cruciali per le coltivazioni (Kriegler *et al.*, 2017).

Alcuni autori si sono già misurati sull'analisi della capacità dei sistemi agroalimentari di rispondere alle perturbazioni in atto, richiamando il concetto di resilienza (Dansero *et al.*, 2014) e prediligendo la città come livello geografico delle loro analisi (Calori *et al.*, 2017). Tale letteratura fa riferimento al dibattito sul tema della *urban food planning*, iniziato in ambito anglosassone (Blay-Palmer, 2009; Morgan, 2009) che esplicitamente riconosce un problema di sicurezza alimentare nel Nord del Mondo che prescinde dal PIL (Morgan, 2015).

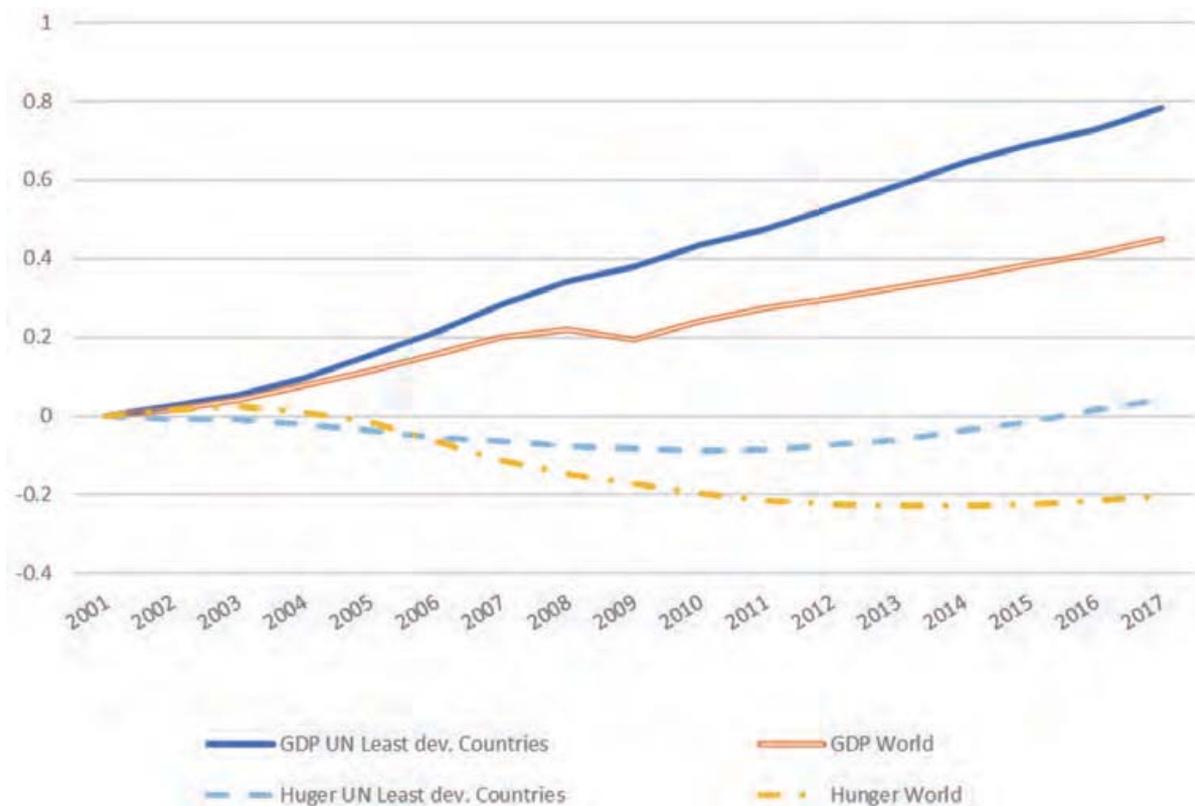
Pur consapevoli di perdere molta della poliedrica complessità che caratterizza questo fenomeno a scala regionale e sub-regionale, il presente lavoro opera al dettaglio nazionale per due ordini di motivi: da un lato, l'analisi a livello di paese ci consente di utilizzare una ricca disponibilità di dati e indicatori che si compongono sia di serie storiche che di esercizi previsionali; secondariamente, è proprio grazie a questi dati che è possibile mettere in evidenza quelle macrodinamiche che sono alla base di una disgiunzione tra FI, perturbazioni esogene (in primis proprio per gli effetti del cambiamento climatico e di recente dal diffondersi di pandemie su larga scala) (FAO *et al.*, 2021) e congiuntura economica, riferibili alla cosiddetta *new food equation* (Morgan e Sonnino, 2010). Il recente conflitto in Ucraina ha di nuovo messo in evidenza le contraddizioni dell'attuale *food regime* ed i rischi di una elevata interdipendenza commerciale che, di fronte a shock esogeni, può mettere severamente a rischio la sicurezza alimentare di un paese. Non a caso l'Unione Europea ha posto come obiettivo per il prossimo anno un aumento della produzione interna di grano, riso e soia. È evidente che tali contraddizioni possono essere messe in luce solo da un'attenta analisi delle statistiche nazionali. Questo lavoro ha l'obiettivo di analizzare la struttura produttiva e commerciale a livello di paese attraverso elaborazioni proprie di dati esistenti, al fine di evidenziare elementi di vulnerabilità che prescindono dalla ricchezza di un paese.

Il presente lavoro non intende dare risposte univoche e definitive sulla vulnerabilità dei singoli sistemi nazionali rispetto al FI, quanto più modestamente si pone l'obiettivo di utilizzare la mole di dati a disposizione, per misurarsi nel difficile esercizio di esplorare diverse dinamiche evolutive, e far emergere macrodinamiche conseguenti gli scenari futuri considerati dagli esperti più che plausibili. A tale fine abbiamo allargato la base dei dati utilizzati per il GFSI, includendo una serie di indicatori introdotti dalla FAO, per misurare gli effetti della FI. Nel quadro attuale di incertezza ed imprevedibilità sarebbe già un buon risultato fornire delle prospettive nuove che ci aiutino nella comprensione delle dinamiche in atto nella geografia globale della sicurezza alimentare.

Nelle elaborazioni che seguono si riportano i dati per tutti i paesi del mondo⁶ con colorazioni diverse per ognuno dei 5 continenti. Al fine di legare precipuamente le nostre osservazioni riguardo la congiuntura economica, si sono evidenziati singolarmente paesi appartenenti a classi sensibilmente differenti in tal senso, ovvero i G7 (Canada, Francia, Giappone, Germania, Italia, Regno Unito, Stati Uniti) che sappiamo rappresentare le aree del pianeta con il maggiore PIL pro-capite, e i BRICS (Brasile, Russia, India, Cina e Sud Africa) ovvero le economie emergenti con un non elevato PIL pro-capite – per il momento – ma crescita economica e di popolazione accelerate.

2. PRODOTTO INTERNO LORDO E INSICUREZZA ALIMENTARE: UNA CHIAVE INTERPRETATIVA RIDUTTIVA ED INEFFICACE. – La frequenza di eventi destabilizzanti quali i cambiamenti climatici, la diffusione di pandemie e i conflitti internazionali ci fa ritenere che l'insicurezza della fornitura di cibo sarà presente anche nel prossimo futuro. L'attuale conflitto in Ucraina ha di nuovo messo in evidenza come eventi inattesi possano mettere a rischio la fornitura di cibo e quindi la FI di uno o più paesi. Tuttavia dobbiamo rilevare un'incomprensione nella letteratura che troppo spesso associa la FI alle condizioni economiche (Świetlik, 2018; Yang *et al.*, 2003, Schmidhuber e Tubiello, 2007; Zezza e Tasciotti, 2010; Smith e Subandoro, 2007) e quindi utilizza il PIL come principale, e più immediata, chiave interpretativa. Tale approccio, sebbene a volte esemplificativo, può essere riduttivo e fuorviante, e conseguentemente controproducente qualora venga utilizzato per orientare politiche alimentari, globali e non (Aliyu *et al.*, 2021). Infatti, l'utilizzo della quantità di ricchezza di un determinato ambito geografico – che di per sé è una media (più o meno ponderata) – come bussola interpretativa per l'elaborazione di politiche contestuali alla FI, non solo può non portare alla risoluzione del problema ma addirittura acuirlo, qualora non ci si ponga anche il problema di come questa ricchezza sia distribuita geograficamente e socialmente all'interno del contesto oggetto di analisi.

⁶ Tutti quei paesi per i quali il GFSI è stato calcolato.



Fonte: elaborazione personale di dati FAO e Banca Mondiale.

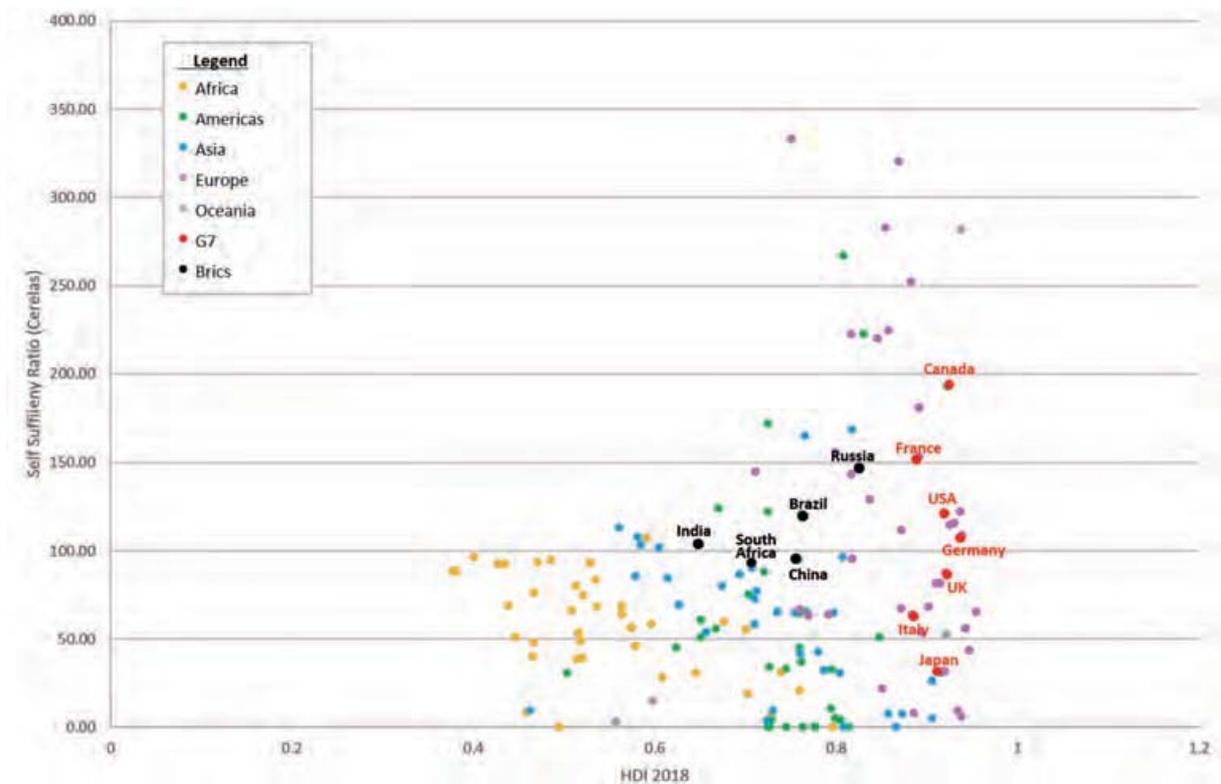
Fig. 3 - Andamento della differenza di PIL pro-capite e malnutrizione, in percentuale rispetto al 2001, fra il 2001 ed il 2017, relativamente al contesto globale (World) e all'insieme dei paesi definiti "meno sviluppati" dalle Nazioni Unite

Negli ultimi tre decenni la maggior parte delle economie ha attuato significative riforme della politica commerciale per ridurre le barriere tariffarie e non tariffarie, che hanno contribuito alla crescita del commercio globale (Olper *et al.*, 2018). Le giustificazioni per le riforme commerciali includono una maggiore efficienza nella crescita della produzione e nell'allocazione delle risorse, e quindi una crescita del PIL, che consentirebbe di alleviare la povertà e aumentare la disponibilità di cibo che può essere consumato localmente (Dorosh *et al.*, 2016; Tinta *et al.*, 2018). Conseguentemente, il PIL pro-capite globale è notevolmente aumentato. Dal 2001 per esempio (Fig. 3) ha avuto un incremento pari a circa il 45% (numero indice al 2001). Questo non solo nelle economie emergenti o nei paesi (generalmente definiti) del nord del Mondo, ma anche in quei paesi definiti dalle Nazioni Unite come "meno sviluppati" (*Least Developed*; i.e. $\sim +80\%$ PIL pro-capite). Sarebbe quindi lecito ipotizzare che per ambedue i raggruppamenti (sia mondo, sia *Least Developed*) nel medesimo arco di tempo la percentuale di popolazione in condizione di severa privazione alimentare abbia visto un trend inversamente proporzionale (o per lo meno contrario) a quello del PIL pro-capite, ovvero una riduzione. Invece (Fig. 3)

notiamo come la curva che descrive la percentuale di popolazione sofferente una condizione di FI fra il 2001 ed il 2017 non solo ha un andamento apparentemente indipendente dal PIL pro-capite, ma nel caso dei paesi meno sviluppati porta anche ad un incremento netto (i.e. $\sim +4\%$). Da notare come al 2017, i dati riportati non siano ancora esacerbati da eventi esogeni di portata planetaria come la pandemia globale ancora in atto, cominciata circa tre anni più tardi. A nostro avviso quindi, limitare l'analisi della FI alla disponibilità di ricchezza, non aiuta ad inquadrare il problema in modo adeguato e sufficientemente olistico, come peraltro già anticipato da taluni autori in letteratura (Carolan, 2013; Carletto *et al.*, 2013). A tal riguardo, in linea con la terminologia usata al *World Food Summit* nel 2009 (ereditata sin dal WFS del 1996), anche la FAO nei suoi documenti pubblicati annualmente (*The State of Food Security*) pone particolare enfasi sulle condizioni economiche e di reddito e definisce la sicurezza alimentare come “a condition in which all people, at all times, have physical, social and economic access to sufficient, safe, and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life” (*The State of Food Security*, 2016, p. 8). La crescita economica è quindi ritenuta un fattore chiave per migliorare la sicurezza alimentare, anche se la stessa FAO riconosce che “it has to be inclusive and provide opportunities for improving the livelihoods of the poor, enhancing the productivity and incomes of smallholder family farmers is key to progress” (p. 1).

Si deve comunque notare come i livelli di FI (misurata mediante l'indice multifattoriale GFSI) e il livello di ricchezza (misurato mediante il PIL pro-capite) siano misure marcatamente correlate ($R^2 = 0.81$). Tuttavia, sebbene sviluppo e sicurezza alimentare siano correlate, non necessariamente è corretto concludere che queste siano pienamente interdipendenti, come visto in Fig. 3. A tal proposito, è bene ricordare che sia il GFSI che il livello di sviluppo (e.g. misurato con l'Indice di Sviluppo Umano - HDI) sono fenomeni multidimensionali di cui il PIL pro-capite è solo una delle componenti. Tale precisazione è particolarmente importante soprattutto in funzione della valutazione della FI rispetto a impatti esogeni, come il cambiamento climatico, che in modo repentino ed imprevedibile possono alterare l'equilibrio di produzione e consumo alimentare all'interno di un determinato contesto geografico più o meno ampio. A tal proposito la Fig. 4 mostra un diagramma a dispersione dell'indice di autosufficienza alimentare per i cereali (indicatore molto importante nel determinare il livello di sicurezza alimentare se si pensa che la correlazione tra i due indici è uguale a 0.75) e dell'HDI.

Questa figura evidenzia appunto come nonostante livelli di HDI maggiori, alcuni paesi inclusi nel gruppo delle sette economie più importanti del mondo (G7), rivelino invece una maggiore vulnerabilità per quel che riguarda l'autosufficienza (rimanendo ben al di sotto del 100%) (i.e. Italia e Giappone). L'attacco russo all'Ucraina ha di nuovo fatto emergere la debolezza di paesi come l'Italia per la fornitura di grano e di fatto ha spinto l'Unione Europea a formulare nuovi indi-



Fonte: elaborazione originale su dati FAO 2017.

Fig. 4 - Grafico a dispersione dell'autosufficienza alimentare per i cereali (asse Y) e dell'indice di sviluppo umano (HDI) (asse X)

rizzi della Politica Agricola Comunitaria capaci di ridurre la dipendenza dai paesi extra UE per alcune colture strategiche come appunto i cereali e la soia. Al contrario, praticamente tutti i paesi delle economie emergenti (incluse Cina e India), nonostante livelli di HDI inferiori, mostrano livelli di autosufficienza maggiori. L'esempio dei cereali ci suggerisce che nell'eventualità di shock esogeni il sistema alimentare di molti paesi in via di sviluppo può risultare più resiliente rispetto a paesi con un PIL più elevato.

Al fine di sgombrare il campo da qualsiasi tipo di incomprensione, chi scrive non vuole certo negare che le condizioni economiche siano un fattore chiave della sicurezza alimentare, tanto che – come detto – lo stesso GSFI include tra le variabili il PIL pro-capite. Il punto, e quindi l'obiettivo di questo lavoro, è offrire anche altri elementi analitici capaci di discriminare in modo efficace i differenziali geografici di FI, tanto più in un contesto globale reso instabile dagli sconvolgimenti climatici e la diffusione di pandemie. Nondimeno, si vuole anche problematizzare che l'utilizzo della disponibilità di ricchezza quale unico elemento discriminatorio della FI, può essere fuorviante anche per un altro motivo – in special modo in materia di cibo e fornitura alimentare – perché al pari della curva di Kuznets, si

rischia di far passare il messaggio che la fame nel mondo e la FI si possano contrastare solo con politiche per la crescita economica.

3. INSIUREZZA ALIMENTARE E CAMBIAMENTO CLIMATICO. – Il tema della FI non è certo nuovo e molte organizzazioni internazionali, già a partire dagli anni '70, si sono misurate nella produzione di indicatori utili all'analisi di questo problema. Tra i più noti possiamo citare il *Prevalence of Undernourishment* (PoU), il *Food Insecurity Experience Scale* (FIES) e il *Global Harmonization Initiatives* (GHI). In questo lavoro si è deciso di utilizzare il GFSI, un indicatore con buone proprietà statistiche, coerente e robusto. Infatti, secondo un rapporto tecnico del *Joint Research Centre* (JRC) (Thomas *et al.*, 2017), gli indicatori impiegati per la costruzione del GFSI sono fortemente funzionali alla determinazione delle rispettive dimensioni gerarchicamente sovraordinate, mentre l'analisi delle componenti principali suggerisce che le tre dimensioni che compongono il GFSI sono coerentemente combinate, e contribuiscono organicamente ed esaustivamente a descrivere un singolo fenomeno, ovvero la FI.

Nel riassumere in modo sintetico le criticità del sistema alimentare globale, siamo partiti da quella che da molti è considerata la limitazione principale, ovvero lo spazio; in altre parole siamo partiti dalla quantità di terra disponibile per la produzione agricola, ed in modo specifico dalle sue caratteristiche strutturali. Le stime mostrano come primo elemento critico la percentuale di terreni coltivati attrezzati per l'irrigazione, che di fatto è inadeguata a soddisfare le esigenze future globali. Nel 2019, oltre il 70% dei paesi presenti nell'elenco (ovvero 79 su 113) avevano meno del 10% dei loro terreni agricoli adeguatamente attrezzati con infrastrutture di irrigazione. Ciò è particolarmente rilevante e richiede un'attenzione urgente, in quanto le prospettive del cambiamento climatico mondiale proiettano un aumento di siccità diffusa, e gravi condizioni di aridità in tutto il mondo⁷. Un recente studio ha dimostrato come il cambiamento climatico comporti una estensione temporale dei periodi di estrema siccità in varie aree del pianeta (Breinl *et al.*, 2020).

Un altro elemento critico emerge dall'analisi delle politiche. Gli investimenti in ricerca e sviluppo in agricoltura sono fondamentali per stimolare il salto di innovazione necessario per colmare i divari di rendimento e favorire la sostenibilità e la resilienza (ovvero raggiungere livelli di efficienza maggiori, con un rapporto *output/input* più elevato) (Marino, 2016). A tal proposito, i dati delle Nazioni Unite indicano che la spesa dei vari Stati relativa all'agricoltura rispetto al contributo del settore al PIL è diminuita a livello globale dall'inizio degli anni 2000, in particolare nell'Est e nel Sud-Est asiatico. Ciò è il risultato di una doppia dinamica, ovvero da un aumento percentuale del contributo dell'agricoltura al PIL complessi-

⁷ Ciò è particolarmente rilevante, soprattutto alla luce del crescente consumo di suolo che, ormai globalmente, fa emergere il problematico binomio sicurezza alimentare/sostenibilità; si veda a tal proposito Di Bartolomei *et al.*, 2014; Forno e Murano, 2016.

vo da un lato, e da un non equivalente incremento degli investimenti pubblici nel settore agricolo dall'altro.

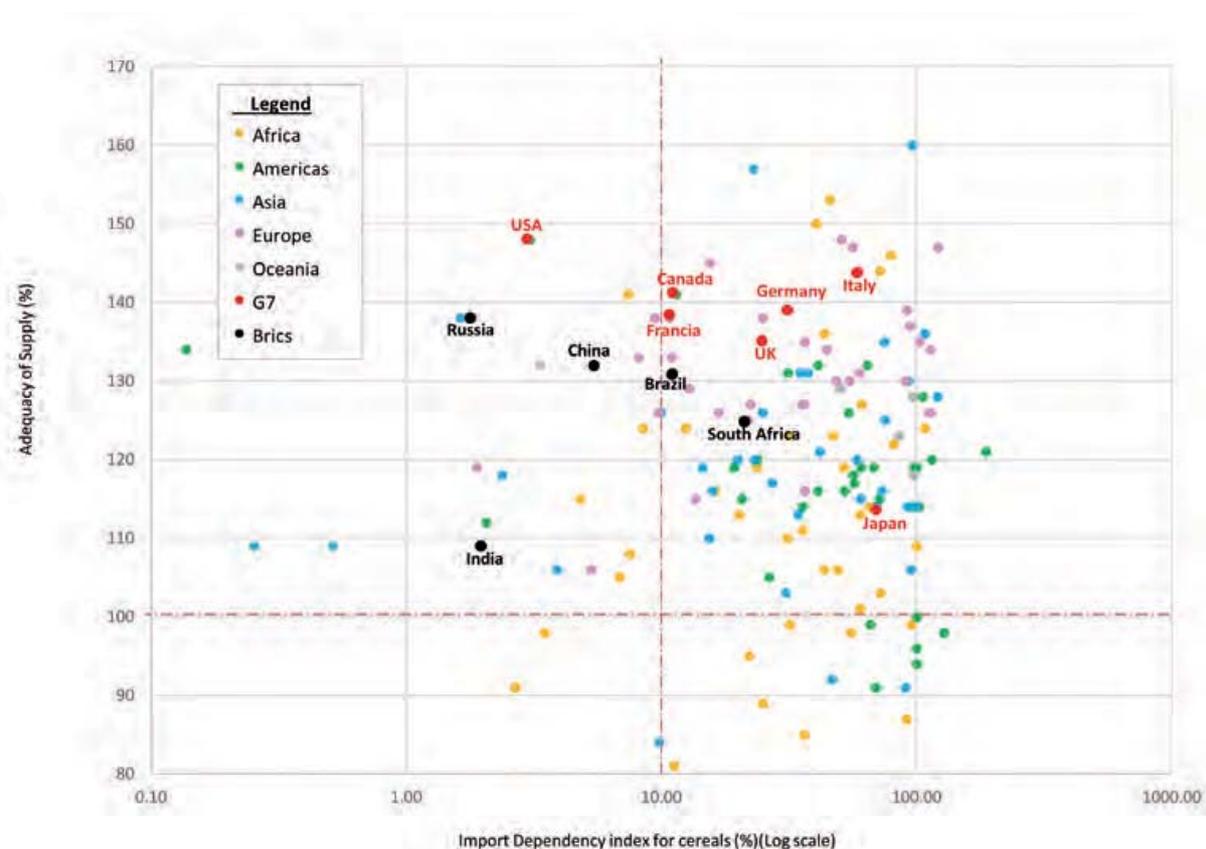
Infine, un altro elemento di criticità per la FI è senza dubbio la volatilità della produzione agricola, determinata da diversi fattori, sebbene spesso sia la conseguenza di *shock* imprevedibili, come eventi catastrofici geo-climatici, malattie e parassiti. Una produzione agricola costante consente ai paesi di prevedere meglio la disponibilità di cibo e di conseguenza consente di pianificare e progettare strategie di sviluppo più adeguate; l'alta volatilità al contrario può portare a periodi di carestia e fame, soprattutto per le fasce di popolazione meno abbienti. Negli ultimi 5 anni, la volatilità della produzione agricola è stata una condizione di rischio che ha ostacolato il potenziale sviluppo in numerosi paesi. Infatti, secondo il set di indicatori che compongono il GFSI, per ciò che concerne questa dimensione, il quartile più basso della distribuzione dei paesi analizzati non supera il valore di 75 (in un indice da 0 a 100 dove 100 = migliore); ovvero, vi è un 25% dei paesi la cui volatilità della produzione agricola è un fattore di rischio di poco inferiore a "moderato".

Facendo più specificatamente riferimento agli impatti ascrivibili al cambiamento climatico, la FI è da sempre influenzata da eventi localizzati quali conflitti e carestie, che tradizionalmente affliggono in modo particolare le aree del Sud del Mondo. Ciononostante, nell'ultimo decennio si è assistito ad un intensificarsi della variabilità del clima, con eventi estremi che sempre più spesso mettono a rischio i raccolti (FAO *et al.*, 2021). La diffusione della pandemia Covid-19 ha ulteriormente esacerbato la percezione di instabilità che rispetto al recente passato ha colpito globalmente, a prescindere dalla ricchezza di un paese. Ne deriva che paesi apparentemente sicuri della propria fornitura alimentare perché ricchi e ben relazionati commercialmente, con l'inasprirsi dei cambiamenti climatici, potrebbero nascondere una elevata vulnerabilità e una difficoltà ad adattarsi alle nuove condizioni del clima.

Il processo di adeguamento al cambiamento del clima è normalmente influenzato da diversi fattori, cioè condizioni strutturali di un paese o area geografica. Questi fattori possono ostacolare o impedire un efficace processo di adattamento al cambiamento climatico e sono classificati in finanziari, tecnici, socio-culturali e politico-economici (Jain *et al.*, 2009; Biesbroek *et al.*, 2013). In questo paragrafo proponiamo alcuni *drivers* strategici che prescindono dai livelli di PIL, i quali possono ostacolare la capacità di risposta ai cambiamenti climatici e quindi incidere sulla sicurezza alimentare di un paese.

Il primo è l'autosufficienza alimentare che svolge un ruolo chiave nel consentire una pronta risposta alla volatilità della produzione estera, come causa dell'incertezza che può derivare dal cambiamento climatico. Per esplorare tale condizione è possibile utilizzare sia il rapporto di dipendenza dalle importazioni (IDR) sia il rapporto di autosufficienza (SSR). Questi due indici sono (quasi) reciproci, entrambi mostrano alcuni limiti, ma hanno anche il vantaggio di poter essere applicati a sottogruppi di categorie di prodotti (in questo caso si prende in considerazione il

gruppo dei cereali perché sono generalmente riconosciuti come prodotti alimentari di base, dal cui consumo l'uomo ottiene la quota maggiore del fabbisogno energetico giornaliero). La Fig. 5 mostra un diagramma a dispersione dell'IDR (per i cereali), rispetto alla capacità di un determinato paese di rendere disponibili una quantità di risorse alimentari adeguata a soddisfare il fabbisogno interno (i.e. *Adequacy of supply*⁸). Il diagramma a dispersione mira a evidenziare una condizione di criticità rappresentata dalla compresenza di elevata dipendenza dall'importazione di cereali, accompagnata da una inadeguatezza delle risorse alimentare disponibili per il consumo interno rispetto al fabbisogno (fonte: FAOSTAT).



L'asse Y rappresenta il rapporto tra l'offerta raccomandata per l'intera popolazione e l'effettiva quantità di cibo disponibile in un dato momento. L'asse X rappresenta la percentuale di fornitura di cereali importata dall'estero.

Fonte: elaborazione originale su dati FAO 2017.

Fig. 5 - Grafico della vulnerabilità all'importazione e adeguatezza dell'offerta disponibile

⁸ L'*Adequacy of supply* è determinata dal rapporto fra il quantitativo energetico alimentare disponibile (kcal pro capite per die) (DES), con il fabbisogno energetico dietetico medio (ADER). Ovvero è il rapporto fra l'energia alimentare disponibile e quella necessaria. La fornitura media di calorie di ogni paese o regione per consumo alimentare è normalizzata dal fabbisogno energetico medio stimato per la sua popolazione per fornire un indice di adeguatezza dell'approvvigionamento alimentare in termini di calorie. Entrambi gli indici sono stati reperiti dal database della FAO.

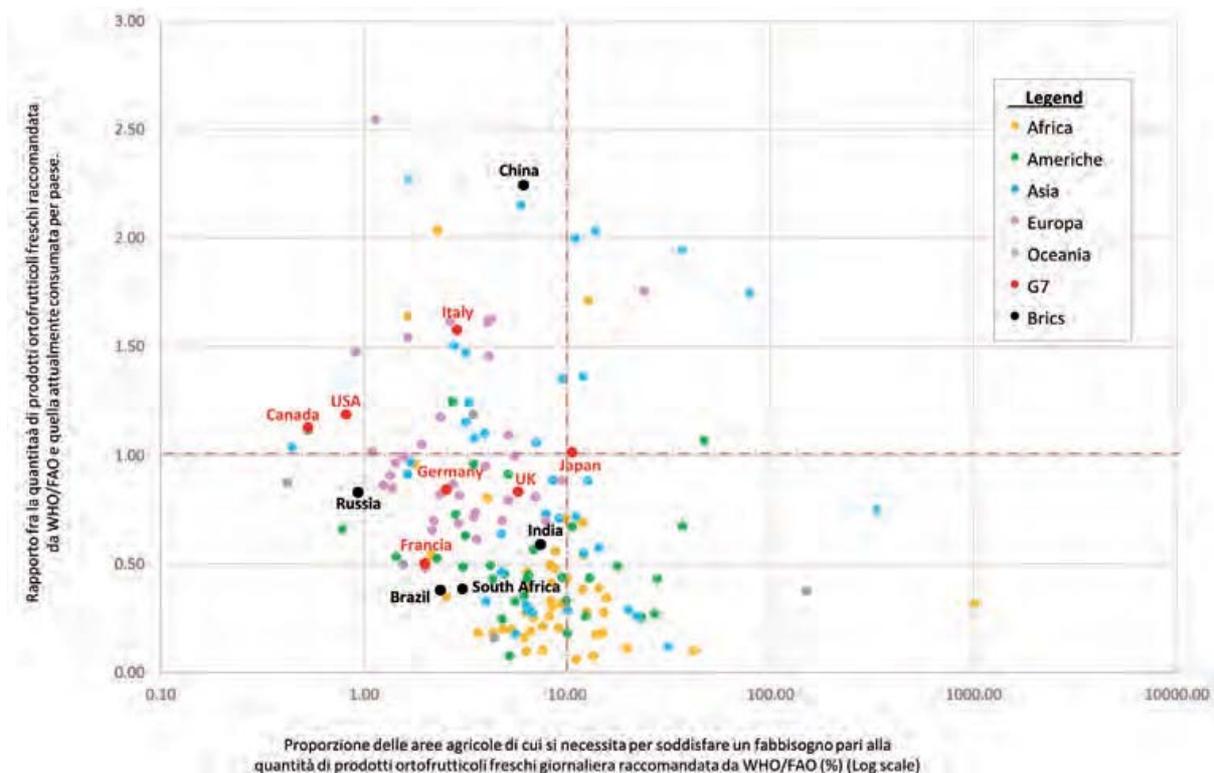
L'asse Y rappresenta l'indice di adeguatezza dell'offerta alimentare (dal punto di vista meramente della quantità di energia fornita in chilocalorie) e quindi mostra se in un determinato paese la disponibilità alimentare pro-capite è adeguata al mantenimento di una vita sana e attiva. La soglia su questo asse posta uguale a 100 significa che l'offerta alimentare è adeguata al 100% per il soddisfacimento del fabbisogno energetico interno. I paesi che superano la soglia del 100% identificano una situazione in cui l'offerta alimentare in termini di calorie è superiore a quanto raccomandato e considerato adeguato, quindi hanno un surplus di cibo. Sull'asse delle ascisse è posto l'indice di dipendenza dalle importazioni per i cereali (IDR); qui si è fissata una soglia sul valore del 10%, perché viene generalmente riconosciuto come il superamento di tale soglia identifichi quei paesi che sono più significativamente dipendenti dall'importazione, e che conseguentemente sono maggiormente esposti alla volatilità della produzione (che avviene altrove) e di conseguenza più vulnerabili.

Vale la pena notare che solo pochi paesi sono localizzati nel quadrante in alto a sinistra di Fig. 5, dove la sicurezza alimentare è maggiore, e dove le caratteristiche del sistema di consumo e produzione alimentare rendono il sistema più resiliente (solo tre delle Americhe: Paraguay, Argentina e Stati Uniti), mentre una grande maggioranza supera il valore soglia posto sull'asse X, il che significa che dipendono fortemente dalle importazioni. I paesi nel quadrante in basso a destra mostrano invece la peggiore condizione in termini di sicurezza alimentare, in cui oltre a dipendere fortemente dalle importazioni, mostrano anche di non avere un approvvigionamento adeguato al fabbisogno energetico giornaliero della loro popolazione (per la maggior parte paesi del Sud del Mondo). Contestualmente alla tesi che questo contributo vuole problematizzare, è opportuno sottolineare come, relativamente alla rappresentazione di Fig. 5, i BRICS siano in una condizione generalmente migliore rispetto ai paesi del G7, i quali – ad esclusione degli Stati Uniti (ed in misura minore Francia e Canada) – soffrono una condizione di dipendenza dall'estero per la fornitura di cereali molto più severa dei BRICS⁹.

Un'altra componente importante, spesso sottovalutata nella valutazione dell'insicurezza alimentare, è la carenza di micronutrienti, che può essere anche causa di gravi malattie. In generale, le organizzazioni internazionali suggeriscono che l'assunzione giornaliera di frutta e verdura fresca è una buona contromisura per prevenire carenze di micronutrienti e raccomandano un livello di circa 400 grammi pro capite al giorno. Nel 2014, in un precedente studio (Martellozzo *et al.*, 2014) è stata stimata globalmente (a livello di paese) l'area necessaria per la coltivazione di prodotti ortofrutticoli freschi adeguata al raggiungimento di questo obiettivo per la popolazione urbana. Questo studio teneva conto delle rese specifiche locali

⁹ La scala sull'asse x di Fig. 5 è logaritmica.

(*yield*) e del mix di produzione caratteristico di ogni paese. Quindi, ipotizzando che *yield* e mix di produzione non siano cambiati sostanzialmente dal 2014, e basandosi sui medesimi risultati, mediante una semplice proporzione con l'attuale popolazione per paese (dati FAO), è possibile ricalcolare per il 2019 l'area agricola necessaria a livello di paese per coltivare un quantitativo di prodotti ortofrutticoli freschi adeguato a soddisfare un fabbisogno pro-capite giornaliero¹⁰ pari a quello consigliato dal *World Health Organization* (WHO). La Fig. 6 mostra come la vulnerabilità di un paese possa essere messa in relazione con la carenza di micronutrienti. Anche in questo caso la dipendenza dall'estero per determinati tipologie di cibo rende più vulnerabile il paese ad eventuali cambiamenti climatici che possono compromettere per alcuni periodi le importazioni dall'estero. Si presume quindi che una maggiore indipendenza alimentare possa incidere sulla resilienza del paese agli *shock* esogeni quali il cambiamento climatico.



Fonte: elaborazione originale su dati FAO 2017.

Fig. 6 - Grafico della vulnerabilità alla carenza di micronutrienti. L'asse Y rappresenta il rapporto tra l'assunzione giornaliera raccomandata¹¹ e quella effettiva di frutta e verdura fresca. L'asse X rappresenta la percentuale di terreni coltivati che devono essere dedicati a tale scopo

¹⁰ Per una migliore esposizione dei metodi e dati utilizzati si rimanda a Martellozzo *et al.*, 2014.

¹¹ La dieta giornaliera raccomandata di prodotti ortofrutticoli freschi è pari a circa 0.4 kg pro capite al giorno (Martellozzo *et al.*, 2014).

Sull'asse Y è rappresentato il rapporto tra l'apporto giornaliero pro capite medio effettivo di frutta e verdura e l'assunzione giornaliera pro capite medio raccomandata, mentre sull'asse X viene rappresentata la percentuale delle aree agricole necessarie a sostenere questa ipotetica domanda (i.e. il denominatore dell'asse Y). Le linee rosse identificano le soglie di vulnerabilità (soggettivamente stabilite). Sull'asse Y i valori sopra 1 identificano una condizione in cui il consumo medio di frutta e verdura fresca pro capite al giorno è già al di sopra dell'obiettivo raccomandato. Pertanto, tutti i paesi al di sopra di questa linea sono in qualche modo (mediamente) *sicuri* – o potremmo dire meno vulnerabili – alle carenze di micronutrienti. L'asse X identifica invece la percentuale di terreni agricoli necessaria a soddisfare questa domanda, tenendo conto dell'effettiva estensione di aree agricole coltivabili¹². Si considera qui una soglia indicativa del 10%, supponendo che se lo sforzo per attuare contromisure sufficienti per prevenire una carenza sistemica di micronutrienti è inferiore a questo valore, nel paese rimane sempre un 90% di terreno coltivabile da dedicare alla coltivazione di cereali e legumi (e altro), che sono come detto in precedenza i prodotti alimentari dai quali si trae la maggior parte del fabbisogno di energia alimentare per il consumo umano¹³ (i.e. come detti *staple crops*). Vale la pena notare che molti paesi del continente Africano, e un gran numero di paesi delle Americhe, si trovano ben al di sotto del valore pari a 1 sull'asse Y, valore al di sotto del quale si concretizza una condizione in cui non si mantengono livelli di micronutrienti adeguati (i.e. *micronutrients deficiency*); sebbene per alcuni di essi, il soddisfacimento di tale necessità richiederebbe una percentuale dei terreni coltivabili disponibili inferiore al valore soglia (oltre il quale si ha una vulnerabilità) posizionato sull'asse X (i.e. quadrante in basso a sinistra). Più specificatamente in relazione alla tesi di questo lavoro, nel quadrante in basso a sinistra si trovano anche alcuni paesi del G7, che vengono quindi identificati come potenzialmente esposti ad una condizione di vulnerabilità alimentare per ciò che concerne i micronutrienti (frutta e verdura), nonostante appartengano a economie avanzate. In altre parole, in questi paesi la vulnerabilità a FI è data dal fatto che hanno un consumo interno di prodotti freschi non adeguato alle raccomandazioni di WHO/FAO, sebbene abbiano una estensione agricola tutto sommato sufficiente (i più in difficoltà a tal proposito sono Regno Unito e Giappone). Questa fattispecie concretizza una situazione di vulnerabilità della FI, con conseguenti effetti non positivi

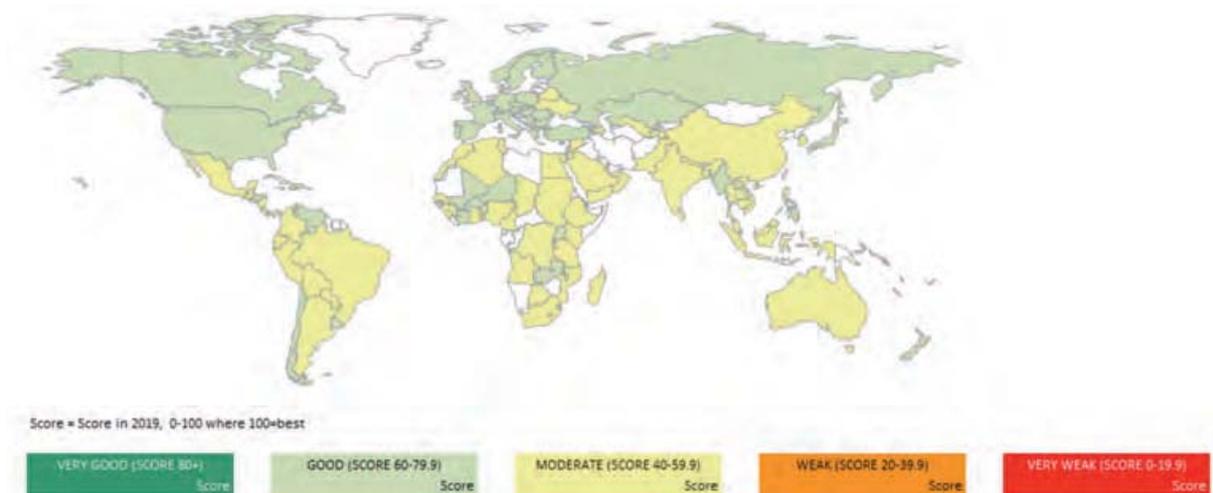
¹² L'area coltivata utilizzata proviene dal set di dati della FAO nel 2019. L'area coltivata non comprende prati e pascoli per il pascolo del bestiame.

¹³ In realtà anche cereali leguminose, e farinacei in generale possono essere ricchi di micronutrienti; tuttavia si tende a differenziare fra quei prodotti detti *staple crops*, ovvero dal cui consumo si beneficia perché rappresentano un apporto calorico importante del fabbisogno giornalieri, rispetto a prodotti di frutta e verdura fresche (*fresh vegetable products*) di cui si necessita principalmente per avere un apporto di nutrienti variegato e salutare, e il cui consumo è consigliato da WHO e FAO in 5 porzioni al giorno, o circa 400g (WHO/FAO, 2004).

sulla salute della popolazione, la cui dieta è probabilmente sbilanciata a favore di macronutrienti (proteine, lipidi e carboidrati). Analogamente, sorprende come fra i BRICS, nonostante in alcuni casi la superficie agricola necessaria per soddisfare il consumo interno raccomandato di prodotti freschi sia veramente irrisoria (i.e. la Russia necessiterebbe meno dell'1% della propria estensione agricola totale), solo la Cina sia esente da una condizione di vulnerabilità in tal senso (i.e. in Cina si consuma una quantità più che doppia di prodotti ortofrutticoli freschi rispetto a quanto consigliato, a fronte di una superficie interna necessaria alla loro coltivazione ben inferiore al 10%).

4. SUSCETTIBILITÀ DEL GSFI AL CAMBIAMENTO CLIMATICO: UN ESERCIZIO DI SIMULAZIONE PREDITTIVA. – Nell'ambito del panel di dati che costituiscono il GSFI, è inclusa anche una quarta dimensione che è utilizzata per determinare il livello di resilienza (i.e. stabilità) del GSFI al variare del cambiamento: la *Natural Resources and Resilience score* (NR&R). Anche la NR&R è un indicatore composito multifattoriale; questa dimensione è pensata per stimare la capacità di risposta e resilienza che le infrastrutture socio-naturali e il capitale naturale sono in grado di garantire al sistema alimentare di un determinato paese, se nell'equazione si considera l'effetto del cambiamento climatico. Come da letteratura, la tassonomia utilizzata per la misurazione della disponibilità di risorse naturali che il *panel* di esperti ha considerato cruciali per la sicurezza alimentare consta di "acqua, terra e oceani". Nel dettaglio il NR&R è composto da sette sotto-indicatori: *exposure, water, land, oceans, sensitivity, adaptive capacity* e *demographic stress* che qui di seguito spieghiamo brevemente (per un maggior dettaglio delle sotto-voci che li compongono si veda il sito dedicato). *Exposure* misura il grado di esposizione naturale al cambiamento climatico (siccità, alluvioni, aumento temperature, eventi atmosferici violenti) unitamente alle politiche messe in atto per mitigarne gli effetti. *Water* misura la qualità delle acque dolci disponibili e quanto potrebbe impattare l'erosione di questa specifica risorsa naturale. *Land* misura la salute della risorsa terra e quanto potrebbe impattare un suo peggioramento. *Oceans* misura lo stato di salute di questa risorsa naturale (grado di eutrofizzazione, biodiversità marina e estensione aree protette), fonte di proteine cruciali per molti paesi. *Sensitivity* misura il grado di suscettibilità di un paese al degrado delle risorse naturali e deriva dal grado di dipendenza dall'estero e dal livello di management contro il rischio di disastri ambientali. *Adaptive capacity* misura la qualità delle politiche per mitigare l'esposizione al cambiamento climatico del settore agricolo. Infine *Demographic stresses* è legato alla crescita della popolazione e al processo di urbanizzazione nel paese. Il NR&R quindi, mediante un *Adjustment score* risponde più semplicemente alla domanda: di quanto la FI misurata con il GSFI diminuisce o aumenta al variare della severità dell'impatto del cambiamento climatico? Minore il cambiamento

osservato, maggiore la resilienza del sistema alimentare di una dato paese, e quindi minore vulnerabilità. Viceversa, se ipotizzando un piccolo impatto del cambiamento climatico si osserva un grande differenziale dal GFSI base, allora questa dinamica identificherà una condizione di elevata vulnerabilità.



Fonte: The Economist Intelligence Unit (disponibile su <https://foodsecurityindex.eiu.com>).

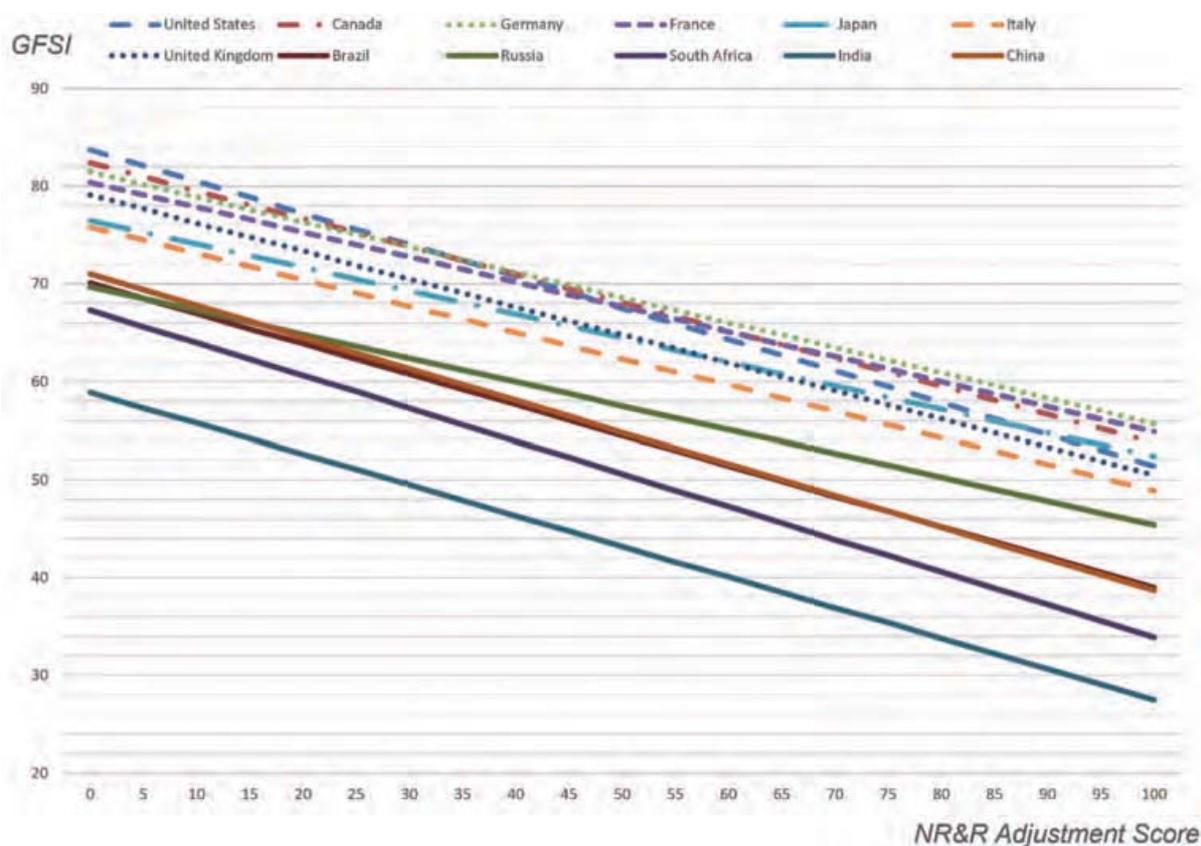
Fig. 7 - Natural Resources and Resilience score (NR&R)

Prendendo in considerazione la geografia del NR&R nel GFSI (Fig. 7), osserviamo che solo il Bahrein ha un *weak score*. Questo sta a significare che: anche un impatto relativamente ‘piccolo’ (in termini di magnitudine del fenomeno) ascrivibile al cambiamento climatico, data la struttura del sistema alimentare interno, e il livello di risorse naturali specifici per quel paese, può esporre il Bahrein ad una vulnerabilità per la FI di elevata entità. Gli altri paesi presentano generalmente un *good score* o *moderate score*. Nessuno invece ha un valore di resilienza al cambiamento climatico considerato ‘molto buono’, tale perciò da ritenersene solidamente al sicuro.

Ne deduciamo quindi, che il valore delle risorse e infrastrutture naturali proprie di ogni paese, misurata mediante il NR&R, implica una capacità di resistenza alle potenziali trasformazioni indotte dal cambiamento climatico diversificata, ma che soprattutto prescinde dalla ricchezza economica; infatti, osserviamo (Fig. 7) come anche paesi non caratterizzati da una condizione di arretratezza economica in assoluto (e.g. Bahrein ma anche Australia, Sud Africa, Brasile, Messico, India e Cina) hanno uno score peggiore di alcuni paesi del Sud del Mondo.

Dobbiamo ora tener conto due fattori, (i) da un lato il GFSI riesce a modellizzare (mediante proxy ovviamente) una dinamica per la quale le caratteristiche

interne di un dato ambito geografico permettono una diversificata risposta (resilienza) a medesimi livelli di impatto ascrivibili al cambiamento climatico, ipotizzabili solo teoricamente (i.e. maggiore la pendenza della curva in Fig. 8, maggiore la vulnerabilità); dall'altro lato lo strumento non è attrezzato per stabilire a priori un valore soglia su cui tarare una *baseline* di impatto, ma solo ipotizzare un gradiente di impatto dinamico (espresso mediante l'*Adjustment score*)¹⁴ (Fig. 8). Quindi il solo impiego degli strumenti presenti nel GFSI non è in grado di simulare ciò che in realtà è più probabile avvenga, ovvero che la magnitudine dell'impatto del cambiamento climatico non sarà uguale su tutto il pianeta, ma alcuni luoghi dovranno affrontare cambiamenti e sconvolgimenti ben più severi e imprevedibili di altri.



Fonte: elaborazione propria su dati The Economist Intelligence Unit (disponibile su <https://foodsecurityindex.eiu.com>).

Fig. 8 - Le diverse vulnerabilità alimentari al cambiamento climatico secondo il GFSI per i paesi del G7 e i BRICS. Andamento delle curve di "decay" del GFSI in funzione dell'Adjustment Score applicato alla dimensione NR&R

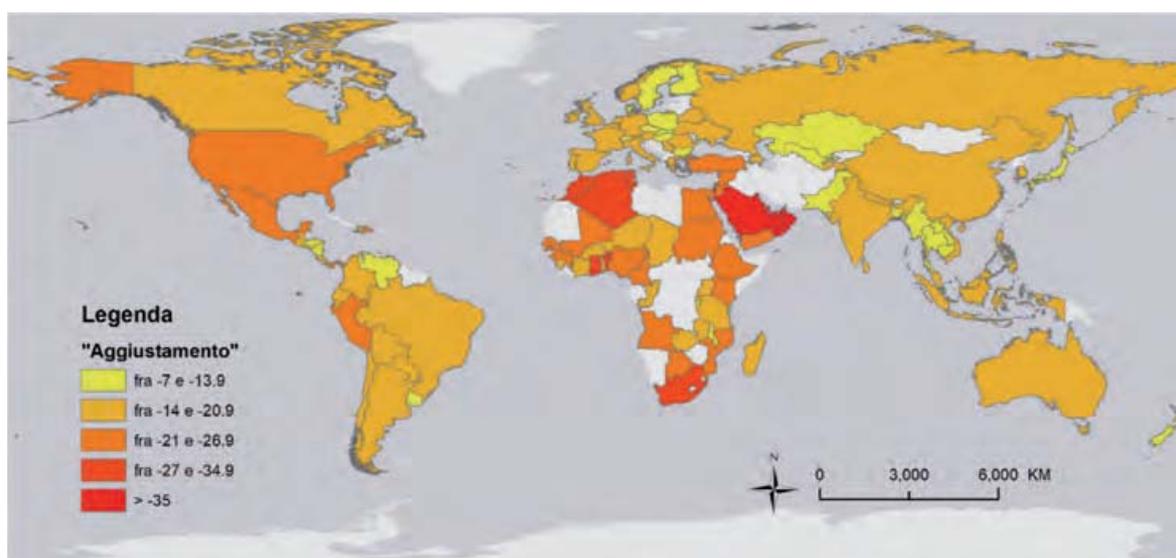
¹⁴ Nel database GFSI l'*Adjustment score* è espresso mediante un valore indice che può essere fatto variare fra 0% e 100% per semplicità di modellazione.

È in questo gap che il nostro esercizio di simulazione sintetica vuole inserirsi e offrire un contributo, anche metodologico. L'obiettivo quindi è di rendere maggiormente accurate le proiezioni derivabili con l'*Adjustment score*. A tal proposito si è voluto esplorare l'ipotesi per la quale si presume che non solo ogni paese abbia una differente capacità di adattamento e resilienza al cambiamento climatico (espressa mediante la NR&R), ma anche tenendo conto di una geografia differenziata della severità dell'impatto del cambiamento climatico.

Infatti, la letteratura scientifica è consapevole del fatto che è scorretto ipotizzare un'incidenza degli effetti ascrivibili ai cambiamenti climatici orizzontale, ovvero con una severità indifferenziata per le varie aree del pianeta. Come testimoniato da accreditati studi internazionali (IPCC, 2014) è maggiormente verosimile che, sebbene i cambiamenti climatici interessino la totalità delle terre emerse, degli oceani, e dell'atmosfera, questi assumano un gradiente di severità differenziato. In altre parole, quando si parla di innalzamento della temperatura, o di innalzamento dei mari, si riportano delle stime a livello globale che rappresentano delle medie, ma in alcuni luoghi i differenziali rispetto all'epoca pre-industriale saranno più critici che in altri. A tal proposito il rapporto dell'IPCC del 2014 identificava per due scenari relativi ai cambiamenti climatici dei valori di severità differenziati per macroaree del pianeta, e per macrosettori, fra cui anche la severità dell'impatto per il settore di produzione del cibo. Tali stime previsionali sono fornite sia per lo scenario migliore, il 2.6 RCP (*Representative Concentration Pathways*) che ipotizza un aumento della temperatura globale medio inferiore ai 2 °C al 2100, sia per quello peggiore, il 8.5 RCP che prevede un aumento della temperatura medio globale di oltre 4 °C.

In questo studio abbiamo utilizzato i valori regionali di severità dei cambiamenti climatici relativi allo scenario di 8.5 RCP (che sebbene sia quello peggiore è anche sfortunatamente fra i più plausibili) quale coefficiente per modulare l'*Adjustment score* del GFSI. In altre parole abbiamo utilizzato tali valori per simulare una dinamica differenziata dell'impatto localizzato dei cambiamenti climatici sulla FI, in funzione della resilienza specifica di ogni paese. I risultati di questa simulazione predittiva sono rappresentati in Fig. 9, ove si esplicita di quanto il GFSI si riduce se si introduce nell'equazione un gradiente di severità differenziato dei cambiamenti climatici in accordo con le stime dell'IPCC (2014).

Osserviamo come in questo quadro esplorativo ipotetico anche un paese con un'economia avanzata come gli Stati Uniti può potenzialmente essere maggiormente esposto a vulnerabilità per la FI rispetto ad altri paesi con economie meno avanzate. Osservazioni queste che non venivano messe in luce (o solo in parte) dalle geografie espresse in Figg. 2 e 7. Questa elaborazione conferma ancora una volta come la sicurezza alimentare ai tempi del cambiamento climatico non possa essere esclusivamente una questione di ricchezza disponibile quanto piuttosto un misto di dotazioni naturali, capacità di adattamento all'emergenza climatica, e condizioni geoclimatiche.



Fonte: elaborazione propria su dati The Economist Intelligence Unit e IPCC (2014).

Fig. 9 - Vulnerabilità del GFSI al cambiamento climatico. Variazione del GFSI modellizzato in funzione dell'ipotetico impatto ascrivibile allo scenario di 8.5 RCP dell'IPCC (2014)

5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI. – I dati riportati in questo lavoro derivano principalmente dal GFSI e dalla FAO. Questa scelta è stata dettata dal fatto che, come ogni misurazione, il GFSI ha i suoi pregi ma anche alcune limitazioni specifiche. Infatti, il GFSI è una misura composta ben progettata per descrivere adeguatamente le condizioni di contesto che possono far emergere la FI in un paese; tuttavia, pur analizzando le condizioni strutturali all'interno di un determinato sistema paese, non descrive esaustivamente tutte le componenti relative alla FI, quali ad esempio la sufficienza del consumo alimentare, la malnutrizione e la carenza di micronutrienti.

Poiché è bene descrivere le condizioni di contesto in cui l'insicurezza alimentare deve emergere e minacciare i sistemi alimentari, la simulazione qui fornita può essere considerata indicativa, sebbene non perfetta, della tendenza modellata. Per poter entrare nel merito delle condizioni di contesto geografico e degli effetti sulla sicurezza alimentare si dovrebbe poter disporre di indicatori ad un dettaglio geografico maggiore, in quanto le dinamiche osservate a livello di paese possono nascondere elementi significativi, che invece potrebbero essere investigati adeguatamente mediante analisi *place-based*, ad una 'grana' territoriale più fine, in grado per esempio di disaminare correttamente il problema della sicurezza alimentare e il *nexus* aree urbane-aree rurali (Sonnino, 2016).

Grazie alla rielaborazione originale di dati esistenti, questo lavoro ha messo in evidenza alcune caratteristiche della sicurezza alimentare globale non scontate. Appare chiaro che l'intero continente africano, unitamente ad altri paesi del Sud del

Mondo, sia più esposto di altri ad eventuali shock esogeni, quali il cambiamento climatico, principalmente per una minore capacità politica di adattamento ma soprattutto per la crescita della popolazione, come segnalato per molti paesi africani (Burundi, Uganda, Angola, Congo, Niger) dal NR&R per il sotto-indicatore 'stress demografico'. Ciononostante, non è così scontato che la sicurezza alimentare sia garantita nei restanti paesi con livelli di PIL pro-capite elevati. Come è stato evidenziato dalla Fig. 4, alcuni paesi appartenenti alle sette economie più importanti del mondo, sono maggiormente vulnerabili (i.e. Italia e Giappone) nel caso di shock esogeni in quanto dipendenti dalle importazioni per importanti colture (i.e. i cereali). Al contrario, praticamente tutti i paesi delle economie emergenti (incluse Cina e India), nonostante livelli di HDI a PIL pro-capite inferiori, mostrano una maggiore autosufficienza che potrà risultare cruciale nel caso di interruzioni nella fornitura alimentare.

Un altro elemento critico per la sicurezza alimentare che accomuna alcuni paesi del Nord a quelli del Sud del Mondo è rappresentato dal rapporto tra l'apporto giornaliero pro-capite medio effettivo di frutta e verdura e l'assunzione giornaliera pro capite medio raccomandata (vedi Fig. 6). Alcuni paesi quali Germania, Russia, Francia, Sud Africa e Brasile hanno un apporto dei micronutrienti nella propria dieta inferiore a quello raccomandato con possibili rischi per la salute pubblica. Tuttavia, mentre i paesi citati avrebbero una dotazione di terra necessaria alla produzione di micronutrienti sufficiente a ribaltare tale deficit, altri come il Regno Unito, l'India ed in particolare il Giappone, anche se decidessero di convertire le loro terre alla produzione di micronutrienti avrebbero difficoltà a reperire aree coltivate. Ciò significa che sono obbligati a dipendere dalle esportazioni di micronutrienti oppure che sono destinati ad avere una dieta non adeguata e sbilanciata, causa di danni alla salute.

Infine, se si effettua una previsione includendo uno scenario di cambiamento climatico considerato probabile dall'IPCC (i.e. 8.5 RCP), il quadro globale della FI cambia rispetto alla situazione attuale. Nuovamente si può metter in luce una disgiunzione fra livello di ricchezza interna e vulnerabilità alimentare e nemmeno un'economia avanzata come gli Stati Uniti può considerarsi sufficientemente resiliente, anzi risulta essere più vulnerabile di paesi economicamente meno solidi.

In conclusione l'analisi incrociata dei dati FAO, GFSI e IPCC ha permesso, mediante incroci innovativi ed osservazioni analitiche, di supportare adeguatamente l'argomento principale di questo lavoro, ovvero la necessità di andare oltre il PIL nell'analisi della sicurezza alimentare. Il continuare ad associare la sicurezza alimentare primariamente alla ricchezza disponibile in un paese, rischia di causare una percezione distorta della geografia del problema, che come dimostrato può essere limitante e fuorviante.

Bibliografia

- Alcamo J., Dronin N., Endejan M., Golubev G., Kirilenko A. (2007). A new assessment of climate change impacts on food production shortfalls and water availability in Russia. *Glob. Environ. Chang.*, 17: 429-444. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2006.12.006
- Aliyu U.S., Ozdeser H., Çavusoglu B., Usman M.A.M. (2021). Food Security Sustainability: A Synthesis of the Current Concepts and Empirical Approaches for Meeting SDGs. *Sustainability*, 13: 11728. DOI: 10.3390/su132111728
- Biesbroek G.R., Klostermann J.E., Termeer C.J., Kabat P. (2013). On the nature of barriers to climate change adaptation. *Reg. Environ. Change*, 13(5): 1119-29. DOI: 10.1007/s10113-013-0421-y
- Bini V., Dansero E., Magarini A., Nicolarea Y. (2017). Politiche urbane del cibo nel sud globale: temi approcci, casi di riferimento. *Bollettino della Società Geografica Italiana*, Serie XIII, vol. X (2017): 53-71. DOI: 10.13128/bsgi.v10i1-2.494
- Blay-Palmer A. (2009). The Canadian pioneer: The genesis of urban food policy in Toronto. *International Planning Studies*, 14, 4: 401-416. DOI: 10.1080/13563471003642837
- Breinl K., Di Baldassarre G., Mazzoleni M., Lun D., Vico G. (2020). Extreme dry and wet spells face changes in their duration and time. *Environ. Res. Lett.*, 15(7): 1-13. DOI: 10.1088/1748-9326/ab7d05
- Calori A., Dansero E., Pettenati G., Toldo A. (2017). Urban food planning in Italian cities: a comparative analysis of the cases of Milan and Turin. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41: 1026-1046. DOI: 10.1080/21683565.2017.1340918
- Carletto C., Zezza A., Banerjee R. (2013). Towards better measurement of household food security: Harmonizing indicators and the role of household surveys. *Global Food Security*, 2(1): 30-40. DOI: 10.1016/j.gfs.2012.11.006
- Carolan M. (2013). *Reclaiming Food Security*, Earthscan Food and Agriculture. London: Routledge.
- Dansero E., Pettenati G., Toldo A. (2014). Alimentare la resilienza urbana: nuove prospettive verso un'agenda locale del cibo. In: Capineri C., Celata F., de Vincenzo D., Dini F., Randelli F., Romei P., a cura di, *Memorie Geografiche. Oltre la globalizzazione*, n. 12, *Resilienza/Resilience*.
- Di Bartolomei R., Rondinone A., Salvati L. (2014). Consumo di suolo e sicurezza alimentare: un'analisi del caso italiano. *Riv. Geogr. Ital.*, 121(2): 141-156.
- Dorosh P.A., Rashid S., van Asselt J. (2016). Enhancing food security in South Sudan: The role of markets and regional trade. *Agric. Econ.*, 47: 697-707. DOI: 10.1111/agec.12266
- Dreze J., Sen A. (1990). *Hunger and Public Action*. Oxford: Clarendon Press.
- FAO (2016). *The State of Food Insecurity in the World*. Rome: FAO. Retrieved from: www.fao.org/3/a-i4646e.pdf
- Id., IFAD, UNICEF, WFP, WHO (2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all*. Rome.
- Id./WHO (2004). *Fruit and Vegetables for Health: Report of a Joint FAO/WHO, Workshop* (Kobe, Japan, September, 2004).

- Forno F., Maurano S. (2016). Cibo, sostenibilità e territorio. Dai sistemi di approvvigionamento alternativi ai Food Policy Councils. *Riv. Geogr. Ital.*, 123(1): 1-20.
- Fricko O., Havlik P., Rogelj J., Klimont Z., Gusti M., Johnson N., Kolp P., Strubegger M., Valin H., Amann M. *et al.* (2017). The marker quantification of the Shared Socioeconomic Pathway 2: A middle-of-the-road scenario for the 21st century. *Glob. Environ. Change*, 42: 251-267.
- Grillotti Di Giacomo M.G. (2012). *Nutrire l'uomo, vestire il Pianeta. Alimentazione-Agricoltura-Ambiente tra imperialismo e cosmopolitismo*. Milano: FrancoAngeli.
- Ead., De Felice P., a cura di (2019), *Land Grabbing e Land Concentration. I predatori della terra tra neocolonialismo e crisi migratorie*. Milano: FrancoAngeli.
- Hilaire J., Klein D. *et al.* (2017). Fossil-fueled development (SSP5): An energy and resource intensive scenario for the 21st century. *Glob. Environ. Change*, 42: 297-315. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2016.05.015
- International trade Centre (2020). *Market and Trade analysis tool*. Available at: www.intracen.org/itc/market-info-tools/market-analysis-tools
- Jain R., Arora A., Raju S.S. (2009). A novel adoption index of selected agricultural technologies: Linkages with infrastructure and productivity. *Agric. Econ. Res. Rev.*, 22(1): 109-20. DOI: 10.22004/ag.econ.57386
- Kriegler E., Bauer N., Popp A., Humpenöder F., Leimbach M., Strefler J., Baumstark L., Bodirsky B.L., Krishnaraj M. (2005). Food Security: How and for Whom? *Economic and Political Weekly*, 40(25): 2508-2512. DOI: 10.2307/4416779
- McMichael P. (2009). A food regime genealogy. *The Journal of Peasant Studies*, 36(1): 139-169. DOI: 10.1080/03066150902820354
- Marino M.P. (2016). Perspectives and role of agriculture in the contest of current worldwide crisis. *Geotema*, 20(52): 31-38.
- Martellozzo F., Landry J.S., Plouffe D., Seufert V., Rowhani P., Ramankutty N. (2014). Urban agriculture: a global analysis of the space constraint to meet urban vegetable demand. *Environ. Res. Lett.*, 9: 064025. DOI: 10.1088/1748-9326/9/6/064025
- Morgan K. (2009). Feeding the City: The Challenge of Urban Food Planning. *International Planning Studies*, 14(4): 341-348. DOI: 10.1080/13563471003642852
- Id. (2013). The rise of urban food planning. *International Planning Studies*, 18(1): 1-4. DOI: 10.1080/13563475.2012.752189
- Id. (2015). Nourishing the city: The rise of the urban food question in the Global North. *Urban Studies*, 52(8): 1379-1394. DOI: 10.1177/0042098014534902
- Id., Sonnino R. (2010). The urban foodscape: world cities and the new food equation. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3: 209-224. DOI: 10.1093/cjres/rsq007
- OECD (2020). *Interim Economic Assessment - Coronavirus: The world economy at risk*. 2 March 2020. Available at: oecd.org/economic-outlook
- Olper A., Curzi D., Swinnen J. (2018). Trade liberalization and child mortality: A Synthetic Control Method. *World Dev.*, 110: 394-410. DOI: 10.1016/j.worlddev.2018.05.034
- Schmidhuber J., Tubiello F.N. (2007). Global food security under climate change. *PNAS*, 104(50): 19703-19708; DOI: 10.1073/pnas.0701976104

- Sen A. (1982) The food problem: Theory and policy. *Third World Quarterly*, 4(3): 447-459. DOI: 10.1080/01436598208419641
- Smith L.C., Subandoro A. (2007). *Measuring food security using household expenditure surveys*. Food security in practice technical guide series. Washington DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Sonnino A., Chuluunbaatar D., Ruane J. (2016). Food security, sustainability and agricultural innovation. *Geotema*, 20(52): 27-30.
- Sonnino R. (2016). The New Geography of Food Security: Exploring the Potential of Urban Food Strategies. *The Geographical Journal*, 182(2): 190-200. DOI: 10.1111/geoj.12129
- Ead., Marsdent T., Moragues-Faus A. (2016). Relationalities and Convergences in Food Security Narratives: Towards a Place-Based Approach. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 41(4): 477-489. DOI: 10.1111/tran.12137
- Ead., Moragues-Faus A. (2018). Feeding Hungry and Thirsty Cities: An Introduction, in *Handbook of Nature*. Londra: SAGE.
- Świetlik K. (2018). Economic Growth Versus the Issue of Food Security in Selected Regions and Countries Worldwide. *Problems of Agricultural Economics*, 3(356): 127-149. DOI: 10.22004/ag.econ.276629
- The Economist Intelligence Unit (2019). *Global Food Security Index 2019*. <https://foodsecurityindex.eiu.com>
- Thomas A.C., D'Hombres B., Casubolo C., Saisana M., Kayitakire F. (2017). *The use of the Global Food Security Index to inform the situation in food insecure countries*. EUR 28885 EN, JRC, Ispra.
- Tinta A.A., Sarpong D.B., Ouedraogo I.M., Al Hassan R., Mensah-Bonsu A., Ebo Onumah E., Yildiz F. (2018). The effect of integration, global value chains and international trade on economic growth and food security in ECOWAS. *Cogent Food Agric.*, 4: 1465327. DOI: 10.1080/23311932.2018.1465327
- World Bank *open data*. Available at: <https://data.worldbank.org>
- Yang H., Reichert P., Abbaspour K.C., Zehnder A.J.B. (2003). A Water Resources Threshold and Its Implications for Food Security. *Environmental Science & Technology*, 37(14): 3048-3054. DOI: 10.1021/es0263689
- Zeza A., Tasciotti L. (2010). Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries. *Food Policy*, 35(4): 265-273. DOI: 10.1016/j.foodpol.2010.04.007