

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse
naturali e Ambiente

Corso di Laurea triennale in
SCIENZE E CULTURA DELLA GASTRONOMIA E DELLA
RISTORAZIONE

Dieta e sostenibilità. L'eliminazione dei prodotti di
origine animale è davvero la soluzione?

Relatore

Prof. Franco Tagliapietra

Laureando

Tommaso Ferrari

Matricola n.

2021275

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

SOMMARIO

SOMMARIO.....	3
ABSTRACT	5
INTRODUZIONE.....	6
1. UN TEMA ATTUALE E RILEVANTE.....	7
1.1. DIMENSIONE ECONOMICA DEL SETTORE PRIMARIO GLOBALE.....	7
1.2. IMPATTO AMBIENTALE DELL'AGRICOLTURA GLOBALE	11
1.3. STATO NUTRIZIONALE CORRENTE	14
2. LA SOSTENIBILITÀ.....	20
3. IMPATTO AMBIENTALE DELLE DIVERSE DIETE	22
3.1 IMPRONTA ECOLOGICA ASSOLUTA DELLE DIVERSE DIETE	22
3.2 AMMINOACIDI ESSENZIALI: REGOLATORI DELL'IMPATTO AMBIENTALE DELLE DIVERSE DIETE ..	26
4. VALORE DELLA ZOOTECNIA.....	31
4.1. VALORE DELLE PRODUZIONI DI ALTA QUALITÀ	31
4.2. RIDIMENSIONAMENTO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA DELLA ZOOTECNIA	34
4.3. SOSTENIBILITÀ IN ZOOTECNIA.....	36
4.4. SERVIZI ECOSISTEMICI FORNITI DALLA ZOOTECNIA	37
4.5. VALORIZZAZIONE DI BIOMASSA NON EDIBILE	39
4.6. GLI ANIMALI NELLA FERTILIZZAZIONE DEL SUOLO AGRICOLO.....	42
4.7. EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUI SISTEMI ZOOTECNICI	44
5. ASPETTI NUTRIZIONALI	45
5.1. COSA COMPORTA L'ESCLUSIONE DEI PRODOTTI DI ORIGINE ANIMALE?	45
5.1.1. aspetti positivi	45
5.1.2. aspetti negativi.....	46
5.1.3. ulteriori considerazioni	47
5.2. COSA COMPORTA L'INCLUSIONE DEI PRODOTTI DI ORIGINE ANIMALE?	48
5.2.1. prodotti lattiero-caseari	48
5.2.2. il pesce	49
5.2.3. la carne.....	50
PRINCIPALI TEMATICHE AFFRONTATE E CONSIDERAZIONI.....	53
CONCLUSIONE	56
BIBLIOGRAFIA	57

ABSTRACT

The effects of pollution are multiple and growing; global warming, depletion of renewable water resources, soil erosion, deforestation, loss of biodiversity, eutrophication, acid rains are among the main consequences.

The effects have become noticeable to everyone, we are witnessing increasingly irregular changing seasons and increasingly frequent extreme weather events.

Furthermore, other severe problems are the population increase and the consequent growth in demand for goods of all kinds, as well as the depletion of non-renewable energy resources.

The combination of all these factors inevitably puts the whole of humanity in a very delicate situation and there is a growing awareness that even the actions of the individual have an impact on the global situation.

One of these choices, for example, concerns the foods that we put in our meals every day; choosing one food over another can have significant consequences in terms of environmental impact. However, given the growing interest in the subject, it is easy to run into misinformation.

The aim of my paper is to set out some of the variables that can contribute to the definition of a sustainable diet. The topics covered will include the environmental impact of global agriculture and individual diets, the definition of sustainability, with more emphasis on its application in the livestock sector, and the evaluation of some nutritional aspects.

Foods of animal origin are often accused of being the most impactful on the environment, suggesting that the solution is to eliminate them. However, this solution does not take into account the ecological, socio-cultural and economic value of livestock farming and underestimates the nutritional aspects of these products.

Therefore, all of this leads to the conclusion that there can not be an unanimous answer to this question.

INTRODUZIONE

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sono molteplici ed in crescita; riscaldamento globale, esaurimento delle risorse idriche rinnovabili, erosione del suolo, deforestazione, perdita di biodiversità, eutrofizzazione, piogge acide sono tra le principali conseguenze del fenomeno.

Gli effetti sono diventati ormai sensibili agli occhi di tutti, stiamo assistendo ad un alternarsi delle stagioni sempre più irregolare e ad eventi atmosferici estremi sempre più frequenti.

A tutto ciò si devono sommare il continuo aumento demografico e la conseguente crescita della domanda di beni di ogni tipo, nonché l'esaurimento delle risorse energetiche non rinnovabili.

L'insieme di tutti questi fattori pone, inevitabilmente, l'intera umanità in una situazione molto delicata e sta crescendo sempre di più la consapevolezza che anche le azioni del singolo individuo hanno un impatto sulla situazione globale.

Una di queste scelte, ad esempio, riguarda gli alimenti che tutti i giorni popolano le nostre tavole; scegliere un cibo piuttosto che un altro può avere ripercussioni sensibili in materia di impatto ambientale. Tuttavia, dato il crescente interesse per la tematica, è facile incorrere in disinformazione.

A tal proposito, l'obiettivo del mio elaborato è esplorare alcune delle variabili che possono contribuire alla definizione di una dieta sostenibile. I temi toccati, le cui principali problematiche sono riassunte nella Tabella 1, riguarderanno l'impatto ambientale dell'agricoltura globale e delle singole diete, la definizione di sostenibilità, ponendo maggiore enfasi sulle sue applicazioni nel settore della zootecnia e la valutazione, infine, di alcuni aspetti nutrizionali.

Gli alimenti di origine animale sono spesso accusati di essere i più impattanti sull'ambiente, suggerendoci che la soluzione sia la loro eliminazione. Ad ogni modo, questa soluzione non tiene conto del valore ecologico, socio-culturale ed economico dell'allevamento e sottovaluta gli aspetti nutrizionali di tali prodotti.

Pertanto, tutto ciò porta alla conclusione che non esiste una risposta univoca a tale quesito.

1. UN TEMA ATTUALE E RILEVANTE

La continua crescita demografica, il cui punto di arresto è stimato nel 2100 con 10,9 miliardi, ovvero circa 3 miliardi in più rispetto ad oggi (Roser e Rodés-Guirao, 2013), ed il conseguente aumento della domanda di prodotti alimentari, specialmente per quanto riguarda quelli di origine animale, pongono l'intero settore agricolo in una situazione critica: lo spazio a disposizione per la produzione primaria diminuisce, aumentano significativamente le quantità di prodotti richieste dal mercato, ma allo stesso tempo bisogna ridurre l'impatto ambientale di tali produzioni, al fine di mitigare quanto più possibile gli effetti di una "crisi climatica" vera e propria.

Oltre a questo, un aspetto molto importante è quello legato alla "*food security*", ovvero alla sicurezza alimentare espressa in termini di disponibilità di alimenti sufficienti al mantenimento di uno stato nutrizionale accettabile per la popolazione. Sebbene il livello di *food security* si sia alzato negli ultimi due decenni, la quota di persone malnutrite o denutrite è ancora molto alta e rappresenta una piaga importante per l'umanità.

In questo capitolo viene quindi delineata la situazione globale per ciò che concerne le dimensioni e l'impatto ambientale del settore primario, nonché lo stato nutrizionale corrente al fine di far emergere le principali problematiche alle quali tale settore è esposto.

1.1. DIMENSIONE ECONOMICA DEL SETTORE PRIMARIO GLOBALE

A livello globale, la quota dell'agricoltura nel PIL è rimasta pressoché invariata e stabile al 4% dal 2000. Ciò nonostante, la quantità di persone impiegate nel settore si è ridotta, in quanto se nel 2000 il 40% della forza lavoro mondiale (1.050 milioni di persone) lavorava per il settore agricolo, nel 2019 questa quota si è abbassata al 27%, corrispondente a 884 milioni di persone.

Le economie, però, non sono tutte uguali; infatti, come si evince dalla Figura 1, il contributo dell'agricoltura sul PIL generale varia significativamente a seconda dei continenti. Ciò è da attribuirsi, probabilmente, alle differenze morfologiche, culturali e allo sviluppo economico delle diverse regioni. In ogni caso, la tendenza è quella di una diminuzione del peso economico del settore agricolo rispetto al PIL totale. Ciò nonostante, però, esiste un'eccezione, e questa è rappresentata dal continente africano, nel quale dal 2000 al 2018 si osserva una crescita del peso del PIL agricolo rispetto al PIL totale; questo è dovuto all'aumento della quota di PIL dell'agricoltura in alcuni paesi (Algeria, Angola, Ciad, Congo, Eritrea, Gabon, Guinea, Mali, Marocco, Niger, Nigeria e Sierra Leone) che contribuiscono quasi per la metà del totale valore aggiunto del settore agricolo mondiale. (FAO, 2020)

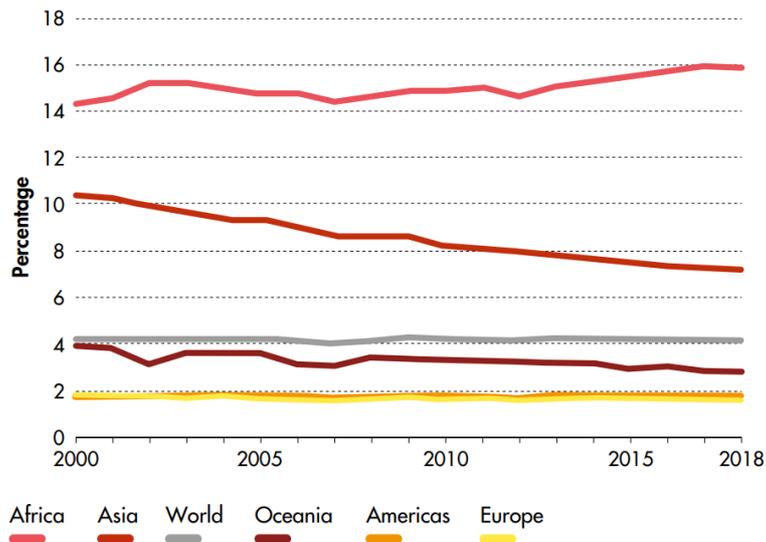


Figura 1: FAO, 2020. Contributo dell'agricoltura al PIL per singolo continente

Il valore aggiunto dell'intero settore, il quale comprende agricoltura, pesca e silvicoltura è aumentato del 68% tra il 2000 e il 2018, raggiungendo circa 3.400 miliardi di dollari. Per quanto riguarda i singoli continenti, in Africa il valore aggiunto è più che raddoppiato nel periodo, passando da 170 a 397 miliardi di dollari, mentre la variazione minore è stata registrata in Europa, dove il valore aggiunto è aumentato solo del 18% tra il 2000 e il 2018, passando da 278 a 329 miliardi di dollari. Il continente che risulta essere di maggior impatto su questa crescita, generando un valore aggiunto pari al 63% del totale nel 2018, è invece l'Asia. Per quanto riguarda invece i singoli Stati, quelli con il maggior impatto economico sono Cina, India e Stati Uniti. (FAO, 2020)

Come anticipato in precedenza, il numero di persone che lavorano nel settore a livello mondiale è calato del 16% dal 2000 al 2018; un lavoratore agricolo su quattro in Asia ha lasciato il settore per dedicarsi ad altro e in Europa nel 2019 si è osservata la più bassa quota di sempre, in quanto il settore agricolo impiegava solo il 5.3% dei lavoratori, mentre in Africa questa quota è pari al 50%. In ogni caso, il comparto agricolo rappresenta la seconda più larga fonte di impiego lavorativo, dopo il settore dei servizi.

La superficie agricola mondiale nel 2018 era di 4,8 miliardi di ettari, in leggero calo del 2% rispetto al 2000. Ciò nonostante, la produzione è invece aumentata notevolmente: +50% per le colture primarie che nel 2019 hanno raggiunto un valore totale di 9,2 miliardi di tonnellate e +108% per gli oli vegetali, soprattutto olio di palma. Da ciò si evince che l'efficienza produttiva sia notevolmente cresciuta nel periodo; gli aspetti che hanno influito sono molteplici, ma il più importante è quello della disponibilità idrica che ha permesso di migliorare notevolmente la qualità e velocità del processo produttivo delle colture: la superficie globale attrezzata per l'irrigazione ha raggiunto i 339 milioni di ettari nel 2018, con

un aumento del 17% rispetto ai 288 milioni di ettari del 2000 e più del doppio dell'area irrigata nel 1960. La maggior parte si trova in Asia (70%), mentre l'Europa, invece, rappresenta solo l'8% del totale (FAO, 2020).

Per quanto riguarda la produzione di carne, la crescita dal 2000 al 2018 è stata del 47% raggiungendo la quantità di 342 milioni di tonnellate, di cui il 90% degli animali allevati appartengono a sole tre specie: suino, pollo, bovino. Di queste tre, in termini percentuali, la produzione è calata per tutte eccezion fatta per il pollo che è invece praticamente raddoppiato, passando a 56 milioni di tonnellate e rappresentando il 33% della produzione di carne mondiale, quasi al pari con quella suina (35%), mentre nel 2000 i due valori erano rispettivamente 24 e 38%, come si evince dalla Figura 2.

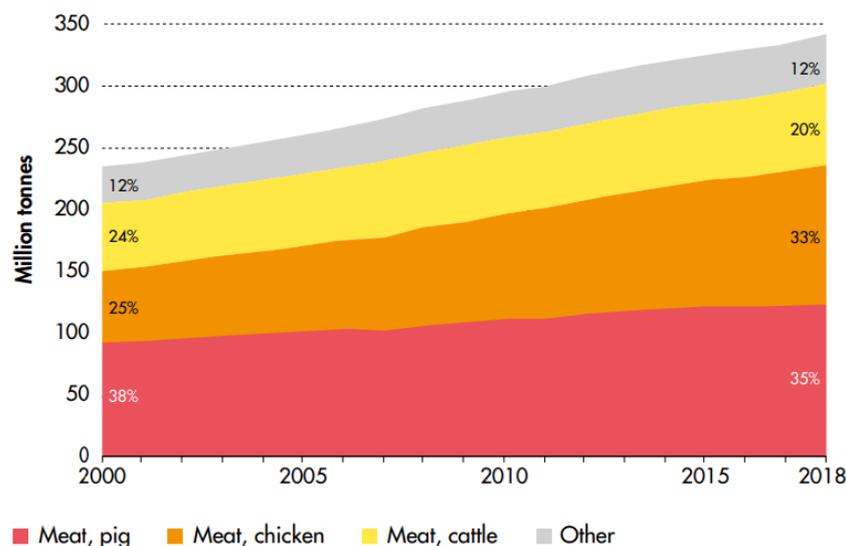


Figura 2: FAO, 2020, produzione mondiale di carne

La Cina e gli Stati Uniti d'America sono tra i tre maggiori produttori per ogni tipo di carne principale: in particolare, la Cina da sola ha prodotto il 45% della carne suina mondiale, mentre gli Stati Uniti d'America hanno prodotto il 17% della carne di pollo e il 18% di carne bovina. La grande differenza tra le due potenze sta nella destinazione del prodotto: per la Cina il mercato di riferimento è quello interno, mentre per gli USA una quota significativa (specialmente nel caso della carne avicola) è destinata all'export (FAO,2020).

La produzione mondiale di latte è aumentata del 45%, raggiungendo 843 milioni di tonnellate nel 2018, con un incremento di 264 milioni di tonnellate rispetto al 2000. L'Asia è stato il maggior produttore (42%), seguita da Europa (27%) e Americhe (22%). (FAO,2020).

Nel 2018, la produzione mondiale di uova di gallina ha raggiunto i 77 milioni di tonnellate, con un aumento del 50% rispetto al livello del 2000, che si traduce in 26 milioni di tonnellate in più nel periodo. Anche in questo caso l'Asia è stato il maggior produttore con il 60% della produzione globale.

La produzione totale mondiale di pesca e acquacoltura ha registrato una crescita del 42% nel periodo 2000-2018, raggiungendo il record storico di 179 milioni di tonnellate nel 2018, il che significa un'espansione di 53 tonnellate rispetto al 2000 ed un valore economico stimato superiore ai 400 miliardi di dollari. Con il 41% del totale, i pesci marini sono stati il principale gruppo di specie prodotte nel 2018, seguiti dai pesci d'acqua dolce (32%), dai molluschi (13%) e dai crostacei (9%).

La pesca di cattura rappresenta il metodo produttivo prediletto, registrando nel 2018 una quantità massima di 96,4 milioni di tonnellate pari al 54% della produzione totale di pesca e acquacoltura. (FAO,2020).

Per ciò che concerne invece il valore economico dell'export a livello globale, questo è più che triplicato nel periodo 2000-2018, raggiungendo un valore di poco inferiore ai 1.400 miliardi di dollari (Figura 3). Per tutti i gruppi di prodotti, tranne tre, l'Europa è stata il principale esportatore; le Americhe hanno primeggiato per gli ortofrutticoli e l'Asia per i grassi e gli oli e il pesce.

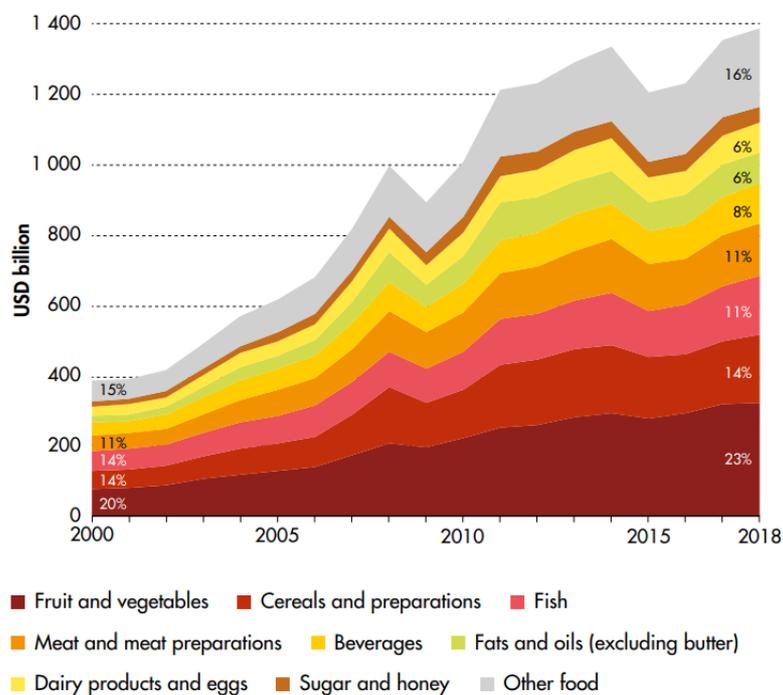


Figura 3: FAO, 2020. Valore economico dell'export mondiale

1.2. IMPATTO AMBIENTALE DELL'AGRICOLTURA GLOBALE

Per misurare l'impatto ambientale del settore si utilizzano tre parametri fondamentali: il consumo di suolo, il consumo di risorse idriche e l'emissione di gas ad effetto serra.

L'impronta ecologica della catena produttiva dell'agroalimentare è molto importante, in quanto rappresenta fino al 37% delle emissioni globali di gas serra, il 70% dei prelievi idrici e contribuisce fortemente alla deforestazione, all'esaurimento dei minerali, alla desertificazione, all'eutrofizzazione, all'acidificazione, alla perdita di biodiversità e all'erosione genetica. Ogni prodotto alimentare genera emissioni durante la produzione, la lavorazione, la distribuzione e anche alla fine del proprio ciclo di vita. (Pettersson et al., 2021).

A livello globale, il 30% dei terreni sono di tipo forestale, il 40% di tipo agricolo ed il restante 30% è adibito ad altri usi. Anche in questo caso si notano rilevanti differenze a seconda dei diversi continenti, infatti se per l'Asia il 45% è terreno agricolo ed il 20% forestale, per quanto riguarda il continente europeo, questi valori sono praticamente opposti, in quanto i terreni agricoli si fermano al 21%, mentre quelli forestali raggiungono il 45%. (FAO, 2020).

Tra il 2000 e il 2018, l'area mondiale coltivata a colture primarie è aumentata del 20%, raggiungendo 1,4 miliardi di ettari. Di queste colture, quella dei cereali occupa il 51% dei terreni, seguita dalle oleaginose con il 22%; queste ultime nel periodo 2000 - 2018 hanno registrato la crescita più rapida sia in termini assoluti (+92 milioni di ettari) che relativi (+41%). Gli altri gruppi di colture principali rappresentano ciascuno meno del 5% dell'area mondiale di raccolta. (FAO,2020).

Un aspetto critico e molto importante per aumentare il livello di sostenibilità in agricoltura è sicuramente quello dell'agricoltura biologica e del non utilizzo di fertilizzanti chimici.

Nel 2018 la superficie agricola certificata come biologica o in conversione al biologico è stata di 71,1 milioni di ettari. Come si evince dalla Figura 4, l'Australia rappresenta la metà del totale, seguita, molto a distanza, da Argentina (5%) e Cina (4%).

Se si prende invece in considerazione il rapporto tra la superficie coltivata con metodo biologico e il totale di quella agricola, i Paesi con la quota più alta per il 2018 sono l'Austria (24%), la Svezia (20%) e l'Italia (16%). Quattordici dei primi 20 paesi sono in Europa, il che evidenzia come la regione abbia sottolineato l'importanza dell'agricoltura biologica. (FAO,2020).

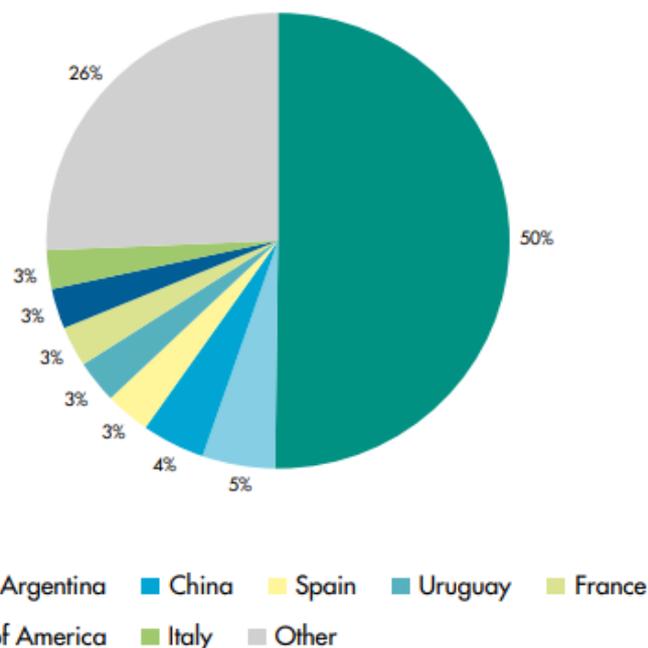


Figura 4: FAO, 2020. Superficie mondiale coltivata con metodo biologico e principali Paesi

Il suolo agricolo, per essere sfruttato al meglio delle sue potenzialità, necessita di essere arricchito di nutrienti; a questo scopo rispondono i fertilizzanti, che possono essere di tipo sia inorganico che organico. La scelta del tipo di fertilizzante in base alla sua origine, come verrà trattato in maniera più estesa nel capitolo 4, è rilevante per quanto riguarda le emissioni, in quanto l'impatto ecologico dei primi è superiore rispetto ai secondi.

L'uso medio globale di azoto organico è aumentato del 6% a 17 kg/ha tra il 2000 e il 2018, mentre quello di azoto inorganico è aumentato del 28%, raggiungendo i 70 kg/ha nel 2018. (FAO, 2020)

I singoli continenti presentano scelte in materia di fertilizzanti molto diverse; ad esempio, l'Asia è il maggior utilizzatore di azoto inorganico (108 kg/ha), mentre l'uso in Europa è di 50 kg/ha; per quanto riguarda, invece, l'azoto organico, la cui principale fonte è il letame, l'Europa ha registrato il più elevato utilizzo (25kg/ha), subito seguita sempre dall'Asia con 20 kg/ha. (FAO, 2020)

In ogni caso, la fertilizzazione del suolo, senza distinzione tra le due categorie, ha contribuito a più di un terzo delle emissioni agricole nel 2018. (FAO, 2020)

Un altro fattore che impatta in maniera rilevante sul pianeta è quello dell'utilizzo di acqua. Lo stress idrico, definito come la quota di prelievo di acqua dolce rispetto alle risorse idriche dolci disponibili, dopo aver tenuto conto dei requisiti idrici ambientali, presenta valori superiori al 100% per la maggior parte dei paesi del Nord Africa e del Medio Oriente; tra questi, i valori più elevati si registrano in Kuwait,

Emirati Arabi Uniti e Arabia Saudita, dove ogni anno vengono prelevate quantità di acqua da 9 a 20 volte superiori rispetto alle loro risorse idriche rinnovabili. (FAO, 2020).

Per quanto riguarda l'emissione di gas ad effetto serra, le attività agricole e zootecniche, insieme all'uso del suolo associato, hanno emesso 10,4 miliardi di tonnellate di anidride carbonica equivalente (Gt CO₂ eq) nell'atmosfera nel 2017, valore tuttavia in diminuzione del 1% rispetto al 2000.

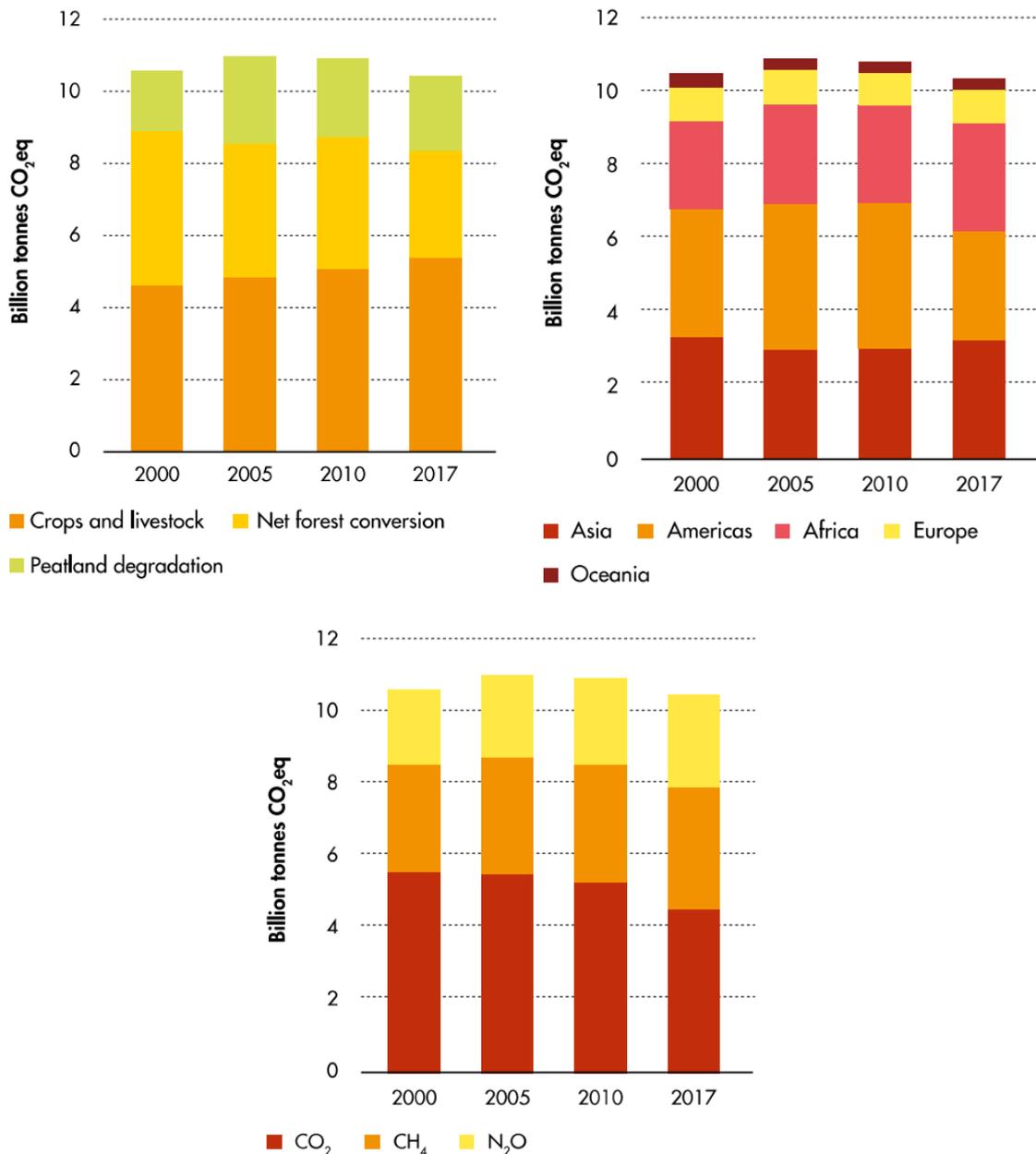


Figura 5: FAO, 2020. Emissioni globali di gas serra dell'attività agricola (per attività, regione, gas)

Osservando la figura 5, emergono diversi aspetti importanti.

Le attività che hanno avuto il maggior impatto sono quelle di coltivazione e allevamento, le quali hanno contribuito con un'emissione di 5,4 Gt CO₂ eq, pari al 52% delle emissioni totali nel 2017, di cui Circa due terzi derivano da attività legate all'allevamento e, con 2,1 Gt di CO₂ eq, le emissioni da fermentazione enterica generate nel sistema digestivo dei ruminanti sono state responsabili da sole di circa il 40% delle emissioni agricole; seguono la conversione forestale netta/ deforestazione (2,9 Gt CO₂ eq, pari al 28%) e la degradazione delle torbiere (2,1 Gt CO₂ eq, pari al 20%).

L'Asia è stato il continente che ha emesso di più (31%), seguito da Americhe ed Africa (28-29%), mentre Europa (9%) ed Oceania (2%) hanno presentato valori più ridotti.

Per quanto riguarda, invece, le tipologie di gas ad effetto serra principalmente immesse in atmosfera dalle attività del settore primario, la CO₂ rappresenta il 44% delle emissioni totali, ovvero 4,6 Gt CO₂ eq; seguono il metano (CH₄) con 3,4 Gt CO₂ eq (32%) e il protossido di azoto (N₂O) con 2,5 Gt CO₂ eq (24%).

Tutte le variabili precedentemente citate incidono in maniera importante sul fenomeno del riscaldamento globale; per esempio con quasi 1,7 °C in più rispetto alla media di riferimento per il mondo, il 2016 è stato l'anno più caldo a livello globale; il 2019 ha registrato la seconda più alta variazione della temperatura media annua globale. L'Europa è la regione in cui la variazione di temperatura è stata maggiore nel 2019 con 2,1 °C, in cui la Polonia ha registrato la variazione media annua più elevata (+2,6°C). La variazione media della temperatura nel decennio in corso (dal 2011 al 2019) è stata di 1,26 °C, rispetto a 1,01 °C nel decennio precedente (dal 2001 al 2010), in rappresentanza di un fenomeno, quindi, in continuo peggioramento. (FAO, 2020).

1.3. STATO NUTRIZIONALE CORRENTE

Il terzo ed ultimo aspetto che viene analizzato in questo primo capitolo è quello dello stato nutrizionale della popolazione mondiale, più correttamente chiamato *food security*. Per *food security*, come anticipato in precedenza, si intende la possibilità di avere a disposizione una quantità di alimenti sufficiente a garantire un livello accettabile di salute.

Per prima cosa, è necessario fare una distinzione tra *denutrizione* e *malnutrizione*.

Nel primo caso si intende uno stato di nutrizione insufficiente, protratto per lungo tempo, causato dalla mancanza del corretto apporto proteico ed energetico, o anche delle vitamine e dei minerali necessari all'organismo per l'utilizzazione dei fattori nutritivi contenuti negli alimenti assunti. Il termine si riferisce anche al deperimento che ne consegue. (Treccani).

Nel secondo caso si intende uno stato di squilibrio, a livello cellulare, fra il rifornimento di nutrienti e di energia e il fabbisogno del corpo per assicurare il mantenimento, le funzioni, la crescita e la riproduzione; questo squilibrio può essere sia in difetto che in eccesso. (OMS, 1987).

Tuttavia, in letteratura, risulta difficile trovare lavori che facciano un censimento separato delle due situazioni poiché si tende ad unirle in un'unica condizione, definita appunto come *insicurezza alimentare*.

A livello globale, nel 2019 circa il 9% della popolazione (690 milioni di persone) soffriva la fame; sempre nello stesso anno, si stima che un ulteriore 16,2% della popolazione mondiale, pari a 1,3 miliardi di persone, abbia sperimentato un livello di insicurezza alimentare moderato il che porta le stime totali di insicurezza alimentare moderata o grave nel 2019 al 25,2% della popolazione mondiale, ovvero 2 miliardi di persone (oltre 1 persona su 4). (FAO, 2020).

Come evidenziato dalla Figura 6, il divario tra le diverse regioni del Mondo può essere decisamente netto: l'insicurezza alimentare è molto più alta in Africa che in qualsiasi altra parte del mondo, colpendo più della metà della popolazione nel 2019; di questi, poco meno della metà, ovvero il 20% della popolazione africana totale, soffre di insicurezza grave. Seguono l'America Latina (32%), l'Asia (22%), l'Oceania (14%), mentre il Nord America e l'Europa presentano un valore inferiore al 10% (8%). Quest'ultima, inoltre, è l'unica regione che nel periodo 2014-2019 ha presentato un miglioramento della situazione, mentre la situazione globale di insicurezza alimentare ha visto un aumento sia in termini percentuali che assoluti (+ 60 milioni di persone).

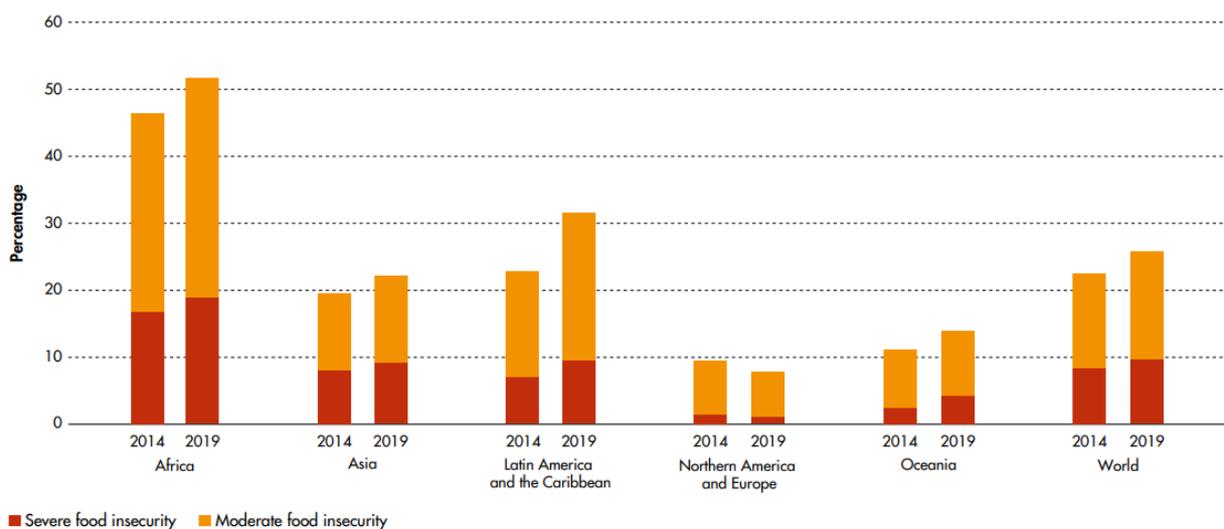


Figura 6: FAO, 2020. Livelli di insicurezza alimentare nelle diverse regioni del Mondo

In termini calorici assoluti, la media mondiale di fornitura di cibo è cresciuta fino a raggiungere un valore medio di 2870 kcal/persona, ma la differenza tra le varie regioni del Mondo è sostanziale: il valore massimo lo si registra in Europa e Nord America, dove la disponibilità alimentare media giornaliera pro-capite raggiunge le 3500 kcal, mentre in Africa supera di poco le 2400 kcal ed è in calo dal 2017.

(FAO, 2020)

Osservando la figura 7, si notano altre sostanziali differenze per ciò che concerne la composizione della dieta tra i paesi occidentali caratterizzati da reddito medio più alto ed i paesi più poveri: ad esempio i cereali sono stati il principale contributore all'approvvigionamento energetico della dieta in tutte le regioni, con quote che nel 2017 andavano dal 25% in Oceania a circa il 50% in Asia e Africa; i grassi e gli oli sono il secondo gruppo alimentare per importanza in tutte le regioni, tranne che in Africa; per quanto riguarda le proteine, l'offerta media è aumentata in tutte le regioni, ma esistono tuttavia ancora forti differenze in base all'origine delle stesse, in quanto se in Europa e Nord America la quota di proteine di origine animale rappresenta circa il 60% del totale e quella di proteine di origine vegetale il restante 40%, nel caso dell'Africa le prime compongono solo il 28% della dieta, mentre le seconde il 72% (Figura 8).

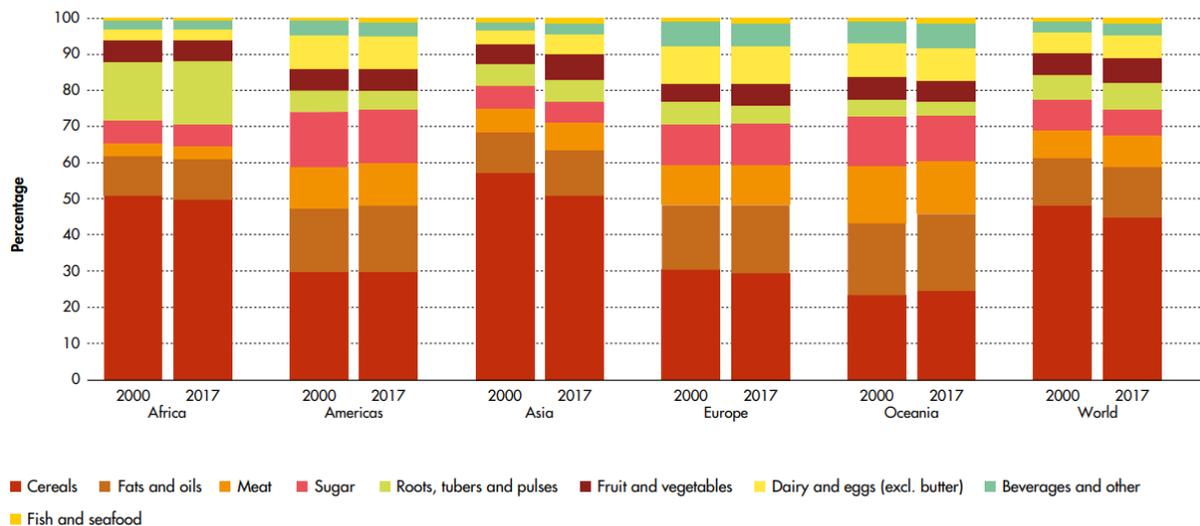


Figura 7: FAO, 2020. Composizione media della dieta nel Mondo

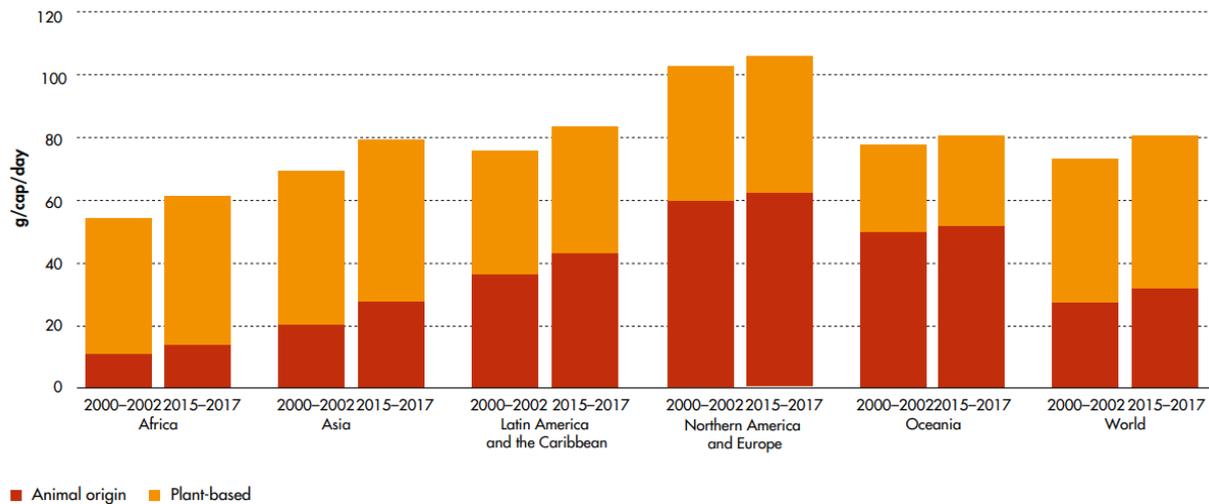


Figura 8: FAO, 2020. Origine delle proteine della dieta per regioni del Mondo

L'essere sottopeso non dipende unicamente dalla quantità degli alimenti, ma anche dalla qualità di questi ultimi; un problema molto prevalente nei Paesi in via di sviluppo, infatti, è quello della scarsità di alimenti di origine animale a disposizione, condizione che causa insufficienti integrazioni alimentari di proteine dal valore biologico elevato e di altri elementi nutritivi fondamentali, come ad esempio alcune classi di vitamine e minerali fondamentali, che sono maggiormente presenti in matrici alimentari di questo tipo.

Se si osserva la Figura 9, prendendo come esempio l'Asia, si nota come il problema dell'insicurezza alimentare, in questo caso espressa in termini di denutrizione e sottopeso infantile, dagli anni novanta del secolo scorso fino al 2015 sia dimezzato. Tuttavia, analizzando i dati, si nota che il sottopeso infantile (18,4% nel 2015), al netto del calo del 2,3% rispetto al 1990, rappresenta ancora un problema più importante rispetto alla denutrizione (12,1% nel 2015, in calo del 2,8% dal 1990). Questo ci comunica chiaramente un'inadeguatezza della dieta, poiché nell'età della crescita è fondamentale avere a disposizione migliori nutrienti, soprattutto proteine dall'elevato valore biologico.

Ad esempio, la dieta prevalente nell'Asia Meridionale (India, Thailandia,...) è, infatti, basata principalmente su cereali e fonti proteiche di origine vegetale; non a caso, se si analizzano nello specifico i dati riferiti a questa regione, si nota come per quanto riguarda i bambini sottopeso, la percentuale al 2015 era ancora del 30%, con un calo annuale registrato nel periodo del 2,1%, mentre se si prende come riferimento l'Asia orientale (Cina, Giappone,...), caratterizzata da un maggior consumo di alimenti di origine animale, la prevalenza di bambini sottopeso nel 2015 era del 2,7%, con un calo annuale registrato nel periodo pari al 6,9%.

	Prevalence of undernourishment ¹			Prevalence of child underweight ²		
	Initial	Final	Average annual change	Initial	Final	Average annual change
	(%)			(%)		
DEVELOPING REGIONS	23.3	12.9	-2.4	27.4	16.6	-2.1
Africa	27.6	20.00	-1.3	22.8	17.0	-1.3
Northern Africa	<5	<5	-2.9	9.5	4.8	-2.9
Sub-Saharan Africa	33.2	23.2	-1.5	28.5	21.1	-1.3
Eastern Africa	47.2	31.5	-1.7	26.9	18.7	-1.6
Middle Africa	33.5	41.3	0.9	25.0	15.5	-2.1
Southern Africa	7.2	5.2	-1.4	11.9	12.1	0.1
Western Africa	24.2	9.6	-3.8	26.1	20.5	-1.0
Asia	23.6	12.1	-2.8	31.4	18.4	-2.3
Caucasus and Central Asia	14.1	7.0	-2.9	9.3*	4.3	-3.3
Eastern Asia	23.2	9.6	-3.6	14.1	2.7	-6.9
Southern Asia	23.9	15.7	-1.7	49.2	30.0	-2.1
South-Eastern Asia	30.6	9.6	-4.7	30.4	16.6	-2.6
Western Asia	6.4	8.4	1.3	13.0	5.4	-3.8
Latin America and the Caribbean	14.7	5.5	-4.0	7.0	2.7	-4.1
Caribbean	27.0	19.8	-1.3	8.1	3.2	-3.9
Central America	10.7	6.6	-2.0	10.6	3.6	-4.6
Southern America	15.1	<5	-5.7	5.9	2.9	-3.1
Oceania	15.7	14.2	-0.4	18.5	18.9	0.1

Figura 9: FAO, 2015. Prevalenza della denutrizione e del sottopeso in bambini di età inferiore ai 5 anni: progressi nel periodo di analisi 1990-2015

I problemi alimentari, tuttavia, non sono solo legati ad un difetto di nutrienti, bensì anche ad un eccesso. L'obesità tra gli adulti (18+ anni) è cresciuta rapidamente in tutti i paesi del mondo nel periodo 2000 - 2016, anno nel quale il 13.1% della popolazione mondiale risultava obeso, mentre nel 2000 questo dato era fermo al 8.7%. L'Oceania e l'America del Nord e l'Europa hanno registrato la più alta prevalenza di obesità adulta (entrambe intorno al 27-28%), seguite dall'America Latina e dai Caraibi. La prevalenza dell'obesità adulta in Africa e Asia è inferiore alla media mondiale, anche se in costante aumento. (FAO, 2020)

Tra i rischi alimentari in Italia, il difetto di cereali integrali e fibre (legumi e non solo), frutta secca, frutta e verdura ed invece un consumo in eccesso di sale, sono i responsabili principali di malattie alimentari. Inoltre, risultano essere consumati in difetto anche gli acidi grassi insaturi e polinsaturi di tipo w3, di cui sono ricca fonte i pesci grassi di mare freddo o il pesce azzurro (tonno, sgombro, sardine, ...), nonostante la dieta mediterranea suggerisca un consumo di pesce ricorrente.

L'elevato consumo di carne, latte ed altri prodotti di origine animale non sembra rappresentare un rischio così elevato rispetto alle carenze di altre categorie sopracitate. (CREA, 2018)

Come sottolineato dalle analisi appena esposte, le abitudini alimentari sono tra i principali responsabili del carico globale di malattie e hanno pertanto un forte impatto sullo stato di salute della popolazione. Uno stato di nutrizione non corretta non sempre è figlio di carenze energetiche in assoluto, ma spesso è una conseguenza di cattive abitudini, quali ad esempio l'eccesso energetico causato da ingestione di grandi quantità di zuccheri e grassi oppure dalla carenza in micronutrienti importanti quali ad esempio ferro, calcio o iodio. Non a caso, infatti, oltre 100 paesi nel mondo si sono dotati di linee guida o altri strumenti affini, con il compito di sensibilizzare ed educare i propri cittadini alla tematica dell'alimentazione sana in quanto vettore di benessere e prevenzione. (CREA, 2018)

2. LA SOSTENIBILITÀ

Il termine *sostenibilità* negli ultimi decenni ha guadagnato una risonanza sempre più importante, se ne sente parlare molto spesso ed in modi molto diversi e talvolta se ne abusa senza conoscerne realmente il significato poiché anche la letteratura stessa appare spesso controversa. L'esatto significato di sostenibilità sta diventando sempre più una fonte di incertezza e questa assenza di una chiara definizione rende anche difficile la ricerca in questo campo, tuttavia ho trovato comunque degli spunti di riflessione molto interessanti.

Un primo concetto di sostenibilità appare già nel 1804 quando un accademico tedesco di nome Hartig, parla di “benefici per le generazioni future” che devono essere alla base dei sistemi produttivi dell’industria del legname. (Chasin, 2014)

Tuttavia, il termine per come lo intendiamo noi oggi ha visto il suo “esordio” nella prima conferenza ONU sull’ambiente del 1972, anche se bisogna aspettare il 1987 per avere una prima definizione, in quanto, con la pubblicazione del rapporto Brundtland (meglio conosciuto come *Our common future*) pubblicato dalla Commissione mondiale sull’ambiente e lo sviluppo WCED, vengono delineati gli obiettivi dello “sviluppo sostenibile”, il quale era descritto come la condizione di sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri. (WCED, 1987).

Definizione innovativa e convincente che, in seguito alla conferenza ONU su ambiente e sviluppo del 1992, è inoltre divenuta il nuovo paradigma dello sviluppo nelle sue forme più ampie. (Treccani)

In questa descrizione molto generale ed essenziale, quindi, non viene fatto alcun riferimento specifico ad aspetti ecologici, ambientali, economici, etici o sociali; tuttavia, in quanto questi ultimi sono ai fondamenti del soddisfacimento dei bisogni di ciascuna generazione, si può ritenere che in tale definizione essi siano sottintesi.

Successivamente, il concetto di sostenibilità, rispetto alle sue prime versioni, ha fatto registrare una profonda evoluzione che, partendo da una visione centrata principalmente sugli aspetti ecologici, è approdata verso un significato più globale, che tenesse conto, oltre che della dimensione ambientale, anche di quella economica e di quella sociale (Figura 10). Pertanto, secondo questa accezione, un prodotto, un’attività o, più generalmente, uno stile di vita, per essere *sostenibile*, lo deve essere contemporaneamente su tutti e tre i fronti, rendendo molto complessa la valutazione del livello di sostenibilità di uno qualsiasi di questi elementi. Infatti, questa visione olistica basata sui tre concetti è raramente osservata in letteratura. (Chasin, 2014)

La dimensione ecologica rappresenta l'argomento di maggior interesse e considerazione, i cui aspetti portanti sono la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra (prevalentemente CO₂), la riduzione dello spreco, l'ottimizzazione dei consumi e delle risorse ed il mantenimento della biodiversità.

Per quanto riguarda la dimensione economica, anche questa riscuote molto interesse ed è da intendersi principalmente come la ricerca della miglior condizione per ridurre i costi ed aumentare la produttività (aumento dell'efficienza) garantendo crescita e stabilità economiche.

Il concetto *ecologico* e quello *economico* si sposano insieme abbastanza facilmente, infatti in letteratura si trovano lavori che trattano entrambe le questioni contemporaneamente, in quanto in diverse situazioni i due concetti remano automaticamente nella stessa direzione. Un esempio, seppur banale, può essere quello, in ambito alimentare, della riduzione dello spreco: comprare la quantità giusta di alimenti rappresenta una scelta sostenibile per l'ambiente ma anche per il proprio portafogli.

Infine, il concetto di sostenibilità dal punto di vista sociale, risulta essere ancora molto poco affrontato, tuttavia gli aspetti principali a cui esso può fare riferimento sono la riduzione della povertà e della fame nel mondo, il rispetto delle diverse culture e lo sviluppo sociale.

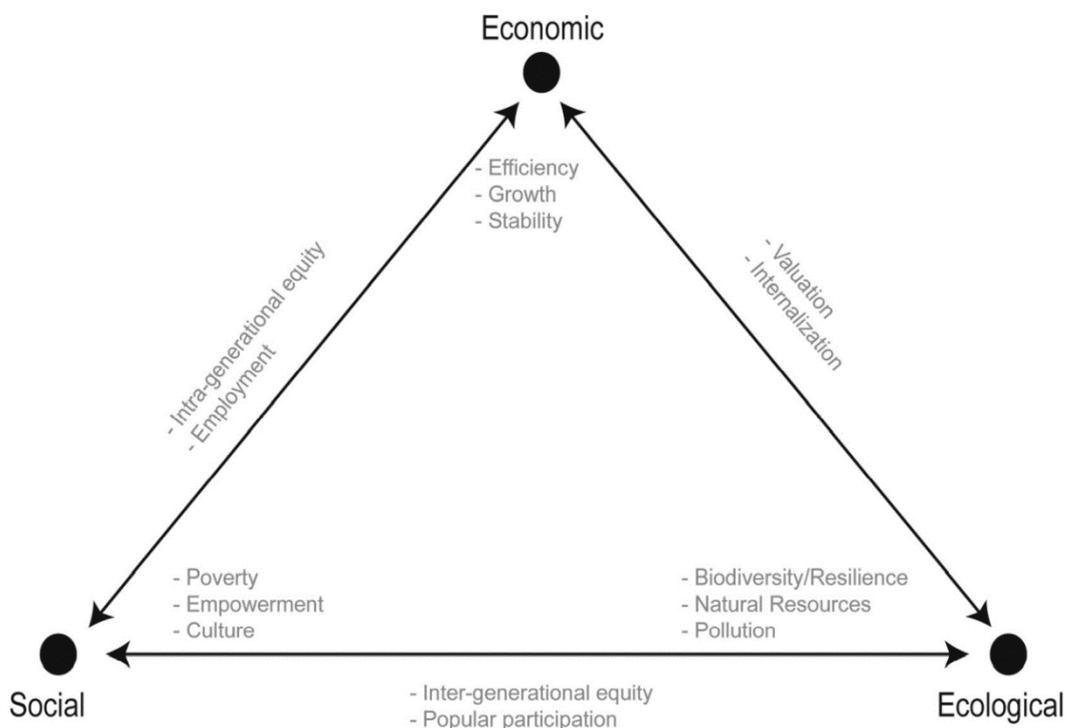


Figura 10: C.A. Ruggiero, 2021. Rappresentazione grafica dello sviluppo sostenibile

3. IMPATTO AMBIENTALE DELLE DIVERSE DIETE

Come visto nei capitoli precedenti, il tema dell'impronta ecologica del settore alimentare è molto attuale e rilevante. Pertanto la scelta di un tipo di dieta piuttosto che un altro può avere conseguenze sensibilmente diverse su tale fronte.

In letteratura vi sono diversi studi che trattano l'impatto ambientale delle diverse diete, spesso focalizzandosi sul confronto tra il regime alimentare onnivoro, quello latte-ovo vegetariano, che include quindi il consumo di latticini, uova, miele e quello vegano che invece esclude ogni derivato animale.

Sebbene i risultati si distinguano spesso per un'elevata eterogeneità, si può constatare che, in termini assoluti, le scelte che implicano un consumo prevalente o esclusivo di prodotti di origine vegetale abbiano un'impronta ecologica sensibilmente minore.

Ciò nonostante, però, se si considera la situazione da un punto di vista diverso, ovvero tenendo conto della qualità intrinseca dei nutrienti che fanno parte degli alimenti stessi, e quindi valutando l'impronta ecologica dei diversi alimenti relativamente alla loro composizione nutrizionale in amminoacidi essenziali, si assiste ad un livellamento dei risultati molto importante, con gli alimenti di origine animale che talvolta presentano valori pienamente comparabili a quelli di origine vegetale e, in qualche caso, addirittura favorevoli.

3.1 IMPRONTA ECOLOGICA ASSOLUTA DELLE DIVERSE DIETE

Secondo una revisione sistematica (B.Clark Chai et al., 2019) i processi di produzione di carne e latticini rappresentano l'80% di tutte le emissioni di gas serra del settore alimentare e il 24% delle emissioni di gas serra totali. La produzione di carne e formaggio contribuisce alle emissioni giornaliere per circa il 40%. Inoltre, per ogni grammo di proteine di manzo consumato nella dieta umana, la produzione di carne bovina richiede un utilizzo di terra 42 volte superiore, un utilizzo di acqua 2 volte superiore e un utilizzo di azoto 4 volte superiore, mentre genera una quantità di gas serra 3 volte superiore rispetto agli alimenti vegetali di base. Non si può dire lo stesso, però, della carne bianca; i polli da carne hanno un'efficienza di conversione mediamente tre volte superiore rispetto ai bovini e necessitano pertanto di input produttivi sensibilmente inferiori per la loro produzione, generando quindi un'impronta ecologica più ridotta.

Gli input necessari alla produzione per una dieta onnivora, comparati ad una dieta latte-ovo-vegetariana, risultano essere: 2,9 volte più acqua, 2,5 volte più energia primaria, 13 volte più fertilizzanti

e 1,4 volte più pesticidi. La dieta vegetariana, inoltre, ha un impatto ambientale in termini di gas serra per kcal di 4 volte inferiore rispetto a quella onnivora. (Mariotti et al., 2017)

Come per il consumo, le diete a base vegetale sono più rispettose dell'ambiente anche quando ne vengono sprecati gli alimenti costituenti. Ad esempio, frutta e verdura, che rappresentano il 33% dei rifiuti alimentari, sono responsabili solo dell'8% delle emissioni di anidride carbonica. Gli alimenti di origine animale, invece, rappresentano il 33% dei rifiuti alimentari in termini di massa ma il 74% delle emissioni di anidride carbonica. (Mariotti et al., 2017)

Scegliere di eliminare la carne dalla dieta implica come conseguenza diretta il dover cercare dei sostituti in grado di apportare buone quantità di alcuni nutrienti esclusivi di tale categoria alimentare, quali ad esempio proteine ad elevato valore biologico oppure alcune vitamine e minerali a biodisponibilità maggiore. Tuttavia, i diversi sostituti hanno implicazioni ambientali molto diverse; a seconda della scelta, infatti, si può non avere alcun effetto positivo sull'ambiente o addirittura, in alcuni casi più rari, innescare una tendenza negativa. Ad esempio, sostituire il pollo con il formaggio potrebbe comportare una maggiore emissione di gas serra. Infatti uno studio (Mariotti et al., 2017) evidenzia che spesso negli USA i prodotti carnei vengono sostituiti con formaggi, azione che causa una differenza in termini di impatto ambientale minima.

Quando, invece, i latticini vengono ridotti o eliminati, dieta vegetariana e vegana producono rispettivamente il 33% e il 53% di emissioni in meno per lo stesso numero di calorie (2000 kcal) della dieta media statunitense. (Mariotti et al., 2017)

Ciò nonostante, è doveroso sottolineare che i consumatori di alimenti unicamente vegetali possono avere bisogno di volumi maggiori di cibo rispetto ad onnivori e latte-ovo vegetariani per ottenere lo stesso apporto energetico, comportando un maggior impatto rispetto alle stime fatte.

(B.Clark Chai et al., 2019)

Un altro fattore molto impattante sulla valutazione finale dell'impronta ecologica di una scelta alimentare è quello rappresentato dal grado di trasformazioni successive apportate alla materia prima oppure dal suo trasporto.

La scelta di sostituire alimenti di origine animale con preparati vegetali altamente processati a livello industriale piuttosto che con alimenti più genuini non trasformati implica anche in questo caso un impatto ambientale potenzialmente più elevato. In ogni caso, però, anche per coloro che ne fanno un utilizzo importante, le diete a base vegetale risultano essere costituite in prevalenza da frutta, verdura e cereali.

L'origine e il modo di trasporto di questi cibi hanno un grande impatto sul loro contributo all'emissione di gas serra, il quale può variare molto; il fatto, ad esempio, che siano prodotti in serre riscaldate o meno può avere un effetto importante sul loro impatto, mentre si ritiene che la frutta e la verdura coltivate e vendute localmente siano più rispettose dell'ambiente. Tuttavia, è stato dimostrato che questo potrebbe non sempre essere il caso. Ad esempio, in un'indagine condotta nel Regno Unito (Mariotti et al., 2017), è emerso che quando i clienti scelgono di guidare per più di 7,4 km al fine di acquistare frutta e verdura coltivata localmente, le emissioni di gas serra sarebbero più alte che se scegliessero un sistema di consegna su larga scala che trasporta il cibo più vicino a loro.

Sempre a proposito del fattore distanza, secondo uno studio (Weber e Scott Matthews, 2008) la scelta di una dieta a base vegetale che richiede prodotti provenienti da tutto il mondo avrà un'impronta equivalente a quella di un moderato mangiatore di carne. La riduzione dei gas serra per famiglia con una dieta completamente locale equivale a 1600 km/anno percorsi in auto e può essere quindi un fattore importante nella mitigazione dei gas serra derivanti dalle diete.

Quindi, anche senza considerare il valore intrinseco dei nutrienti che compongono i singoli alimenti, le variabili che entrano in gioco nella valutazione dell'impatto ambientale complessivo di una determinata dieta sono molteplici e complesse, motivo per il quale non si può considerare veritiera la conclusione che tutti i regimi alimentari prevalentemente a base vegetale siano più rispettosi del pianeta di tutti quelli che invece non escludono il consumo di prodotti di origine animale.

In uno studio condotto in Italia (Rosi et al., 2017) è stato valutato l'impatto ambientale della dieta di 153 cittadini adulti (51 onnivori, 51 ovo-latto-vegetariani, 51 vegani); come si evince dalla Figura 11, non si notano sostanziali differenze tra latte-ovo-vegetariani e vegani e, sebbene la scelta onnivora sia quella che mediamente impatta maggiormente sull'ambiente, è comunque possibile avere un'impronta ecologica comparabile e talvolta inferiore a quella degli altri due regimi alimentari.

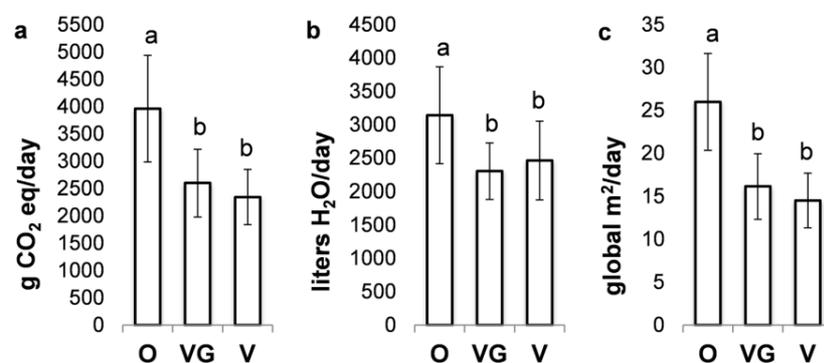


Figura 11: Rosi et al., 2017. Impronta ecologica delle diverse diete in termini di emissioni di CO₂ eq, di consumo d'acqua e di suolo

La *dieta mediterranea*, ad esempio, non esclude gli alimenti di origine animale, ma ne raccomanda un'assunzione ridotta. Si tratta di una dieta basata su un elevato apporto di verdure, cereali, frutta e pesce. L'ingestione di altri alimenti come carne (perlopiù bianca), uova, latticini e dolci è limitata, come è limitato anche l'impatto ambientale generato da questa scelta. (González-García et al., 2018)

Un altro esempio è quello della *dieta atlantica*, un regime alimentare comune del nord del Portogallo e della Galizia, caratterizzato da un abbondante consumo di alimenti di origine vegetale e di prodotti freschi e locali minimamente trasformati. Anche il consumo di carne (soprattutto bovina e suina) e di uova è moderato. L'olio d'oliva costituisce la principale fonte di grassi. La dieta atlantica privilegia il consumo di prodotti stagionali, freschi e locali, il che si traduce anche in questo caso in una riduzione delle emissioni di gas serra. (González-García et al., 2018)

Un'ulteriore variabile che incide sulla valutazione finale dell'impatto ambientale complessivo di un regime alimentare è rappresentata dall'ingestione calorica giornaliera. Infatti, se il carico calorico è molto basso è possibile avere, senza eliminare i prodotti di origine animale, un'impronta ecologica più ridotta e comparabile, se non addirittura inferiore, a quella di un regime alimentare vegano normale. Un esempio a testimonianza di ciò è portato da un regime alimentare indiano, le cui emissioni di CO₂ eq/giorno sono poco superiori ad 1 kg, pari quindi alla metà di quelle prodotte da alcune diete vegane analizzate nello stesso studio e fino a 9 volte inferiori rispetto a quelle di altri paesi. Si tratta di una dieta che comprende anche il consumo di carne di pollo ma la cui assunzione media giornaliera complessiva è piuttosto bassa, in quanto si attesta intorno alle 1700 kcal, valore inferiore rispetto alla media Europea e Statunitense. Allo stesso modo, quindi, anche il consumo di carne è molto ridotto e si attesta intorno ai 30 g/giorno. (González-García et al., 2018)

Infine, anche all'interno di una stessa categoria di alimenti la variabilità è molto alta. Ad esempio, come verrà ripreso successivamente, tra i cereali, il riso emette una quantità di gas serra cinque volte superiore a quella del grano in termini di grammi di proteine, generando un impatto ambientale più vicino a quello del mondo dei prodotti di origine animale piuttosto che a quello dei vegetali. (González-García et al., 2018)

3.2 AMMINOACIDI ESSENZIALI: REGOLATORI DELL'IMPATTO AMBIENTALE DELLE DIVERSE DIETE

Se si valuta l'impronta ecologica assoluta in termini di emissioni di gas ad effetto serra, consumo di risorse idriche e di suolo, ciò che emerge dagli studi analizzati finora è che, al netto dell'eterogeneità dei risultati e di qualche caso piuttosto raro, tendenzialmente un regime alimentare onnivoro risulta essere di maggior impatto rispetto a diete latte-ovo-vegetariane oppure vegane.

In questi confronti, tuttavia, un aspetto spesso trascurato è il valore nutrizionale degli alimenti. Le precedenti stime si sono basate prevalentemente sul peso grezzo degli alimenti o sul loro contenuto calorico, non rispetto al fabbisogno umano.

In questa sezione del capitolo 3, invece, viene esposta una rivalutazione della questione grazie al confronto delle tendenze emerse dai precedenti studi con il fabbisogno umano di amminoacidi essenziali.

	Egg	Milk	Beef	Pig	Chicken	Sea bass	Soybeans	Beans	Peas	Wheat	Maize	Rice	Potato	Cauliflower	Quinoa
B	206 ¹	718	123	137	109	131	65	267	642	339	337	439	2063	1775	154
C	295 ²	890	171	168	140	174	89	478	1105	879	814	817	2856	2169	205

Figura 12: Tessari et al., 2016. Quantità di alcuni alimenti utili a sopperire i fabbisogni in amminoacidi essenziali giornalieri per un uomo di 70 kg

Nella Figura 12 vengono espresse due diverse tipologie di dati:

- **B:** quantità totale di amminoacidi essenziali pari alla somma giornaliera raccomandata di amminoacidi essenziali totali, ovvero 12,9 g/giorno
- **C:** la RDA (dose giornaliera raccomandata) utile al soddisfacimento del fabbisogno giornaliero di ogni singolo amminoacido essenziale

In virtù di questa specificazione, si ritiene più rilevante il dato C; in base a ciò possiamo confrontare la quantità, espressa in grammi e in porzioni (secondo le quantità definite dalla SINU, 2014) di alimenti di origine vegetale necessari a pareggiare l'apporto nutritivo in termini di amminoacidi essenziali dei seguenti alimenti di origine animale:

- **1 uovo (60g):**
 - 18 g di soia, pari a circa un terzo di porzione
 - 42 g di quinoa, pari a circa mezza porzione
 - circa 100 g di fagioli, pari a due porzioni
 - circa 225 g di piselli, pari a 4.5 porzioni

- circa 166 g di mais o riso, quindi 2 porzioni di risotto
 - circa 180 g di farina, ovvero circa 300g o 6 porzioni di pane
 - oltre 580 g di patate, ovvero poco meno di 3 porzioni
 - circa 440 g di cavolfiore, quindi poco più di 2 porzioni
- **una porzione di carne di pollo (100g)**
 - 64 g di soia, pari ad una porzione abbondante
 - 146 g di quinoa, pari a quasi due porzioni
 - 341 g di fagioli, pari a quasi 7 porzioni, ovvero il fabbisogno di oltre una settimana
 - 789 g di piselli, pari a quasi 16 porzioni, oppure il fabbisogno di circa un mese
 - 628 g di farina, ovvero oltre 1 kg di pane e quindi più di 20 porzioni
 - 582 g di mais o riso, pari a oltre 7 porzioni di risotto
 - oltre 2 kg di patate, quindi circa 10 porzioni
 - oltre 1,5 kg di cavolfiore, ovvero 7,5 porzioni

Eccezion fatta per la soia che risulta essere un alimento eccezionalmente efficiente, le quantità di molti alimenti di origine vegetale utili al soddisfacimento dei fabbisogni minimi in amminoacidi essenziali risultano essere difficilmente sostenibili senza incorrere in eccessi calorici i quali si tradurrebbero, inevitabilmente, anche in un impatto ambientale superiore.

Nello studio di Tessari et al., 2016, viene confrontato l'impatto ambientale per ciò che concerne l'utilizzo del suolo e le emissioni di gas serra utili alla produzione di 1 kg di alimento sia in termini assoluti, sia in relazione al fabbisogno di amminoacidi essenziali. (Figure 13 e 14)

Per quanto riguarda l'utilizzo di terra, i valori cambiano sensibilmente in quanto vi è un generale allineamento dei risultati e in qualche caso, si nota addirittura un'inversione della tendenza: sono prodotti di origine vegetale come i fagioli o i piselli ad avere un impatto ambientale sensibilmente maggiore rispetto ad alimenti di origine animale quali la carne di pollo o le uova.

Da notare la soia, la quale risulta essere in questo caso l'alimento in assoluto ad impatto minore, rappresentando un elemento davvero interessante per il futuro in quanto è ottimo sia dal punto di vista nutrizionale per quantità e qualità della proteina, sia dal punto di vista ecologico per impatto ambientale.

Per quanto riguarda invece la produzione di gas ad effetto serra, si nota come aumentano vertiginosamente le emissioni di riso e cavolfiore, aumentano abbastanza quelle di fagioli e piselli, mentre rimangono sostanzialmente invariate tutte le altre, tra cui quelle della carne bovina, che

rimangono molto alte ma non sono più le più elevate. Bisogna però ricordare, inoltre, che la maggior parte dei gas serra prodotti dall'allevamento dei bovini e ruminanti in generale, derivano dalle fermentazioni enteriche e si tratta, quindi, principalmente di metano. Quest'ultimo ha un effetto sul riscaldamento globale importante, pari a 28 volte quello della CO₂. Tuttavia, come verrà approfondito nel capitolo 4, bisogna sottolineare che l'effetto del CH₄ non è irreversibile, in quanto esso deriva da fonti di CO₂ rinnovabili e, pertanto, tornerà ad essere fonte di CO₂ rinnovabile; inoltre ha vita media di 11,5/12 anni nell'atmosfera. (Bittante, 2021)

Da questa analisi si deduce, quindi, che per quanto riguarda gli alimenti di origine vegetale saranno necessarie quantità di alimenti di molto superiori alle quantità giornaliere consigliate, comportando quindi un eccesso calorico notevole nella dieta, nonché un impatto ambientale maggiore. Al contrario, per alcuni prodotti di origine animale il rischio è quello di essere a valori calorici di assunzione giornaliera inferiori ai fabbisogni.

Questo problema, però, non dovrebbe essere così rilevante in quanto, naturalmente, si suppone che le persone cerchino di avere una dieta quanto più variegata possibile per sopperire alle carenze nutritive dei vari alimenti.

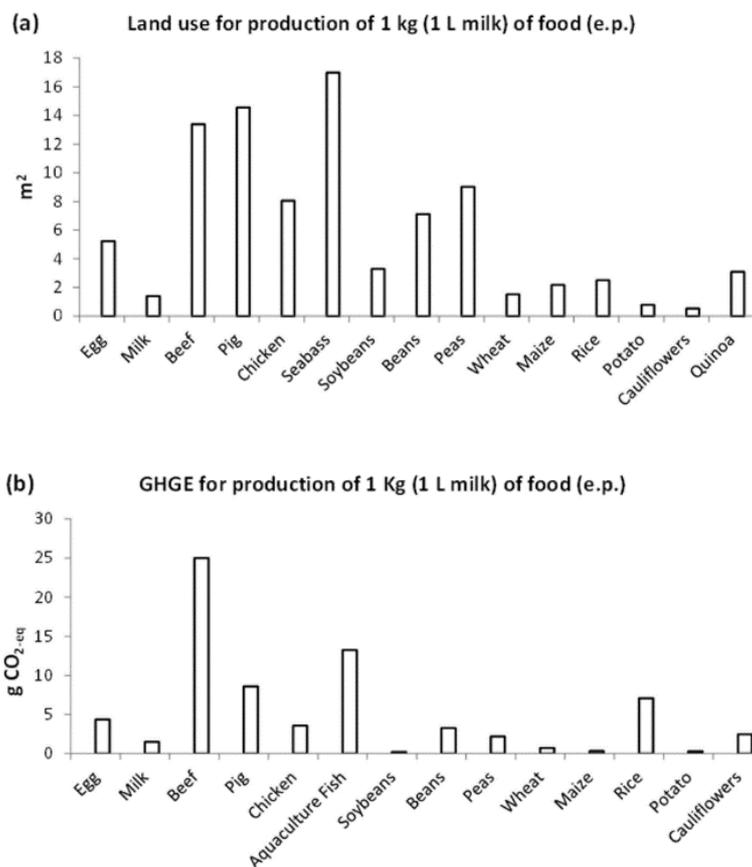


Figura 13: Tessari et al., 2016. Impronta ecologica in termini di utilizzo del suolo (sx) ed emissioni di CO₂ eq (dx) utili alla produzione di 1kg di alimento senza tenere conto dei fabbisogni in aminoacidi essenziali

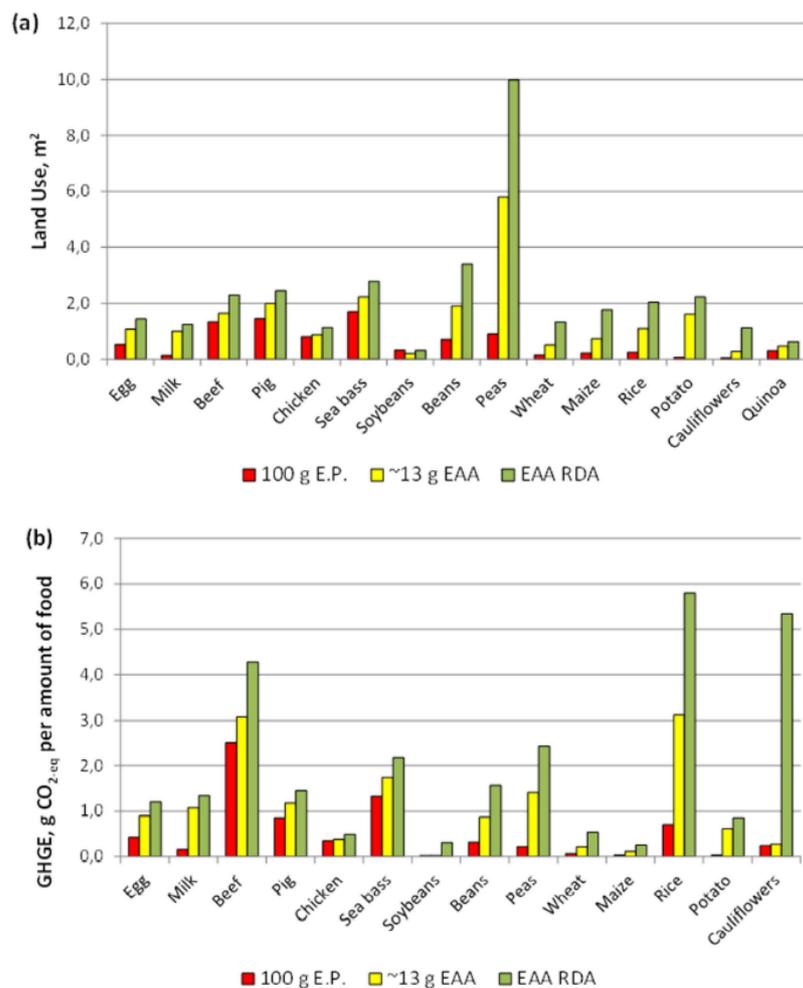


Figura 14: Tessari et al., 2016. Impronta ecologica in termini di utilizzo del suolo (sx) ed emissioni di CO₂ eq (dx) utili alla produzione di 1kg di alimento tenendo conto dei fabbisogni in aminoacidi essenziali

Nello studio condotto da Tessari et al., 2016, gli autori hanno comparato 171g di carne bovina, ovvero la quantità necessaria al soddisfacimento del RDA di aminoacidi essenziali dell'alimento di origine animale maggiormente impattante, con delle combinazioni di alimenti di origine vegetale che presentano carenze e ricchezza in aminoacidi opposti, ovvero cereali e leguminose.

Così facendo, ad esempio, saranno sufficienti 87 g di riso e 87 g di soia per pareggiare l'apporto di aminoacidi essenziali di 171 g di carne bovina; se si volesse fare questa sostituzione con solo il riso, sarebbero necessari 817g, ovvero 10 porzioni, contro la sola unica porzione necessaria a raggiungere questo obiettivo grazie alla combinazione con la soia. Di conseguenza, si riesce anche ad avere un impatto ambientale decisamente minore.

Quest'ultimo, però, potrebbe essere ulteriormente ridotto, ad esempio, utilizzando il mais al posto del riso, che abbiamo visto avere il maggior impatto ambientale tra i cereali. La combinazione di mais e soia, non a caso, è quella utilizzata in zootecnia per il nutrimento degli animali da reddito.

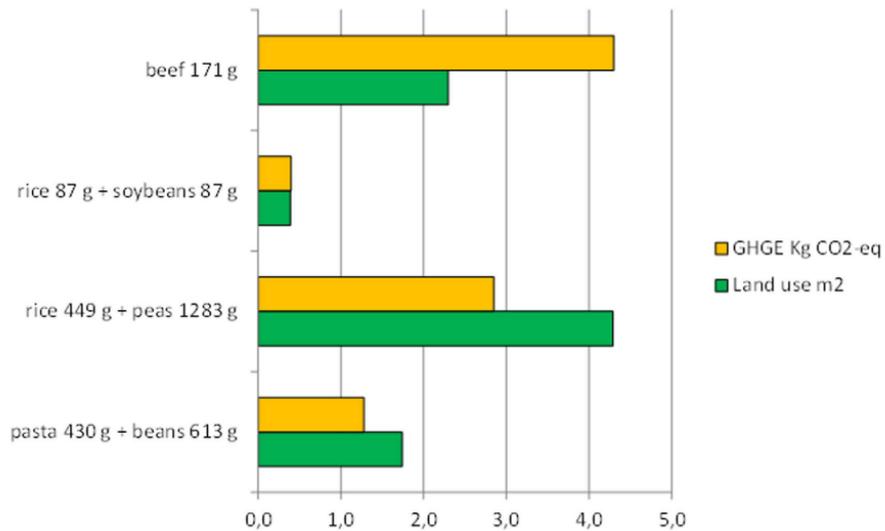


Figura 15: Tessari et al., 2016. Combinazioni di alimenti utili al soddisfacimento del RDA di amminoacidi essenziali

Quest'ultima analisi mette in luce diversi spunti interessanti, poiché se si considerano solo gli amminoacidi essenziali e quindi la qualità nutritiva degli alimenti, l'impatto che le produzioni animali hanno sul pianeta viene ridimensionato significativamente. Emergono, inoltre, le potenzialità di un alimento davvero molto interessante per il futuro, ovvero la soia, vegetale che viene peraltro non a caso utilizzato da molti anni in zootecnia per la sua elevata efficienza nutritiva ed ecologica.

4. VALORE DELLA ZOOTECCNIA

Come visto, le produzioni animali hanno un'impronta ecologica importante, motivo per il quale, con il crescere dell'attenzione mediatica nei riguardi di questioni ambientali quali il cambiamento climatico o l'inquinamento, sempre più persone si sono avvicinate a stili alimentari che riducono fortemente o, addirittura, escludono il consumo di prodotti di origine animale. Tuttavia, la zootecnia risulta essere ancora un settore produttivo molto importante su svariati fronti.

In questo capitolo vengono analizzati tutti gli aspetti, talvolta sottovalutati, che danno valore al settore delle produzioni animali con particolare attenzione alla situazione in Italia. La zootecnia nel nostro paese, infatti, oltre a rappresentare più di un terzo del PIL agricolo con un valore di oltre 16 miliardi di euro (CREA, 2017), si fa carico di questioni ecologiche e socio-culturali importanti, come ad esempio il legame di alcune produzioni con tradizione e cultura oppure il ruolo dell'allevamento nella valorizzazione e nella tutela ecologica e paesaggistica dei territori rurali, elementi che si intrecciano alla perfezione nella definizione stessa di sostenibilità che, come sottolineato precedentemente, non deve limitarsi agli aspetti ambientali, bensì deve soddisfare contemporaneamente anche quelli economici e socio-culturali. Ad esempio, uno studio (Van Dooren et al., 2014) ritiene che la promozione della riduzione della carne e dei latticini attraverso l'aumento del consumo di prodotti vegetali in una dieta vegana comporterebbe molto probabilmente dei benefici a livello ecologico, però potrebbe essere in conflitto con la definizione FAO di "dieta sostenibile", in quanto può non essere completamente adeguata dal punto di vista nutrizionale, poiché alcuni micronutrienti necessari non vengono forniti, né culturalmente accettabile su ampia scala, in quanto andrebbe ad eliminare prodotti ed attività produttive legate alla tradizione.

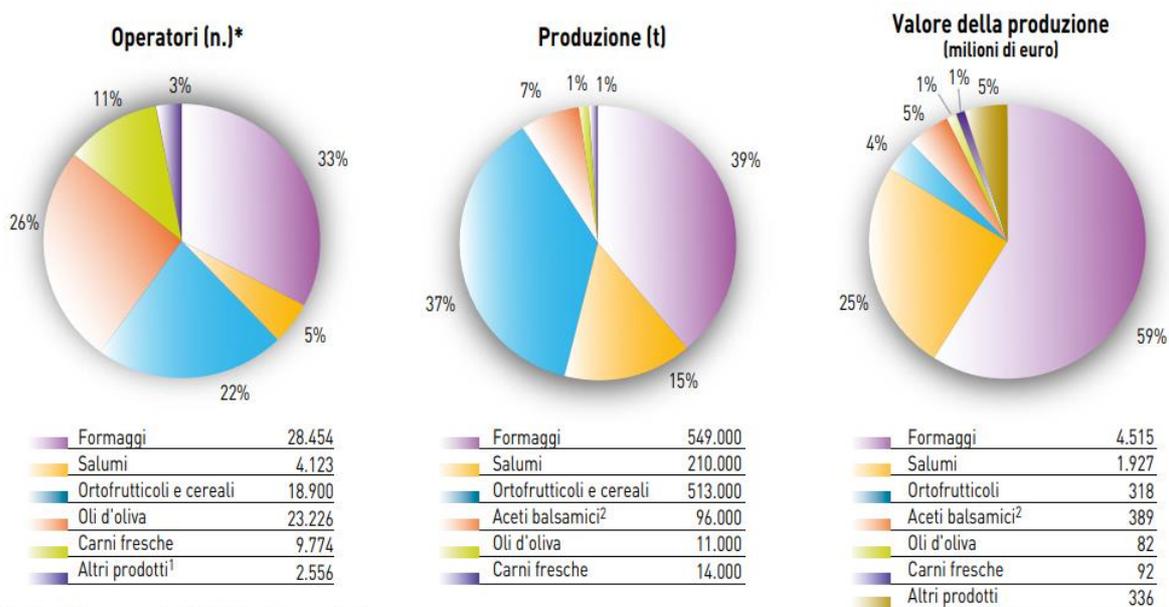
4.1. VALORE DELLE PRODUZIONI DI ALTA QUALITÀ

Il comparto delle produzioni agro-alimentari di alta qualità in Italia non ha eguali a livello Europeo e Mondiale: l'Italia continua a detenere il primato dei prodotti agroalimentari DOP e IGP nell'UE con 312 prodotti registrati e 3 specialità tradizionali garantite STG (CREA, 2021) mentre, se si tiene conto anche delle produzioni vitivinicole, questo numero sale ad oltre 830 registrazioni e rappresenta da sola il 27% di tutte le produzioni certificate in Europa (Fondazione Qualivita, 2019).

In questo scenario, oltre all'aspetto economico in quanto fonte di introiti rilevanti, ricopre un ruolo molto importante anche la funzione socio-culturale, come sottolineato dall'importanza di determinate produzioni e del loro rapporto con la tipicità, il territorio ed il turismo.

A farla padrona, come numero di certificazioni, sono i prodotti di origine vegetale; se si analizzano invece altri parametri, quali ad esempio il valore in tonnellate e milioni di euro, i prodotti di origine animale hanno un peso decisamente più rilevante.

Per quanto riguarda l'occupazione, invece, produzioni animali e vegetali si spartiscono la forza lavoro in modo perlopiù equo.



* ISTAT, Prodotti agroalimentari DOP, IGP e STG, anno 2019.

¹ Compresi gli aceti balsamici.

² Aceti balsamici produzione in litri.

Fonte: Qualivita-Ismea.

Figura 16: CREA, 2021. Numeri delle DOP e IGP per le principali categorie nell'anno 2019

Analizzando quanto esposto nella Figura 16 emergono diversi aspetti importanti.

Per quanto riguarda gli **operatori occupati**, il settore dei formaggi pesa per il 33% (28.454 occupati), seguito da quello degli oli di oliva con il 26% (23.226), da quello degli ortofrutticoli e cereali con il 22% ed infine dal settore delle carni fresche (11%) e quello dei salumi (5%). Nel complesso, quindi, le produzioni di prodotti di origine animale pesano per il 49% del totale degli occupati, mentre quelle dei prodotti di origine vegetale per il 51%.

Per ciò che concerne la **produzione in tonnellate**, anche in questo caso, con un valore di 549 mila tonnellate (39%), il settore principale è quello dei formaggi, subito seguito dagli ortofrutticoli e cereali con il 37% e dai salumi con il 15%; rilevante anche il 7% di aceti balsamici. Pertanto, complessivamente, le produzioni animali impattano per il 55%, contro il 45% di quelle vegetali.

Infine, se ci si riferisce ai dati della produzione in termini di **valore economico in milioni di euro**, il peso delle produzioni animali risulta essere d'impatto decisamente più importante, in quanto rappresenta l'85% del valore monetario totale. Il settore dei formaggi rispetta la tendenza delle precedenti tre

valutazioni risultando essere quello trainante, ma in questo caso in modo estremamente più impattante, infatti da solo vale il 59% del valore economico delle produzioni certificate per un valore di oltre 4,5 miliardi di euro. Al secondo posto si trovano i salumi, i quali generano un valore di poco inferiore ai 2 miliardi (25% del totale), mentre le carni fresche contano l'1,2% del valore complessivo DOP-IGP, con il Vitellone bianco dell'Appennino centrale e l'Agnello di Sardegna che rappresentano più dell'80% del valore dell'intera categoria. Per ciò che concerne le produzioni vegetali, invece, se queste vengono tra loro sommate raggiungono appena il 15%, i cui prodotti più importanti sono gli aceti balsamici (5%) e gli ortofruttili e cereali (4%); sorprendente il solo 1% degli oli di oliva date le caratteristiche morfologiche del territorio italiano nonché il suo rapporto con la tradizione gastronomica.

Oltre alle produzioni DOP, IGP ed STG, in Italia esistono anche i *prodotti agroalimentari tradizionali* (PAT), ovvero prodotti di nicchia che possiedono un alto valore gastronomico e culturale, ma a cui non si applica la tutela comunitaria delle denominazioni di origine. Tuttavia, anche queste produzioni rappresentano un valore aggiunto per quanto riguarda la realizzazione di alimenti di alta qualità.

Il requisito fondamentale a cui fanno riferimento è la tradizione del metodo di lavorazione, conservazione e stagionatura, che deve risultare consolidata nel tempo per un periodo di almeno 25 anni. La 21° revisione dell'elenco contiene 5.333 specialità alimentari tradizionali, con Campania, Toscana e Lazio ai primi posti. Tra le principali 3 categorie di PAT, anche in questo caso, troviamo le carni fresche e preparate, con ben 813 prodotti registrati. Per ciò che concerne questi alimenti, però, le produzioni vegetali possiedono una quota superiore. (CREA, 2021).

A testimonianza del valore e dell'elevata importanza che ricoprono tali prodotti nella cultura italiana vi è anche la questione del *turismo enogastronomico*. Infatti, sebbene nel 2020 a causa della pandemia da Covid-19 i pernottamenti dei turisti stranieri siano diminuiti del 54,6% e quelli dei residenti del 32,2% con una perdita di oltre 63 miliardi di euro, coloro che hanno viaggiato per motivi legati all'enogastronomia sono aumentati del 10% nonostante il calo, inevitabile, del numero di esperienze fruite. (CREA, 2021)

Inoltre, il fenomeno risulta essere in crescita costante: oltre un italiano su due negli ultimi 3 anni ha fatto almeno un viaggio con l'enogastronomia come principale motivazione. (CREA, 2021)

4.2. RIDIMENSIONAMENTO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA DELLA ZOOTECNIA

Le produzioni animali ed i relativi prodotti vengono spesso accusati di essere i più impattanti a livello ambientale; tuttavia, le analisi che vengono spesso fatte tendono ad omettere alcuni aspetti che potrebbero dare un valore differente alla situazione e che, invece, verranno considerati nelle seguenti valutazioni.

Per ciò che concerne le emissioni di gas ad effetto serra, i principali responsabili in zootecnia sono tre: anidride carbonica, metano e protossido di azoto.

Nel 2018 le emissioni del settore zootecnico ammontavano a 19.872 mila T di CO₂eq, pari al 65% delle emissioni complessive dell'agricoltura e al 5,2% di quelle totali nazionali. (ISPRA, 2020). Tuttavia, come si evince dalla Figura 17, le emissioni di metano del settore zootecnico italiano sono state ridotte del 12% dal 1990 e del 40% dal 1970.

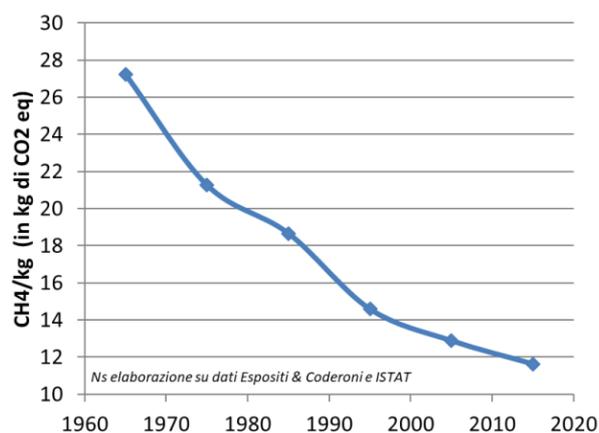


Figura 17: ISPRA, 2020. Emissioni di CH₄ per kg di proteina animale prodotta in Italia

Il metano è il principale gas serra della zootecnia e la sua origine è prevalentemente dovuta alle fermentazioni enteriche di bovini ed altri ruminanti, dato che questo fattore contribuisce da solo per il 40% alle emissioni dell'intero settore zootecnico. (ISPRA, 2020)

È importante però sottolineare l'origine biogena del carbonio del metano emesso dalle fermentazioni ruminali. Si tratta quindi di carbonio direttamente derivante da quello fissato dalle piante con la fotosintesi e ingerito dagli animali con foraggi e concentrati e risiede in atmosfera con una emivita di circa 11,5 anni, per essere poi riassorbito dalle piante in un ciclo biologico; il bilancio fotosintetico della CO₂ nella quale esso è convertito, quindi, è pari a zero, proprio come quella espirata dall'uomo e dagli animali. (Accademia dei Georgofili, 2021).

È quindi un carbonio totalmente diverso rispetto a quello di origine fossile emesso dai combustibili, che si accumula nell'atmosfera per centinaia di anni provocandone il riscaldamento.

Un altro aspetto molto impattante ed estremamente rilevante è quello legato all'emissione di ammoniaca ed al rilascio di nitrati nelle acque.

L'ammoniaca viene rilasciata nell'ambiente in seguito all'azione dell'enzima ureasi sull'urea contenuta nelle urine raccolte dalle lettiere o nei vasconi di liquami e che volatilizzando genera piogge acide e PM10. I nitrati, invece, derivano dall'ossidazione dell'azoto contenuto in feci e urine e che distribuiti in campo presentano elevata solubilità e mobilità nel suolo finendo nelle acque di superficie e sotterranee contribuendo fortemente all'eutrofizzazione. (ISPRA, 2020).

Quest'ultimo è un fenomeno di arricchimento eccessivo dell'acqua con composti azotati che causa una crescita rapida delle alghe e di forme di vita vegetale più elevate, con conseguente indesiderabile rottura dell'equilibrio degli organismi presenti in tali acque e deterioramento della qualità delle acque in questione. (Dir. 91/676/CEE)

Tuttavia, una gestione corretta delle deiezioni non solo permette di ridurre l'impatto di questi inquinanti (dal 1990 al 2018 si è potuta osservare una riduzione delle emissioni di NH₃ zootecnico del 23%), ma permette anche di sfruttarle come concime organico al fine di migliorare la fertilità stessa del suolo agricolo. (ISPRA, 2020)

Le produzioni zootecniche, inoltre, sono spesso accusate di essere le principali consumatrici di acqua; il consumo delle risorse idriche è da imputare, principalmente, a due motivazioni, ovvero all'irrigazione delle colture foraggere e alle operazioni di pulizia.

Negli ultimi anni, in virtù di questo utilizzo massivo, il settore zootecnico ha assunto sempre più clamore mediatico, in particolare con la carne bovina, ritenuta la produzione più impattante sotto questo aspetto. Tuttavia, molto spesso, nelle valutazioni dell'impiego di risorse idriche in zootecnia, non si tiene conto del tipo di acqua che viene utilizzata.

I dati che vengono solitamente diffusi dai media, i circa 1000 litri di acqua necessari per produrre un litro di latte e i 15.000 per un kg di carne bovina, meritano attente precisazioni, poiché tali valori sono costituiti per oltre il 90% da acqua piovana che cade naturalmente sul terreno; se si considerano le sole acque blu e grigie (acqua di riciclo e acqua piovana raccolta), i dati dell'impronta idrica si ridimensionano enormemente (per il latte 100-300 litri e per la carne 500-1000 litri) e diventano comparabili con quelli per la produzione degli altri prodotti agricoli e dei manufatti industriali.

(Accademia dei Georgofili, 2021).

4.3. SOSTENIBILITÀ IN ZOOTECNIA

Negli ultimi decenni la ricerca scientifica in campo zootecnico ha agito molto sul fronte della riduzione dell'inquinamento.

Prima di tutto i programmi di selezione genetica hanno permesso al settore zootecnico di giovare di innumerevoli strumenti utili non solo al miglioramento in termini di sostenibilità, ma anche a quello in termini di produttività, economicità e conversione di nutrienti; è noto come le elevate produzioni individuali riducano l'inquinamento (azoto, fosforo, CO₂eq) per litro di latte/kg di carne prodotto rispetto a basse produzioni. (ANAFI, 2020).

Ad esempio, in termini di produttività individuale, il suo incremento ha permesso una riduzione del 7% dell'incidenza dell'utilizzo di suolo, acqua e alimenti per la produzione di una stessa quantità di materia utile. (ANAFI, 2020)

Oltre a questo, un altro fattore rilevante è, ad esempio, il contenimento delle spese energetiche legate allo sviluppo di nutrienti non utili tecnologicamente alla produzione in atto; per esempio, nel caso del latte destinato alla caseificazione, si tratta del contenimento delle spese energetiche legate alla sintesi di lattosio da parte della mammella; quest'ultimo, infatti, non incide sulla resa in formaggi, ma pesa notevolmente sulle richieste energetiche degli animali. (ANAFI, 2020)

Altro fattore che ha incentrato su di sé molta ricerca è quello del benessere animale; l'obiettivo principale degli studi attuati in tale campo verte principalmente alla riduzione dell'impiego di antibiotici, nella maggior parte dei casi utilizzati in via preventiva e che contribuiscono in modo massiccio allo sviluppo dell'antibiotico resistenza. Quest'ultima non rappresenta un problema solo per gli animali, ma anche per l'uomo che, nutrendosi sistematicamente dei prodotti derivati da animali che hanno assunto il farmaco in eccesso, potrebbe a sua volta sviluppare l'antibiotico resistenza.

Esistono, ad esempio, una serie di interventi che possono essere attuati al fine di migliorare le strutture di allevamento, tra cui la riduzione del sovraffollamento, l'offerta di spazi più adeguati alle esigenze etologiche degli animali, l'adozione di sistemi attivi del controllo dell'igiene, della luminosità, delle temperature, dei ricambi d'aria delle stalle, del tracciamento dell'uso di antibiotici od altri farmaci veterinari e una maggiore disponibilità di punti di abbeverata e di alimentazione. Questi interventi permettono di ridurre l'incidenza delle più comuni patologie ed al contempo di migliorare le performance produttive degli animali con vantaggi anche economici. (Ministero della salute, 2017).

Tuttavia, a livello di allevamento, le strategie più efficaci per ridurre l'impatto ambientale, nonché l'incidenza di malattie, volgono tutte alla formulazione di razioni più corrette.

Queste ultime devono essere di qualità migliore dal punto di vista igienico sanitario (ad esempio devono avere quantità inferiori di micotossine o additivi potenzialmente nocivi), devono rispettare i fabbisogni degli animali, evitando la somministrazione di eccessi di nutrienti che sono eliminati con le deiezioni, e devono essere caratterizzate da elevata digeribilità. (Accademia dei Georgofili, 2021).

Per esempio, in suini alimentati con razioni più calibrate in funzione della fase produttiva, le quote di azoto escreto possono essere ridotte dal 25 al 40% senza penalizzare le performance e la qualità delle carni (NRC, 2012). Inoltre, la scelta di mangimi più finemente tritati, permette di aumentare la superficie di attacco degli enzimi digestivi permettendo miglioramenti in termini sia di aumento della frazione di alimento digeribile (fino a +6%), sia in termini di riduzione dell'escrezione (fino a -24%).

(Sutton e Richert, 2004).

Infine, da sempre in zootecnia si utilizzano co-prodotti o sottoprodotti ottenuti da altre filiere agroindustriali come fonti nutritive, dato che l'86% dell'assunzione alimentare degli animali è rappresentata da prodotti non edibili per l'uomo. (NRC, 2012)

Un esempio molto interessante è rappresentato dall'utilizzo del siero di latte, prodotto di scarto dell'industria casearia. Quest'ultima, in Italia, ha un peso notevole in quanto nel 2020 si è confermata terzo produttore in UE con oltre 1,3 milioni di tonnellate di formaggio prodotti (il latte, 2021); il siero di scarto viene destinato, oltre che alla produzione di altri alimenti per l'uomo quali la ricotta oppure gli alimenti funzionali proteici, anche all'industria zootecnica per l'allevamento del suino: l'uso di 15 litri/capo/giorno di siero di latte portano ad un risparmio di circa 1 kg fra cereali e mangimi proteici e di ben 14 litri di acqua. Questo impiego, inoltre, migliora la qualità delle carcasse per la produzione del prosciutto, tant'è che i disciplinari ne raccomandano l'uso. (NRC, 2012)

4.4. SERVIZI ECOSISTEMICI FORNITI DALLA ZOOTECCIA

Molti sistemi agro-zootecnici italiani esercitano una funzione essenziale per il mantenimento della qualità estetica e funzionale del paesaggio rurale e sono di vitale importanza anche per il mantenimento di complessi equilibri ecologici e della biodiversità. (FAO, 2021)

Il territorio italiano è costituito prevalentemente da aree collinari e montane, le quali sono spesso caratterizzate dall'elevata presenza di attività agricole a carattere zootecnico che sono fondamentali per garantire l'assetto del territorio, per limitare l'avanzare delle formazioni boschive e per la vita e la

fruibilità complessiva. L'abbandono di tali attività comporterebbe ingenti danni di carattere economico, sociale, e ambientale. (Accademia dei Georgofili, 2021)

Inoltre, queste attività offrono esternalità interessanti e positive sul piano culturale, in quanto si fanno portatrici di valori sociali legati a folclore e tradizioni, di grande interesse per finalità turistiche e formative. Ne è un esempio l'esercizio della transumanza, riconosciuta nel 2019 dall'Unesco patrimonio culturale immateriale dell'umanità. (Accademia dei Georgofili, 2014)

Sistema agro-zootecnico	Aree interessate	Servizi ecosistemici
Alpeggio Praticoltura di montagna	Regioni dell'arco alpino	-Prodotti tipici (formaggi, carne) -Razze locali di bovini, ovini, caprini, equini, asini -Conservazione paesaggio -Mantenimento edilizia rurale -Assetto del territorio -Biodiversità vegetale e animale -Servizi turistici -Eventi e servizi culturali
Monticazione estiva nell'appenino centro-settentrionale Praticoltura di montagna	Liguria, Toscana, Emilia-Romagna, Umbria, Marche	-Prodotti tipici (carne, formaggi) -Razze locali di bovini, ovini, caprini, equini, asini -Conservazione paesaggio -Mantenimento edilizia rurale -Assetto del territorio -Biodiversità vegetale e animale -Servizi turistici -Eventi e servizi culturali
Allevamento brado del bovino maremmano Agro-selvicoltura	Toscana, Lazio	-Prodotti tipici (carne) -Razze locali di bovini ed equini -Conservazione paesaggio -Biodiversità vegetale e animale -Eventi e servizi culturali
Allevamento semi-estensivo e transumante del bovino podolico	Molise, Basilicata, Campania, Puglia, Calabria	-Prodotti tipici (carne, formaggi) -Razze locali di bovini -Conservazione paesaggio -Mantenimento edilizia rurale -Assetto del territorio -Biodiversità vegetale e animale -Servizi turistici -Eventi e servizi culturali
Allevamento ovino, caprino e bovini nelle aree insulari	Sardegna, Sicilia	-Prodotti tipici (formaggi, carne) -Razze locali di ovini, caprini, bovini -Conservazione paesaggio -Mantenimento edilizia rurale -Assetto del territorio -Biodiversità vegetale e animale -Servizi turistici -Eventi e servizi culturali
Allevamento del bovino da latte Praticoltura di pianura e collina	Pianura padana e altre aree di pianura	-Prodotti DOP (formaggi) -Mantenimento edilizia rurale -Mantenimento del paesaggio

Figura 18: Accademia dei Georgofili, 2021. Principali servizi ecosistemici forniti dalla zootecnia

4.5. VALORIZZAZIONE DI BIOMASSA NON EDIBILE

La singola scelta alimentare ha impatto sul pianeta anche perché ci pone ad un livello trofico differente in virtù di essa. La piramide trofica ha lo scopo di valutare l'efficienza degli ecosistemi in termini di flusso, ovvero misurando la quantità di biomassa di un livello trofico in rapporto alla sua quantità nel livello precedente. Nella maggior parte degli ecosistemi, sia antropizzati che naturali, l'efficienza è intorno al 10%; questo significa che, nel passaggio tra un livello trofico e l'altro, solo il 10% della biomassa del livello precedente risulta disponibile in quello successivo.

Alla base della piramide trofica si trova la biomassa vegetale; pertanto, ponendo gli autotrofi come quantità 100, gli erbivori che se ne potranno nutrire saranno 10, i carnivori di primo ordine che si potranno nutrire degli erbivori 1, i carnivori di secondo ordine 0.1, quelli di terzo ordine 0.01, e così via. In base agli alimenti che si mangiano, quindi, ci si pone ad un livello trofico differente, dal quale ne risultano un impatto ambientale ed un'efficienza di conversione altrettanto diversi. (Bittante, 2021)

Ad esempio, se si prende come riferimento un fabbisogno giornaliero medio di 2200 kcal di cui circa 80g sono di proteine, la superficie necessaria ad ottenere tali valori differisce in virtù dell'alimento; nella Figura 19 si mostra il numero di persone che possono essere sfamate in Veneto in un anno per ettaro di superficie coltivata di 5 tra i più importanti alimenti vegetali.

Alimenti vegetali:	Energia	Proteina
	N°/Ha	N°/Ha
Frumento (pane, pasta, pizza)	16	19
Mais (polenta, corn flakes)	32	33
Bietole (zucchero)	38	31
Patate	22	25
Soia e altri legumi	15	56

Figura 19: Bittante, 2021. Persone/ha che possono essere sfamate in un anno in Veneto (fabbisogni: 2200 kcal di cui 80g di proteine)

Per quanto riguarda, invece, l'efficienza di conversione degli animali da reddito, le differenze tra le specie sono molto rilevanti. Prodotti come il latte o le uova, in quanto la loro funzione naturale sarebbe quella di offrire un concentrato di nutrienti essenziali utili, nel primo caso alla crescita del vitello, e nel secondo caso allo sviluppo embrionale del pulcino, presentano valori percentuali di conversione tendenzialmente più elevati delle carni.

Queste ultime, invece, presentano un'elevata variabilità in funzione della specie.

Da alimenti vegetali a:	Energia	Proteina
	%	%
Latte bovino	20	31
Uova	13	32
Pollo	7	28
Maiale	10	14
Vitellone	3	7
Vitello	1	4

Figura 20: Bittante, 2021. Efficienza di conversione dei principali animali da reddito

Come si evince dalla Figura 20, nel latte bovino si trova il 20% di tutta l'energia consumata durante la vita dalla vacca, mentre si trova il 31% di tutta la proteina consumata in vita; per quanto riguarda le uova i valori energetici sono inferiori ma quelli proteici sono ugualmente elevati.

Si nota come il pollo risulti essere molto efficiente nella conversione, presentando valori abbastanza simili a quelli delle uova; il suino, invece, presenta valori molto inferiori al pollo per quanto riguarda la conversione delle proteine (circa la metà) però un valore leggermente più elevato per quanto riguarda l'energia. In ogni caso, entrambi gli animali si distinguono per avere livelli di conversione molto buoni. Tuttavia, in quanto utilizzano alimenti edibili per l'uomo, competono con quest'ultimo per la nutrizione. I ruminanti, in questo caso vitellone, presentano valori di efficienza di conversione molto più bassi. Infatti, nonostante essi appaiano come organismi erbivori, bisogna precisare che dal punto di vista biochimico digestivo si comportano in modo completamente diverso e più assimilabile ad organismi carnivori di primo ordine: l'apparato digestivo dei ruminanti poligastrici, infatti, è formato da 3 prestomaci (rumine, omaso, reticolo) ed uno stomaco vero e proprio (abomaso); a livello ruminale (quindi nel prestomaco) tutti gli alimenti vegetali, ricchi di fibre inedibili per l'uomo, vengono digeriti dalla flora batterica che li converte in nutrienti utili per l'animale che successivamente li assorbe a livello di stomaco. Questo sistema digestivo ha un vantaggio ed uno svantaggio: il punto di forza è quello che permette di ricavare energia utile anche dalla fibra alimentare, cosa che nessun altro organismo potrebbe fare; il punto debole, invece, è rappresentato dal fatto che il microbiota gastrico non fa distinzione tra gli alimenti e pertanto tratta in questo modo anche ciò che potrebbe essere digerito in maniera più efficiente direttamente dai monogastrici quali i suini, avicoli o l'uomo, riducendo l'efficienza. (Bittante, 2021)

Infine, il vitello a carne bianca risulta essere ancora meno efficiente della vacca adulta. Questo perché si nutre solo di latte, il quale è prodotto dalla vacca che, come spiegato precedentemente, seppur alimentandosi di vegetali, risulta essere accomunabile ad un carnivoro di primo ordine per l'80% della sua fase digestiva. Pertanto, il vitello può essere accomunato ad un carnivoro di secondo ordine.

Di conseguenza l'uomo, come detto in precedenza, si pone ad un livello trofico differente in virtù di cosa mangia: se mangia direttamente i vegetali è un erbivoro, se mangia carne di pollo o suino è un carnivoro di primo ordine (si nutre dell'1% della materia vegetale della quale si è nutrito il pollo/suino), se mangia carne di vitellone è un carnivoro di secondo ordine (0.1%), mentre se la mangia di vitello a carne bianca, lo è di terzo ordine (0.01%).

Tuttavia, secondo uno studio (van Zanten et al., 2015), sebbene i ruminanti abbiano un'efficienza di conversione bassa, questi permettono di valorizzare, grazie all'azione del microbiota ruminale, anche la biomassa non edibile per l'uomo.

Infatti, i ruminanti alimentati con erba di terreni marginali, cioè non adatti alla produzione di colture, producono proteine digeribili dall'uomo in modo più efficiente rispetto all'alimentazione con colture alimentari che potrebbero soddisfare direttamente gli esseri umani.

Nel mondo circa due terzi della superficie agricola (3,4 ettari) sono prati permanenti e pascoli (FAO, 2020); di questi, circa 1,6 miliardi di ettari sono terreni marginali che vedono nel pascolamento la loro unica valorizzazione. (van Zanten et al., 2015).

Secondo uno studio (van Zanten et al., 2015), se si utilizza tutta la superficie di pascoli e prati permanenti per la produzione di alimenti di origine animale, evitando la competizione tra mangimi e cibi direttamente edibili per l'uomo, è possibile produrre giornalmente circa 7 g di proteina/persona.

Oltre alla biomassa proveniente da terreni marginali ed ai sottoprodotti di altre lavorazioni (che già vengono largamente usati in zootecnia, come ad esempio il siero di latte), il bestiame può anche valorizzare altri due flussi di biomassa che l'uomo attualmente non consuma: i residui delle colture e i rifiuti alimentari; questi ultimi, inoltre, risultano essere la principale fonte inutilizzata di flussi di avanzi. (van Zanten et al., 2015). Se si riuscisse a nutrire il bestiame con questi flussi residui, questo non entrerebbe in competizione con l'uomo per i terreni coltivati e, pertanto, contribuirebbe alla sicurezza alimentare sostenibile. Tuttavia l'uso di rifiuti alimentari è vietato in molti Paesi, compresi quelli europei, a causa di problemi di sicurezza sanitaria legati, ad esempio, all'afta epizootica, alla peste suina africana e all'encefalopatia spongiforme bovina. (van Zanten et al., 2015)

4.6. GLI ANIMALI NELLA FERTILIZZAZIONE DEL SUOLO AGRICOLO

L'agricoltura deve affrontare la sfida di nutrire la crescente popolazione, principalmente aumentando la produzione di cibo sui terreni già in uso. I fertilizzanti promuovono una maggiore produttività agricola e negli ultimi anni la ricerca si prefigge lo scopo di elaborare metodi di concimazione che operino nell'ottica della sostenibilità ambientale. (Kandpal, 2021)

Un fertilizzante, chimico o naturale, si riferisce a un materiale che contiene sostanze chimiche per migliorare la crescita e la produttività delle piante o del terreno fornendo i nutrienti essenziali.

Inoltre, deve contenere almeno il 5% dei 3 nutrienti primari: fosforo (P), azoto (N) e potassio (K). (Kandpal, 2021)

Fondamentalmente, esistono due macrocategorie di fertilizzanti: inorganici ed organici.

I primi sono prodotti a livello industriale o estratti dal suolo, contengono azoto, fosforo, zolfo, potassio e anche micronutrienti e hanno la peculiarità di fornire una elevata dose di tali nutrienti in modo molto rapido; inoltre, vengono elaborati ad hoc per la tipologia di coltura, garantendo quindi il corretto apporto di nutrienti da essa necessitati. Hanno un impatto ambientale potenzialmente elevato e, inoltre, l'utilizzo in eccesso, come spesso accade, causa danni anche alla pianta ed alla sua produttività. I secondi sono strettamente derivati da materia vivente e sono di origine animale, come ad esempio il letame o il compost e, in misura minore, derivati da rifiuti vegetali oppure da reflui di trattamento dei primi due.

L'utilizzo dei fertilizzanti ha effetto benefico sulla pianta ed è dimostrato che, soprattutto quelli chimici, possano aumentare significativamente la produzione. (Kandpal, 2021)

Il loro utilizzo in eccesso contribuisce all'acidificazione del suolo, che riduce l'apporto di fosfati alle colture e aumenta gli ioni tossici nel suolo, con effetto contrario di inibizione della crescita delle colture (Kandpal, 2021); inoltre, provoca l'emissione di gas serra e di ossidi di azoto, nonché contribuisce in maniera importante all'inquinamento delle acque di falda, all'eutrofizzazione e all'accumulo di nitrati negli ortaggi con severi danni per la salute dei consumatori. (Vatrano, 2017)

Infine, può portare a danni ulteriori alle piante che, a causa della troppo elevata velocità di crescita, presentano più elevati rischi di non essere in salute. (Kandpal, 2021)

Tuttavia, esistono diverse alternative ai fertilizzanti chimici; di seguito si riportano le principali:

- biofertilizzanti: sostanze che contengono microrganismi che aiutano a stimolare la crescita senza apportare direttamente i nutrienti; (Kandpal, 2021)

- nanofertilizzanti: evoluzione dei fertilizzanti tradizionali, vengono estratti dalle diverse parti della pianta attraverso l'uso di diverse tecniche fisiche, chimiche, biologiche e meccaniche con l'aiuto della nanotecnologia; (Kandpal, 2021)
- fertilizzanti a lento rilascio: comportano un rilascio di nutrienti più lento rispetto ai normali fertilizzanti; riducono al minimo la perdita di nutrienti e le possibilità di bruciatura delle radici in caso di eccesso e ottimizzano la fornitura di nutrienti con il passare del tempo; (Kandpal, 2021)
- fertilizzanti organici forniti dagli animali.

I principali fertilizzanti organici sono due: letame e liquame.

Nel primo caso si tratta di concime di natura organica mista, derivante dall'insieme delle deiezioni solide e liquide degli animali domestici e dalla lettiera, ovvero il materiale, costituito da paglia, foglie, strame e torba, che, nelle stalle, serve di giaciglio agli animali; il letame può anche essere prodotto artificialmente con i residui organici di un'azienda agricola (erbe, stoppie, spurgo dei fossi), cui vengono aggiunte sostanze organiche e sali minerali. (*Treccani*)

Nel caso del liquame, invece, si intende quell'effluente zootecnico fluido, derivato dalle deiezioni solide o liquide degli animali, al quale si aggiunge acqua di bevanda o di lavaggio; esso, a differenza del letame, non contiene alcun materiale utilizzato come lettiera e presenta un rapporto carbonio/azoto più basso e, quindi, una carica inquinante più alta anche in caso di spandimento sul suolo, a causa della maggiore suscettività alla mineralizzazione e al conseguente dilavamento di nitrati. (*Wikipedia*)

L'utilizzo del letame e del liquame come fertilizzanti, oltre a permettere la realizzazione di un'economia circolare grazie alla valorizzazione di materia di scarto, assicura al terreno l'apporto di sostanza organica a differenza di quelli chimici che invece non possono fornirla.

La sostanza organica riveste da sempre un ruolo chiave nei suoli agrari. Risultano molteplici i suoi effetti benefici, come ad esempio l'aumento del carbonio organico e della biomassa microbica, il miglioramento della struttura del terreno, della capacità di scambio cationico e la prevenzione della formazione di *crosta superficiale* che riduce il movimento dell'acqua, l'entrata dell'aria e l'emergenza delle piantine (Vatrano, 2017). Le matrici organiche si degradano in modo più lento e rilasciano gradualmente i nutrienti mettendoli a disposizione delle piante nel lungo periodo e apportando tutti i benefici sopraccitati. Inoltre, la sostanza organica, per le sue capacità chelanti, contribuisce a mantenere in forma assimilabile alcuni metalli come il ferro ed anioni come i fosfati, che altrimenti sarebbero indisponibili per le piante, e può interagire con le sostanze xeno biotiche e ridurne notevolmente il loro potenziale impatto ambientale. (Vatrano, 2017)

4.7. EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUI SISTEMI ZOOTECNICI

L'ultimo, ma non per importanza, argomento ad essere trattato in questo capitolo riguarda gli effetti negativi che il cambiamento climatico sta avendo anche sul settore zootecnico, a piena testimonianza del fatto che la preservazione dell'ambiente è interesse primario anche per gli allevatori.

L'aumento della variabilità climatica sta determinando effetti negativi sull'agricoltura e sulla zootecnia italiana, con riduzione della capacità di previsione e programmazione, con un aumento della vulnerabilità e una riduzione della capacità produttiva e della redditività.

(Accademia dei Georgofili, 2021)

Tra gli effetti diretti di questa situazione si annoverano, ad esempio, la riduzione delle capacità di autoapprovvigionamento di foraggi e di alimenti concentrati, la difficoltà di esecuzione delle operazioni di conservazione dei foraggi, l'aumento del rischio di patologie vegetali e del rischio di contaminazioni fungine, la diffusione di patogeni tipici di aree tropicali, anche a seguito della invasione di vettori biologici e l'aumento delle necessità di risorse idriche ed effetti negativi sulla potabilità dell'acqua.

(Accademia dei Georgofili, 2021)

Nel caso specifico dell'allevamento del bovino da latte, questo fenomeno sta causando problemi importanti in quanto provoca alterazioni dello stato metabolico e peggioramento dello stato di salute e benessere degli animali (Nardone et al., 2010), riduzione di circa il 20% della produzione del latte (Bernabucci et al., 2014) con conseguente scadimento della qualità e del suo valore caseario (Vitali et al., 2019), aumento del rischio di mortalità delle vacche in lattazione (Vitali et al., 2019) e perdita di efficienza riproduttiva (Ronchi et al., 2001)

5. ASPETTI NUTRIZIONALI

Sebbene la definizione di *sostenibilità* non contempli aspetti legati alla salute, nel caso della scelta della propria dieta, tuttavia, non si può sottovalutare la qualità nutrizionale che essa offre.

In questo capitolo vengono presentati, quindi, i principali aspetti positivi e negativi dei regimi alimentari che escludono carne e/o latticini e di quelli che invece ne contemplano il consumo.

5.1. COSA COMPORTA L'ESCLUSIONE DEI PRODOTTI DI ORIGINE ANIMALE?

Uno studio (Bakaloudi et al., 2021) ha valutato gli aspetti positivi e negativi legati alla salute della dieta vegana, ovvero quella dieta che non contempla alcun consumo di prodotti di origine animale e di tutti i derivati. I risultati che ne sono emersi sono riassunti di seguito.

5.1.1. aspetti positivi

Un elevato apporto di fibre (>30 g/giorno), principalmente da frutta, verdura, legumi e cereali integrali, è più comune nelle diete vegane. Una dieta ad alto contenuto di fibre può svolgere un ruolo significativo nel controllo glicemico e può avere un ruolo protettivo contro l'insulino-resistenza e il diabete di tipo 2. Inoltre, può ridurre l'incidenza della malattia diverticolare grazie all'aumento dei movimenti intestinali e alla riduzione dei tempi di transizione, nonché limitare l'eccesso calorico della dieta grazie al senso di sazietà che le fibre solubili di frutta e verdura inducono grazie all'effetto ingombro a livello gastrico.

La dieta vegana è caratterizzata tendenzialmente da un minor consumo di acidi grassi saturi e monoinsaturi e da un maggior consumo di acidi grassi polinsaturi. Tra le fonti ricche in acidi grassi omega-3 (essenziali), vi sono gli oli di colza, noce e lino, mentre gli oli di mais e girasole sono fonte di omega-6 (semi essenziali). Gli acidi grassi omega-3, come ad esempio l'acido α -linolenico ALA C18:3 di cui sono ricca fonte gli oli vegetali sopracitati, sono fortemente associati alla prevenzione dell'aterosclerosi, di malattie cardiovascolari e ictus e possono ottimizzare il profilo lipidico limitando la risposta infiammatoria e riducendo lo stress ossidativo. Quest'ultimo, è bene ricordare, è tra le principali cause di cancro.

Sebbene l'apporto proteico, come verrà analizzato successivamente, è uno dei principali punti deboli di tale scelta alimentare, è possibile, con le dovute accortezze, soddisfare il fabbisogno. Le principali fonti sono rappresentate da soia, legumi e cereali integrali; le proteine della soia sono tra le principali fonti

proteiche per la maggior parte dei vegani e risultano essere anche responsabili di benefici per la salute in quanto ritenute fattore di diminuzione del rischio di tumore alla prostata.

Seguire una dieta vegana consente un maggiore apporto di vitamina C, che si riflette in concentrazioni sieriche più elevate tra gli individui vegani, potenzialmente correlate in modo positivo alla prevenzione delle malattie croniche, anche se la vitamina C, in generale, risulta essere difficilmente in carenza in tutti gli stili alimentari.

Per quanto riguarda il sodio, sebbene anche i vegani ne assumano in quantità superiore ai livelli raccomandati, presenta comunque valori di assunzione inferiori rispetto alla media delle diete onnivore.

5.1.2. aspetti negativi

Sebbene, come detto, gli oli vegetali siano un'ottima fonte di acidi grassi essenziali omega-3, solo l'acido α -linolenico (ALA, 18:3, n-3) si trova in quantità adeguate in essi. Per quanto riguarda invece gli acidi grassi polinsaturi EPA (Acido Eicosapentaenoico, C20:5) e DHA (Acido Decosaesaenoico, C22:6) a lunga catena, ritenuti responsabili di un miglior effetto benefico rispetto agli ALA, si trovano però esclusivamente nelle carni di pesci marini quali tonno, sgombro, aringhe o sardine.

L'apporto proteico di un vegano su tre risulta essere in deficit rispetto ai fabbisogni. Questo è dovuto, principalmente, a due fattori: l'inferiore digeribilità di alcune categorie di proteine vegetali e il valore biologico limitato. Ad esempio, sebbene la soia e il glutine abbiano una digeribilità del 95% e quindi comparabile a quella degli alimenti di origine animale, il livello di digeribilità di altri vegetali, come ad esempio i legumi, è del 50-70%. Inoltre, ad eccezione della soia, le proteine vegetali sono caratterizzate da un basso contenuto di aminoacidi essenziali.

Tuttavia, gli aspetti più critici della dieta vegana sono legati all'assunzione di vitamina B12, calcio e zinco, i quali sono spesso in carenza più grave.

La vitamina B12 è solo presente in alimenti di origine animale, pertanto, se non viene integrata correttamente, causa gravi carenze. Un basso apporto di vitamina B12 ha importanti implicazioni cliniche, tuttavia i sintomi della carenza si manifestano lentamente dopo diversi anni. Inoltre, per quanto riguarda coloro che non fanno utilizzo di integratori a base di B12, l'incidenza di gravi carenze da questa vitamina tocca l'86%, mentre questo dato si abbassa a quasi lo 0% per coloro che fanno invece utilizzo degli integratori.

L'apporto di calcio risulta deficitario non solo per l'esclusione dei prodotti lattiero-caseari, ma anche per problemi di biodisponibilità del calcio negli alimenti di origine vegetale. Un basso apporto di calcio è stato collegato a diverse condizioni cliniche, come un'incidenza di fratture superiore del 30% rispetto agli onnivori.

Carne, latticini e uova sono gli alimenti più ricchi di zinco. Ciò nonostante esistono anche alcuni alimenti vegetali che presentano valori elevati (ad esempio noci, semi e cereali integrali) però hanno problemi di biodisponibilità a causa della presenza di fitati, che ne riducono l'assorbimento a livello intestinale. Un'assunzione inadeguata di zinco potrebbe essere correlata ad alcune condizioni come disturbi mentali (ad esempio, depressione), dermatiti, diarrea e alopecia.

Infine, sono state registrate anche carenze per quanto riguarda l'assunzione di iodio e selenio che ha un ruolo fondamentale nella regolazione della funzione tiroidea, nel sistema immunitario, nella salute mentale e come antiossidante.

5.1.3. ulteriori considerazioni

Sebbene questo possa essere comune a qualsiasi regime alimentare, l'assunzione di energia totale tra i vegani è riportata come nei livelli inferiori dell'intervallo normale. Ne consegue che la maggior parte di essi presentino indici di massa corporea mediamente tra i più favorevoli tra le diverse scelte alimentari; ciò sembrerebbe essere correlato con un rischio sensibilmente inferiore di incidenza di malattie metaboliche quali il diabete mellito di tipo 2 oppure l'obesità.

Le diete vegane non sono correlate a carenze di vitamine A, B1, B6, B9, C, E. Inoltre, sebbene l'assunzione di vitamina D sia inferiore ad altre diete, non si osservano spesso carenze.

Per quanto riguarda i minerali, la dieta vegana soddisfa i fabbisogni di ferro, fosforo, magnesio e rame. Sebbene il ferro contenuto nei vegetali abbia biodisponibilità inferiore rispetto al ferro eme contenuto nel sangue e muscoli degli animali, il rischio di carenza di ferro non era più elevato rispetto ad altre diete. (Bakaloudi et al., 2021)

Come visto, seguire una dieta vegana può comportare carenze di micronutrienti (vitamina B12, zinco, calcio e selenio) che non devono essere trascurate.

Quindi, i soggetti che seguono una dieta di questo tipo devono essere consapevoli del rischio di potenziali carenze alimentari e integrare correttamente gli elementi mancanti al fine di renderla totalmente salutare.

Tuttavia, l'esclusione totale dei prodotti di origine animale, non sempre può essere adeguata. Per quanto riguarda l'età infantile, infatti, secondo uno studio (Kiely, 2021) la non corretta sostituzione del latte materno post svezzamento con bevande lattiero-casearie o la loro prematura esclusione, causano importanti carenze in calcio, ferro, riboflavina, vitamina B12 e vitamina D, nonché maggiori rischi di ritardo nella crescita e rachitismo.

Inoltre, un problema importante che riguarda alcuni alimenti di origine vegetale, perlopiù cereali, mais, frutta secca e alcune verdure, può essere quello delle *micotossine*. Si tratta di prodotti del metabolismo secondario di molti funghi saprofiti e muffe che, se contaminano l'alimento, lo rendono tossico per l'organismo umano. La contaminazione avviene perlopiù in campo, trasporto e stoccaggio di tali alimenti ed alcune di esse, come ad esempio le *afлатossine*, sono cancerogene. (Giaccone, 2021)

5.2. COSA COMPORTA L'INCLUSIONE DEI PRODOTTI DI ORIGINE ANIMALE?

5.2.1. prodotti lattiero-caseari

Secondo uno studio (Tunick e van Hekken, 2022) latte, formaggio, yogurt e gli altri prodotti lattiero-caseari apportano innumerevoli benefici alla salute umana; di seguito vengono riportati i principali.

La digeribilità delle proteine del latte risulta essere molto alta (superiore al 95%) ed anche il valore biologico è particolarmente favorevole. Inoltre, i peptidi dei lattiero-caseari apportano diversi benefici all'organismo in quanto favoriscono la costruzione ed il mantenimento della massa muscolare, regolano la pressione sanguigna grazie all'aumento di biodisponibilità di calcio e fosfato e contribuiscono alla prevenzione della carie grazie all'inibizione di alcuni batteri da parte di peptidi bioattivi derivati dalla caseina. Inoltre, uno studio condotto sui topi, ha dimostrato che potrebbero avere effetto di riduzione del rischio di cancro grazie alla lattoferrina.

Il latte è una ricca fonte di minerali ad elevata biodisponibilità, soprattutto calcio, rame, ferro, potassio, zinco, magnesio, manganese, sodio, fosforo e selenio. Tra questi, il più rilevante è sicuramente il calcio, il quale aumenta la densità minerale ossea durante la crescita scheletrica, previene la perdita di massa ossea e le fratture osteoporotiche negli anziani. Inoltre, esso riduce l'assorbimento dei grassi nell'intestino e diminuisce anche i livelli di colesterolo nel siero.

Il latte è anche un'importante fonte di tutte le vitamine, ad eccezione della C. Fondamentale è l'apporto di vitamina B12 che è garantito, come detto, solo dagli alimenti di origine animale. Essa è molto importante in quanto contribuisce alla creazione del DNA e dell'emoglobina e al mantenimento delle cellule nervose.

Per quanto riguarda la frazione lipidica, sebbene sia composta per il 72% da acidi grassi saturi, per il 25% da monoinsaturi e per il 3% da polinsaturi, è ritenuta responsabile di diversi effetti positivi sulla salute

umana e non vi è alcuna correlazione diretta dimostrata tra il consumo di lattiero-caseari e l'incremento del rischio di malattie cardiovascolari, coronariche o ictus.

Ciò che rende questa componente del latte molto interessante dal punto di vista nutrizionale è l'acido linoleico coniugato (CLA). Si tratta di una miscela di isomeri dell'acido linoleico (18:2), con l'isomero predominante, l'acido rumenico (cis-9,trans-11 18:2), che rappresenta la forma biologicamente attiva; il CLA è l'unico acido grasso che inibisce definitivamente la carcinogenesi negli animali da esperimento ed i prodotti lattiero-caseari ne sono le principali fonti e la sua concentrazione in questi prodotti non è influenzata dalla lavorazione a caldo, pertanto persiste anche in latte UHT, formaggi o yogurt.

Il lattosio, sebbene circa due terzi della popolazione mondiale ne sono intolleranti, stimola l'assorbimento intestinale del calcio e, in seguito ad idrolisi, può formare galatto-oligosaccaridi che sono fonte nutritiva per i bifidobatteri e migliorano la funzione digestiva.

Infine, i prodotti lattiero-caseari, sono il veicolo principale per i batteri probiotici, che includono comunemente specie di lattobacilli, lattococchi e bifidobatteri. I probiotici sono ceppi vivi che conferiscono benefici migliorando l'equilibrio dei microrganismi nell'intestino, aumentando la popolazione di batteri benefici e sopprimendo gli agenti patogeni.

I formaggi, però, hanno anche un elevato contenuto di cloruro di sodio, di colesterolo e, come tutti gli alimenti fermentati a base proteica, di ammine biogene. Queste ultime sono composti azotati a basso peso molecolare che si sviluppano in alimenti dal contenuto proteico in seguito all'azione di alcuni microrganismi; la loro concentrazione aumenta con la stagionatura e, sopra una certa soglia, hanno effetto tossico sull'organismo umano. (Giacomini, 2021)

5.2.2. il pesce

Il consumo globale di pesce è raddoppiato negli ultimi tempi; il pesce è ricco di acidi grassi omega 3, di vitamine D e B2, di proteine dal valore biologico elevato ed è fonte di iodio. Gli effetti benefici del pesce sono molteplici e il suo consumo settimanale è promosso da diverse diete.

Uno studio (Chen et al., 2022) ha analizzato gli effetti benefici del consumo di pesce, i quali vengono riassunti di seguito.

Le proteine estratte dal pesce possiedono attività antiossidanti; esse sono state rilevate principalmente nella parte commestibile della carne, ma anche nei sottoprodotti, tra cui le ossa, il fegato, la testa ed i succhi rilasciati in cottura.

Inoltre, i peptidi isolati dalla pelle dei pesci presentano un'attività antimicrobica ad ampio spettro per l'eliminazione di batteri patogeni.

Il pesce è anche noto per essere ricco di acidi grassi polinsaturi, contenenti acido Decosaesaenoico (DHA) e acido Eicosapentaenoico (EPA); si ritiene che questi ultimi funzionino nella neuroprotezione.

Il DHA, ad esempio, è il componente principale per la formazione dei fosfolipidi della membrana cerebrale, con funzioni speciali nei tessuti neuronali. Inoltre, gli acidi grassi del pesce possono ridurre significativamente lo stress ossidativo e l'incidenza di eventi coronarici maggiori.

Lipidi e proteine hanno un effetto terapeutico positivo sull'epatossicità. Infatti, è stato studiato che i prodotti della reazione di Maillard derivati dalla coniugazione di idrolizzati di proteine di pesce e ribosio hanno anche effetti benefici sulla salute in termini di epatoprotezione.

Inoltre, sempre lipidi e proteine, possiedono probabilmente attività antinfiammatorie.

Alcune tipologie di pesci sono caratterizzate da un più elevato contenuto di ammine biogene; i pesci ricchi in *istidina* libera, come ad esempio sgombro o sardine, possono indurre nel consumatore la sindrome sgombroide. Questo si verifica soprattutto quando non viene mantenuta la catena del freddo e i microrganismi, in seguito alla morte dell'animale, degradano l'istidina e producono *istamina* che è un'ammina con effetto vasodilatatore. (Giacomini, 2021)

Infine, un altro problema che riguarda i pesci è quello dei metalli pesanti. Infatti, soprattutto per quanto riguarda mercurio, piombo e cadmio, le concentrazioni nelle carni possono essere elevate. Questo è dovuto all'inquinamento delle acque di cui sono responsabili alcune industrie. (Trocino, 2020)

5.2.3. la carne

Prima di affrontare l'argomento, risulta necessario definire le differenti categorie di alimenti.

Per *carne rossa* si intende tutta la carne da muscolo non lavorata di mammiferi tra cui manzo, vitello, maiale, agnello, montone, cavallo, capra, inclusa la carne macinata o congelata, quindi processi di lavorazione minimi; viene consumata normalmente cotta. Inoltre, essa contiene proteine ad alto valore biologico e importanti micronutrienti come le vitamine del gruppo B, il ferro (sia quello libero che quello

ematico) e lo zinco; il contenuto di grassi della carne rossa varia a seconda della specie animale, dell'età, del sesso, della razza, dell'alimentazione e del taglio della carne. (Bittante, 2021)

Per *carne lavorata* si intende, invece, la carne trasformata attraverso processi tecnologici, come salagione, fermentazione, affumicatura. La maggior parte delle carni contiene maiale, manzo, altre carni rosse, pollo o sottoprodotti (sangue, ghiandole). (Bittante, 2021)

La lavorazione della carne, come la stagionatura e l'affumicatura, può portare alla formazione di sostanze chimiche cancerogene, tra cui i composti azoto-nitrosi (NOC) e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Inoltre, i sistemi di cottura ad alta temperatura, come la frittura, la grigliatura o il barbecue, migliorano la digeribilità e l'appetibilità della carne, ma possono anche produrre agenti cancerogeni noti o sospetti, tra cui in particolare le ammine aromatiche eterocicliche (AAE) e gli IPA. (Bouvard et al., 2015)

Uno studio (Bouvard et al., 2015) ha riportato un'associazione diretta tra il consumo di queste due tipologie di carni e l'incidenza del tumore al colon retto. Più precisamente, l'aumento del rischio sarebbe del 17% per 100 g al giorno di carne rossa e del 18% per 50 g al giorno di carne lavorata.

Il gruppo di lavoro ha classificato il consumo di carne lavorata come "cancerogeno per l'uomo" (Gruppo 1) sulla base di prove sufficienti per il cancro del colon-retto. Inoltre, è stata riscontrata un'associazione positiva con il consumo di carne lavorata per il cancro allo stomaco.

Per quanto riguarda la carne rossa, invece, questa è stata classificata come "probabilmente cancerogena per l'uomo" (Gruppo 2A). Il consumo di carne rossa è stato inoltre associato positivamente al cancro al pancreas e alla prostata.

Il ferro eme, contenuto in concentrazione massima nelle carni rosse e nel sangue, rappresenta la fonte di ferro a più elevata biodisponibilità tra gli alimenti.

Allo stesso modo, però, rappresenta una criticità per la salute poiché media la formazione di NOC (Composti azoto-nitrosi) e di prodotti di ossidazione lipidica nel tratto digestivo di esseri umani e roditori. (Bouvard et al., 2015). Tali sostanze ossidanti ossidano le cellule a livello degli organuli e causano danni al DNA con alterazioni del genoma; ciò genera in tali cellule la capacità di riprodursi in maniera incontrollata e molto rapida con la conseguente generazione di masse neoplasiche.

(Bittante, 2021). Come detto in precedenza, infatti, lo stress ossidativo e genotossico sono tra le principali cause di tumore ad oggi conosciute.

Tuttavia, il suo effetto può essere limitato, ad esempio, con mirati interventi in zootecnia per ridurre la quantità di ferro eme, oppure con la scelta di carni con quantità di ferro eme inferiori come la carne

bianca o le carni rosse da animali più giovani (vitello, agnello, capretto) oppure, inoltre, evitando tagli anatomici maggiormente ricchi in fibre rosse come, ad esempio, il diaframma o il miocardio. Infine, quantità di ferro eme inferiori si trovano nelle carni di animali allevati intensivamente e non al pascolo o in alpeggio. (Bittante, 2021)

Le carni di pollame, rispetto a quelle di manzo, agnello o maiale, sono caratterizzate non solo da un minor contenuto di ferro eme, ma anche da un profilo di acidi grassi più favorevole, i quali, oltre ad essere generalmente presenti in quantità inferiori e facilmente separabili poiché concentrati nella pelle, sono prevalentemente acidi grassi insaturi. Sia i grassi saturi che il ferro eme sono fattori riconosciuti coinvolti nella promozione dell'aterosclerosi. (Lupoli et al., 2021)

Tuttavia, è bene ricordare che il problema del consumo di grassi associati alla carne è da imputarsi prevalentemente ai condimenti ed ai grassi utilizzati in cottura piuttosto che al profilo lipidico intrinseco delle carni in questione.

Un'altra causa molto importante di tumori è invece dovuta alla mutagenesi indotta a livello di DNA cellulare da parte degli idrocarburi policiclici aromatici che si sviluppano in seguito ad esposizione prolungata delle carni ad elevate temperature. Come detto, cotture aggressive ad elevate temperature stimolano la loro produzione; in questo senso optare per cotture come la bollitura, la cottura al vapore, la brasatura, il metodo *sous vide*, o semplicemente la cottura al sangue, possono rappresentare una valida opzione. (Bittante, 2021).

Infine, un ulteriore agente cancerogeno che può svilupparsi nelle carni lavorate, specialmente in quelle fermentate come gli insaccati, è la *nitrosammina*. Quest'ultima si forma dalla reazione di ammine biogene e nitri. (Giacomini, 2021)

PRINCIPALI TEMATICHE AFFRONTATE E CONSIDERAZIONI

Tabella 1: Sintesi delle principali tematiche analizzate nell'elaborato descritte per gli aspetti positivi, negativi e le possibili soluzioni alle problematiche ad esse collegate.

TEMATICA	ASPETTI NEGATIVI	ASPETTI POSITIVI	SOLUZIONI
Consumo di carne fresca	<ul style="list-style-type: none"> - potenziale impatto ambientale elevato di allevamenti intensivi - potenziale impatto ambientale elevato delle monocolture intensive per la nutrizione degli animali - Fe eme cancerogeno - ammine biogene - cottura ad alte temperature produce composti cancerogeni 	<ul style="list-style-type: none"> - valorizzazione di territori marginali e ruolo ecologico degli animali - proteine di digeribilità e valore biologico elevati - minerali (Fe eme, Zn, Se) e vitamine (B12, B2, D) ad elevata biodisponibilità 	<ul style="list-style-type: none"> - seguire le linee guida per una sana alimentazione - preferire cotture non aggressive e a temperature più basse - scegliere, ove possibile, produzione locale
Consumo di carne lavorata	<ul style="list-style-type: none"> - potenziale impatto ambientale elevato di allevamenti intensivi - potenziale impatto ambientale elevato delle monocolture intensive per la nutrizione degli animali - potenziale impatto ambientale elevato delle lavorazioni successive - formazione di composti chimici cancerogeni - Fe eme cancerogeno - ammine biogene - nitriti e nitrati - sale - cottura ad alte temperature produce composti cancerogeni 	<ul style="list-style-type: none"> - valore economico e culturale di prodotti DOP-IGP-STG - concentrato di nutrienti: proteine dal valore biologico elevato, minerali e vitamine ad elevata biodisponibilità - shelf life prolungata 	<ul style="list-style-type: none"> - riduzione al minimo dei consumi seguendo le linee guida per una sana alimentazione - scegliere, ove possibile, produzione locale
Consumo di latte	<ul style="list-style-type: none"> - potenziale impatto ambientale elevato di allevamenti intensivi - allergie 	<ul style="list-style-type: none"> - alimento completo - fonte ad elevata biodisponibilità specialmente di B12, B2, Zn, Se, Ca, vit. D 	<ul style="list-style-type: none"> - seguire le linee guida per una sana alimentazione

		<ul style="list-style-type: none"> - proteine a digeribilità e valore biologico elevati - digeribilità elevata - CLA 	<ul style="list-style-type: none"> - preferire latte intero pastorizzato a latte UHT
Consumo di latticini	<ul style="list-style-type: none"> - potenziale impatto ambientale elevato di allevamenti intensivi - potenziale impatto ambientale elevato di lavorazioni successive - ammine biogene - elevato contenuto di grassi (formaggi) - sale (formaggi) - colesterolo 	<ul style="list-style-type: none"> - valore economico e culturale di prodotti DOP-IGP-STG - proteine a digeribilità e valore biologico elevati - fonte di probiotici (yogurt) - fonte ad elevata biodisponibilità specialmente di B12, B2, vit. D, Zn, Se, Ca - CLA 	<ul style="list-style-type: none"> - seguire le linee guida per una sana alimentazione
Consumo di pesce	<ul style="list-style-type: none"> - potenziale impatto ambientale elevato di cattura e acquacoltura - ammine biogene - metalli pesanti 	<ul style="list-style-type: none"> - proteine a digeribilità e valore biologico elevati - fonte ad elevata biodisponibilità specialmente di B12, B2, vit. D, Zn, Se, I - profilo lipidico favorevole: acidi grassi omega-3 EPA e DHA 	<ul style="list-style-type: none"> - seguire le linee guida per una sana alimentazione
Consumo di legumi	<ul style="list-style-type: none"> - proteine a digeribilità e valore biologico bassi - fattori anti-nutrizionali - non sostituiscono la carne 	<ul style="list-style-type: none"> - impatto ambientale potenzialmente ridotto (in termini assoluti) - fonte di fibra - fonte di carboidrati complessi - fonte di proteine 	<ul style="list-style-type: none"> - aumentare il consumo seguendo le linee guida per una sana alimentazione
Consumo di frutta e verdura	<ul style="list-style-type: none"> - potenziale impatto ambientale elevato del trasporto di frutta tropicale - possibili tracce di metalli pesanti e nitriti e nitrati - ammine biogene (es: fragola, ananas, frutta tropicale) 	<ul style="list-style-type: none"> - ridotto impatto ambientale - fonte di fibra - buona fonte di vitamine e minerali (ad eccezione di quelli esclusivi dei prodotti di origine animale) - ridotto apporto calorico 	<ul style="list-style-type: none"> - aumentare il consumo e seguire le linee guida per una sana alimentazione - prediligere la stagionalità, il km0 e il biologico
Consumo di cereali integrali	<ul style="list-style-type: none"> - valore biologico e digeribilità delle proteine superiore ai legumi ma 	<ul style="list-style-type: none"> - fonte di carboidrati complessi 	<ul style="list-style-type: none"> - seguire le linee guida per una sana alimentazione

	<p>inferiore ai prodotti di origine animale</p> <ul style="list-style-type: none"> - rischio di micotossine 	<ul style="list-style-type: none"> - fonte di fibre - fonte di proteine - discreta fonte di vitamine e minerali (ad eccezione di quelli esclusivi dei prodotti di origine animale e delle vitamine liposolubili) 	<ul style="list-style-type: none"> - preferire i cereali integrali a quelli più raffinati
Consumo di oli e grassi vegetali	<ul style="list-style-type: none"> - potenziale impatto ambientale elevato delle oleaginose - instabilità e diverse caratteristiche 	<ul style="list-style-type: none"> - profilo lipidico favorevole: perlopiù composti di acidi grassi mono e polinsaturi - fonte di acidi grassi omega-3 ALA 	<ul style="list-style-type: none"> - seguire le linee guida per una sana alimentazione - utilizzare i differenti oli in modo corretto (es: non friggere con olio di lino)
Utilizzo di fertilizzanti	<ul style="list-style-type: none"> - potenziale inquinamento delle falde, eutrofizzazione - potenziale emissione di gas serra - piogge acide - danni alle piante dovuti ad eccesso - danni al suolo 	<ul style="list-style-type: none"> - aumento della produttività - valorizzazione di materia di scarto organica (deiezioni e rifiuti organici) - miglior apporto di nutrienti alle piante 	<ul style="list-style-type: none"> - preferire i fertilizzanti organici a rilascio più lento - dosare correttamente - aumentare la superficie coltivata a biologico

CONCLUSIONE

Come visto, il tema della sostenibilità nei riguardi delle scelte alimentari è molto complesso. Le variabili che entrano in gioco sono molteplici e spesso si intrecciano tra loro generando situazioni controverse. Emblematici sono gli esempi del ferro eme, dei legumi come sostituti di prodotti di origine animale e dell'utilizzo dei fertilizzanti.

Nel primo caso, il ferro eme da una parte rappresenta la miglior fonte di ferro biodisponibile presente negli alimenti, ma dall'altra un precursore di composti cancerogeni. Seguono i legumi, i quali da un lato rappresentano una fonte proteica a impatto ambientale potenzialmente basso in termini assoluti, ma dall'altro, in quanto ricchi in fattori anti nutrizionali, scarsamente digeribili e composti da proteine di qualità inferiore rispetto ai prodotti di origine animale, dovrebbero essere assunti in quantità sensibilmente superiori per pareggiare l'apporto, aumentandone di molto l'impronta ecologica e rendendoli a tutti gli effetti dei *non sostituti* della carne e degli altri prodotti animali. Infine, i fertilizzanti hanno un'impronta ecologica molto importante in termini di emissioni di gas serra, inquinamento delle falde, eutrofizzazione, piogge acide e causano ingenti danni alle piante ed al suolo se usati in eccesso (come spesso accade); allo stesso modo, però, garantiscono un ottimale apporto di nutrienti alle piante, aumentano di molto la produttività e permettono il riutilizzo dei rifiuti organici e delle deiezioni animali in un'efficiente economia circolare.

Tutto ciò converge nell'impossibilità di trovare una risposta univoca alla ricerca della *dieta sostenibile* e sottolinea che *l'eliminazione dei prodotti di origine animale* non può essere una soluzione applicabile a tutte le situazioni, in quanto tali alimenti rappresentano ancora una fonte imprescindibile di nutrienti di elevata qualità.

Tuttavia, tutti noi siamo chiamati a prendere maggior consapevolezza che l'impronta ecologica di tali cibi è potenzialmente molto elevata e che le scelte alimentari del singolo cittadino si ripercuotono sulla collettività.

Pertanto, un minor consumo di carni, specialmente quelle lavorate, un maggior consumo di pesce, frutta, verdura, legumi e cereali integrali all'interno di una dieta ben bilanciata e variegata ed incline alla stagionalità dei prodotti e alla promozione, ove possibile, del consumo di alimenti locali apporterebbe benefici alla salute e potenzialmente anche all'ambiente.

BIBLIOGRAFIA

1. Accademia dei Georgofili, 2021. Allevamenti, sostenibilità ambientale e cambiamenti climatici
2. Alice Rosi et al., 2017. Environmental impact of omnivorous, ovo-lacto-vegetarian, and vegan diet
3. ANAFI, 2020. Trend produttivo delle bovine di razza Frisona italiana; <http://www.anafi.it/it>
4. Bernabucci U., Biffani S., Buggiotti L., Vitali A., Lacetera N., Nardone A., 2014. The effect of heat stress in Italian Holstein dairy cows. *J dairy Science*, 97: 471-486.
5. Bingli Clark Chai et al., 2019. Which Diet Has the Least Environmental Impact on Our Planet? A Systematic Review of Vegan, Vegetarian and Omnivorous Diets.
6. Carlos Alberto Ruggerio, 2021. Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions
7. Christopher L. Weber and H. Scott Matthews, 2008. Food-Miles and the Relative Climate Impacts of Food Choices in the United States
8. CREA, 2017. La zootecnia in Italia: Produzioni, regolamentazione, ricerca, politiche per la qualità e la biodiversità; a cura di Maria Carmela Macri; pp. 9-23
9. CREA, 2018. Linee guida per una sana alimentazione, dossier scientifico
10. CREA, 2021. L'agricoltura in Italia conta; pp. 107-113
11. Dimitra Rafailia Bakaloudi, Afton Halloran, Holly L. Rippin, Artemis Christina Oikonomidou, Theodoros I. Dardavesis, Julianne Williams, Kremlin Wickramasinghe, Joao Breda, Michail Chourdakis, 2021. Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence
12. Direttiva 91/676/CEE del Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa alla protezione delle acque dell'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole
13. FAO, 2015. The state of food insecurity in the World
14. FAO, 2020. World food and agriculture - Statistical Yearbook 2020
15. FAO, 2021. The contribution of livestock species and breed to ecosystem services. Sito web: <http://www.fao.org/3/a-i6482e.pdf>
16. Fondazione Qualivita, 2019. RAPPORTO 2019 ISMEA - QUALIVITA sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP, IGP e STG; pp. 13, 24-27
17. François Mariotti et al., 2017. Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention; pp. 135–156
18. Friedrich Chasin, 2014. Sustainability: Are We All Talking About the Same Thing?
19. Geeta Kandpal, 2021. Review on Impact of Chemical Fertilizers on Environment
20. Giaccone Valerio, 2021. Appunti del corso di Ispezione degli alimenti
21. Giacomini Alessio, 2021. Appunti del corso di Microbiologia degli alimenti
22. Giovanni Bittante, 2021. Appunti del corso "Alimentazione e ambiente"
23. H. H. E. van Zanten, B. G. Meerburg, P. Bikker, M. Herrero e I. J. M. de Boer, 2015. Opinion paper: The role of livestock in a sustainable diet: a land-use perspective
24. il latte, 2021. L'Italia si conferma terzo produttore UE di formaggio; <https://www.lattenews.it/litalia-si-conferma-terzo-produttore-ue-di-formaggio/#:~:text=Gli%20altri%20principali%20Stati%20membri,del%20totale%20dell'UE>
25. ISPRA, 2020. Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2018; <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/italian-greenhouse-gas-inventory-1990-2018.-national-inventory-report-2020>

26. Jiali Chen, Muthukumaran Jayachandran, Weibin Bai, Baojun Xu, 2022. A critical review on the health benefits of fish consumption and its bioactive constituents
27. Mairead E. Kiely, 2021. Risks and benefits of vegan and vegetarian diets in children
28. Max Roser and Lucas Rodés-Guirao, 2013. Future Population Growth
29. Michael H. Tunick and Diane L. Van Hekken, 2022. Dairy Products and Health: Recent Insights
30. Ministero della salute, 2017. PNCR: Piano Nazionale di Contrasto dell'Antimicrobico-Resistenza 2017-2020
31. Nardone A., Ronchi B., Lacetera N., Ranieri M.S., Bernabucci U., 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science* 130: 57-69.
32. NRC, 2012. Nutrient requirements of swine.
33. OMS, 1987. Programme 8.1, Nutrition. Nut/MTP/87.1, Eighth general programme of work covering the period 1990-95, Ginevra
34. Paolo Tessari, Anna Lante & Giuliano Mosca, 2016. Essential amino acids: master regulators of nutrition and environmental footprint?
35. Pettersson et al., 2021. A multilevel carbon and water footprint dataset of food commodities
36. Roberta Lupoli, Marilena Vitale, Ilaria Calabrese, Annalisa Giosuè, Gabriele Riccardi and Olga Vaccaro, 2021. White Meat Consumption, All-Cause Mortality, and Cardiovascular Events: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies
37. Ronchi B., Stradaoli G., Verini Supplizi A., Bernabucci U., Lacetera N., Accorsi P.A., Nardone A., Seren E., 2001. Influence of heat stress and feed restriction on plasma progesterone, estradiol-17beta, LH, FSH, prolactin, and cortisol in Holstein heifers. *Liv. Prod. Sci.*, 68: 231-241.
38. Sara González-García et al., 2018. Carbon footprint and nutritional quality of different human dietary choices
39. SINU: Società italiana di nutrizione umana, 2014. LARN: Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energi per la popolazione italiana; IV Revisione
40. Sutton A.L., Richert B.T., 2004. Nutrition and feed management strategies to reduce nutrient excretions and odors from swine manure. *Water Science & Technology*, 49: 397-404.
41. Thomas Vatrano, 2017. L'importanza della sostanza organica
42. Treccani enciclopedia online; definizione di *denutrizione*, di *sostenibilità* e di *letame*
43. Trocino Angela, 2020. Appunti del corso di alimenti di origine animale: la qualità dei prodotti ittici
44. Van Dooren C., Marinussen M., Blonk H., Aiking H., Vellinga P., 2014. Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: a comparison of six dietary patterns. *Food Policy* (nota)
45. Véronique Bouvard, Dana Loomis, Kathryn Z Guyton, Yann Grosse, Fatiha El Ghissassi, Lamia Benbrahim-Tallaa, Neela Guha, Heidi Mattock, Kurt Straif, on behalf of the International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group, 2015. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat
46. Vitali A., Segnalini M., Esposito S., Lacetera N., Nardone A., Bernabucci U., 2019. The changes of climate may threaten the production of Grana Padano cheese: past, recent and future scenarios. *Italian J. of Animal Science*, 18: 922-933.
47. WCED, 1987. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development; p.41.
48. Wikipedia: definizione di liquame; <https://it.wikipedia.org/wiki/Liquame>