

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA DI VITERBO

DIPARTIMENTO PER L'INNOVAZIONE NEI SISTEMI BIOLOGICI, AGROALIMENTARI E FORESTALI

Corso di Dottorato di Ricerca in

ECOLOGIA FORESTALE – XXVI Ciclo.

**BIOTECNOLOGIE AGROFORESTALI E LORO PERCEZIONE: L'OPINIONE DEGLI STUDENTI
UNIVERSITARI E DEI RICERCATORI**

AGR/05

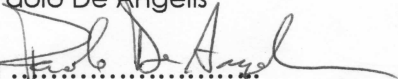
Tesi di dottorato di:

Dott. Elisabetta Raparelli

Coordinatore del corso

Prof. Paolo De Angelis

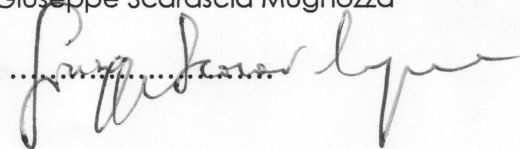
Firma



Tutore

Prof. Giuseppe Scarascia Mugnozza

Firma



Data della discussione

13 Luglio 2015

A mio marito Marco e ai miei figli Matteo ed Arianna per il grande sostegno che mi hanno dato in questi anni.

A mio Padre che mi ha trasmesso la sete per la conoscenza e per il sapere.

A Sofia, una grande amica che ho scoperto strada facendo e senza il suo aiuto non sarei riuscita mai a portare a termine questo lavoro.

Grazie a tutti

Indice

Abstract	1
Introduzione	2
Capitolo I: Le Biotecnologie	6
1.1 . Cosa sono le biotecnologie	6
1.2. La biologia molecolare	7
1.3. I campi di applicazione delle biotecnologie	7
1.4. Le biotecnologie forestali	9
1.5. Cause ed effetti della deforestazione	12
1.6. Il perché dell'utilizzo delle biotecnologie nel campo forestale	14
1.7. Le foreste, la selvicoltura e le biotecnologie	16
1.8. Prove in campo di alberi biotecnologici nel mondo	18
1.9. L'importanza delle biotecnologie nel campo forestale	21
Capitolo II: La legislazione e la sicurezza	
2.1. Lo stato attuale	25
2.2. La legislazione italiana	26
2.3. Sicurezza d'uso dei transgeni nell'ambiente e biosicurezza	28
2.4. Fonti di miscelazione accidentale	31
2.5. Soglie di etichettatura	32
2.6. Coesistenza dei diversi sistemi colturali	33
Capitolo III: I media e la percezione pubblica	36
3.1. Il ruolo dei media nella percezione pubblica degli OGM	36
3.2. La percezione delle biotecnologie agroforestali in Europa	39
3.3. La percezione delle biotecnologie agroforestali nel mondo	42
Capitolo IV: Materiali e metodi	48
4.1. Descrizione dei questionari	48
4.2. Disegno dell'indagine	49
4.3. Analisi terminologica	50

4.4. Analisi dei questionari	50
Capitolo V: Risultati	54
5.1. Analisi del campione	54
5.2. Analisi terminologia	54
5.3. Analisi esplorativa dei questionari	58
5.4. Analisi statistica dei questionari	64
Discussioni e conclusioni	83
Bibliografia	87

ABSTRACT

The aim of this work is to investigate the perception of Italian university students (Agricultural Sciences, Nutrition, Medicine, Biological Sciences, Economics, Political Science, Law) and researchers (Council for Agricultural Research and Economics and National Research Council) toward the introduction of GMOs in agro-forestry. The factors determining positive or negative attitudes towards GMOs were analyzed by means of a targeted questionnaire consisting of 42 multiple questions divided into four units: Knowledge, Opinion, Trust, Identity. The survey followed different approaches: descriptive, to assess the level of social approval of the GMOs; explorative, to detect the factors of social acceptability; comparative, to investigate cultural differences. The extent of "social acceptability" of GMOs was assessed in relation to variables such as demographics, knowledge of the meaning of GMOs, perception of the relationship between nature and science, attitudes toward the limits of human intervention in nature, trust in institutions and regulatory policies. The questionnaire was structured with closed questions (Likert scale). Out of 560 questionnaires distributed to students, 303 replied; while out of 400 questionnaires sent to researchers, 123 replied. Data were processed through a multivariate analysis approach involving: multiple correspondence analysis (MCA), hierarchical clustering (HCA), principal component analysis (PCA) and k-means (K-m). MCA showed a clear distinction between the responses of university students and researchers; while HCA highlighted, for both, the different perception of experts and non-experts in the biotechnology field as for Knowledge, Opinion and Trust. PCA and K-m demonstrated that the positive or negative opinion toward GMOs, as for students, does not depend on their knowledge, but it is strongly associated with the level of trust in the institutions. To the contrary, as for researchers, it is related to the knowledge level of this issue, without any linkage with the trust in the institutions. This kind of study represents a key process for understanding the social, ecological and economic dynamics that have an important impact on citizens, society and community, at national/international level. This information, amplified at different scales of interest, plays a key role for both experts (e.g. scientists, decision makers, producers) and end-users (e.g. stakeholders, associations, buying groups, persons).

INTRODUZIONE

L'attuale fase storica è caratterizzata dalle accresciute possibilità tecnico-scientifiche di intervenire sulla natura biologica umana e non umana, trasformando assetti genetici che si pensavano indisponibili e imm modificabili.

Nel campo agroforestale, le applicazioni della bio-industria, con la creazione di prodotti transgenici, rappresentano un esempio rilevante di queste nuove possibilità. Tra l'opinione pubblica occidentale con l'incremento di queste possibilità sta crescendo anche la percezione di nuovi fattori di rischio. Tuttavia, al di là di alcuni legittimi interrogativi, nella critica delle tecnologie agroalimentari e forestali a base genetica sembra di avvertire l'eco delle antiche denunce del peccato, in base alle quali certe pratiche erano considerate sbagliate in sé, ovvero intrinsecamente malvagie. Il «cibo di Frankenstein» è la metafora che meglio restituisce l'idea di una presunta, intrinseca perversità delle tecnologie transgeniche. Alla base di certe scomuniche stanno fantasie primitivistiche circa le delizie e la purezza di presunti alimenti 'naturali', e soprattutto l'idea di una norma morale naturale dell'agricoltura che le nuove tecniche minaccerebbero di scardinare (Bartolommei, 2002)

La modificazione della struttura genetica delle materie prime agricole e alimentari è uno dei temi oggi più dibattuti e una delle aree di ricerca più controverse. Sempre maggiore attenzione viene prestata ai rischi legati all'alimentazione e all'impatto ambientale delle attività umane e all'applicazione delle realizzazioni della ricerca scientifica. La valutazione della sicurezza dei prodotti alimentari geneticamente modificati è un argomento di ricerca molto sentito. Molte organizzazioni internazionali sono coinvolte nella valutazione dei rischi e della sicurezza degli OGM. Nel frattempo i consumatori - in particolare quelli europei - sono cauti con le piante geneticamente modificate, al loro rilascio nell'ambiente, ed al loro consumo diretto ed indiretto ed, in generale, anche all'utilizzo di altre tecnologie innovative (Bànati et al., 2006).

Anche se da una parte il cibo geneticamente modificato è stato dichiarato senza rischi da numerosi organismi di controllo nazionali e internazionali, la sigla OGM per molti cittadini, soprattutto in Europa, in Africa e assai di recente anche nei paesi asiatici, è sinonimo di cibo da evitare, o perché rischioso per la salute o perché imposto al mercato dagli interessi delle multinazionali. Questo paradosso genera un circolo vizioso: quanto più gli OGM sono percepiti come non sicuri, tanto più si procede a nuove analisi, anche se i cibi derivati da coltivazioni transgeniche attualmente sono gli alimenti in assoluto più regolamentati. L'Europa ha mantenuto

un atteggiamento assai prudente per il loro commercio, adottando il principio di precauzione con la direttiva 90/220/EEC del 1990 (De Francesco, 2013).

Alla fine del 1990, la crescita sociale e l'opposizione politica ha contribuito ad una moratoria *de facto* sulle nuove omologazioni di mercato delle colture geneticamente modificate. È stata adottata in una riunione del Consiglio dei ministri dell'ambiente dell'UE nel giugno 1999, dove cinque Stati membri decidono di non accettare nuove commercializzazioni di colture OGM approvate prima della rivisitazione della regolamentazione (Winckoff et al., 2005). Alcune commercializzazioni dell'agro-food biotechnology sono rimaste successivamente bloccate nell'iter per l'approvazione dell'UE.

Dal 1999 in poi, i responsabili politici hanno iniziato a rivedere spesso le condizioni giuridiche in base alle quali le colture geneticamente modificate e i prodotti agroalimentari potevano essere utilizzati nell'UE cercando di aumentare la fiducia del pubblico e del mercato (Devos et al., 2006). Il principio di precauzione, post-commercializzazione, ambiente, monitoraggio e tracciabilità erano legalmente adottati come modi per affrontare incertezze scientifiche. Nuove istituzioni come l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) sono state create per fornire opinioni indipendenti, obiettive e trasparenti: il portale sulla sicurezza scientifica sull'utilizzo degli alimenti prodotti da colture agro-biotecnologie; etichettatura e tracciabilità dei prodotti OGM diventato obbligatorio per garantire la libertà di scelta dei consumatori. Una politica di coesistenza è stata adottata nella UE per permettere che i diversi sistemi adottati per il mantenimento della produzione agricola siano un prerequisito per fornire ai consumatori un elevato livello di scelta, permettendo lo sviluppo dei diversi sistemi colturali, senza esclusione di qualsiasi opzione agricola. Gli agricoltori mantengono la loro capacità di scegliere tra agricoltura convenzionale, biologica e colture OGM. Siccome la coesistenza è applicata solo alle colture OGM approvate cioè quelle che sono state giudicate sicure prima del loro rilascio commerciale (Sanvido et al., 2007), i problemi di sicurezza rientrano nelle competenze di coesistenza (Schiemann, 2003; De Schrijver et al., 2007).

Ad oggi c'è ancora poca esperienza sui requisiti di come potrebbe essere attuata la nuova convivenza legale nell'UE. Questo è determinato dall'eterogeneità ambientale e delle strutture aziendali, dai modelli colturali e legali tra gli Stati membri, la Commissione Europea segue il principio di sussidiarietà per l'attuazione della coesistenza legale. Secondo questo principio, la convivenza dovrebbe essere trattata dall'autorità più bassa in grado.

I cambiamenti, le nuove tecnologie ed i prodotti del settore delle biotecnologie sono sempre più difficili da capire per i consumatori ed in base alla loro percezione essi pensano possano portare rischi aggiuntivi nella loro vita, poiché percepiscono i rischi in un modo diverso rispetto agli esperti. Questi ultimi, ritengono che alcuni rischi chimici e fisici siano molto meno inquietanti che i rischi biologici e soprattutto microbiologici. Inoltre alcuni metodi di conservazione degli alimenti (tra cui l'irradiazione) sono considerati molto più sicuri (a causa della mancanza di residui) in termini di salute dei consumatori che dei conservanti chimici, ma questo punto di vista non è stato accettato dai consumatori (CIHEAM-IAMB, 2007).

La decisione dei consumatori, per quanto riguarda l'acquisto di prodotti alimentari non è influenzata principalmente dai più recenti risultati scientifici, ma da diversi altri fattori: ambientali, etici, socio-economici, emotivi, politici. A causa di ragioni emotive e dalla mancanza di informazioni adeguate, i consumatori non hanno accettato di comprare prodotti non tradizionali ed in molti casi è decisamente rifiutato questo modo di produrre gli alimenti.

Le colture OGM promosse da diversi ricercatori, altamente pubblicizzate da altri e successive crisi sulla sicurezza del cibo da loro derivato, hanno provocato una forte diffidenza del pubblico nei confronti delle autorità di regolamentazione, scienziati e tecnocratici. (Löfstedt, 2006).

L'obiettivo generale di questa tesi è quello di indagare sugli atteggiamenti degli studenti universitari (Scienze Agrarie, Nutrizione, Medicina, Scienze Biologiche, Economia e Commercio, Scienze Politiche, Giurisprudenza), dei ricercatori del settore agro-forestale appartenenti al Consiglio e sperimentazione per la Ricerca in Agricoltura (CRA) e di alcuni istituti del Consiglio Nazionale delle ricerche (CNR), nei confronti dell'introduzione degli OGM nelle colture agro-forestali.

Sono stati analizzati attraverso dei questionari mirati, la portata ed i fattori che determinano atteggiamenti positivi e/o negativi nei riguardi dell'ingegneria genetica, attraverso una indagine:

- Descrittiva, che valuta il grado di approvazione sociale (moralmente giusto o sbagliato) della modificazione genetica delle piante (forestali, arboree, ornamentali).
- Esplorativa, che rileva i fattori dell'accettabilità sociale (stabilisce relazioni tra le varianti)
- Comparativa, che indaga le differenze culturali.

L'entità della "accettabilità sociale" di colture geneticamente modificate è stata valutata in relazione a variabili quali (ma non esclusivamente): dati demografici, conoscenza del significato e del contenuto di OGM, percezione del rapporto tra natura e scienza, atteggiamenti verso i limiti

di intervento umano in natura e ambiente, percezione dell'efficacia della regolamentazione (fiducia nelle istituzioni e le politiche di regolamentazione e la loro attuazione).

CAPITOLO I: LE BIOTECNOLOGIE

1.1 Cosa sono le biotecnologie

Il termine “biotecnologia” è un neologismo derivato dalla congiunzione di due sostantivi distinti: *biologia*, intesa come studio degli esseri viventi e delle leggi che li governano e *tecnologia*, intesa come studio dei processi e delle apparecchiature necessarie alla produzione di beni e servizi in una particolare area o industria (Convenzione sulla diversità biologica, 1992). L'utilizzo di sistemi biologici per l'ottenimento di un prodotto non è certo cosa nuova (Belletti, 2014; Wikipedia, 2015). Basti pensare all'impiego fin dal 6000 a.C. di microrganismi per la produzione di vino, pane e formaggio (cronistoria delle biotecnologie Appendice A). Nell'accezione moderna del termine, le biotecnologie identificano l'applicazione delle conoscenze biologiche a livello cellulare e biomolecolare per l'ottenimento di beni e servizi, intesi in un più ampio spettro. L'avvento della clonazione molecolare negli anni '70 ha aperto le frontiere ad una applicazione delle biotecnologie in campi molto vasti e molto diversi tra loro: dalla produzione di bioenergia e biomassa, alla diagnostica, dalle applicazioni in campo farmaceutico a quello investigativo. Tecnologie di DNA ricombinante (rDNA) (ingegnerizzazione genetica, proteica e metabolica) consentono la produzione di una vasta gamma di peptidi e proteine in sistemi ospite che naturalmente non le produrrebbero.

I primi prodotti “biotecnologici” sul mercato mondiale realizzati con tecniche di DNA ricombinante sono stati i prodotti farmaceutici (insulina, interferoni, eritropoietina, vaccini contro l'epatite B, ecc..) e enzimi industriali (utilizzati per la produzione di alimenti, mangimi, detergenti, polpa di cellulosa e ambito sanitario). Oggi si parla spesso di *Red Biotechnology* per indicare le biotecnologie in ambito medico e farmaceutico, *Green Biotechnology* per quelle riferite all'agricoltura e *White Biotechnology* o *Industrial Biotechnology* per indicare i processi di produzione di prodotti chimici, biomassa e energia (Alberghina & Cernia, 1996). Soprattutto quest'ultimo settore di applicazione promette di aver grosse ripercussioni sull'ambiente, utilizzando biomassa rinnovabile per la produzione di energia (es. biodiesel e bioetanolo), si riduce il consumo di acqua ed energia e la produzione degli scarti nei processi industriali. In generale, il costo di un processo biotecnologico, può essere inferiore fino al 40% rispetto ai processi convenzionali, con ricadute positive sull'economia di processo (Magnera & Pirro, 2009).

1.2 La biologia molecolare

Nella seconda metà del XX secolo, lo studio dell'organizzazione e delle funzioni del DNA sono diventate oggetto di una nuova scienza, la biologia molecolare, ciò ha permesso di indagare a fondo sulle basi molecolari della vita (Saccone, 2010).

E' stato così possibile comprendere che le informazioni sono codificate in piccole unità funzionali, dette geni. Ognuno di loro, dirigendo la sintesi di una specifica proteina, permette l'espressione di una certa caratteristica (Dulbecco, 2005).

Con le tecniche messe a punto dall'ingegneria genetica (insieme di operazioni che consentono di manipolare il DNA) è oggi possibile identificare in una specie un determinato gene, responsabile dell'espressione di un carattere di interesse, e trasferirlo nel corredo genetico di un'altra specie anche molto lontana dal punto di vista filogenetico.

La procedura per la produzione di OGM è la seguente:

- Isolamento del gene che si vuole trasferire, utilizzando un enzima di restrizione;
- Inserimento del gene isolato in un vettore molecolare (plasmide batterico o virus) o direttamente in una cellula (vegetali, batteriche o animali già in coltura);
- Replicazione della cellula o del vettore, in modo da ottenere più copie da trasferire;
- Trasferimento del gene in un organismo, ottenendo così un nuovo individuo con le caratteristiche desiderate (Serra, 1998).

Questi meccanismi vengono, di solito, applicati alle cellule vegetali che sono totipotenti, cioè in grado di generare totalmente un nuovo organismo. Le tecniche più diffuse sono: Elettroporazione; Metodo Biolistico; PEG; Utilizzo di *Agrobacterium*; utilizzo di sali; Coniugazione; Microiniezione; Fusione di Protoplasti.

1.3 I campi di applicazione delle biotecnologie

Nel mondo occidentale, circa la metà di quanto viene utilizzato dai consumatori è in qualche misura derivato o prodotto a partire da materiale biologico. Per fare un esempio, dal 1982 sono più di 190 i farmaci e i vaccini biotecnologici presenti sul mercato. Ci sono attualmente 370 prodotti farmaceutici e vaccini biotech in sperimentazione clinica. I campi in cui le biotecnologie trovano applicazione sono:

- Agricolo: la modificazione genetica delle piante ha consentito di migliorarne la qualità e la produttività, oltre che renderle resistenti agli erbicidi, alle malattie e ai pesticidi

(<http://www.bionetonline.org/>, 2015). Le piante transgeniche più coltivate sono il colza, la soia, il riso, il cotone, il mais e la patata. Queste coltivazioni sono autorizzate in Canada, USA e Giappone.

- Alimentare: esempi di cibi biotecnologici sono gli oli di soia e girasole con un minor contenuto di grassi; il golden rice, riso arricchito di vitamina A, utile soprattutto per le popolazioni denutrite (Ropeik, 2014).
- Ambientale: l'esempio più eclatante di applicazione in campo ambientale consiste nel biorisanamento (bioremediation) del suolo (Albertarelli, 2006) e delle acque inquinate. Microrganismi modificati sono in grado di crescere e quindi consumare sostanze inquinanti o prodotti di rifiuto, trasformandole in composti meno nocivi o utilizzabili da altri organismi viventi (Azizul & Omine, 2013; Madaan, 2015). Le biotecnologie consentono inoltre di ridurre l'impatto ambientale di molti processi industriali, con minor emissione di CO₂ e minore consumo di acqua ed energia (Diaz-Ramirez et al., 2013).
- Chimico/Industriale: produzione di etanolo e biogas da fonti rinnovabili di biomassa quali la soia, il mais, il pioppo e gli scarti agricoli; produzione di bioplastiche, vitamine, coloranti, additivi alimentari, solventi (Rosssi, 2015).
- Forestale: recupero di terreni degradati che altrimenti andrebbero incontro all'abbandono; progettazione di alberi con determinate caratteristiche qualitative del legno per soddisfare esigenze specifiche come la sempre più crescente domanda globale dei biocarburanti (etanolo, butanolo, benzina sintetica, biodisel) regolando il rapporto lignina/cellulosa gli alberi si possono convertire più facilmente in un combustibile liquido (United States Department of Agriculture, 2007), oppure un rapporto più cellulosa meno lignina significherebbe ottenere una produzione maggiore di pasta e carta. Gli alberi biotecnologici sono più resistenti al cambiamento climatico e si possono difendere meglio da insetti alieni (Álvarez-Alfageme, 2010), sono resistenti agli erbicidi.
- Investigativo/Militare: test del DNA per l'identificazione di un individuo e l'attribuzione della paternità; produzione di materiali innovativi (es. il Biosteel, fibra leggerissima ma più resistente dell'acciaio utilizzata per giubbotti antiproiettile grazie all'espressione di un gene di ragno nel latte di capra (O'Brien & Walton, 2010; Lazaris et al., 2002; Boatman, 2012); piante geneticamente modificate per la rilevazione di agenti chimici e/o patogeni (es. antrace).
- Medico/ Farmacologico - Quattro sono le ricadute delle biotecnologie in ambito medico:

- o miglioramento della produttività, in termini di quantità e sicurezza (es. insulina ormone della crescita e la somatropina per la cura del nanismo) (Schmidt, 2004; Walsh, 2006);
- o ricerca dei meccanismi cellulari alla base di alcune malattie e la ricerca e la sintesi di molecole attive dal punto di vista farmacologico (es. anticorpi monoclonali per combattere il cancro, la leucemia, il linfoma non Hodgkin, l'interferone usato per rallentare la sclerosi multipla (James et al., 1995). Numerosi sono anche i vaccini (es. epatite B) (Kniskern et al., 1989) e i test diagnostici.
- o diagnostica: tubercolosi, AIDS, Papillomavirus (Briza, 2007) e molte malattie infettive, fibrosi cistica ecc. vengono diagnosticate con tecniche di PCR in ore anziché giorni o settimane come con i metodi tradizionali. Il test diagnostico più familiare è il test di gravidanza.
- o terapia genica e uso delle cellule staminali per fini terapeutici (Milano & Palmerini, 2011; Campbell & Hope, 2005).
- Veterinario: test diagnostici biotecnologici individuano patologie nei bovini, e negli animali da compagnia; vaccini contro la rabbia, la leucemia felina, virus di polli e tacchini, peste bovina, afta epizotica sono di derivazione biotecnologica. In zootecnia si è applicata anche la tanto discussa clonazione per produrre individui identici (Melo et al., 2007).

Per finire elenchiamo solo alcuni dei prodotti biotecnologici presenti nella vita di tutti i giorni: vitamina C e B2; farmaci; dolcificanti; liquido per lenti a contatto; test di gravidanza; cotone resistente ai parassiti; jeans scoloriti; detergenti per il bucato; carta sbiancata; latte senza lattosio; chimosina impiegata nella produzione casearia.

1.4 Le biotecnologie forestali

Nel nostro pianeta, le foreste coprono una superficie totale di circa 4 miliardi di ettari, corrispondenti al 31% delle terre emerse. Come si può vedere dalla Figura 1, le foreste si distribuiscono su due grandi fasce geografiche, una a cavallo dell'equatore (foreste umide equatoriali dell'Amazzonia, Africa ed Indonesia, composte da latifoglie), l'altra in corrispondenza delle latitudini medio alte dell'emisfero boreale (le foreste di caducifoglie alle medie latitudini, e la sterminata *taiga*, costituita quasi esclusivamente da conifere, nella zona circumpolare).

I cinque stati con maggiore copertura forestale sono, in ordine decrescente, Russia, Brasile, Canada, Stati Uniti e Cina, i cui boschi occupano oltre metà dell'intera superficie forestale mondiale. Dieci paesi non hanno alcuna foresta entro i propri confini; in altri 54 la superficie boscata è inferiore al 10% di quella complessiva del paese (Report FAO, 2010).

Nella decade 2000-2010, il tasso annuo di deforestazione globale, ha raggiunto i 13 milioni di ettari all'anno, una superficie che corrisponde a quella dell'intera Grecia. La deforestazione è dovuta in massima parte all'azione dell'uomo e secondariamente alle catastrofi naturali. La situazione è comunque migliorata rispetto alla decade 1990-2000, quando la perdita di foreste si era attestata sui 16 milioni di ettari annui. Il Brasile e l'Indonesia, che nella decade 1990-2000 avevano avuto il più alto tasso di perdita netta, tra il 2000 ed il 2010 lo hanno ridotto significativamente, mentre l'Australia lo ha aumentato a causa di ripetuti anni di siccità e del ripetersi di incendi disastrosi.

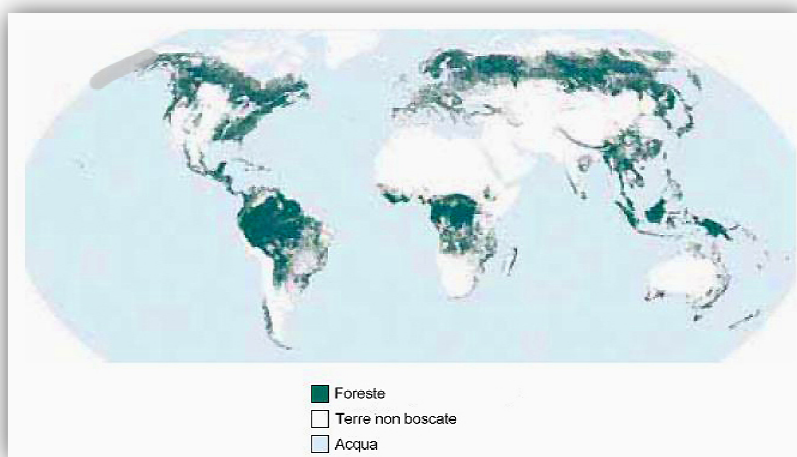


Fig 1: Distribuzione delle foreste nel mondo.

(Fonte: Global Forest Resources Assessment FAO, 2010)

Alla deforestazione si oppone l'espansione naturale del bosco nelle aree agricole abbandonate (fenomeno in corso soprattutto in Europa, in Nord America e in Giappone), ed il rimboschimento da parte dell'uomo di terreni nudi (nell'ultima decade, in Cina, ad esempio, sono stati intrapresi enormi programmi di rimboschimento, che hanno interessato milioni di ettari di terreni nudi).

Il bilancio, nel decennio 2000-2010, tra aree deforestate ed aree rimboschite più aree riconquistate dal bosco porta ad una perdita netta annua di 5,2 milioni di ettari di area forestale (superficie pari a quella della Bosnia Erzegovina). Tale perdita era stata di 8,3 milioni di ettari all'anno, nel decennio 1990-2000.

Nella Figura 2 sono visualizzati i dati regionali, relativi alla perdita netta annua nelle decadi 1990-2000 e 2000-2010. Nell'ultima decade, Il Sud America (- 4 milioni ha/anno) e l'Africa (- 3,4 milioni ha/anno), continuano ad avere il più alto tasso di deforestazione nel mondo. Anche l'Oceania ha visto aumentare le sue perdite, per i già citati eventi che hanno riguardato l'Australia. L'area occupata da foreste è rimasta pressoché stabile in Nord e Centro America, mentre in Europa (+700.000 ha/anno) si consolida l'espansione, anche se con un ritmo minore rispetto alla precedente decade (che aveva visto un aumento netto di 900.000 ha/anno). L'Asia, infine, passa da una perdita netta di 600.000 ha/anno degli anni '90, ad un guadagno netto di 2,2 milioni ha/anno, a causa dei rimboschimenti in Cina e, nonostante le alte perdite dell'Asia meridionale e sud-orientale.

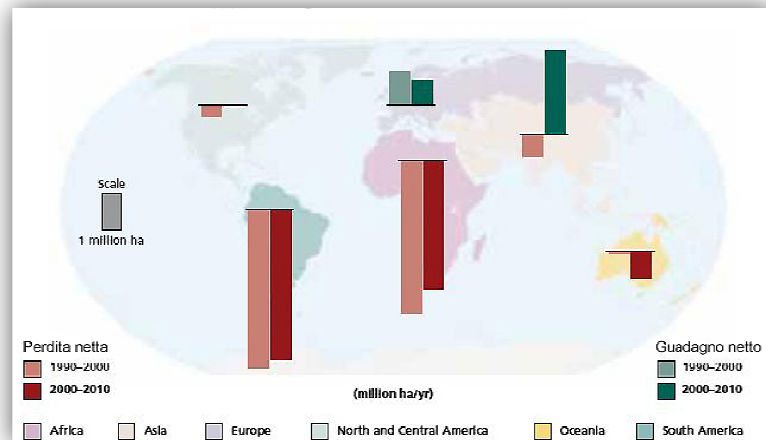


Figura 2: Cambiamenti annuali nella superficie forestale regionale 1990-2010 e 2000-2010.
(Fonte: Global Forest Resources Assessment FAO, 2010)

Un altro dato, al contempo interessante ed importante, riportato dal Global Forest Resources Assessment, riguarda la quantità di carbonio immagazzinata nella biomassa delle foreste mondiali, che assommerebbe a 289 miliardi di tonnellate. Tra il 2005 ed il 2010 è stata stimata una perdita di carbonio contenuto nelle piante (e riversato nell'atmosfera sotto forma di CO₂) pari

a 500 milioni di tonnellate: tutto questo, ovviamente, in conseguenza della riduzione della superficie forestale (FAO, 2010).

1.5 Cause ed effetti della deforestazione

Le cause che portano alla distruzione delle foreste sono:

- Il cambio di uso delle aree forestali. Il bosco viene eliminato per destinare i terreni ad attività agricole o ad altri usi, quali costruzioni di nuove città e villaggi, strade, campi di estrazione mineraria. Per quanto riguarda l'agricoltura, l'ampliamento delle aree coltivate sembrerebbe venire incontro alla crescente domanda di beni alimentari, conseguenza diretta della crescita demografica, in particolare nei cosiddetti paesi in via di sviluppo. In realtà, le cose non stanno esattamente così. In molti luoghi della fascia tropicale ed equatoriale era ed è tuttora in uso un sistema di agricoltura "itinerante". Conosciuta con vari nomi, quali "*slash and burn*", "*tala y roza*" (in Centro America), "*Taungya*" (in Indonesia), consiste nel taglio del bosco, nell'asportazione del materiale legnoso, e nell'abbruciamento dei residui vegetali. Sul suolo così "ripulito", si pratica per due o tre anni una agricoltura di sussistenza, generalmente priva di alcun mezzo tecnico atto a sostenere la produzione. Dopo questo periodo, la fertilità del suolo decresce drasticamente. Un tempo, si abbandonava l'area e ci si trasferiva in un altro luogo: il bosco aveva così modo di ricostituirsi, a partire dalle piante circostanti la radura. Oggigiorno i tagli interessano zone anche estese, e non si permette al bosco di rigenerarsi: infatti queste terre, dopo la coltivazione, vengono utilizzate per l'allevamento estensivo dei bovini. Dopo una decina di anni, questi terreni si ritrovano quasi trasformati in deserti. Un esempio di un importante processo di deforestazione in corso, è quello che riguarda la costruzione della strada trans-amazzonica, un tracciato di 5.000 km, che attraversa il Brasile nel senso est-ovest, e la cui realizzazione è cominciata nel 1970. Oltre al danno diretto (eliminazione della fascia di foresta amazzonica corrispondente alla sede stradale ed aree limitrofe), la strada ha portato un facile accesso ad aree un tempo remote, con grandi movimenti migratori di genti, attratte dalle possibilità di lavoro sia nelle attività estrattive (il sottosuolo amazzonico è ricchissimo di giacimenti di ferro, oro, bauxite, petrolio ecc.) che nel taglio di legname. Un'ulteriore perdita di foresta, oltre a quella eliminata per sfruttare il legname, si è avuta anche, e si ha tuttora, per la realizzazione di villaggi e di infrastrutture atte all'estrazione dei minerali e di altro tipo.

- Sfruttamento di legnami pregiati. Le specie che forniscono il legname più pregiato (Teak, Mogano, Palissandro, Ebano e Sandalo) si trovano tutte nella zona intertropicale. Quasi tutte le legislazioni forestali nei paesi tropicali proteggono le foreste primarie: nonostante ciò ogni anno vengono distrutte, clandestinamente ed illegalmente, ampie superfici per lo sfruttamento delle specie pregiate che vi si trovano.
- Calamità naturali o provocate dall'uomo. Le foreste possono essere interessate da eventi catastrofici, particolarmente gravi quando interessano vaste superfici. Tra essi gli incendi forestali, quasi tutti dovuti all'azione, cosciente o meno, dell'uomo, che possono distruggere in poche ore ciò che la Natura ha prodotto in centinaia di anni. Le foreste possono scomparire anche a causa di attacchi parassitari, o di particolari fenomeni climatici, quali lunghi periodi di siccità.

Tra i principali effetti della deforestazione tutti di valenza negativa, si possono ricordare:

- Perdita di biodiversità. Le foreste equatoriali sono ecosistemi complessi e con un'altissima diversità specifica. In esse possibilmente vivono specie che non sono ancora state conosciute e classificate, e che potrebbero avere proprietà importanti, ad esempio come medicinali, per l'uomo stesso. La scomparsa anche parziale delle foreste, porta ad una diminuzione della biodiversità del pianeta, in termini di perdita di ecosistemi, di specie, e di patrimonio genetico. L'estinzione di specie animali e di invertebrati (ogni anno se ne estinguono diverse) ha tra le cause principali la distruzione degli habitat in cui vivono.
- Perdita della fertilità dei suoli e processi di desertificazione. Nell'ecosistema forestale si ha una enorme produzione annua di biomassa, la quale però viene completamente consumata all'interno delle complesse reti alimentari che la caratterizzano. Il suolo appare quasi sempre poco sviluppato in quanto, la rapidissima circolazione dei nutrienti non richiede infatti una grande capacità di immagazzinamento. Con la scomparsa del bosco, a meno che non si proceda alla loro riconversione verso una razionale agricoltura, i suoli perdono rapidamente la propria fertilità, e quindi la capacità di sostenere la vita. L'erosione eolica ed idrica può quindi asportare completamente lo strato superficiale, rimasto senza alcuna protezione, e formare zone di tipo desertico.
- Ciclo del Carbonio ed effetto serra. Le piante verdi aiutano a mantenere stabile la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera (attraverso la fotosintesi clorofilliana).

L'utilizzo di combustibili fossili ed il disboscamento stanno causando un aumento di CO₂ nell'atmosfera, che ha diretta influenza nei fenomeni come l'effetto serra ed il riscaldamento globale. La rimozione di una foresta ha come conseguenza la cessazione dell'assimilazione di questo gas; se poi le biomasse vengono bruciate, il carbonio in esso contenute viene liberato nell'atmosfera, sempre sotto forma di anidride carbonica, andandone ad accrescere il contenuto.

- Cambiamento del clima regionale e globale. Estese aree forestali influenzano in misura importante il clima dei luoghi in cui vivono. Quando la scomparsa del bosco interessa, come talora avviene, immense superfici, si producono rilevanti cambiamenti climatici locali, nel senso di inaridimento ed aumento delle escursioni termiche, le quali possono aggravare i processi di desertificazione. Ripercussioni tutt'altro che insignificanti si possono avere anche sulle condizioni climatiche globali.

1.6 Il perché dell'utilizzo delle biotecnologie nel campo forestale

Le foreste contribuiscono alla crescita economica, all'occupazione, alla sicurezza alimentare, alla produzione di energia e alla resilienza climatica. Esse forniscono risorse vitali e ricavi per circa 1,3 miliardi di persone, quasi il 20% dell'umanità.

In molti paesi, sostengono le economie rurali, fornendo posti di lavoro per le popolazioni con poche possibilità di impiego alternative *off-farm*. Le industrie forestali contribuiscono per circa l'1% del PIL mondiale, mentre spesso a livello regionale, il contributo al PIL è molto più alto (per esempio in Africa centrale arriva fino al 6%). Mentre l'occupazione formale nel settore forestale rappresenta circa 18 milioni di posti di lavoro in tutto il mondo, si stima che sono almeno dieci volte di più nei settori economici collegati (Global Forest Resources Assessment - FAO, 2006).

La funzione primaria per il 34% delle foreste del mondo è la produzione del legno e dei prodotti forestali non legnosi e più della metà di tutte le foreste sono utilizzate in combinazione con altre funzioni come il suolo e le acque, per mitigare il cambiamento climatico e l'aumento del livello di CO₂, la conservazione della biodiversità e la ricreazione (D'Annunzio et al., 2010) (Figura 3).

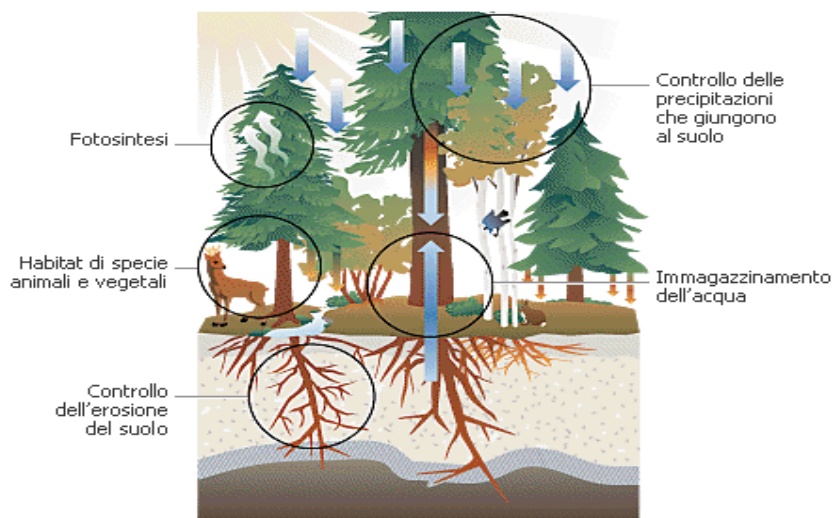


Figura 3: Il ruolo multifunzionale della foresta (Fonte: www.gevmodena.it)

Da tutto ciò emerge il bisogno di una attività di forestazione/afforestazione sostenibile; la selvicoltura tradizionale e le tecniche di *breeding* da sole non sono più sufficienti per soddisfare tali requisiti a causa del lungo periodo giovanile e per l'assenza di geni di piante autoctone necessari per impartire importanti caratteristiche commerciali. Negli ultimi anni, c'è un interesse sempre maggiore per una gestione forestale a ciclo breve (*short rotation forestry* SRF) e per le colture bioenergetiche di seconda generazione. Purtroppo l'incremento della produzione forestale è accompagnato da una rapida deforestazione, per questo piantagioni di alberi intensamente gestiti possono svolgere un ruolo importante come indicato nel Programma di Collaborazione delle Nazioni Unite per evitare il lento degrado delle foreste e ridurre gli incentivi economici che promuovono il disboscamento illegale delle risorse forestali autoctone (UN-REDD, 2008)

I traguardi ottenuti nel miglioramento delle tecniche di biologia molecolare sugli alberi forestali, il sequenziamento del genoma e la mappatura genica, hanno permesso di conoscere la sequenza di geni che, opportunamente manipolati, possono contribuire a rendere gli alberi più resistenti a determinate malattie e ridurre i lunghi periodi giovanili determinando un incremento della qualità del legno e rendimenti più elevati delle piantagioni forestali, con conseguente riduzione del taglio dei soprassuoli naturali e delle specie native. Viste le sempre maggiori richieste di prodotti energetici, la biomassa è uno degli obiettivi primari dell'ingegneria genetica in quanto con una maggiore produzione di biomassa ne beneficeranno la maggior parte delle applicazioni a valle, quali legno, fibra, cellulosa, carta, e la produzione di bioenergia.

La transgenesi può aumentare la produttività delle biomasse forestali, migliorando l'acquisizione delle risorse e l'utilizzo del prodotto e migliorando la capacità competitiva per l'energia solare, acqua e nutrienti minerali. I transgeni che influenzano il periodo giovanile, la dormienza invernale e la fioritura hanno dimostrato di influire pure sulle biomasse. Approcci transgenici hanno aumentato la resa potenziale mitigando gli effetti negativi derivati da fattori di stress nell'ambiente. L'introduzione simultanea di più geni per la resistenza a vari fattori di stress negli alberi può aiutare a far fronte all'adattamento ai diversi ambienti. Con la tecnica dell'ingegneria multi-carattere per le colture arboree, vengono inseriti contemporaneamente più geni indipendenti, per affrontare una serie di tratti geneticamente non correlati che sono importanti per il miglioramento delle colture. Questa strategia aumenta la probabilità di interazioni imprevedibili (sinergiche o negative) che possono influire in modo sostanziale sul fenotipo globale e sulle sue prestazioni a lungo termine (Dubouzt et al., 2013).

Gli alberi geneticamente modificati, potrebbero influenzare convenientemente la produzione di biocarburanti riducendo la competizione per l'acqua e per le altre risorse nutritive e quindi il quantitativo risparmiato potrebbe essere veicolato alle colture coltivate a scopo alimentare.

1.7 Le foreste, la selvicoltura e le biotecnologie

Per le piantagioni forestali, la gamma delle biotecnologie utilizzate è generalmente molto diverso da quello utilizzato per foreste rigenerate naturalmente. Le piantagioni possono avere diversi tipi di sistemi di gestione (ad esempio intensivo, semi-intensivo) e l'uso di diversi tipi di materiale genetico (materiale naturale, alberi geneticamente migliorati). Il livello di intensità di gestione e il materiale genetico utilizzato per impiantare il bosco dipende dai differenti gruppi di biotecnologie usate.

Tre diversi gruppi di biotecnologie si possono identificare in base al tipo di foreste piantate.

Un primo gruppo di biotecnologie è adatto per foreste poco intensive e comprende una serie di metodi di propagazione vegetativa (compresi micropropagazione sulla base di coltura tissutale), biofertilizzanti (Boraste et al., 2009) ed il profilo genetico utilizzando marcatori molecolari. Quest'ultimo metodo potrebbe anche essere integrato con tecnologie convenzionali, come programmi di miglioramento dell'albero nella fase giovanile;

Un secondo gruppo di biotecnologie può essere utilizzato per foreste piantate che forniscono materie prime industriali su larga scala. Le singole specie utilizzate per le piantagioni possono

essere indigene o esotiche, ma queste piantagioni sono gestite intensamente. Questo gruppo delle biotecnologie comprende embriogenesi somatica (una tecnica di coltura di tessuti), marcatori molecolari e analisi dei caratteri quantitativi locus (QTL), sequenziamento dell'intero genoma e genomica funzionale.

Un terzo e più sofisticato gruppo di biotecnologie comprende il sequenziamento dell'intero genoma, la propagazione vegetativa a basso costo e la modificazione genetica degli alberi della foresta.

Tuttavia la maggior parte delle specie usate nelle piantagioni forestali sono state modificate con successo a livello sperimentale e alcuni tratti sono stati oggetto di approfondite ricerche, come la forma del tronco, la resistenza agli erbicidi, le caratteristiche della fioritura, il contenuto di lignina, la resistenza agli insetti ed ai funghi.

Inizialmente, venivano ingegnerizzati i tratti predominanti, cioè quelli che producevano un relativo rapido ritorno economico agli investimenti improntati, come la tolleranza agli erbicidi e stress biotici e abiotici, l'aumento della crescita e le proprietà del legno alterate. Recentemente, invece, sono stati considerati e testati i tratti a valore aggiunto, come la produzione di bioenergia, il biorimedio, il sequestro del carbonio, il bio-macero e il restauro delle specie, soprattutto da parte dell'industria.

I fattori sotto riportati condizionano le decisioni sugli investimenti e sono di aiuto per le priorità di ricerca delle biotecnologie forestali. Essi sottolineano anche differenze importanti nell'uso delle biotecnologie rispetto al settore agrario, vegetale o animale:

- Gli alberi forestali sono piante perenni, altamente eterozigoti, con maturità sessuale tardiva e un lungo ciclo di rigenerazione nella strategia di breeding bisogna porre la massima priorità al mantenimento della diversità genetica piuttosto che al rapido cambiamento climatico (Namkoong et al., 1980; Namkoong, 1982).
- La maggior parte delle specie di alberi forestali hanno uno stretto adattamento regionale, quindi i numeri di specie utilizzate per una piantagione boschiva sono di ordini di grandezza superiori a quelli per le colture alimentari (Pautasso, 2009).
- Gli alberi forestali sono specie chiave negli ecosistemi dinamici; ciò si traduce rispetto alla gestione della perdita più della sopravvivenza dell'albero (Whitham et al., 2006). La sopravvivenza per colonizzazione di specie forestali dipende spesso dalla presenza di specie microbiche simbiotici specifiche (Bonfante & Anca, 2009).

- Una parte consistente delle foreste di tutto il mondo sono di proprietà pubblica (Agrawal & Perrin, 2008; Agrawal et al., 2008).
- Un albero della foresta viene utilizzato per diversi scopi e non è considerato come un singolo prodotto. Un unico registro può essere utilizzato per legname, carta e pasta. I prodotti di scarto di produzione della carta sono venduti in mercati secondari. I rifiuti delle lavorazioni spappolati sono una ricca fonte di solventi industriali, mangimi per bestiame, lubrificanti e prodotti di consumo, come la vanillina artificiale e farmaci.

1.8 Prove in campo di alberi biotecnologici nel mondo

I benefici attesi dallo sviluppo di alberi transgenici riguardano tratti come la crescita e la forma, la qualità del legno, i processi industriali, la malattia e la resistenza agli insetti, la tolleranza agli erbicidi, il restauro ecologico, la capacità di radicamento, ecc. Uno dei primi test sul campo con alberi forestali geneticamente modificati è stata fatto in Belgio nel 1988 con la valutazione alla tolleranza agli erbicidi sul pioppo. Da allora, ci sono state più di 200 prove presentate, che coinvolgono almeno 15 specie forestali. La maggior parte delle prove sul campo sono state effettuate in USA (64%). La specie più studiata è stata *Populus spp* con il 50% delle prove sul campo e le principali caratteristiche sono state la tolleranza agli erbicidi (31%), seguita da geni marcatori (23%) e la resistenza agli insetti (14%).

L'applicazione operativa di OGM nel settore forestale dipende dagli aspetti tecnici, economici, politici e pubblici, ma lo sviluppo di adeguati quadri normativi e l'accettazione del pubblico di alberi transgenici definirà il futuro di questa tecnologia nel settore forestale.

La Cina e gli Stati Uniti d'America sono gli unici Paesi che commercializzano alberi transgenici: *Populus nigra* con il rilascio gene Bt in Cina nel 2002 e stabilito in piantagioni commerciali nel 2003 (con una estensione che va da 300 a 500 ha), e la papaya (*Carica papaya*) negli Stati Uniti resistente ai virus PRSV (Papaya Ring Spot Virus) (<http://www.gmo-compass.org/eng/database/plants.html>, 2015).

Il pioppo (*Populus sp.*) rappresenta un albero modello, in quanto tutto il suo genoma è stato decodificato. Il pioppo trova largo impiego in piantagioni di tipo intensivo e il suo legno viene impiegato sia nel settore del recupero energetico, quindi come biomassa, sia nell'industria del legno. In molti casi può essere propagato vegetativamente è una specie a rapido accrescimento, di solito raggiunge 20-30 m entro i 10 anni.

Il pioppo è stato geneticamente modificato per avere una minore quantità di lignina. La lignina è un polimero composto da molecole fenoliche che ha lo scopo di rinforzare le fibre di cellulosa determinando rigidità, forza e resistenza alla pianta. Nel processo di produzione della carta, la lignina deve essere rimossa con agenti chimici inquinanti con l'utilizzo di una grande quantità di energia. Di conseguenza una pianta con minore quantità di lignina avrebbe un impatto ambientale positivo e farebbe risparmiare una grossa quantità di denaro. Inoltre, piante con una quantità di lignina minore, se usate nell'alimentazione animale, garantirebbero un alimento più nutritivo in quanto la lignina non viene metabolizzata dagli animali.

La sperimentazione a riguardo è già ad uno stadio avanzato, dato che sono stati eseguiti degli esperimenti in campo, prima in Gran Bretagna poi in Francia. In GB sono stati monitorati i livelli di azoto, carbonio, biomassa microbica del suolo e studiati gli eventuali danni alle piante di insetti, uccelli e funghi. I dati ottenuti sono stati confrontati con un uguale esperimento eseguito su alberi non modificati geneticamente. Nessuna differenza è stata trovata in questa prova tra pioppi geneticamente modificate e "naturali" (Pilate et al., 2002; Halpin et al., 2007).

Ricercatori dell'Università Politecnica di Madrid e del Centro di Biotecnologia e Genomica delle Piante di Malaga, hanno creato un ibrido (*Populus tremula* × *Populus alba*) che presenta una tolleranza decisamente più elevata alle alte temperature rispetto agli alberi di controllo, e, in contemporanea, dimostra una maggior resistenza alla siccità, alla presenza di erbicidi, alle contaminazioni e ad altre forme di stress abiotico tipici del settore forestale. Questa ricerca è partita dai risultati di una precedente ricerca spagnola, che ha studiato nel dettaglio i meccanismi che utilizzano le cellule vegetali per proteggersi da certi fattori di stress.

L'aumento della temperatura, conseguenza del cambiamento climatico, risulta essere una delle maggiori cause di moria delle foreste. Il calore promuove lo svolgimento e aggregazione delle proteine e la pianta reagisce allo stress mediante la messa in funzione di proteine termoresistenti (HSP – Heat Shock Protein). Queste proteine hanno la capacità di riconoscere le altre proteine in stati alterati e quindi intervengono prevenendo o invertendo le aggregazioni "anomale" e quindi promuovono meccanismi e soluzioni alternative. Nei casi in cui le HSP non riescano a ripristinare la proteina alterata, agiscono in modo che quest'ultima venga avviata alla sua scomposizione.

Tra le proteine termoresistenti, la più comune nelle piante è la sHSP. È proprio da una sovreresposizione alla sHSP che i ricercatori spagnoli sono riusciti ad aumentare la tolleranza termica del pioppo ibrido (Merino et al., 2014).

Le ricerche sulle possibili applicazioni delle biotecnologie agli alberi forestali sono state condotte in vari Paesi. In Nuova Zelanda è stato creato un ibrido, attraverso l'embrionogenesi somatica, di pino dall'incrocio di *Pinus attenuata* x *Pinus radiata* var. *cedrosensis* che prospera sia nelle estati calde e secche sia negli inverni carichi di neve (Moncalean & Hargreaves, 2014).

Sull'eucalitto la ricerca si è focalizzata sulla modifica della biosintesi della cellulosa (Shani et al., 2004), aumento della biomassa (Shani et al., 2003; Sonoda et al., 2009), la modifica del contenuto di lignina (Chiang et al., 1988; Chen et al., 2001; Lapierre et al., 1999; Monties, 1989) tolleranza stress biotici (parassiti e malattie) (Shao et al., 2002) e abiotici (siccità, freddo e salinità) fitodepurazione, sterilità (ISIS, 2010) e migliorare la capacità di radicazione (Teulières et al., 1994; Quoirin & Quisen 2006).

La scoperta congiunta dei biologi russi e degli specialisti bielorusi sulle nuove varietà di betulle e pioppi che crescono molto più velocemente degli alberi naturali. In Bielorussia, cinque anni di test hanno dimostrato che le betulle biotecnologiche, rispetto a quelle naturali, crescono il 25% in più, con un netto beneficio del volume della porzione di tronco utile allo scopo che passa dal 20 al 40%. Gli scienziati sostengono che, al momento, non è presente in natura alcuna specie in grado di svilupparsi più velocemente (Scienza & HiTech 2015)

In altri paesi sono state effettuate sperimentazioni utilizzando diverse specie come pioppo, abete bianco (*Abies alba* Mill.), abete nero (*Picea mariana* Mill.) abete rosso (*Picea abies* L.) e l'abete del Canada (*Picea glauca*) in Canada, pioppo e betulla (*Betula* spp.) in Russia, e la papaia in Giappone.

L'ingegneria genetica è stata utilizzata per aumentare la resistenza ai parassiti; utilizzando questa tecnica si potrebbero ripristinare le specie native che si stanno perdendo come: Castagno americano (*Castanea dentata*), l'olmo americano (*Ulmus americana*) ed il frassino (*Fraxinus* spp) che sono in pericolo di estinzione a causa dell'introduzione nel loro habitat naturale di parassiti esotici.

Esperimenti analoghi sono stati eseguiti anche su *Pinus radiata* in Nuova Zelanda; in questo caso i pini erano modificati geneticamente per un gene responsabile dello sviluppo della pianta. E' stato monitorato per 2 anni l'impatto della modifica genetica sugli invertebrati e sulla flora microbica del suolo, anche in questo caso nessuna differenza è stata notata (Schnitzler et al., 2010).

Una delle principali obiezioni agli alberi GM è che le piante con meno lignina verrebbero degradate più velocemente dalla flora microbica; uno studio durato 18 mesi ha dimostrato che le differenze tra albero e albero con lo stesso patrimonio genetico sono maggiori rispetto alle differenze riscontrate tra pianta normale e pianta modificata con meno lignina.

Un'altra obiezione molto frequente è la possibilità che la modifica genetica passi anche a piante "naturali" riducendo la biodiversità. Per il pioppo esistono delle modifiche genetiche che rendono il "maschio" sterile. Uno studio recente ha monitorato la produzione di polline su maschi sterili e ha dimostrato che il carattere di sterilità rimane stabile per moltissimi anni (Brunner et al., 2007).

Alcune aziende stanno sviluppando alberi transgenici attraverso collaborazione con le istituzioni accademiche. Un importante esempio è il lavoro condotto dalla ArborGen per introdurre nell'eucalipto il gene per la resistenza al freddo e per la tolleranza agli stress e per la sterilità. Altre associazioni stanno tentando di migliorare la quantità e la qualità legno.

Le prove in campo sono basilari per lo sviluppo, la durata e la sicurezza degli alberi transgenici. con dati accessibili a tutti, ha rilevato che in tutto il mondo ci sono più di 700 prove in campo con alberi forestali OGM (www.isaaa.org, 2015) E', tuttavia necessarie un maggior numero di prove in campo per fornire una valutazione scientifica inerente al rispetto e alla sicurezza ambientale degli alberi OGM Infatti, le prove in campo sono più di 700 sono solo due l e specie commercializzate sono solo due e sono riportate in Tabella 1.

1.9 L'importanza delle Biotecnologie nel campo forestale

Nel prossimo futuro, a causa dei cambiamenti climatici, sia per piante rigenerate naturalmente sia specie arboree forestali piantate, saranno più rilevanti i danni provocati dagli stress biotici e abiotici, per questo sarà molto importante lo sviluppo di piante OGM per resistere ai parassiti, tollerare le condizioni climatiche estreme, il biorimedio ed il sequestro carbonio (Clark, 2004; Millar et al., 2007 (Figura 4). Secondo uno studio condotto da Christer Jansson et al., (2010) del Lawrence Berkeley National Laboratory e dell'Oak Ridge National Laboratory, le foreste sequestrano ogni anno dall'atmosfera diversi miliardi di tonnellate di carbonio che potrebbero aumentare utilizzando piante geneticamente modificate in possibili nuove piantagioni forestali , contribuendo così a far diminuire il riscaldamento globale. Lo studio sottolinea le diverse strategie per rafforzare la capacità delle piante di trattenere biossido di carbonio e trasformarlo in una forma stabile di carbonio.

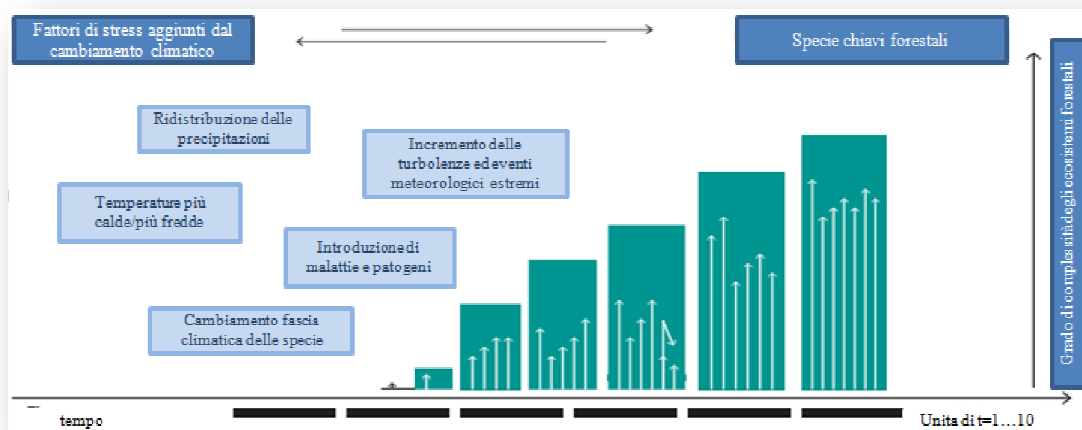


Figura 4: Diagramma schematico di un ecosistema forestale che si adegua ai cambiamenti climatici (Fonti: FAO, 2009)

Oltre a migliorare l'assorbimento della luce da parte delle piante, vi è la possibilità che le piante geneticamente modificate possano veicolare una maggiore quantità di carbonio nelle radici dove una parte può essere trasformata in sostanza organica e restare imprigionata per secoli. Un'altra strategia è quella di modificare i geni delle piante perché esse riescano a sopportare gli stress della crescita in terreni marginali e possano essere utilizzate per la produzione di bioenergia e prodotti alimentari.

Specie	Name GM events	Nome depositato	Sviluppatore	Caratteristiche OGM	Tratti OGM	Paesi e anno delle autorizzazioni		
						Paesi	Alimentazione	Coltivazione
<i>Carica papaya</i>	55-1	Rainbow, SunUp	Cornell University and University of Hawai	Resistenza alle malattie virali, resistenza agli antibiotici, migliorare l'aspetto visivo	Resistenza ai virus, Antibiotico resistente visual marker	Canada Giappone USA	2003 2011 1997	2011 1996
	63-1	Non disponibile	Cornell University and University of Hawai	Resistenza alle malattie virali, resistenza agli antibiotici, migliorare l'aspetto visivo	Resistenza ai virus, resistenza agli antibiotici, visual marker	USA		1996
	Huanong No.1	Huanong No. 1	South China Agricultural University	Resistenza alle malattie virali	Resistenza alle malattie causate da virus	Cina		2006
	X17-2	Non disponibile	University of Florida	Resistenza alle malattie virali, resistenza agli antibiotici	Resistenza alle malattie causate da virus, Antibiotico resistente	USA	2008	2009
<i>Populus</i> sp.	Bt poplar, poplar 12	Non disponibile	Research Institute of Forestry_ Cina	Resistenza ai lepidotteri, resistenza agli antibiotici	Resistenza ai lepidotteri, Antibiotico resistente	Cina		1998
	Hybrid poplar clone 741	Non disponibile	Research Institute of Forestry_ Cina	Resistenza ai lepidotteri, resistenza agli antibiotici, Resistenza a varie specie di insetti	Resistenza ai lepidotteri, Antibiotico resistente, resistenza multipla agli insetti	Cina		2001

Tabella 1- Piante OGM commercializzate (Fonti: www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/event/default.asp?EventID=236, 2014)

Pensando all'adattamento delle specie forestali sotto il cambiamento climatico, è stato formulato il concetto di migrazione assistita (Aitken et al., 2008; Marris, 2009), che si basa sul presupposto che «l'evoluzione non può tenere il passo dei cambiamenti climatici: ha bisogno di qualche aiuto, per questo si seminano specie in aree dove si ipotizza che nel futuro ci sarà un clima diverso». Le specie vegetali in base al loro areale di distribuzione sono spesso adattate a diversi ambienti, quindi all'interno della specie si ha una variabilità genetica adattativa che permette di individuare ecotipi, provenienze, genotipi migliori da utilizzare per attività di rimboschimento o di migrazione assistita in maniera specifica e secondo le condizioni pedo-climatiche del sito.

Tali strategie acquistano ancora maggior valore in funzione dell'accordo mondiale 2020 in cui l'Europa si è impegnata alla riduzione del 20% dei gas serra, all'utilizzo del 20% di energie alternative, ed a portare al 10% l'uso di biocarburanti per il trasporto su strada.

CAPITOLO II: LA LEGISLAZIONE E LA SICUREZZA

2.1 Stato attuale

La prima Direttiva Europea sulle piante transgeniche è del 1990, la quale autorizzava la commercializzazione di 17 organismi diversi: 14 piante, come mais, colza e soia, e due vaccini. Sul mercato entrano anche le sostanze prodotte da piante geneticamente modificate, senza il seme modificato, come oli di soia e di colza.

A metà degli anni '90, l'avvento delle colture OGM e dei loro prodotti agro-alimentari hanno suscitato forti preoccupazioni sociali (Levidow et al., 2005; Devos et al., 2008; Levidow & Carr, 2007). La spinta delle opposizioni e i molti dubbi non fugati da rassicurazioni scientifiche hanno portato progressivamente a una situazione di stallo: tra il 1998 e il 2004 nessun nuovo OGM è stato autorizzato e in Europa si è venuta a creare una moratoria di fatto che ha ostacolato la ricerca e suscitato l'opposizione dei Paesi produttori ed esportatori di OGM come Stati Uniti, Canada, Argentina.

La disparità nel tasso di adozione della coltivazione di OGM tra l'UE e il resto del mondo è generalmente attribuita sia alla contrarietà sociale sia all'opposizione politica verso le agrobiotecnologie alimentari sia alle complesse procedure di approvazione delle regolamentazioni nell'UE (Chapotin & Wolt, 2007; Herring, 2008).

La strada della sperimentazione si è riaperta con una nuova Direttiva europea (2001/18/CE) e due regolamenti del 2003 (1829 e 1830/2003/CE). Il primo ha dato il via libera – previa valutazione e parere positivo dell'Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) – a cinque varietà di mais e due di colza OGM per la produzione di alimenti e/o mangimi. Il secondo ha fissato un limite alla presenza di OGM in alimenti comuni, presenza che non è necessario dichiarare in etichetta ma che non deve superare la soglia dello 0,9%.

Fino all'entrata in vigore della nuova normativa europea “direttiva (UE) 2015/412” del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 marzo 2015 che modifica la direttiva 2001/18/CE, nessuno Stato membro poteva vietare la produzione di OGM nel proprio territorio, poiché ciò avrebbe significato contravvenire alla normativa europea. Anche se, negli anni, diversi Paesi – tra cui l'Italia – hanno cercato di bloccare tale produzione con diversi mezzi. In particolare in Italia, seppur il contrasto alla coltivazione di OGM sia sempre stato giuridicamente complesso, si è fatto leva su singoli atti legislativi a carattere eccezionale o su normative regionali di coesistenza fra coltivazioni convenzionali e OGM molto restrittive che, di fatto, hanno impedito la coltivazione di organismi modificati.

Tutto cambia con la modifica approvata il 13 gennaio 2015 alla Direttiva comunitaria che, dopo quattro anni di difficili negoziati, per la prima volta sancisce il diritto degli Stati membri di limitare o proibire la coltivazione di organismi geneticamente modificati sul territorio nazionale, anche se questi sono autorizzati a livello europeo. D'ora in poi, quindi, gli Stati membri contrari alla coltivazione di un nuovo OGM sul proprio territorio potranno comunicare la propria opposizione già durante la fase di autorizzazione comunitaria, chiedendo di modificarne il campo di applicazione geografico. Gli Stati potranno anche decretare un divieto nazionale di coltivazione entro i 10 anni dall'approvazione dell'autorizzazione comunitaria. La Commissione Europea continuerà a fare da tramite tra i Paesi e le multinazionali degli OGM e queste ultime non potranno opporsi alla volontà di uno Stato di vietare la coltivazione. I divieti nazionali potranno essere motivati con ragioni socio-economiche, di politica agricola, di interesse pubblico, di uso dei suoli, di pianificazione urbana o territoriale, per evitare la contaminazione di altri prodotti ("coesistenza"), o anche per ragioni di politica ambientale, a condizione, tuttavia, in quest'ultimo caso, che le valutazioni addotte non si oppongano, ma siano "distinte e complementari", rispetto alla valutazione di rischio ambientale, che compete alla sola Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare.

Attualmente nell'Unione Europea sono già 58 gli OGM autorizzati come alimenti e mangimi (che includono mais, cotone, soia, colza, barbabietola da zucchero) e 17 domande di autorizzazione sono pendenti, dopo aver ricevuto parere positivo dall'Agenzia europea per la sicurezza alimentare (EFSA). L'UE importa quantità importanti di mangimi biotecnologici, e pochissimi alimenti. Secondo i dati, l'UE necessita ogni anno di oltre 36 milioni di tonnellate di soia per gli allevamenti. L'Italia non coltiva OGM mentre altri Paesi – per esempio la Spagna, la Germania, Portogallo stanziavano fondi per studiarli e producono quelli che ritengono più utili all'economia nazionale. Al centro delle polemiche in Italia oggi è il mais BT geneticamente modificato, coltivato da Spagna, Repubblica Ceca, Portogallo, Romania, Polonia e Slovacchia: lo volevano coltivare gli agricoltori friulani, il Consiglio di Stato aveva dato il nulla osta ma l'iter si è arrestato a livello ministeriale (Tozzi, 2010).

2.2 La legislazione italiana

Come membro dell'Unione Europea, l'Italia è obbligata a recepire le direttive comunitarie in materia, che autorizzano l'uso di OGM sia nell'alimentazione umana sia in quella animale. Per cui il nostro Paese risulta come importatore di prodotti OGM autorizzati. In passato diversi Ministri italiani per le Politiche Agricole hanno comunque cercato di limitare l'importazione, da Alfonso Pecoraro Scanio a Gianni Alemanno. Nel 2000 un decreto del governo Amato vietò l'uso di prodotti alimentari derivanti da mais OGM, autorizzati invece a livello europeo. Arrivò poi una sentenza del

TAR del Lazio a bloccare il decreto. L'anno dopo, l'allora ministro delle Politiche agricole Pecoraro Scanio prima, e il suo successore Alemanno poi, chiesero il blocco di tutte le sperimentazioni in campo agrobiotecnologico, causando la preoccupazione degli scienziati italiani per le conseguenze sulla competitività della ricerca agro-biologica italiana. Alla fine, nel 2003, la direttiva europea 2001/18/CE è stata definitivamente assorbita dalla legge italiana con il decreto 224, permettendo quindi le sperimentazioni a tutti i livelli di ricerca.

A fine 2004 venne approvato poi il decreto legge 279, che prevedeva la parità tra i diversi tipi di agricoltura, demandando alle regioni e alle province autonome la gestione della "coesistenza" tra colture transgeniche, convenzionali e biologiche. Il decreto venne poi dichiarato parzialmente incostituzionale, visto che la questione sarebbe di competenza delle Regioni. Sono le leggi regionali, quindi, che possono vietare le coltivazioni di prodotti OGM.

A oggi, in Italia non esistono colture OGM, ma non siamo certo un Paese "OGM free": la gran parte dei mangimi utilizzati negli allevamenti italiani è prodotta da soia e mais geneticamente modificati importati da Stati in cui la coltivazione è invece permessa (dagli Stati Uniti all'America Latina, come si vede nella Figura 5).

Il Ministero della Salute ha stilato un Piano nazionale di controllo per la presenza di OGM negli alimenti destinati al consumo umano e animale. La regola generale è che tutti gli alimenti geneticamente modificati debbano riportare in etichetta la dicitura relativa alla presenza di OGM, "contiene (nome dell'organismo o nome dell'ingrediente) geneticamente modificato". Per quanto riguarda i mangimi OGM, questi possono essere immessi sul mercato solo previo rilascio di un'autorizzazione da parte della Commissione Europea, secondo la procedura stabilita dal regolamento (CE) n. 1829/2003. I mangimi così autorizzati devono rispettare le condizioni e le eventuali restrizioni riportate nell'autorizzazione.

Il regolamento (CE) n. 1829/2003 stabilisce inoltre che tutti i mangimi OGM, debbano riportare in etichetta la dicitura relativa alla presenza di OGM. Inoltre, devono rispettare anche le prescrizioni stabilite in materia di tracciabilità fissate in modo specifico per questo settore dal regolamento (CE) n. 1831/2003, che definisce la tracciabilità come la capacità di rintracciare OGM e prodotti ottenuti da OGM in tutte le fasi dell'immissione in commercio attraverso la catena di produzione e di distribuzione. (Ministero della Salute, 2015)

Questo obbligo, non si applica però agli alimenti che contengono OGM autorizzati non oltre la soglia dello 0,9% degli ingredienti alimentari, «purché tale presenza sia accidentale o tecnicamente inevitabile» (Baratta, 2014).

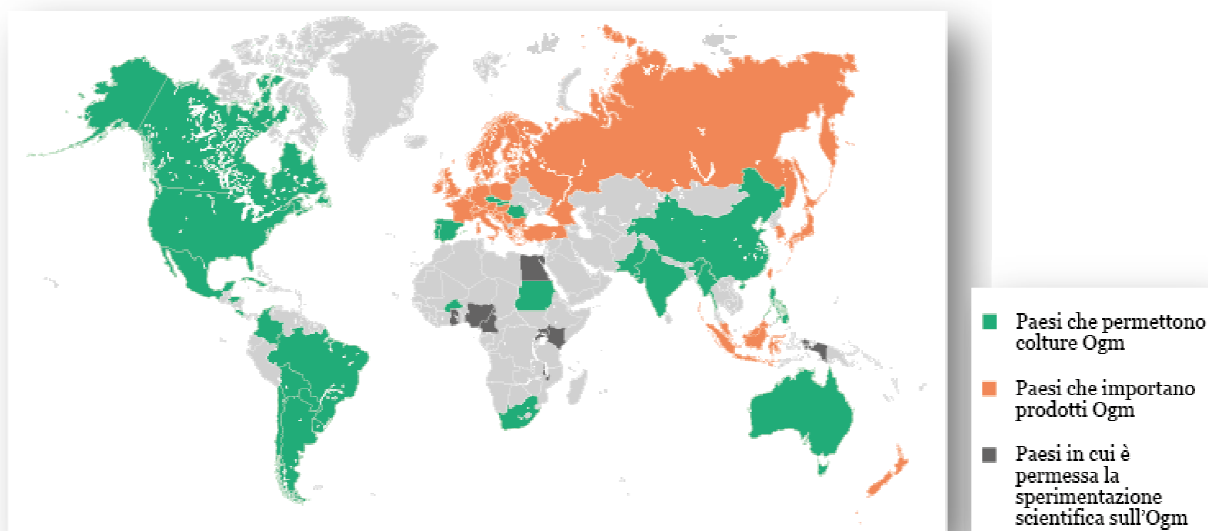


Figura 5. Gli OGM nel Mondo, Paesi produttori, gli importatori e quelli in cui è permesso solo la sperimentazione scientifica (Fonte: LINKIESTA, 2014)

2.3 Sicurezza d'uso dei transgenici nell'ambiente e biosicurezza

Gli effetti sull'ambiente sono essenzialmente attribuiti al cosiddetto 'flusso genico' – cioè alla migrazione di transgeni dalla pianta OGM, per esempio per dispersione di seme o per diffusione di polline OGM nell'ambiente – che modifica in primo luogo le riserve di biodiversità vegetale e animale dell'ecosistema (Jenczewski et al., 1999).

La biodiversità può infatti essere compromessa da cause diverse:

- per dispersione nel terreno di semi da piante OGM competitive con le coltivazioni e la flora circostante;
- per impollinazione con polline OGM e fecondazione di piante non OGM della stessa specie o di specie coltivate interfeconde, con conseguente formazione di nuove piante transgeniche che si diffondono a spese delle varietà e degli ecotipi locali;
- per impollinazione con polline transgenico delle specie selvatiche affini e produzione, ancorché rara, di progenie fertili e, quindi, di nuovi ibridi interspecifici più competitivi e invasivi, in quanto dotati di vantaggio selettivo per aver acquisito, per esempio, resistenza a erbicidi ovvero a stress biotici e abiotici (Connor et al., 2003).

Il pericolo non sussiste quando specie selvatiche affini alle piante OGM non sono presenti nell'ecosistema (come, per es., nel caso di mais e soia non esistendo in Europa specie selvatiche affini). Varie sono le soluzioni al problema: evitare la contemporanea fioritura delle piante OGM e non OGM e delle specie affini; mantenere distanze di sicurezza tra piante OGM e non OGM;

inserire il transgene non nel genoma del nucleo, ma in quello del cloroplasto, dato che la maggior parte delle piante trasmette i cloroplasti per via materna; costituire piante transgeniche maschiosterili. D'altra parte la maschiosterilità, in piante come la barbabietola, la canna da zucchero, la cipolla, ecc., il cui prodotto commerciale non è rappresentato da semi o da frutti, è utile perché la pianta maschiosterile non produce polline fertile e quindi i fattori transgenici (per es., la resistenza agli erbicidi) non vengono trasmessi e diffusi nell'ambiente e su altri vegetali.

Peraltro, in ragione delle barriere che il processo di speciazione ha originato nel lungo periodo dell'evoluzione per proteggere le caratteristiche di ciascuna specie, la possibilità di incroci fertili tra piante di specie diverse è rara e, conseguentemente, è difficile la comparsa di nuovi ibridi i quali, se capaci di produrre progenie fertili, daranno origine a nuove specie invasive soltanto se sarà alto il loro valore selettivo, cioè quel vantaggio competitivo che assicuri loro la sopravvivenza e la diffusione spontanea.

Passando a considerare i rapporti tra OGM ed entomofauna, l'impatto ecologico dell'insetticida può provocare fra gli insetti nocivi l'insorgenza di biotipi mutanti resistenti alla tossina insetticida. A tale rischio si può ovviare, costituendo zone di rifugio (aree con piante non transgeniche pari a circa un quarto della superficie coltivata con piante transgeniche) adatte per la moltiplicazione degli insetti normali che, incrociandosi con gli insetti mutanti resistenti, ne controlleranno e conteranno la moltiplicazione.

Un altro pericolo paventato per la biodiversità è rappresentato dalla moria di insetti innocui per le piante, e anzi spesso 'benefici' in quanto impollinatori, o predatori di insetti nocivi, o produttori di miele, ecc. Ma poiché in genere il polline, e quindi anche il polline GM, percorre brevi distanze (da alcuni centimetri nel riso e nei cereali autogami, a vari metri nel mais e nei cereali allogami, e da 30 a 100 metri nella bietola), si deve riconoscere che ben più dannoso è l'uso di insetticidi convenzionali (per es., diffusi mediante aerei) che sono mortali non soltanto per gli insetti-bersaglio ma anche per quelli benefici, per gli uccelli predatori di insetti e per gli animali che se ne cibano. È opportuno ricordare che uno degli obiettivi principali del miglioramento genetico vegetale è stato sempre quello della realizzazione di varietà resistenti ad agenti patogeni, a parassiti animali o vegetali. Un tale miglioramento consente la costituzione di varietà più sane in campo durante le fasi della crescita, ma anche di ricavarne prodotti più salubri. La resistenza, o tolleranza, esibita dalla pianta coltivata all'attacco del patogeno, assicura all'agricoltore un raccolto più abbondante e meno costoso in termini di trattamenti da effettuare; per il consumatore si traduce in un prodotto indenne da residui chimici derivati dai trattamenti antiparassitari nonché libero da metaboliti secondari, spesso tossici, prodotti dal patogeno stesso; infine, per l'ecosistema comporta un minor carico generale di inquinamento da fitofarmaci di sintesi chimica. Dalla scoperta iniziale che una

resistenza può derivare dall'azione di un singolo gene, si sono susseguiti programmi di miglioramento genetico delle specie coltivate fondati sull'ipotesi che la resistenza acquisita potesse essere permanente. Ma nelle popolazioni di parassiti la pressione di selezione prodotta dagli antiparassitari convenzionali in molti casi provoca, come già detto, la progressiva prevalenza nelle popolazioni di individui portatori di mutazioni resistenti ai fitofarmaci, cosicché si rende necessaria la sintesi di nuovi antiparassitari. La possibilità di inserire nel genoma più geni per contrastare i patogeni, strategia detta di 'piramidazione', è difficilmente perseguibile con le metodologie classiche dell'incrocio e della selezione, mentre appare più efficiente impiegare metodi biotecnologici per l'introduzione mirata di diversi geni di resistenza a protezione delle coltivazioni agricole e, auspicabilmente, anche degli animali in produzione zootecnica.

È doveroso anche segnalare la pericolosità dell'interazione insetto-fungo patogeno-pianta ospite. Funghi patogeni, penetrati nelle lesioni provocate dalla larva della farfalla piralide alla pianta e alle cariossidi di mais, possono trovarvi l'habitat ideale per la produzione di micotossine cancerogene (aflatossine, fumonisine) che, nelle mucche alimentate con parti di piante così contaminate, passano nel latte e quindi possono nuocere all'uomo. Da numerose indagini è risultato che nei mais-Bt, cioè con transgeni che codificano una proteina tossica per la piralide, le concentrazioni di aflatossine sono molto più basse che nelle varietà convenzionali, e che i bovini alimentati con sfarinati e insilati di tali mais transgenici non manifestano patologie e producono latte privo delle proteine transgeniche insetticide.

Il problema del flusso genico e della valutazione dei rischi per la biosicurezza non si limita, però, all'analisi degli effetti sulle componenti dell'ecosistema al livello epigeo. Anche il flusso di transgeni fra piante e microrganismi e fra microrganismi tra loro, richiede attenzione sulla possibilità che transgeni, per esempio di piante transgeniche resistenti agli erbicidi, trasferendosi nei microrganismi del terreno, che interagiscono o vivono in simbiosi nei noduli delle radici o nella rizosfera delle piante transgeniche, diano luogo a microrganismi geneticamente modificati che si diffondano e abbiano un impatto sull'ambiente.

Sebbene sia stato osservato che il flusso genico dalle specie vegetali alla microflora del terreno costituisca una possibilità remota e semmai limitata a frammenti non funzionali di DNA, e che la presenza di piante transgeniche non eserciti un impatto negativo sulle popolazioni microbiche naturali del suolo, tuttavia ricerche sono già in corso per chiarire il fenomeno e giungere a definire, anche in questo settore, norme di biosicurezza.

I risultati degli studi di biosicurezza sulle colture geneticamente modificate sono spesso polemicamente discussi nei dibattiti pubblici. Alcuni studi forniscono anche un quadro contraddittorio della sicurezza dei prodotti come il mais Bt. Ancora più importante, i risultati di tali

studi sono utilizzati per la motivazione delle decisioni politiche. Ad esempio, la coltivazione del mais geneticamente modificato MON810 è stato vietato in Germania nell'aprile 2009 in base ai dati di due recenti studi che rilevano la potenziale nocività degli OGM per l'ambiente. La coltivazione del Mon810 era consentita in Germania dal 2005, secondo alcuni studi, infatti, la coltivazione del mais OGM comporterebbe un'alterazione del sistema ambientale che si riscontra in un indebolimento del sistema immunitario dei topi, nella più elevata mortalità delle coccinelle in stadio larvale (Schmidt et al., 2009; Fernando 2014) e in un disorientamento delle api (Musser & Shelton, 2003; Naranjo, 2009). Gli stessi divieti sono state emanati in Lussemburgo, Grecia e Austria. Al contrario, l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) ha recentemente confermato la sua valutazione positiva del mais MON810 e ha concluso che gli organismi non bersaglio, come insetti e organismi abitazione acqua, non sono a rischio.

2.4 Fonti di miscelazione accidentale

Ai sensi dell'articolo 43 del regolamento 1829/ 2003 sulla miscelazione di OGM degli alimenti e dei mangimi, entrato in vigore nell'aprile 2004, gli Stati membri hanno il potere di prendere le misure adeguate per evitare la presenza involontaria di materiale geneticamente modificato in prodotti non OGM. Tuttavia, si riconosce che, nel contesto agricolo, è difficile evitare l'involontaria presenza di materiale OGM nei prodotti non OGM (Eastham & Sweet, 2002; Van de Wiel & Lotz, 2006; Van de Wiel et l., 2009; Damgaard et al., 2007), in quanto, l'agricoltura è un sistema aperto e una certa entità di miscelazione accidentale è inevitabile. Sono state identificate varie fonti che potrebbero contribuire in azienda ad una miscelazione accidentale tra colture OGM e non OGM

- l'uso di sementi impure (Friesen et al, 2003; Jørgensen et al, 2007);
- la fecondazione incrociata a causa del flusso di polline tra vicini campi (Devos et al., 2009; Weekes et al., 2007; Hüskén & Dietz-Pfeilstetter 2007; Sanvido et al., 2008);
- la presenza di piante spontanee provenienti da semi e/o parti vegetative di piante provenienti da coltura OGM (Lutman et al., 2005; Messéan et al., 2007; Gruber et al., 2008);
- miscelazione del materiale vegetale durante la semina, il raccolto e/o operazioni di post-raccolta (Bullock & Desquilbet, 2002; Demeke et al., 2006);
- in misura minore la fecondazione incrociata tra erbacce sessualmente compatibili e piante selvatiche (Devaux et al., 2007; Jørgensen, 2007; Knispel et al., 2008; Pivard et al., 2008).

2.5 Soglie di etichettatura

In risposta alla difficoltà di mantenere i geni 'al guinzaglio', soglie di tolleranza sono state stabilite per l'involontario o tecnicamente inevitabile inquinamento del materiale non geneticamente modificato.

Se la presenza di materiale geneticamente modificato supera la soglia di tolleranza stabilita, il prodotto deve essere etichettato come contenente materiale geneticamente modificato, che può influire sulla sua accettabilità di mercato. Secondo il regolamento, la soglia di tolleranza legale per i prodotti alimentari e mangimi convenzionali è stato fissato al 0,9%. Poiché l'ambito di convivenza si estende dall'azienda fino al punto vendita, le materie prime agricole prodotte in azienda dovranno soddisfare i requisiti in materia di etichettatura (Commissione Europea, 2003).

I coltivatori biologici mirano principalmente a mantenere i loro prodotti esenti da qualsiasi materiale OGM. Il regolamento 1804/1999 sulla produzione di prodotti agricoli biologici afferma che l'uso di organismi transgenici e loro derivati, non è compatibile con la produzione biologica stessa. Il regolamento, tuttavia, prevede una soglia minima di tolleranza per l'inevitabile presenza di materiale OGM nei prodotti biologici. In un comunicato stampa pubblicato il 21 dicembre 2005 (IP/05/1679), la Commissione Europea ha sottolineato che un prodotto biologico con un contenuto accidentale di materiale OGM al di sotto dello 0,9% potrebbe ancora essere etichettato come biologico. Il 12 giugno 2007, questo punto di vista è stato confermato in una riunione dei ministri dell'Agricoltura dell'UE in cui un accordo politico è stato raggiunto con un nuovo regolamento sulla produzione biologica e l'etichettatura (IP/07/807). Dal momento che il settore biologico sostiene che colture OGM non sono compatibili con l'agricoltura biologica (Verhoog, 2007; Altieri, 2005), si sta cercando di stabilire un limite di quantificazione della soglia di tolleranza nei prodotti biologici attraverso l'analisi del DNA.

Per le sementi non è stata ancora definita alcuna soglia di tolleranza. Considerando che i semi sono il primo passo nella catena produttiva e che la miscelazione potrebbe verificarsi inavvertitamente a seguito dei passaggi della catena di produzione, le soglie di tolleranza per i semi saranno inferiori allo 0,9% (Kalaitzandonakes & Magnier, 2004). Nel 2001, il comitato scientifico delle piante ha proposto soglie di tolleranza dello 0,3% per le colture cross-impollinatori, e 0,5% per l'auto-impollinazione e colture a propagazione vegetativa. Fino ad oggi, ogni lotto di sementi contenenti sementi geneticamente modificate destinato alla coltivazione nella UE deve essere etichettato come contenente materiale OGM.

2.6 Coesistenza dei diversi sistemi colturali

Ci sono principalmente due strategie che gli Stati membri hanno istituito o stanno sviluppando per garantire la coesistenza di diversi sistemi colturali: regolamenti di responsabilità *ex ante* e *ex post* (Beckmann et al., 2006; Koch, 2007). Sono considerati *ex ante*, i regolamenti dove le colture OGM devono essere seguite durante la crescita, i controlli effettuati in azienda, dovrebbero assicurare che le soglie di tolleranza, nelle produzioni delle aziende agricole limitrofe non OGM, non siano superate. Misure di coesistenza preventive (le cosiddette misure di conservazione di identità) sono state proposte per garantire la purezza varietale delle colture e delle sementi e possono essere applicate per limitare l'accidentale contenuto di materiale geneticamente modificato nelle sementi e nei prodotti coltivati nelle aziende limitrofe (Devos et al., 2004; Sundstrom et al., 2002).

Queste misure comprendono:

- l'uso di sementi certificate,
- isolare spazialmente i campi della stessa coltura;
- l'attuazione di barriere al polline intorno campi;
- la programmazione di periodi diversi di semina e fioritura;
- la pulizia delle macchine agricole e veicoli per il trasporto resti di semi;
- il controllo volontario delle piante selvatiche appartenenti alla stessa famiglia delle colture OGM coltivate;
- l'applicazione di efficaci operazioni di lavorazione post-raccolta;
- il raggruppamento dei campi coltivati ad OGM.

La misura della convivenza preventiva più drastica è probabilmente vietare la coltivazione di colture geneticamente modificate in una determinata regione. Il livello di contenimento necessario per assicurare la coesistenza, è definita da soglie di tolleranza e solo nel caso in cui la stabilita soglia venga superata, il prodotto deve essere etichettato come contenente materiale OGM causando un prezzo di mercato inferiore o addirittura l'impossibilità ad essere venduto inducendo una perdita di reddito. Le perdite economiche dovrebbero essere maggiori in agricoltura biologica che in agricoltura convenzionale a causa del valore generalmente maggiore dei prodotti biologici. Inoltre, i coltivatori biologici potrebbero perdere la loro certificazione biologica, precludendo l'accesso ai mercati per i prodotti biologici per diversi anni. Dalla fine del 1990, importanti rivenditori hanno escluso ingredienti OGM dal proprio marchio che distinguono alcuni prodotti alimentari, come misura per rispettare le preferenze dei consumatori nella UE (Levidow & Bijman, 2002; Kalaitzandonakes & Bijman, 2003). Una recente indagine qualitativa, effettuata sulle etichette dei prodotti alimentari, nei supermercati francesi, ha testimoniato che non ci sono prodotti etichettati 'OGM' sulle mensole dei supermercati, ciò ci suggerisce che i prodotti OGM ancora non sono

accettati dal mercato francese (Gruère, 2006b). Inoltre, gli alimenti geneticamente modificati raggiungendo gli scaffali dei negozi sono presi di mira da gruppi di pressione contrari alla ingegneria genetica (Carter & Gruère, 2003). Alcuni produttori alimentari, sono riluttanti ad acquistare materie prime da regioni dove le colture OGM sono intensamente coltivate, in quanto si può verificare la possibilità di miscelazione con prodotti OGM. Invece, in Spagna, per esempio, Mais OGM e non OGM sono miscelati e commercializzati dall'industria mangimistica (Messeguer et al., 2006).

Se la presenza dell'additivo OGM è puramente accidentale e non causato da cattiva condotta dell'agricoltore, le perdite economiche in molti Stati membri sono rimborsate da un fondo di compensazione. Tuttavia, se l'agricoltore di colture OGM provoca danni illegali alle aziende agricole adiacenti, egli sarà tenuto a pagare la restituzione completa della perdita economica alla vittima. Considerando che diverse fonti possono contribuire alla presenza accidentale di materiale geneticamente modificato in prodotti non OGM, può diventare difficile stabilire e dimostrare il nesso di causalità tra il danno subito e l'agricoltore o l'operatore responsabile. In Portogallo, ad esempio, una tariffa forfettaria per la notifica e una tassa sulle sementi geneticamente modificate sono stabilite come un contributo finanziario per il fondo di compensazione. Altri Stati membri impongono o propongono tasse che variano con l'area di coltivazione della coltura OGM, dal potenziale di diffusione delle specie vegetali coltivate e/o con il numero di agricoltori confinanti almeno con un campo non OGM queste condizioni si devono verificare all'interno di una specifica distanza di isolamento.

Misure di coesistenza imposte per legge prima, durante e dopo la coltivazione e laboratori di analisi per testare, identificare e quantificare il contenuto di materiale geneticamente modificato nei prodotti non OGM, comporterà inevitabilmente costi supplementari per garantire il rispetto dei requisiti di etichettatura e tracciabilità (Menrad & Reitmeier, 2008). Nel caso in cui un agricoltore voglia coltivare una coltura OGM ma non può evitare interferenze e non riesce a trovare un accordo con gli agricoltori limitrofi, dovrebbe rinunciare alla coltivazione di tali colture; oltre a restrizioni spaziali, le limitazioni di coltivazione possono essere anche temporali. In un campo dove era presente una coltura OGM, potrebbe essere difficile soddisfare la tolleranza della soglia dello 0,9% se l'agricoltore volesse tornare a un sistema di allevamento non OGM. E' necessario rispettare un tempo di conversione necessario per esaurire la presenza di sementi OGM dormienti, che potrebbero contenere il transgene. In questo contesto, coltivatori OGM potrebbero essere legalmente obbligati a notificare in anticipo le loro intenzioni di coltivare colture GM ai vicini e/o alle autorità competenti. (Lutman et al., 2005; Gruber et al., 2009). In Belgio ed in Austria gli agricoltori hanno bisogno di approvazione per ogni singolo campo di coltivazione dalle autorità

locali, mentre in Ungheria, in Irlanda e nella Slovacchia Repubblica si segue una procedura generica.

CAPITOLO III: I MEDIA E LA PERCEZIONE PUBBLICA

3.1 Il ruolo dei Media nella percezione pubblica degli OGM

I media coinvolti nella definizione della percezione pubblica e sociale dell'immagine delle "biotecnologie agro-alimentari" (Marks et al, 2007; Maesele & Schuurman, 2008), hanno esacerbato l'amplificazione sociale del rischio (Kasperson & Kasperson, 1996). Rafforzato dall'uso retorico-persuasivo del linguaggio, difatti il cambiamento genetico indotto artificialmente è spesso presentato come "manipolazione", corruzione di ciò che è puro e dunque piuttosto come danno che modificazione. La coltivazione degli OGM è considerata come "contaminazione" o "inquinamento" genetico, così che il rischio di scambiare immediatamente la creazione di OGM con la "fuga di geni" e di confondere questa con una "Chernobyl biotecnologica" diventa davvero molto forte (Tamino, 2001; Tamino & Pratesi, 2001).

Gli studi dimostrano che il pubblico si informa sulla scienza e sulla tecnologia principalmente dai mass media, come televisione, radio e giornali.

Quindi, i media giocano un ruolo significativo nella definizione di ciò che il pubblico apprende di una tecnologia, sono una fonte informale molto importante dell'apprendimento e contribuiscono alla formazione del giudizio dei cittadini sulle complessità della scienza e tecnologia.

Il quadro emerso dal Rapporto "OGM e mass media in Italia" (Basile, 2008) sulle maggiori testate di informazione radio-televisiva e di carta stampata nell'autunno del 2007, in occasione della Consultazione nazionale su OGM e modello agroalimentare, è che in Italia si ha un'informazione discontinua, spesso poco approfondita, dal taglio quasi esclusivamente politico, che utilizza, con rare eccezioni, un linguaggio troppo tecnico e uno stile che evoca guerra e scontro più che un sano confronto tra le parti.

Esempio eclatante di informazione confusionaria si è verificato nel 2002 quando "La Repubblica" del 27.7.2002, un mese dopo aver riportato le dichiarazioni di guerra effettuate dal Ministro delle Politiche Agricole contro gli OGM, durante la presentazione di un volume molto critico sugli stessi, ha scritto: *che i NAS avevano effettuato una serie di controlli su 1050 campioni di alimenti biologici ed su 779 campioni sono stati riscontrati additivi non consentiti, parassiti vari, sostanze nocive alla salute, presenza di insetticidi. A dimostrazione che "naturale" non è sinonimo né di buono né di innocuo.* Inoltre sullo stesso quotidiano si riferiva dei vantaggi degli OGM come biofabbrica di farmaci, grazie alla possibilità che pomodori, patate, banane, frumento ingegnerizzati offrono di veicolare vaccini ed altre sostanze terapeutiche per combattere malattie tipo: poliomelite, epatite B, dissenteria batterica e virale, tubercolosi, nella concreta prospettiva di scongiurare che tre

milioni di bambini dei Paesi più poveri della terra continuano a morire ogni anno per malattie infettive oggi facilmente debellabili.

Una maggiore trasparenza e coinvolgimento dei consumatori potrebbe portare ad una maggiore accettazione del concetto di colture geneticamente modificate.

Da questo si può dedurre quanto l'accettazione da parte dei consumatori ad utilizzare alimenti e/o materie prime OGM, dipende molto da come le modificazioni genetiche, che contribuiscono al raggiungimento delle caratteristiche desiderate, siano presentate e spiegate, infondendo nel consumatore finale la fiducia che ciò che l'uomo ha manipolato in laboratorio abbia la qualità e la sicurezza dei prodotti tradizionali (Lusk & Sullivan, 2002).

In Italia, da un primo studio, effettuato nel 2007 dalla Fondazione Diritti Genetici in collaborazione con il MIPAF sulla percentuale di minuti dedicati agli OGM, è emerso che:

1. la TV di informazione ha dedicato spazio prevalentemente alle notizie di cronaca (51,7%) e a commenti e valutazioni (48,3%), mentre mancano del tutto gli interventi dedicati alla descrizione e spiegazione degli OGM ovvero a informazioni istituzionali;
2. la TV di approfondimento invece è stata orientata prevalentemente a fornire commenti e valutazioni (48,9%), e in misura piuttosto consistente a dar spazio a momenti più divulgativi di descrizione e spiegazione degli OGM (32,3%) e dell'influenza che possono avere nella vita degli esseri umani, mentre solo il 18,8% del tempo dedicato è occupato dalla cronaca degli eventi e sono del tutto assenti le informazioni istituzionali;
3. la TV di intrattenimento ha dedicato spazio soprattutto a commenti e valutazioni (52,6%), in misura inferiore alla cronaca degli eventi (42,3%) e pochissimo alla descrizione e spiegazione degli OGM (5,1%). Anche in questo caso sono del tutto assenti le informazioni istituzionali.

Per quanto riguarda i programmi radiofonici si è osservato quanto segue:

1. nella radio di informazione un grosso spazio è occupato dal resoconto degli eventi (64,6%), mentre la percentuale di minuti dedicati a commenti e valutazioni è inferiore (35,4%) e nullo è lo spazio dedicato alla descrizione e spiegazione degli OGM e alle informazioni istituzionali;
2. nella radio di approfondimento, invece, lo spazio maggiore è quello riservato a commenti e valutazioni (47,8%), seguito da quello dedicato alla cronaca degli eventi (28,3%), da quello occupato da informazioni istituzionali (14,1%) e infine da quello dedicato alla descrizione e spiegazione degli OGM (9,7%).

Da uno studio effettuato da Gianni Betto, direttore del Centro di Ascolto dell'Informazione Radiotelevisiva, si è visto che tra il 1° gennaio 2011 e il 25 settembre 2012, la qualità e quantità di informazioni sulle OGM sia variata di poco. Sono state trasmesse 370 mila notizie dalle 7 reti televisive e dalle 15 emittenti radiofoniche e soli 61 notizie (0,02%) hanno trattato il tema OGM e

per un tempo pari allo 0.03% sulle informazioni totali delle reti che hanno trattato l'argomento. Inoltre, lo spazio dedicato alle voci contrarie agli OGM è stato del 64% contro il 36% riservato a quelle favorevoli.

Un esempio eclatante di buona informazione è stato quello delle Filippine. Le Filippine sono state il primo Paese asiatico ad approvare la coltivazione e commercializzazione di mais OGM Bt. La stampa ha svolto un ruolo fondamentale nel fornire informazioni sulle biotecnologie e nel documentare il processo scientifico che ha portato all'accettazione di tale mais da parte degli agricoltori. E' stato condotto uno studio decennale (2000-2009), per monitorare il livello e la natura di attenzione dei media sulla biotecnologia agricola dai tre principali giornali nazionali - Manila Bulletin, Philippine Daily Inquirer, e Philippine Star. In particolare, si è cercato di determinare il tono, le fonti delle notizie, e l'uso di parole chiave, strutture multimediali e metafore.

Nella prima metà del decennio, a causa dell'incertezza e della scarsa conoscenza della tecnologia e dall'assenza di prodotti biotecnologici, le notizie sono state determinate per lo più dalla paura e sono state dominate dalle incertezze e dalla non familiarità con le nuove tecnologie. Le notizie iniziali utilizzavano un tono esagerato e drammatico, ma nel corso del tempo c'è stato uno spostamento verso una reportistica basata sulla scienza citando fonti autorevoli, dimostrando la capacità della stampa filippina di definire con precisione le nuove tecnologie, specificando i significati con l'aiuto degli scienziati e le principali parti interessate, eliminando la scrittura sensazionalistica e cancellando le definizioni di concetti e processi. (Navarro et al., 2011).

Un esempio di disinformazione è quello, invece che sta accadendo in India, dove emblematica è la posizione di Vandana Shiva, uno dei principali esponenti di pensiero in India, che negli ultimi anni sta sempre di più contribuendo al dibattito pubblico proponendo il tema del futuro dell'alimentazione. Tra gli elementi chiave dei suoi studi vi è proprio il ruolo delle aziende multinazionali sementiere che, con le coltivazioni proposte ai contadini, innescerebbero una dipendenza da semi transgenici, fertilizzanti chimici e pesticidi tossici, con costi elevati per gli agricoltori. Le nuove colture ibride tenderebbero, infatti, a essere più sensibili agli attacchi dei parassiti. I costosi semi non si adatterebbero alle condizioni locali e richiederebbero quindi più investimenti in sostanze chimiche ed irrigazione. In questo modo i contadini si impoverirebbero a vantaggio delle aziende di sementi, perché alla lunga i maggiori introiti non coprirebbero le maggiori spese. Questo avrebbe portato centinaia di coltivatori indiani, sommersi dai debiti, al suicidio. Ciò è stato riportato da varie testate giornalistiche che vanno dal Daily Mail che intitola un suo articolo del 2008 *"The GM Genocide: Thousands of Indian farmers committing suicide after using genetically modified crops"* ad al Jazeera che nel 2012 riferisce l'opinione dello scrittore Fernandez Belen il quale afferma che il numero di suicidi in 10 anni è stato pari a quasi 300.000

(Kloor, 2014). Fino ad arrivare all'Italia, con un editoriale sulla Stampa del 4 marzo 2010 in cui è scritto *“A tanti contadini è stato fatto credere che si sarebbero arricchiti comprando i nuovi semi, che avrebbero incrementato le produzioni. Chi si è lasciato convincere ha scoperto che bisognava acquistare le sementi tutti gli anni – non si riproducono, hanno un gene “suicida”, ed è la dimostrazione che sono contro natura – a un prezzo triplo rispetto ai semi tradizionali. Così si sono indebitati fino al collo. Risultato: 200mila suicidi in 10 anni”* (Rossi, 2010). Da un Rapporto del Ministro dell'Agricoltura indiana, le realtà sembra ben diversa: nel 2012 il Paese “ha raccolto una media di 5,1 milioni di tonnellate di cotone all'anno, che è ben al di sopra della più alta produzione di 3 milioni di tonnellate prima dell'introduzione del cotone Bt”. Da notare che l'India è diventata il secondo più grande produttore mondiale di cotone, dietro la Cina.

Quello che sappiamo è che molti dei suicidi dei contadini sono stati concentrati in cinque dei 28 Stati dell'India (attivisti anti-OGM chiamano la "cintura esplosiva"). In un articolo Sadanandan (2014), un economista politico alla Syracuse University, sostiene che *“l'aumento dei suicidi tra gli agricoltori indiani è una conseguenza imprevista delle riforme bancarie del paese avviata a partire dai primi anni 1990. In particolare, l'ingresso di banche private estere e di nuova generazione ha creato competitività nel settore causando un minor numero di prestiti per l'agricoltura e gli agricoltori, in quanto con l'aumento della concorrenza, le banche vedevano i prestiti al settore agricolo come inutili e inaffidabili”*.

Attribuire la colpa dei suicidi dei contadini alla coltivazione del cotone Bt sembra quindi non solo non rispondente alla realtà, ma anche una distrazione dalle reali cause di un tragico problema.

3.2 La percezione delle biotecnologie agroforestali in Europa

Il campo dell'ingegneria genetica, soprattutto in Europa, è visto in modo molto controverso. (Gaskell et al., 2003; Gaskell et al. 2006). La Commissione Europea, istituti e agenzie nazionali, conducono regolarmente sondaggi al fine di saggiare le tendenze generali dei consumatori. Un recente sondaggio dell'Eurobarometro sulle scienze della vita e le biotecnologie rivela, infatti, che la percentuale di cittadini europei ottimista, in merito alle innovazioni future nel settore della scienza della vita e delle biotecnologie, è rimasta sostanzialmente invariata rispetto al 2005 (53%) mentre i pessimisti sono passati dal 12% al 20% nel 2010 (Figura 6) (Biotechnology in Europe, 2005).

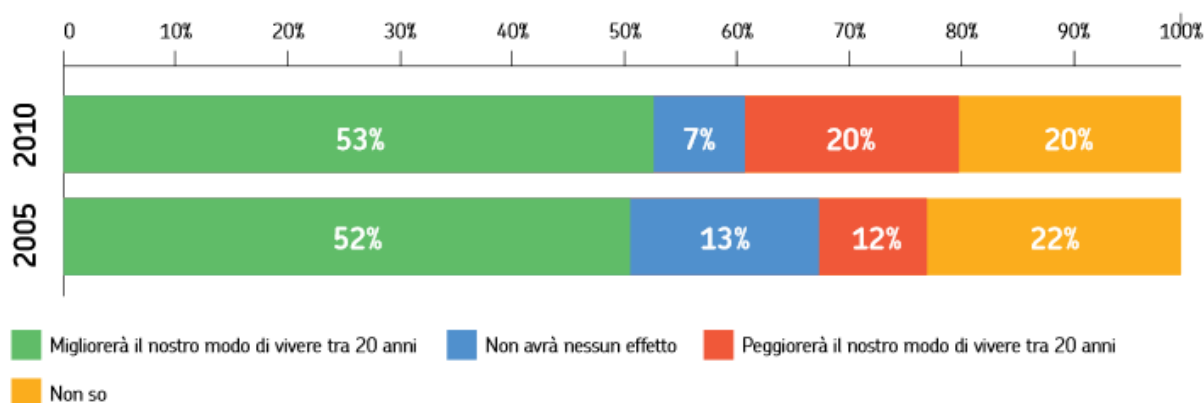


Figura 6. Quale effetto produrranno nel future prossimo le biotecnologie e l'ingegneria genetica?
(Fonte: European Commission, Euroeans and Biotechnology in 2005 e 2010)

Se invece andiamo a vedere più nello specifico la percezione riferita agli OGM, i dati esprimono una forte contrarietà, legata probabilmente alla mancata percezione di un beneficio a fronte del profilo di rischio connesso alla loro adozione. I cittadini europei, aperti alla prospettiva di una crescente adozione di biotecnologie, sono invece contrari all'uso di OGM (Figura 7) (Barilla 2010)

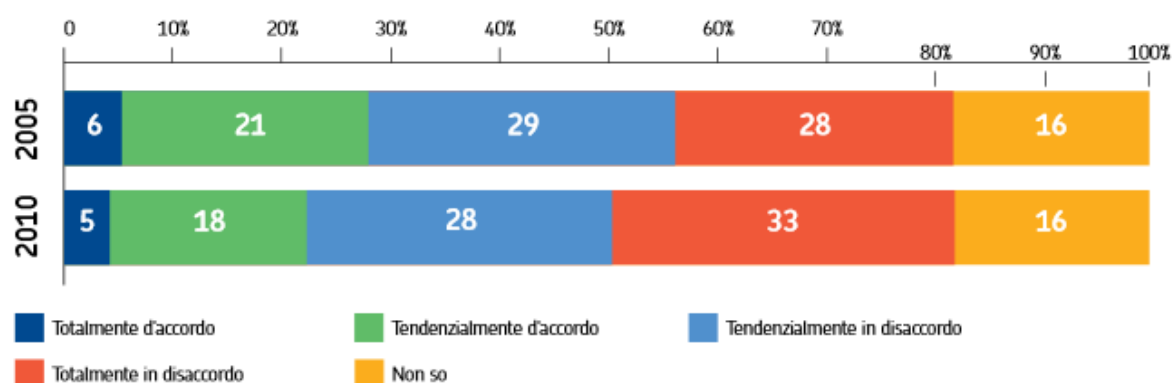


Figura 7. Percentuale di accordo/disaccordo per il consumo di cibo OGM nel 2005 e 2010.
(Fonte: European Commission, Euroeans and Biotechnology in 2005 e 2010)

Mentre i risultati condotti sempre da Eurobarometro sull'utilizzo di prodotti OGM nell'arco di 20 anni (1991, 1993, 1996, 1999, 2002, 2005 e 2010) suggeriscono che i pareri dei consumatori sugli OGM nell'UE si è evoluta in modo tale che sono diventati più contrari a prodotti geneticamente modificati col tempo. Infatti, nel 1991, il 74% dei cittadini dell'UE ha accettato (era d'accordo o totalmente d'accordo) che la ricerca di ingegneria genetica sulle piante fosse utile e avrebbe dovuto essere incoraggiata (INRA, 2000). Nel sondaggio 2005 di Eurobarometro, solo il 27% dei partecipanti ha sostenuto gli alimenti geneticamente modificati. Inoltre, i cittadini dell'UE pensano

che gli alimenti OGM siano rischiosi, non utili e non moralmente accettabili e la maggioranza è in disaccordo con l'idea che lo sviluppo di alimenti geneticamente modificati dovrebbe essere incoraggiata (Gaskell et al., 2005). L'ultimo Eurobarometro sulla biotecnologia (2010) ha confermato questo atteggiamento negativo.

D'altra parte, Knight et al. (2007) hanno riportato che i consumatori europei sono disposti a consumare alimenti geneticamente modificati se il prodotto è più economico e fornisce un beneficio ambientale (ad esempio, la frutta senza antiparassitari). Inoltre, uno studio condotto in Svizzera, ha mostrato che i consumatori "trattano gli alimenti geneticamente modificati come qualsiasi altro tipo di prodotto alimentare" (Aerni et al., 2011). Costante evidenziata in tutti gli studi è che l'atteggiamento dei consumatori europei verso gli alimenti GM differisce negli Stati membri dell'UE. Ad esempio, nel rapporto Eurobarometro del 2010, la percentuale di partecipanti che hanno accettato che lo sviluppo di alimenti geneticamente modificati dovrebbe essere incoraggiato, varia dal 10% in Grecia, Bulgaria e Lituania al 35% e al 36% nel Regno Unito e Repubblica Ceca, rispettivamente (Commissione Europea, 2010).

Myskja (2006) ha sottolineato che uno dei principali problemi connessi a prodotti alimentari transgenici è legata al concetto di naturalezza e il fatto che i prodotti alimentari transgenici sono considerati come "innaturali" dai consumatori europei (Delwaide et al., 2015).

Anche se è stato riscontrato da sondaggi nazionali ed europei che molti consumatori europei non hanno ancora una conoscenza dell'argomento tale, da dare un giudizio definitivo sul tema. Infatti, secondo il sondaggio Eurobarometro nel 2007 "l'uso di organismi geneticamente modificati in agricoltura" è il secondo argomento più comune per il quale i consumatori europei dimostano un chiaro deficit di informazioni (34% degli intervistati). In alcuni Paesi, la richiesta di informazioni è ancora significativamente più alta: per esempio, il 58% dei finlandesi e il 55% dei ciprioti vogliono maggiori informazioni sul tema. Lo stesso risultato è stato ottenuto da un sondaggio effettuato in Gran Bretagna, dal British Institute of Grocery Distribution (2014), la maggioranza (58%) degli intervistati ha dichiarato la neutralità o la mancanza di un parere in materia di alimenti geneticamente modificati. Sulla base di proprie valutazioni, la maggior parte dei consumatori britannici hanno solo una conoscenza limitata sugli organismi geneticamente modificati. Il 48% dei consumatori intervistati ritiene che le proprie conoscenze in materia di OGM siano molto limitate.

Solo il 20% degli intervistati valuta la loro conoscenza sugli OGM come 'buono' o 'molto buono' contro il 14% nel 2008, questo lascia ampi margini di miglioramento. Durante il test di questa affermazione, circa tre quarti delle persone che valutavano la loro comprensione "come buono", erano in grado di descrivere gli OGM in modo abbastanza preciso (Figura 8).

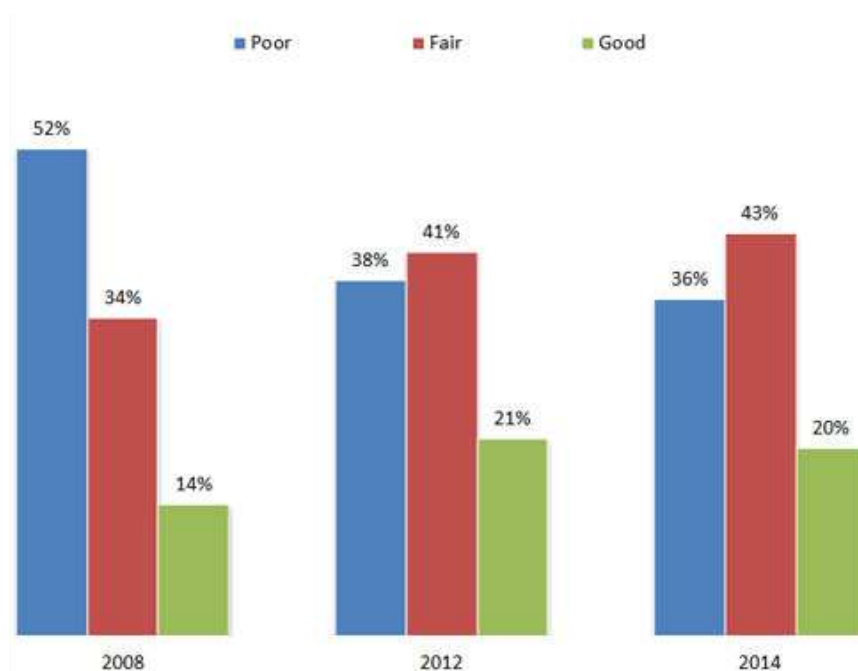


Figura 8. Come gli intervistati valutano la loro conoscenza sulle colture OGM
(Fonte: IGD ShopperVista, 2014)

3.3 La percezione delle biotecnologie agroforestali nel resto del mondo

Stati Uniti

Gli Stati Uniti sono tra i Paesi che hanno maggiormente contribuito allo sviluppo delle biotecnologie agroalimentari, avendo avuto un ruolo decisivo nella strutturazione di un settore biotecnologico avanzato nel campo dell'agricoltura. In particolare, le aziende statunitensi attive nel settore biotecnologico, si sono concentrate sulla produzione di organismi transgenici, grazie a uno straordinario patrimonio di conoscenze scientifiche, disponibile a livello di sistema Paese, e di un settore agricolo che si è mostrato immediatamente molto ricettivo verso le nuove sementi OGM. In questo Paese, già nel 1996 era stato avviato il processo di commercializzazione di mais, soia, cotone e patata geneticamente modificati. Nel 2010, gli Stati Uniti si confermano come leader indiscusso del settore OGM, sia dal punto di vista dell'offerta che della domanda. La comunità scientifica statunitense è tra le più attive nella pubblicazione di studi riguardanti le nuove tecniche di *breeding* con circa il 30% del totale di pubblicazioni realizzate tra il 1991 e il 2010. Emerge inoltre che, tra le prime 10 istituzioni mondiali nel campo della ricerca sulle biotecnologie agricole, 4 sono statunitensi, e 3 di queste sono pubbliche (Università della California, Iowa State University, Università del Michigan) e 1 privata (J.R. Simplot Company) specializzata esclusivamente nell'indagine delle tecniche di intragenesi.

Considerando la lunga storia delle biotecnologie negli Stati Uniti, la percezione pubblica dei consumatori è da tempo studiata e monitorata, nella convinzione che sia una variabile critica che può condizionare anche significativamente il ritorno sugli investimenti fatti nella ricerca in ambito agroalimentare. Recenti studi dimostrano che il livello di consapevolezza raggiunto dai consumatori statunitensi nei confronti delle biotecnologie agroalimentari e, più nello specifico, degli organismi geneticamente modificati, è tra i più alti dei Paesi produttori di biotecnologie (Fritz et al., 2003).

Si evidenzia inoltre come l'opinione pubblica statunitense nutra molte meno preoccupazioni nei confronti degli OGM rispetto, ad esempio, all'Europa (Sittenfeld & Espinoza, 2002).

I due terzi della popolazione statunitense affermano, infatti, che i benefici derivanti dagli OGM sono superiori ai rischi ad essi potenzialmente connessi (Hoban, 2004).

Tuttavia, la vasta accettazione pubblica risulta minacciata da una ridotta conoscenza della pluralità di aspetti e sfumature che caratterizzano il fenomeno delle biotecnologie agro-alimentari. Su queste premesse, l'opinione pubblica che non può fare leva su una conoscenza solida, risulta facilmente influenzabile e potenzialmente rischiosa per gli sviluppi futuri del settore. Osservando i risultati degli studi fatti sul livello di conoscenza delle biotecnologie, si evidenzia come questa nel tempo (1992-2003) sia molto variabile, raggiungendo il livello massimo nel 2001 (53%), per poi continuare via via a diminuire con l'apparizione di nuovi accadimenti nell'agenda pubblica.

Questa ridotta consapevolezza si evince anche dalla conoscenza ridotta di quanto la biotecnologia faccia già parte della catena produttiva. Solo il 14% dei consumatori crede, a ragione, che più della metà del cibo comprato contenga ingredienti geneticamente modificati e pochi americani riconoscono di averne già consumati. Non aiuta, su questo, l'assenza di obbligo di etichettatura di prodotto/processo che informi i consumatori in merito alla presenza di ingredienti transgenici nei cibi.

Brasile

Il Brasile rappresenta una delle realtà più significative a livello mondiale sia nel campo dell'agricoltura sia per la ricerca agroalimentare. L'estensione delle sue aree coltivate, l'impressionante livello di biodiversità riscontrabile, quello della sua produzione agroalimentare e la dimensione e capillarità del suo settore di R&S agroalimentare concorrono a posizionare il Brasile come uno dei contesti-Paese più interessanti cui guardare nel panorama dell'agricoltura e delle tecnologie agricole a livello mondiale.

Secondo quanto riportato dall'USDA nel suo ultimo rapporto, *Brazilian Annual Biotechnology Production & Outlook* (2010), l'accettazione delle colture biotecnologiche in Brasile appare forte tra i produttori. Infatti, secondo il *Brazilian Farm Bureau* (CNA), l'ultimo sondaggio completo tra

gli agricoltori brasiliani (risalente al 2001) avrebbe mostrato un tasso di accettazione delle colture “biotec” pari all’80%.

Tuttavia, l’USDA (2010) evidenzia come l’accettazione dei prodotti vegetali ottenuti attraverso l’utilizzo di biotecnologie sia complessivamente basso tra gli esponenti dell’industria alimentare. Vi sarebbe, in particolare, un diffuso timore verso la possibilità di campagne pubblicitarie contro i loro prodotti. Anche i grandi operatori brasiliani del largo consumo si sarebbero dimostrati restii ad accettare i prodotti biotec.

L’USDA ritiene che informazioni attendibili sull’atteggiamento dei consumatori verso i prodotti agricoli biotecnologici in Brasile non siano, al momento, disponibili. In generale, l’USDA riferisce di un generalizzato disinteresse dell’opinione pubblica verso il dibattito in merito all’utilizzo delle biotecnologie in agricoltura.

È riportata tuttavia l’esistenza di una campagna di marketing, Brazil Better without Transgenic, contro l’uso di colture geneticamente modificate in Brasile, promossa da Greenpeace e sostenuta da alcuni gruppi ambientalisti e di consumatori, con il coinvolgimento di alcuni funzionari del governo presso il Ministero dell’Ambiente, di alcuni partiti politici, della Chiesa Cattolica e del movimento dei Senza Terra. In generale, la campagna contro i prodotti vegetali “biotec” in Brasile risulta, tuttavia, più efficace nei confronti della grande distribuzione e della trasformazione alimentare che nei confronti dei consumatori brasiliani.

Argentina

In Argentina la maggior parte degli scienziati e degli esponenti del mondo produttivo si dimostrano ottimisti nei confronti della prospettiva futura di impiego delle biotecnologie per l’incremento della resa delle colture e per il miglioramento delle proprietà nutrizionali degli alimenti (Mergen, 2010). I consumatori, invece, non vedono ancora l’impiego delle biotecnologie come capace di portare loro un beneficio diretto, ma piuttosto come un utilizzo potenzialmente vantaggioso per le imprese.

Un sondaggio del Segretariato della Convenzione sulla Biodiversità Biologica condotto dal SAGPyA (Secretariat of Agriculture, Livestock, Fisheries and Food)) nel 2005, all’interno del progetto internazionale UNEPGEF (United Nations Environment Program – Global Environment Facility) tra produttori e consumatori conferma la dicotomia di cui si è appena accennato. L’82% dei produttori, infatti, dichiara che le biotecnologie rappresentano uno strumento che contribuisce significativamente alla risoluzione di alcuni aspetti critici del settore agricolo a cui finora non si è ancora riusciti a dare una risposta. Il 75% aggiunge inoltre che il consumo di prodotti “biotec” non comporta alcun rischio per la salute. Tuttavia, questa fiducia nei confronti delle nuove applicazioni tecnologiche molecolari non appare sostenuta da una reale conoscenza della regolamentazione del

settore, e proprio questo oggi è all'origine di numerose rimostanze e di un crescente malcontento nel mondo imprenditoriale. Solo il 12% degli intervistati dichiara, infatti, di essere a conoscenza del sistema regolamentare.

Dal lato dei consumatori, invece, si evidenzia come una sommaria conoscenza della pluralità di significati racchiusi nel termine “biotecnologie agroalimentari” da un sondaggio effettuato dall'USDA, il 64% della popolazione intervistata dichiarava di aver sentito parlare di biotecnologie in ambito agricolo, ma di essere confusa ed insicura sull'effettivo significato. Questo, sempre secondo l'USDA, provoca un'insicurezza di fondo che caratterizza l'approccio dei consumatori ai prodotti derivanti dall'impiego di biotecnologie. Il 40% dichiara, infatti, che il consumo di questa tipologia di prodotti è causa di rischi per la salute umana. Un diffuso bisogno di comunicazione circa i rischi e i potenziali benefici derivanti da queste nuove applicazioni tecnologiche è emerso infine dalla quasi totalità del campione intervistato infatti, il 94% della popolazione ha espresso il desiderio che il governo fornisca delle informazioni più precise sui rischi e i benefici connessi all'uso delle biotecnologie in ambito agroalimentare (Gain Report, USDA Foreign Agricultural Service, 2010). La realizzazione del futuro disegno di sviluppo prospettato nel Piano Strategico (che vede l'Argentina come il Paese pioniere nello sviluppo di biotecnologie alternative alla transgenesi) dovrà quindi necessariamente passare anche attraverso azioni persuasive di comunicazione, capaci di illustrare tutti gli aspetti di questa pluralità di tecnologie ancora sostanzialmente sconosciute al grande pubblico . Il Governo argentino già dal 2004, sul tema delle biotecnologie, ha coinvolto istituzioni sia formali sia informali, inserendo come materia obbligatoria nelle scuole la Biotecnologia, l'associazione no profit Argenbio si è adoperata per organizzare un corso di formazione e distribuzione di material divulgativo per gli insegnanti che non erano preparati sulla materia.

India

Una delle strade individuate dal governo indiano, per favorire lo sviluppo del Paese in ambito agroalimentare è stato il settore delle biotecnologie. Alcuni degli elementi che hanno indotto questa scelta sono stati la presenza di risorse umane altamente qualificate, di una disciplina equa e trasparente a tutela dei diritti di proprietà intellettuale, di infrastrutture per la ricerca all'avanguardia e di investimenti crescenti da parte del settore pubblico e privato. Tuttavia, in seguito all'introduzione del cotone Bt sul mercato, ci sono state numerose controversie (Rangasamy et al., 2009) e contestazioni all'interno del Paese, a testimonianza di quanto alcune scelte siano difficili da prendere e di come questo settore necessiti ancora di un'informazione più trasparente.

Fatta eccezione per il caso del cotone Bt, i contadini indiani sono generalmente ignari dell'attuale sviluppo e diffusione delle biotecnologie in ambito agroalimentare. Secondo uno studio dell'Asian Food Information Center (AFIC, 2008), solo il 32% della popolazione è infatti a conoscenza che prodotti biotec possano essere acquistati nei negozi di alimentari. Si registra una diffusa fiducia, infatti il 66% della popolazione si dimostra fiducioso nei confronti della qualità e della sicurezza derivati da prodotti geneticamente. Sempre nello stesso studio si è evidenziato che il 70 % della popolazione ha dichiarato che le biotecnologie in ambito agroalimentare saranno in grado di portare benefici reali a sé e alle rispettive famiglie nei prossimi 5 anni. Tra i principali benefici messi in evidenza si ricorda il potenziale miglioramento della qualità del cibo, seguito dalla possibilità di disporre di cibi più salutarie in grado di risolvere il grave problema di malnutrizione che affligge il Paese. Come in altri Paesi asiatici, anche in India il concetto di sostenibilità nella catena di produzione del cibo si sta diffondendo solo oggi e meno del 10% della popolazione dichiara di esserne a conoscenza. Tuttavia, tra i contadini indiani si sta rapidamente raggiungendo in modo indiretto una consapevolezza su questi temi grazie alle relazioni sempre più frequenti che questi intrattengono con le imprese estere e con i loro modelli agricoli orientati all'esportazione e al profitto.

Se, nel complesso, l'opinione pubblica e la comunità scientifica possono essere considerate favorevoli all'impiego e all'ulteriore sviluppo delle biotecnologie in ambito agroalimentare, qualche riserva continua, invece, a esserci relativamente agli interessi delle imprese multinazionali che in numero crescente scelgono l'India come territorio d'elezione. A partire dal 1991, quando il governo indiano ha avviato il processo di liberalizzazione dell'economia, si è assistito a numerose manifestazioni di disappunto e preoccupazione da parte dei contadini indiani nei confronti della presenza sempre più numerosa di questi attori che hanno introdotto sementi ibride a prezzi più elevati e con ricambio annuale (Singh, 2010). I contadini indiani sono, invece, tradizionalmente abituati a utilizzare delle varietà di sementi sviluppate da istituti di ricerca pubblici, che sono quindi disponibili a prezzi più contenuti e che possono essere reimpiegate anno dopo anno.

Cina

La Cina secondo l'ISAAA (2010), è la sesta potenza mondiale produttrice di biotecnologie OGM agroalimentari in termini di superficie coltivata (dopo Stati Uniti, Brasile, Argentina, India e Canada) con circa 3,5 milioni di ettari nel 2010. Dal 1997 il Paese ha commercializzato 6 specie di piante geneticamente modificate (cotone, pomodoro, peperone, petunia, pioppo e Papaya).

La maggior parte della ricerca nel campo delle biotecnologie agroalimentari in Cina è svolta da istituti di ricerca e università pubbliche. Gli investimenti pubblici di questo Paese rappresentano uno

degli sforzi nella ricerca più significativi al mondo (Huang & Wang, 2002) e seguono un trend di continua crescita toccando punte, come nel 2010, di 500 milioni di USD (FAO, 2010).

Questi cospicui investimenti nella ricerca sono alla base di gran parte della crescita economica della Cina, che in ambito agricolo ha adottato una strategia complessa e mirata al raggiungimento dell'autosufficienza su alcune colture soprattutto riso,, anche grazie ai risultati ottenuti nella ricerca biotecnologica, rinunciando alla produzione di quei beni agricoli giudicati non strategici

Nonostante alcuni studi e indagini precedenti (Li, 2000) lascino pensare che i consumatori cinesi fossero complessivamente favorevoli all'impiego di prodotti frutto di modificazioni biotecnologiche, è opportuno precisare che le posizioni oggi sembrano essere più eterogenee. In seguito alla liberalizzazione del riso Bt e del mais con enzima fitasi nel 2009, ha preso avvio un vivace dibattito sulla sicurezza degli alimenti derivanti da prodotti "biotec", sulla comunicazione dei rischi a essi connessi e sul processo di deregolamentazione in atto. Le informazioni trasmesse da alcuni media cinesi e da alcune organizzazioni non governative impegnate sul tema hanno avuto grande seguito nell'opinione pubblica che ora sta cominciando a sviluppare delle opinioni diversificate e articolate. Uno dei più recenti sondaggi, svolto dall'Asian Food Information Center (AFIC, 2008), dimostra che, nonostante i consumatori cinesi si confermino tra quelli più fiduciosi nella sicurezza degli alimenti geneticamente modificati (65% del campione d'indagine), il livello di conoscenza sulle applicazioni tecnologiche e sui prodotti da queste derivati è ancora molto basso, e solo il 45% della popolazione cinese è a conoscenza che prodotti geneticamente modificati possano essere acquistati nei negozi di alimentari. A dispetto di questa conoscenza limitata e nonostante una ridotta consapevolezza delle tematiche connesse alla sostenibilità delle colture -la conoscenza dei temi connessi alla produzione alimentare sostenibile è bassa e solo il 10% del campione dichiara di averne sentito parlare prima-, i consumatori cinesi sono anche tra i più positivi (55%) riguardo ai benefici che potrebbero derivare nei prossimi anni dall'impiego delle biotecnologie e, nello specifico, sottolineano la possibilità di ottenere una migliore qualità e resa del cibo e un beneficio per l'ambiente. Alla luce di questo scenario, appare necessario uno sforzo di comunicazione istituzionale e scientifica affinché l'opinione pubblica, che sta cominciando a sviluppare posizioni differenti e a volte contrastanti, sia consapevole di tutte le informazioni relative al settore.

CAPITOLO IV: MATERIALI E METODI

L'obiettivo generale di questa tesi è quello di indagare gli atteggiamenti degli studenti e dei ricercatori nei confronti dell'introduzione degli OGM nelle colture agroforestali e di effettuare confronti interculturali sulle questioni oggetto di indagine. (Lusk & Sullivan, 2002)

La portata ed i fattori che determinano atteggiamenti positivi e/o negativi nei riguardi dell'ingegneria genetica sono stati analizzati, attraverso dei questionari mirati. L'entità della "accettabilità sociale" di colture geneticamente modificate è stata valutata in relazione a variabili quali (ma non esclusivamente): dati demografici, conoscenza del significato e del contenuto di OGM, percezione del rapporto tra natura e scienza, atteggiamenti verso i limiti di intervento umano in natura e nell'ambiente, la percezione dell'efficacia della regolamentazione (fiducia nelle istituzioni e le politiche di regolamentazione e la loro attuazione) (Greco, 2015).

4.1 Descrizione dei questionari

Il questionario è stato redatto in collaborazione con il Dipartimento di Sociologia dell'Università di Creta, in Grecia. La prima bozza del questionario è stata sviluppata in lingua inglese, la versione definitiva è stata tradotta in italiano.

Per consentire di identificare ed analizzare le relazioni causali tra le variabili (socio-economiche, educative, demografiche politiche e religiose) sugli atteggiamenti degli studenti e dei ricercatori nei confronti di OGM forestali, il presente studio si avvale di un approccio quantitativo. La raccolta dei dati si basa su un questionario strutturato con domande chiuse e risposte formulate in base alla scala Likert (Likert, 1932). Tale tecnica consiste principalmente nel mettere a punto un certo numero di affermazioni (tecnicamente definite *item*) che esprimono un atteggiamento positivo e negativo rispetto ad uno specifico oggetto. La somma di tali giudizi tenderà a delineare in modo ragionevolmente preciso l'atteggiamento del soggetto nei confronti dell'oggetto. Per ogni *item* si presenta una scala di accordo/disaccordo, generalmente a 5 o 7 modalità. Ai rispondenti si chiede di indicare su di esse il loro grado di accordo o disaccordo con quanto espresso dall'affermazione. Questo metodo è applicabile sia per atteggiamenti di tipo unidimensionale che multidimensionale.

Il questionario è suddiviso in sezioni che affrontano la conoscenza degli intervistati sull'uso di OGM degli alberi, le loro posizioni relative ai problemi e alle preoccupazioni morali, etiche e bioetiche (Cerroni, 2002).

Il questionario è composto da 42 domande multiple ed è suddiviso in 4 unità:

1. **Conoscenza:** grado di conoscenza sulle tematiche scientifiche, tecnologiche e biotecnologiche;

2. **Opinione:** posizione e opinione sulla natura, l'ambiente, le biotecnologie e l'ingegneria genetica;
3. **Fiducia:** la fiducia inerente le norme che regolano i suddetti argomenti e la fiducia nelle istituzioni/enti che svolgono tale attività di regolamentazione;
4. **Anagrafica:** si richiedono i dati anagrafici e socio-economici importanti ai fini dell'analisi statistica.

Le suddette unità sono così ripartite (Vedi Appendice B Questionario Studenti e Ricercatori) :

- Unità I. In questa unità interessa il grado di conoscenza delle tematiche scientifiche, tecnologiche e biotecnologiche ed in particolar modo della modificazione e /o ingegneria genetica
- Unità II. In questa unità interessa conoscere le posizioni e opinioni sulla natura, l'ambiente, le biotecnologie e l'ingegneria genetica
- Unità III. In questa unità del questionario interessa conoscere che cosa pensa l'intervistato dei regolamenti e se ha fiducia nelle istituzioni e nelle procedure
- Unità IV. In questa unità vengono richiesti i dati anagrafici importanti per l'analisi statistica dei dati. Il questionario è anonimo e non vi è un modo per associare le risposte all'identità dei partecipanti all'indagine.

4.2 Disegno dell'indagine

E' stata effettuata una indagine campionaria (solo una parte delle unità statistiche componenti la popolazione, i.e. il "campione", sono selezionate ed indagate). Con questo tipo d'indagine, si diminuisce l'onere della rilevazione, consentendo di destinare una maggiore attenzione alle attività connesse al miglioramento e al controllo della qualità dei dati raccolti. Generalmente 20-30 intervistati per campione, sono sufficienti a raccogliere un numero congruo di informazioni e affinché il campione sia rappresentativo della popolazione.

Il questionario è stato distribuito considerando come popolazione di riferimento il seguente campione di studenti universitari e ricercatori italiani:

- Studenti universitari della Sapienza di Roma e della Tuscia di Viterbo delle seguenti facoltà: Scienze agrarie; Scienze e Tecnologie agro-alimentari; Economia; Scienze Biologiche; Medicina; Giurisprudenza; Lettere e Filosofia; Scienze Politiche. Sono stati distribuiti manualmente 70 questionari per ciascuna facoltà, per un totale di 560 questionari. Su 560 questionari distribuiti, hanno risposto 303 studenti.
- Ricercatori del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA) e del Consiglio Nazionale per la Ricerca (Istituto di Biologia Agroambientale e

Forestale - Ibaf, Istituto per la valorizzazione delle specie arboree - Ivalsa, Istituto per i sistemi agricoli e forestali del mediterraneo - Isafom, Istituto per la protezione delle piante - Ipp) del settore agro-alimentare. I questionari sono stati inviati per email (350 questionari al CRA e 50 al CNR). Su 400 questionari inviati, hanno risposto 123 ricercatori.

I dati raccolti sono stati codificati e inseriti in un database. Il risultato è una matrice di dati costituita da 426 osservazioni e 132 variabili, suddivise fra le 4 sezioni del questionario – conoscenza argomento biotecnologie, opinioni sulle biotecnologie, fiducia nelle istituzioni, dati socio-demografici.

4.3 Analisi terminologica

Per analizzare l'associazione di parole in ambito biotecnologico, è stata effettuata una rappresentazione grafica tramite *tag cloud* (www.tagxedo.com) delle risposte alla domanda 14: “Quale è la prima parola o la prima figura che viene in mente quando pensi ai seguenti termini: Natura, Ambiente, Albero, Biotecnologie, Modificazione Genetica.

I *tag cloud* sono dei nuovi codici di comunicazione visuale che appartengono al “Web 2.0” e sono rappresentati da una nuvola di etichette. Il *tag cloud* è infatti un insieme di etichette in cui ognuna ha una grandezza proporzionale al proprio peso o importanza. Il peso è generalmente reso visivamente con l'utilizzo di un font più grande. Un *tag cloud* ha il vantaggio di fornire all'utente, in maniera immediata, un elenco di qualificatori che sono stati attribuiti all'oggetto a cui si riferiscono.

4.4 Analisi dei questionari

Dopo aver effettuato l'indagine e raccolto i questionari, i dati sono stati elaborati usando metodi quantitativi. Nell'analisi dei questionari, con il metodo quantitativo si cerca di approfondire le dinamiche di comportamento e motivazione di alcuni individui presi singolarmente. Si eliminano quei condizionamenti che possono nascere nel gruppo.

L'elaborazione è stata articolata in due fasi. Nella prima fase sono state effettuate analisi esplorative di tipo multivariato sulle risposte dei questionari per conoscere le relazioni esistenti tra le risposte dei ricercatori e degli studenti. Per ciascuna tipologia di questionario, è stata condotta un'Analisi delle Corrispondenze Multiple (ACM) per esplorare nello spazio multivariato delle risposte ai questionari, la distribuzione di ricercatori e studenti nelle diverse discipline. Il *database* originale delle risposte ai questionari è stato quindi trasformato in una matrice disgiunta (binaria), suddivisa per discipline ed utilizzata come input nell'ACM. L'ACM rappresenta una delle tecniche statistiche più utilizzate per l'analisi “multipla” di dati quantitativi o misti rilevati attraverso questionari (Greenacre et al., 2006). Obiettivo principale dell'ACM consiste nell'analisi delle relazioni esistenti

tra un insieme di variabili qualitative osservate su un collettivo di unità statistiche. Ciò avviene, come in tutte le tecniche di analisi fattoriale, attraverso la identificazione di uno spazio “ottimale”, di dimensione ridotta, sintesi dell’informazione strutturale contenuta nei dati originari.

Dopodichè è stata effettuata una analisi per vedere l’esistenza di una somiglianza tra le risposte degli studenti e dei ricercatori nelle diverse discipline e ambiti lavorativi.

Per ciascuna tipologia di questionario, è stata condotta un’Analisi Gerarchica dei Cluster (AGC) o *hierarchical clustering* per individuare gruppi di discipline simili in termini delle risposte date, separatamente per gli studenti e per i ricercatori. Le tecniche di *clustering* costituiscono un insieme di tecniche di analisi multivariata dei dati volte alla selezione e raggruppamento di elementi omogenei in un insieme di dati e si basano su misure di similarità/dissimilarità tra gli elementi. L’AGC è una tecnica di *clustering* agglomerativa in cui i *cluster* più "vicini" vengono fusi fino ad ottenere un singolo grande cluster sulla base di misure di distanza in uno spazio multidimensionale (Legendre & Legendre 1998; Pollard & Van Der Laan 2008).

La tabella di contingenza ottenuta a partire dalla matrice disgiuntiva per ciascuna categoria di intervistati (i.e. studenti e ricercatori separatamente) e suddivisa per discipline è stata utilizzata come input nell’AGC (distanza euclidea; algoritmo = legame medio). I dati di input della AGC sono stati precedentemente standardizzati tramite centratura. La centratura è il metodo più semplice di standardizzazione in cui la media aritmetica della data variabile viene sottratta a ogni valore (Podani, 2007).

Nella seconda fase è stata effettuata una analisi statistica dei questionari per individuare l’esistenza di classi di risposta sia per gli studenti che per i ricercatori.

A partire dal database originale, per ciascuna tipologia di questionario (i.e. Conoscenza, Opinione e Fiducia), è stata condotta un’Analisi delle Componenti Principali (PCA) per individuare le componenti più significative del sistema multivariato delle risposte ai questionari. Lo scopo primario di questa tecnica è la riduzione di un numero più o meno elevato di variabili (rappresentanti altrettante caratteristiche del fenomeno analizzato) in alcune variabili latenti a cui è associato il massimo dell’informazione. Ciò avviene tramite una trasformazione lineare delle variabili che proietta quelle originarie in un nuovo sistema cartesiano nel quale la nuova variabile con la maggiore varianza viene proiettata sul primo asse, la variabile nuova, seconda per dimensione della varianza, sul secondo asse e così via (Abdi & Williams, 2010).

La PCA è stata effettuata, tramite il *software* statistico XLStat, sulle prime 3 unità del questionario, con lo scopo di far emergere le variabili latenti che spiegano la conoscenza dell’argomento biotecnologie, l’opinione sulle biotecnologie e la fiducia nelle istituzioni.

L'unità I sonda il grado di conoscenza delle tematiche scientifiche, tecnologiche e biotecnologiche ed in particolar modo della modificazione e/o ingegneria genetica. Sono state prese in considerazione le seguenti domande Q1, Q2, Q3, Q5, Q6, Q8, Q9, Q11, Q12 scartando le domande Q4, Q7, Q10, in quanto esulavano dall'argomento conoscenza. Complessivamente sono state quindi considerate 24 variabili, con 172 dati mancanti che sono stati stimati attraverso la moda. La PCA ha permesso di selezionare i 2 fattori principali, che insieme spiegano il 42.9% (autovalore >2).

Essi sono stati analizzati attraverso la matrice che riporta le coordinate delle variabili e, studiando i coefficienti più rilevanti, è stato loro associato un significato che è risultato, sia per gli studenti che per i ricercatori.

- L'unità II indaga sulle posizioni e opinioni personali sulla natura, l'ambiente, le biotecnologie e l'ingegneria genetica. Sono state prese in considerazione le domande Q15, Q16, Q17, Q18, Q19, per un totale di 38 variabili. I 39 dati mancanti sono stati sostituiti con la moda e, a seguito dell'applicazione della PCA, sono stati presi in considerazione i primi due fattori che spiegano il 41,6% del campione (autovalore >2).

Seguendo lo stesso meccanismo attuato per l'unità I, i fattori sono stati analizzati attraverso la matrice che riporta le coordinate delle variabili e, studiando i coefficienti più rilevanti, è stato loro associato un significato, sia per gli studenti che per i ricercatori.

- L'unità III sonda la fiducia che ha il campione verso le istituzioni. Sono state prese in considerazione le domande Q21, Q22, Q24, Q25. La Q20 e la Q23 sono state scartate perché non erano inerenti all'argomento fiducia. In totale, quindi, si sono inserite all'interno della PCA 29 variabili, dove le 49 osservazioni con dati mancanti sono state sostituite con la moda. Osservando i risultati della PCA sono stati selezionati i primi 2 fattori che spiegano il 36,5% del campione (autovalore >2).

Seguendo lo stesso meccanismo attuato per le precedenti unità, i fattori sono stati analizzati attraverso la matrice che riporta le coordinate delle variabili e, studiando i coefficienti più rilevanti, è stato loro associato un significato, sia per gli studenti che per i ricercatori.

A seguito della PCA sono stati ottenuti 6 fattori che sintetizzano efficacemente le informazioni del *database*. Una volta quindi identificati gli assi principali ed il loro significato, le coordinate delle osservazioni su tali assi sono state utilizzate come input nell'analisi K-means utilizzata al fine di distinguere diversi gruppi di studenti e di ricercatori sulla base delle risposte.

La K-means è un algoritmo di *clustering* partizionale non-gerarchico che permette di suddividere un insieme di oggetti in K gruppi sulla base dei loro attributi. Ogni *cluster* viene identificato mediante un centroide. Attraverso una procedura iterativa, l'algoritmo inizialmente crea K partizioni e assegna ad ogni partizione i punti d'ingresso o casualmente o usando alcune informazioni euristiche.

Quindi calcola il centroide di ogni gruppo. Costruisce poi una nuova partizione associando ogni punto d'ingresso al cluster il cui centroide è più vicino ad esso. Quindi vengono ricalcolati i centroidi per i nuovi cluster e così via, finché l'algoritmo non converge (MacQueen, 1967; Hartigan & Wong, 1979). E' stato quindi indicato a priori il numero dei gruppi da identificare ed è stata poi selezionata la soluzione che garantiva la migliore rappresentatività dell'insieme di informazioni. Per controllare questo parametro, è stata selezionata la partizione in grado di spiegare almeno il 50% della varianza totale, i.e. 5 *cluster*.

L'analisi dei valori dei baricentri di ciascun *cluster* identificato dalla K-means ha consentito di caratterizzare le 5 classi di risposta sia per gli studenti che per i ricercatori in termini di conoscenza delle biotecnologie, opinione sugli OGM e fiducia nelle istituzioni.

Al fine di caratterizzare le classi di risposta identificate anche in termini anagrafici, a ciascun gruppo sono state associate come rappresentative le informazioni relative a sesso, età, credo, orientamento politico e partecipazione politica della prevalenza degli intervistati appartenenti a tale gruppo.

CAPITOLO V: RISULTATI

5.1 Analisi del campione

Al questionario, hanno risposto 423 intervistati, di cui 303 studenti e 120 ricercatori.

Il campione composto dagli studenti ha dato una percentuale di risposta pari al 54,11%. Il 66,34% degli intervistati è favorevole agli OGM. Il campione è composto per il 38,28% da uomini e per il 59,08% da donne, il 2,64% degli intervistati non ha risposto a tale domanda. I soggetti intervistati provengono per il 48,57% da cittadine con una densità di popolazione inferiore ai 50.000 abitanti. Il 34,98% proviene da zone agricole, il 31,68 % da zone turistiche, il 21,45% da zone industriali ed l'8,25% da zone dove sono presenti tutte e tre le attività mentre il 2,97% non ha risposto. Solo il 24,75% è iscritto a qualche associazione e il 39,93% si dichiara ateo. Il 31,35% degli intervistati non ha risposto alla domanda sull'orientamento politico, il 34,32% si dichiara di sinistra e centro sinistra e il 20,13 % di destra e centro destra. Il 13,86 % afferma di essere di centro. Nessuno è iscritto ad un partito politico, il 17,82 % partecipa a manifestazioni ed il 48,18% si interessa di politica dai media. Il 33,66% non si interessa per nulla di politica.

La percentuale di risposta del campione dei ricercatori è stata del 30,75% di cui il 55,17% è favorevole agli OGM. Il 53,33% degli intervistati è composto da uomini, il 43,33 da donne ed il 3,33% non ha risposto a tale domanda. Il 67,24 % del campione ha una età maggiore di 45 anni e proviene per il 53,51 % da centri abitati con una densità di popolazione inferiore a 50.000 abitanti. Il territorio per il 24,17% vive di agricoltura, il 21, 67% di agricoltura e turismo ed il 20,00% di turismo. Solo il 14,17 % del campione intervistato vive in zone industrializzate. Il 50,00% è iscritto ad associazioni Il 43,33% si dichiara ateo, il 40,00% cattolico ed il 13,33% crede in una forza superiore. Alla risposta riguardante l'orientamento politico il 31,67 % degli intervistati non hanno risposto, il 49,17% si dichiara di sinistra e l'11,67% di destra e solo il 7,50% di centro. Nessuno è iscritto ad un partito politico anche se il 18,97% partecipa alle manifestazioni e il 58,62 si interessa di politica dai giornali, radio e televisione. Il 22,41% non si interessa di politica.

5.2 Analisi terminologica

Attraverso l'associazione di parole abbiamo raffigurato con i *Tag Cloud* le risposte della domanda 14, dove è stato chiesto agli intervistati "Quale è la prima parola o la prima figura che viene in mente quando pensi ai seguenti termini: Natura, Ambiente, Albero, Biotecnologie, Modificazione Genetica.

Sia gli studenti che i ricercatori hanno dato la stessa frequenza di risposte ed è stato fatto un solo *tag cloud* per ogni tipologia di domanda.

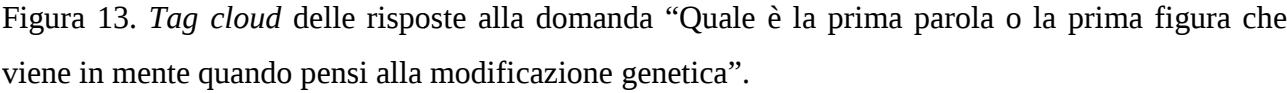
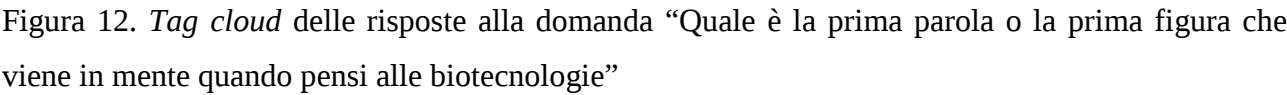
la domanda “Quale è la prima parola o la prima figura che viene in mente quando pensi all’ambiente”, si può notare che i termini più utilizzati sono stati: terra, paesaggio, inquinamento, resta ma anche inquinamento e protezione (Figura 10).

la domanda “Quale è la prima parola o la prima figura che viene in mente quando pensi all’albero”, si può notare che i termini più utilizzati sono stati: ossigeno, quercia, frutto, foglie, v (figura 11).

la domanda “Quale è la prima parola o la prima figura che ti viene in mente quando pensi a tecnologie” si può notare che i termini più utilizzati sono stati: provetta, scienza, laboratorio GM (Figura 12).

la domanda “Quale è la prima parola o la prima figura che viene in mente quando pensi a modificazione genetica”, si può notare che i termini più utilizzati sono stati: Scienza, Navetta, OGM, progresso, ma anche pericolo, rischio (Figura 13).

[illegible]



5.3 Analisi esplorativa dei questionari

I risultati dell'analisi ACM dei questionari in merito alle relazioni esistenti nelle risposte dei ricercatori e degli studenti sono riportati nelle Figure 14, 15 e 16.

La Figura 14 riporta l'elaborazione delle domande sulla conoscenza tecnico-scientifica e agroalimentare degli OGM, ed è emerso che c'è una netta distinzione tra le risposte degli studenti e dei ricercatori (varianza totale spiegata sui primi tre assi pari a 65%). Inoltre nei ricercatori essendo più ampia l'area del poligono, c'è una maggiore dispersione nelle risposte.

Dalla Figura 15, in cui viene riportata la distribuzione delle risposte inerenti alla "opinione favorevole o contraria agli OGM" degli studenti e dei ricercatori (varianza totale spiegata sui primi tre assi pari a 44%), si evince che anche in questo caso c'è una netta distinzione tra le risposte delle due categorie di intervistati e che per quanto riguarda i ricercatori vi è una maggiore dispersione nelle risposte.

La Figura 16 rappresenta la distribuzione delle domande "sulla fiducia nelle istituzioni in tema OGM" ed emerge che tra le risposte dei ricercatori e degli studenti (varianza totale spiegata sui primi tre assi pari a 39%) c'è una lieve sovrapposizione ed i ricercatori hanno una maggiore dispersione nella distribuzione delle risposte.

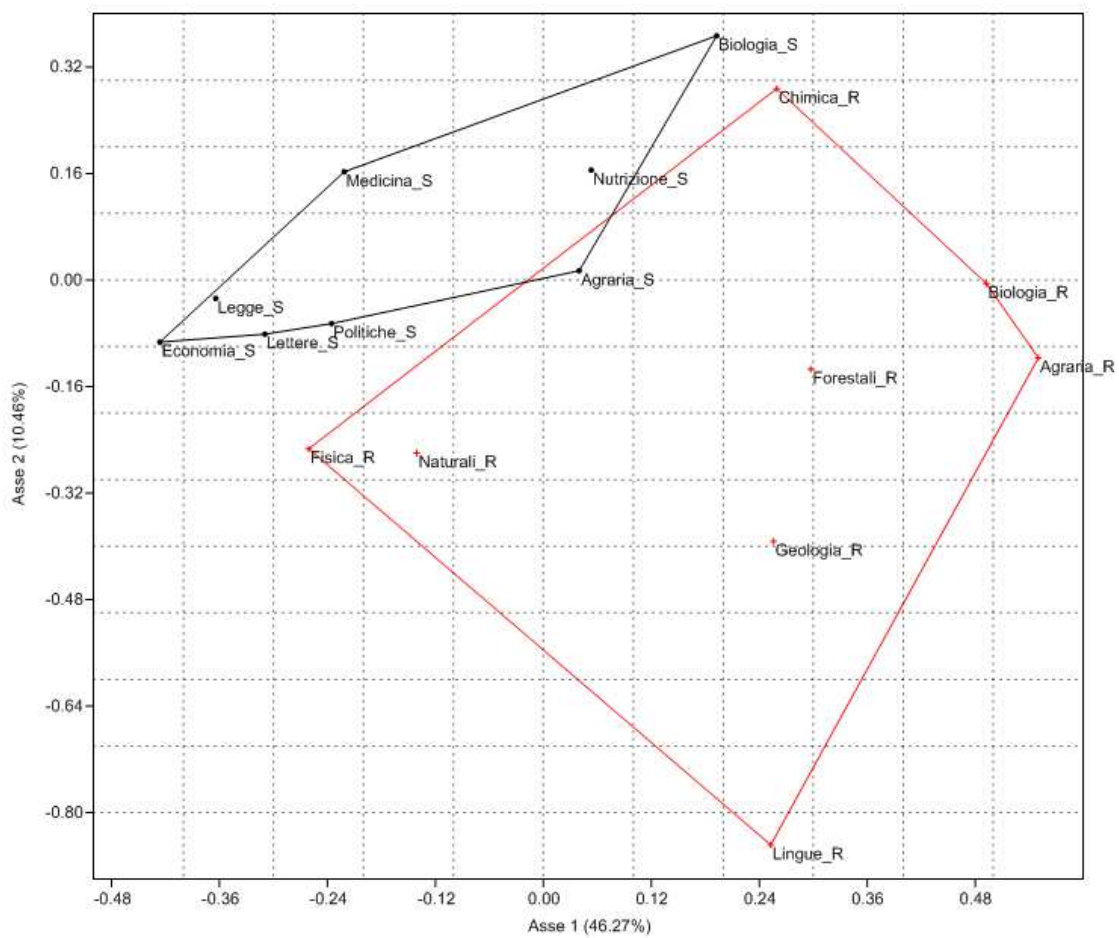


Figura 14. Biplot della distribuzione delle risposte ai questionari di ricercatori e studenti sulla Conoscenza.

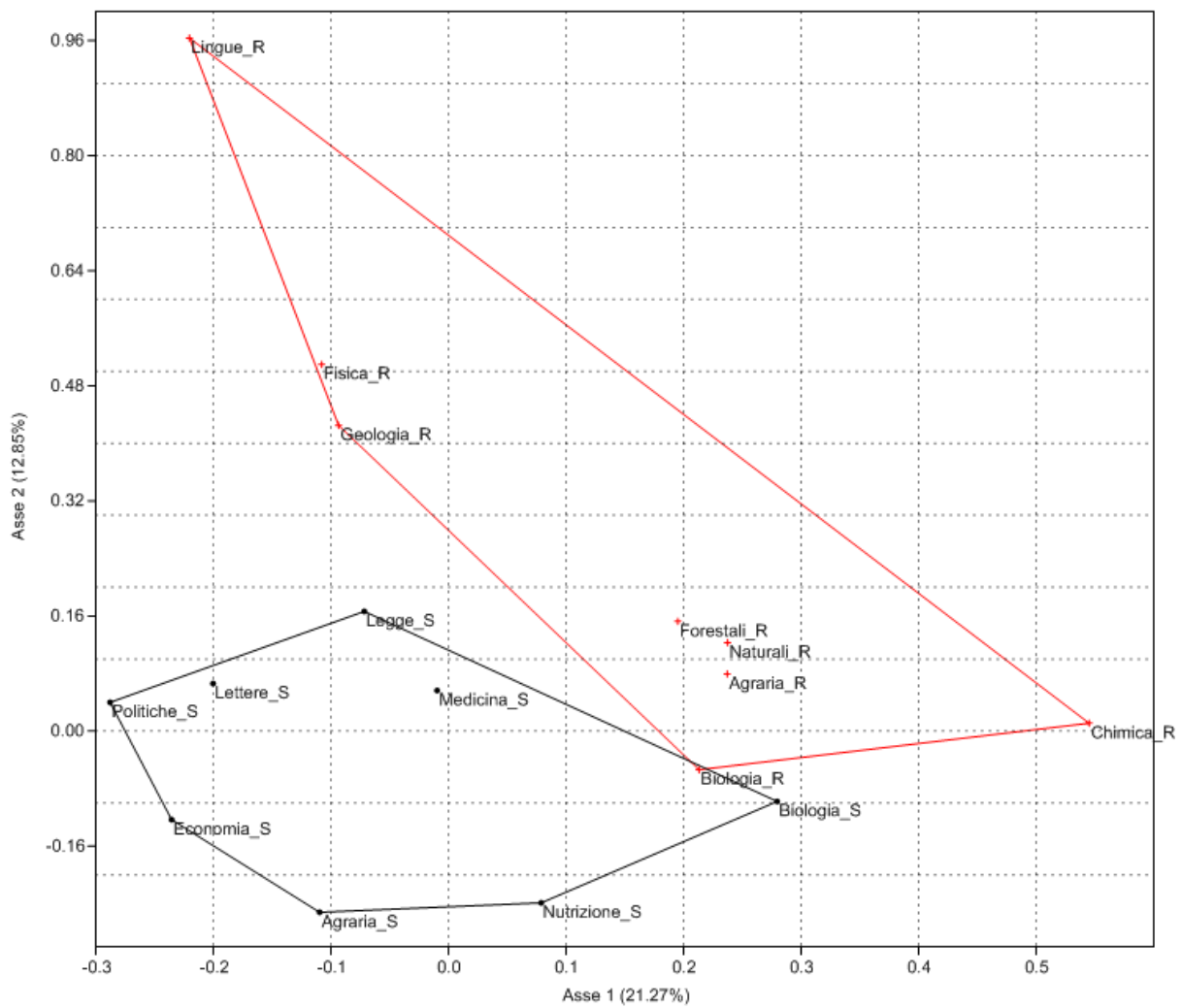


Figura 15. Biplot della distribuzione delle risposte ai questionari di ricercatori e studenti sulla Opinione.

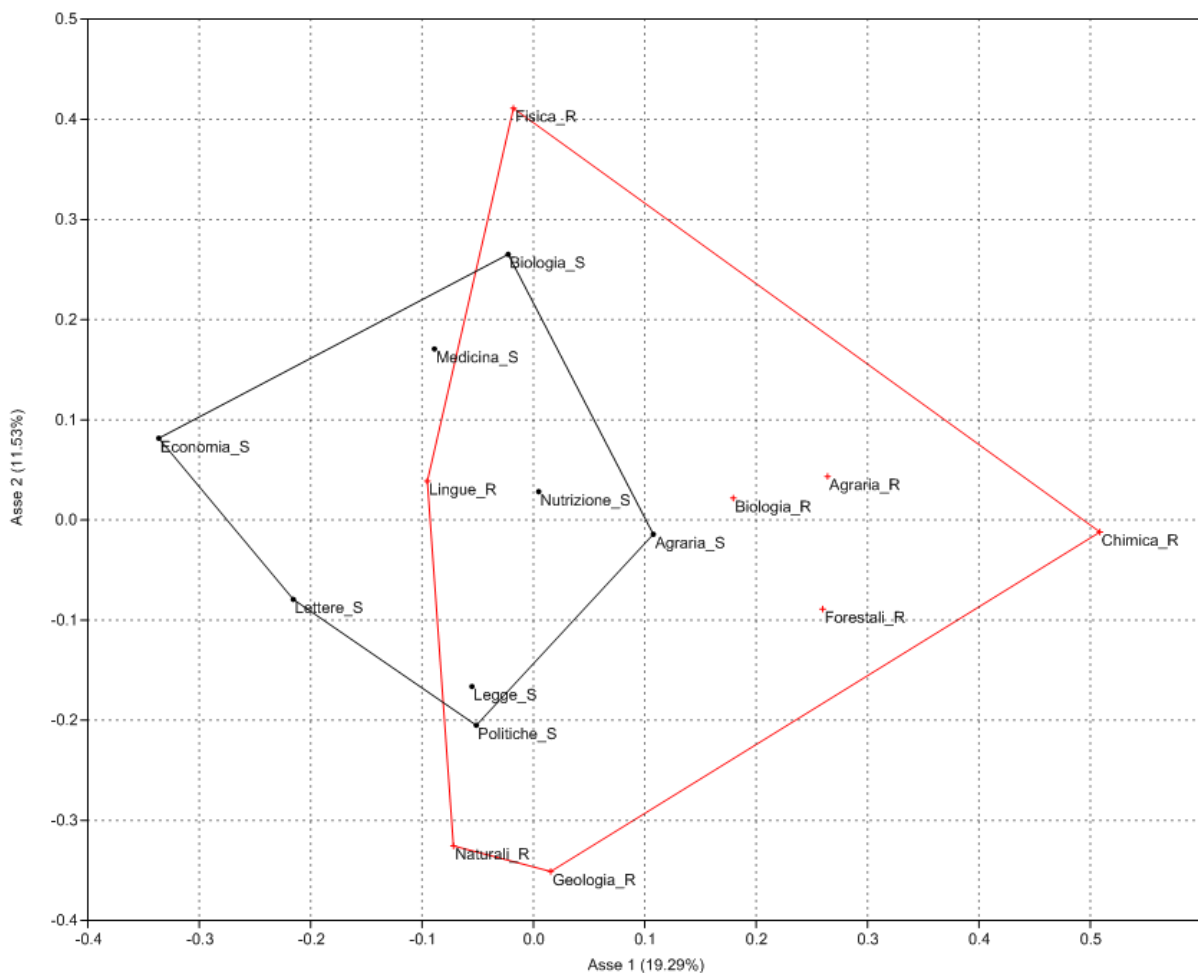


Figura 16. Biplot della distribuzione delle risposte ai questionari di ricercatori e studenti sulla Fiducia.

Con l'Analisi Gerarchica dei Cluster sono stati individuati i gruppi di discipline simili in termini delle risposte degli studenti e dei ricercatori.

Dalla Figura 17 -18 - 19 possiamo notare che gli studenti si dividono in 2 gruppi ben distinti, dove c'è una netta separazione tra gli esperti (riquadro rosso) e i non-esperti (riquadro verde) del settore, almeno per quanto riguarda la conoscenza. Per le opinioni invece, gli economisti si spostano nel settore degli esperti e vi restano anche per la fiducia nelle istituzioni sia formali che non, mentre sono gli studenti di agraria che in questo caso passano nel settore dei non-esperti. Inoltre si può notare che, nei questionari sull'opinione e sulla fiducia, c'è una maggiore dispersione nelle risposte. Dalla Figura 20 - 21 - 22 si può notare che per i ricercatori, a differenza degli studenti c'è una minore dispersione nelle risposte nei diversi questionari. Anche in questo caso c'è una netta distinzione tra gli esperti (riquadro rosso) e i non-esperti (riquadro verde) del settore e ci sono i

ricercatori laureati in Scienze agrarie che si comportano come *outlier* (riquadro blu) in tutti e tre i casi.

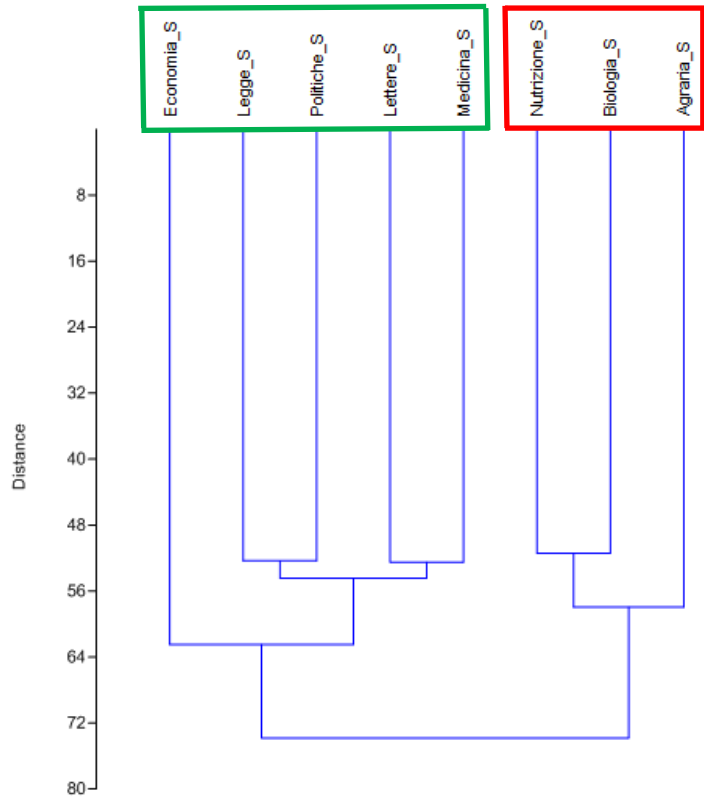


Figura 17 – Dendrogramma delle risposte degli studenti ai questionari relativi alla Conoscenza

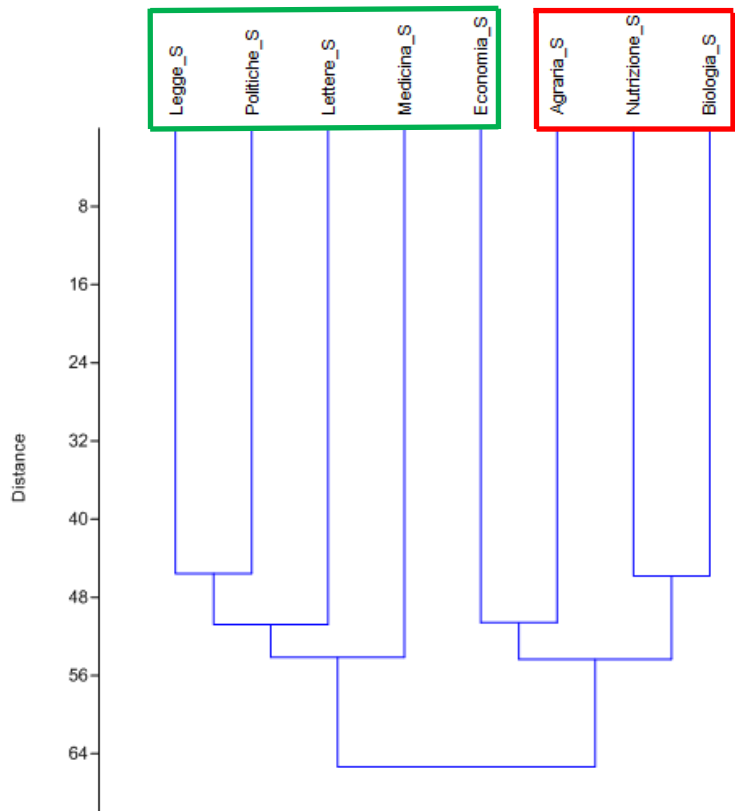


Figura 18 - Dendrogrammi delle risposte dei ricercatori ai questionari relative all'Opinione

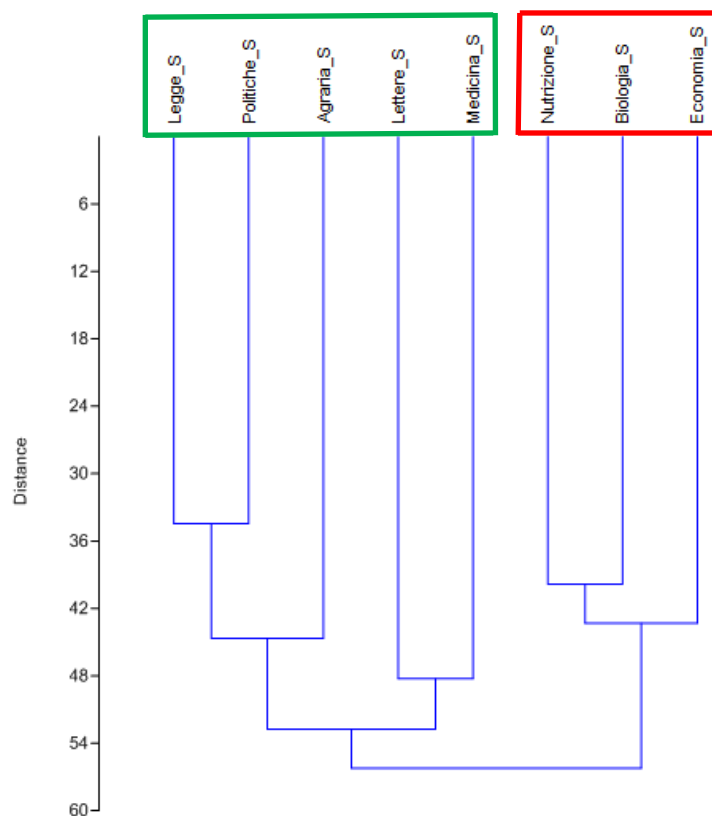


Figura 19 – Dendrogramma delle risposte degli studenti ai questionari relativi alla Fiducia

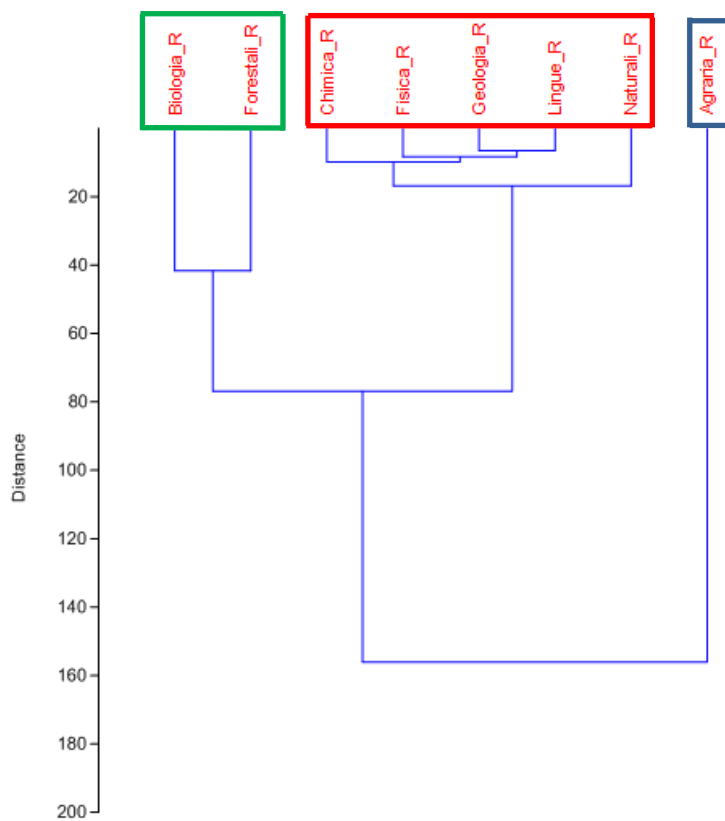


Figura 20 – Dendrogramma delle risposte dei ricercatori ai questionari relativi alla Conoscenza

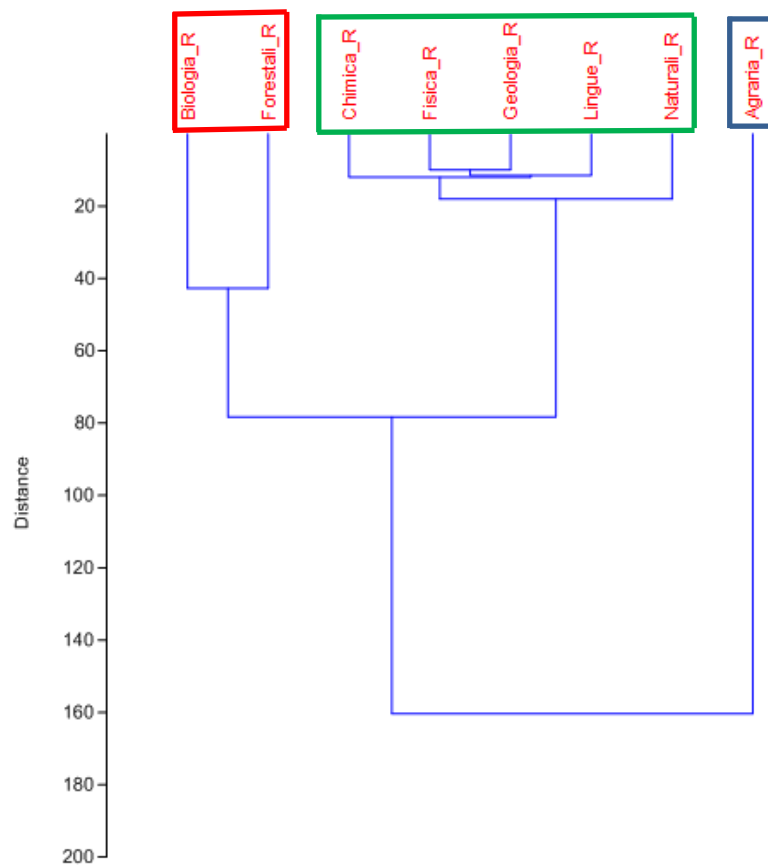


Figura 21 – Dendrogramma delle risposte dei ricercatori ai questionari relativi alla Opinione

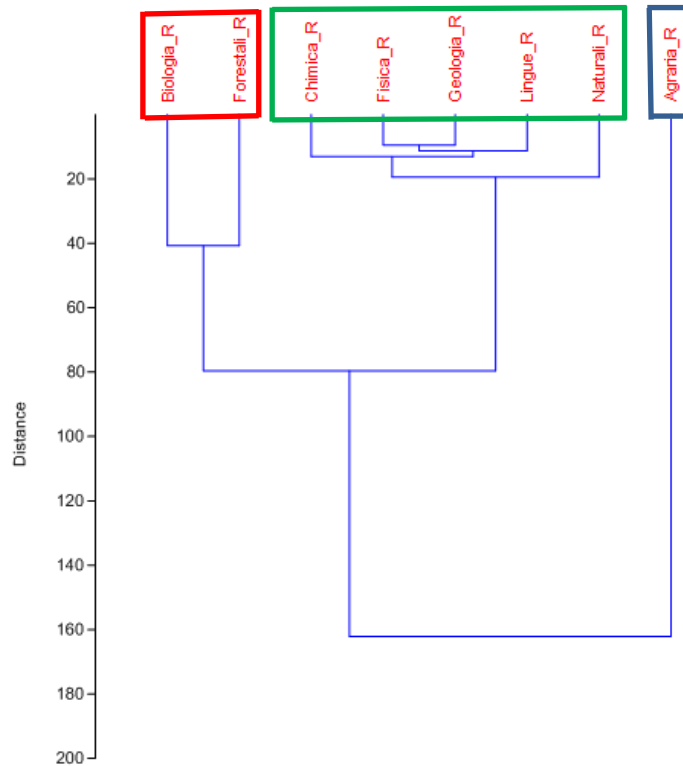


Figura 22 – Dendrogramma delle risposte dei ricercatori ai questionari relativi alla Fiducia

5.4 Analisi statistica dei questionari

Dalla PCA sono state considerate solo i primi due assi, i più esplicativi della varianza del sistema, in quanto anche aggiungendo un altro asse non veniva apportata nessuna informazione nuova al sistema.

Sono state prese le coordinate con i valori superiori allo $\pm 0,500$. Sulla base delle coordinate delle osservazioni sui primi assi sono stati identificati le risposte ai questionari che hanno maggiormente contribuito alla loro costruzione e quindi per il significato degli assi stessi.

Sia per gli studenti che per i ricercatori gli assi identificati assumono lo stesso significato.

Analizzando le coordinate degli assi, dove sono rappresentati gli assi della conoscenza sull'argomento OGM e messe in relazione con le domande, individuiamo i due significati degli assi stessi riportati nella Tabella 2 i valori sulla conoscenza tecnico-scientifica e agroalimentare degli OGM

- F1 rappresenta l'asse della ignoranza scientifica
- F2 rappresenta l'asse della conoscenza generica.

Nella Tabella 3 sono riportati gli assi che riguardano l'opinione in merito agli OGM, anche qui individuiamo 2 gruppi:

- F1 rappresenta l'asse dell'opinione contraria
- F2 rappresenta l'asse dell'opinione favorevole.

Nella Tabella 4, sono riportati i valori che interessano la fiducia o meno nelle istituzioni e i due assi rappresentano:

- F1 rappresenta l'asse della sfiducia nelle istituzioni
- F2 rappresenta l'asse della fiducia nelle istituzioni non formali.

Tabella 2. Coordinate delle variabili Conoscenza. In neretto i valori >0.5.

	Studenti		Ricercatori	
	F1	F2	F1	F2
Q1.1	0,685	0,027	0,687	0,102
Q1.2	0,762	0,044	0,718	-0,159
Q2.1	0,681	0,042	0,553	-0,206
Q2.2	0,770	-0,018	0,516	-0,098
Q2.3	0,666	0,036	0,602	-0,122
Q3	0,799	-0,046	0,746	-0,056
Q5.1	-0,125	0,394	0,204	0,017
Q5.2	-0,090	0,453	-0,038	0,047
Q6	0,605	-0,068	0,752	0,289
Q8.1	0,045	0,325	-0,040	0,293
Q8.2	0,121	0,367	-0,141	0,733
Q9.1	0,806	0,025	0,672	-0,034
Q9.2	0,810	0,029	0,812	0,231
Q9.3	0,828	0,012	0,788	0,102
Q11.1	0,077	0,472	0,230	0,292
Q11.2	-0,082	0,630	0,121	-0,373
Q12.1	-0,106	-0,206	-0,068	0,807
Q12.2	-0,222	0,165	-0,036	-0,515
Q12.3	0,028	-0,590	-0,083	0,645
Q12.4	-0,217	0,206	-0,247	-0,216
Q12.5	-0,032	0,601	0,028	0,078
Q12.6	0,034	0,516	0,018	0,032
Q12.7	0,181	0,063	0,154	0,118
Q12.8	-0,089	-0,500	-0,101	0,313

Tabella 3. Coordinate delle variabili Opinioni. In neretto i valori >0.5.

	Studenti		Ricercatori	
	F1	F2	F1	F2
Q15.1	-0,293	0,531	-0,397	0,580
Q15.2	0,391	-0,188	0,579	-0,288
Q15.3	-0,317	0,326	-0,442	0,233
Q15.4	-0,142	0,353	-0,291	0,316
Q15.5	0,349	-0,235	0,506	-0,335
Q15.6	-0,318	0,247	-0,343	0,226
Q15.7	0,531	-0,065	0,578	-0,162
Q16.1	0,649	0,050	0,614	0,142
Q16.2	0,763	0,015	0,773	0,126
Q16.3	0,745	0,066	0,743	0,252
Q16.4	0,719	0,028	0,660	0,030
Q16.5	0,733	0,215	0,658	0,401
Q16.6	0,739	0,132	0,766	0,179
Q16.7	0,639	0,216	0,609	0,167
Q16.8	0,699	0,075	0,740	0,295
Q16.9	0,666	0,112	0,647	0,269
Q16.10	0,619	0,267	0,702	0,101
Q16.11	0,493	0,177	0,388	0,026
Q17.1	0,635	0,286	0,655	0,078
Q17.2	0,672	0,084	0,739	0,106
Q17.3	0,735	0,224	0,766	0,169
Q17.4	0,739	0,243	0,746	0,281
Q17.6	0,740	0,126	0,796	0,142
Q17.7	0,642	0,091	0,701	0,268
Q17.8	0,610	0,135	0,710	0,136
Q17.9	0,488	0,075	0,586	0,117
Q17.10	0,740	0,193	0,610	0,422
Q18.1	-0,331	0,438	-0,356	0,547
Q18.2	-0,362	0,464	-0,296	0,539
Q18.3	-0,368	0,646	-0,337	0,641
Q18.4	-0,341	0,545	-0,585	0,392
Q18.5	-0,296	0,621	-0,420	0,511
Q18.7	-0,274	0,250	-0,506	0,401
Q19.1	0,646	-0,090	0,572	-0,194
Q19.2	0,705	-0,092	0,732	0,012
Q19.3	0,495	-0,070	0,585	-0,240
Q19.4	0,640	-0,019	0,662	-0,027
Q19.5	-0,490	0,295	-0,539	0,275

Tabella 4. Coordinate delle variabili Fiducia. In neretto i valori >0.5.

	Studenti		Ricercatori	
	F1	F2	F1	F2
Q21.1	0,411	0,180	0,296	-0,645
Q21.2	0,522	-0,432	0,511	-0,342
Q21.3	0,263	0,110	0,178	-0,597
Q21.4	0,521	-0,432	0,149	-0,569
Q21.5	0,595	0,207	0,687	0,194
Q21.6	0,607	0,155	0,496	-0,289
Q21.7	0,569	0,217	0,612	0,090
Q21.8	0,598	-0,336	0,698	0,029
Q21.9	0,559	0,032	0,676	-0,218
Q21.10	0,604	-0,290	0,616	-0,144
Q21.11	0,440	-0,520	0,596	0,045
Q21.12	0,338	0,011	0,391	-0,208
Q21.13	0,374	-0,054	0,400	-0,215
Q22.1	0,096	0,565	0,143	-0,458
Q22.2	0,485	-0,213	0,110	0,089
Q22.3	0,389	0,336	0,494	0,391
Q22.4	0,345	0,496	0,433	-0,153
Q22.5	0,551	0,237	0,250	-0,136
Q22.6	0,488	0,361	0,236	-0,290
Q22.8	0,458	0,365	0,672	0,472
Q22.9	0,516	0,130	0,603	0,210
Q22.10	0,458	-0,456	0,368	0,300
Q22.11	0,476	0,219	0,597	0,288
Q24.1	0,030	0,292	-0,262	0,025
Q24.2	0,101	0,488	0,018	0,085
Q24.3	0,006	0,338	-0,113	0,113
Q24.4	0,224	-0,323	-0,130	-0,243
Q25.1	-0,043	0,324	0,182	0,615
Q25.2	0,228	-0,224	-0,090	-0,535

Sulla base degli assi identificati è stata condotta la K-means. L'analisi dei valori dei baricentri di ciascun *cluster* ha consentito di distinguere 5 classi di risposta, sia per gli studenti sia per i ricercatori.

Le serie degli studenti sono così rappresentate:

Classe 1: gruppo degli studenti informati, per lo più contrari agli OGM e con sfiducia nelle istituzioni, sia formali che non formali;

Classe 2: gruppo degli studenti per lo più disinformati, contrari agli OGM e con sfiducia nelle istituzioni non formali;

Classe 3: gruppo degli studenti con bassa conoscenza tecnico-scientifica, favorevoli agli OGM e con fiducia nelle istituzioni formali;

Classe 4: gruppo degli studenti con buona conoscenza tecnico-scientifica, completamente a favore degli OGM e con fiducia nelle istituzioni formali;

Classe 5: gruppo degli studenti con bassa conoscenza sia tecnico-scientifica che generica, per lo più favorevoli agli OGM e con estrema fiducia nelle istituzioni non formali.

Le serie dei ricercatori sono così rappresentate:

Classe 1: gruppo dei ricercatori buona conoscenza tecnico-scientifica, estremamente favorevoli agli OGM e con sfiducia nelle istituzioni, sia formali che non formali;

Classe 2: gruppo dei ricercatori per lo più informati, estremamente contrari agli OGM e con fiducia nelle istituzioni, sia formali che non formali;

Classe 3: gruppo dei ricercatori con buona conoscenza sia tecnico-scientifica che generica, per lo più favorevoli agli OGM e con fiducia nelle istituzioni formali e sfiducia in quelle non formali;

Classe 4: gruppo dei ricercatori per lo più disinformati, contrari agli OGM e con fiducia nelle istituzioni non formali;

Classe 5: gruppo dei ricercatori con bassa conoscenza tecnico-scientifica, favorevoli agli OGM e con poca fiducia nelle istituzioni.

Tabella 5. Valore dei baricentri delle classi degli studenti.

Classe	F1 - ignoranza scientifica	F2 - conoscenza generica	F1 - opinione contraria	F2 - opinione favorevole	F1 - sfiducia istituzioni	F2 - fiducia istit. non formali	Varianza intraclasse
1	-0,911	0,523	0,912	-0,444	1,904	-0,644	13,139
2	0,675	0,146	6,807	0,090	0,158	-0,638	22,088
3	2,234	0,548	-0,628	-0,229	-0,815	-0,350	15,264
4	-2,164	0,123	-3,351	-0,041	-0,728	0,176	18,117
5	0,685	-2,438	0,712	1,204	0,229	2,013	23,124

Tabella 6. Valore dei baricentri delle classi dei ricercatori.

Classe	F1 - ignoranza scientifica	F2 - conoscenza generica	F1 - opinione contraria	F2 - opinione favorevole	F1 - sfiducia istituzioni	F2 - fiducia istit. non formali	Varianza intraclasse
1	-1,841	-0,386	-4,411	0,819	1,330	-1,230	15,564
2	-0,558	-0,290	5,721	1,491	-1,587	1,096	25,790
3	-1,716	1,722	-0,569	0,106	-1,535	-1,068	28,280
4	0,710	0,044	2,011	-0,684	0,250	1,063	13,536
5	2,038	-0,359	-1,921	-0,894	0,190	-0,430	14,687

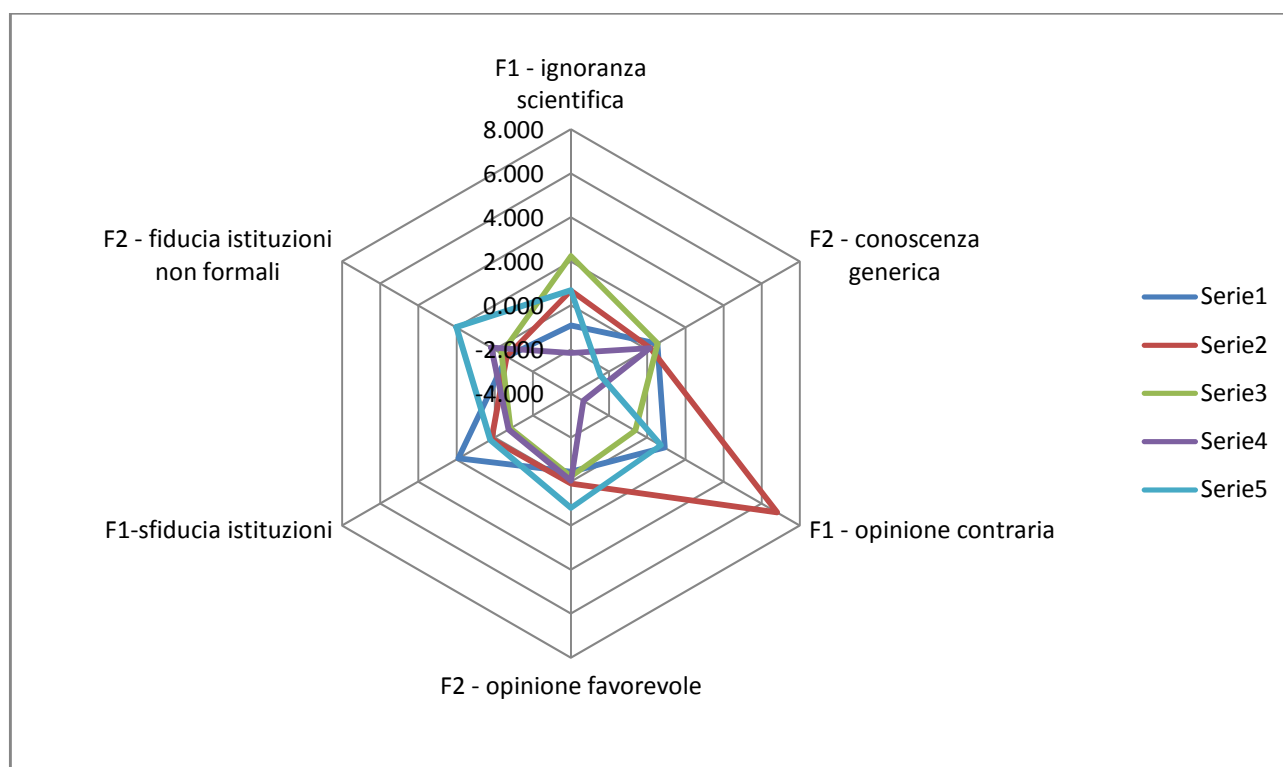


Figura 23. Rappresentazione grafica delle 5 classi che individuano le classi degli studenti

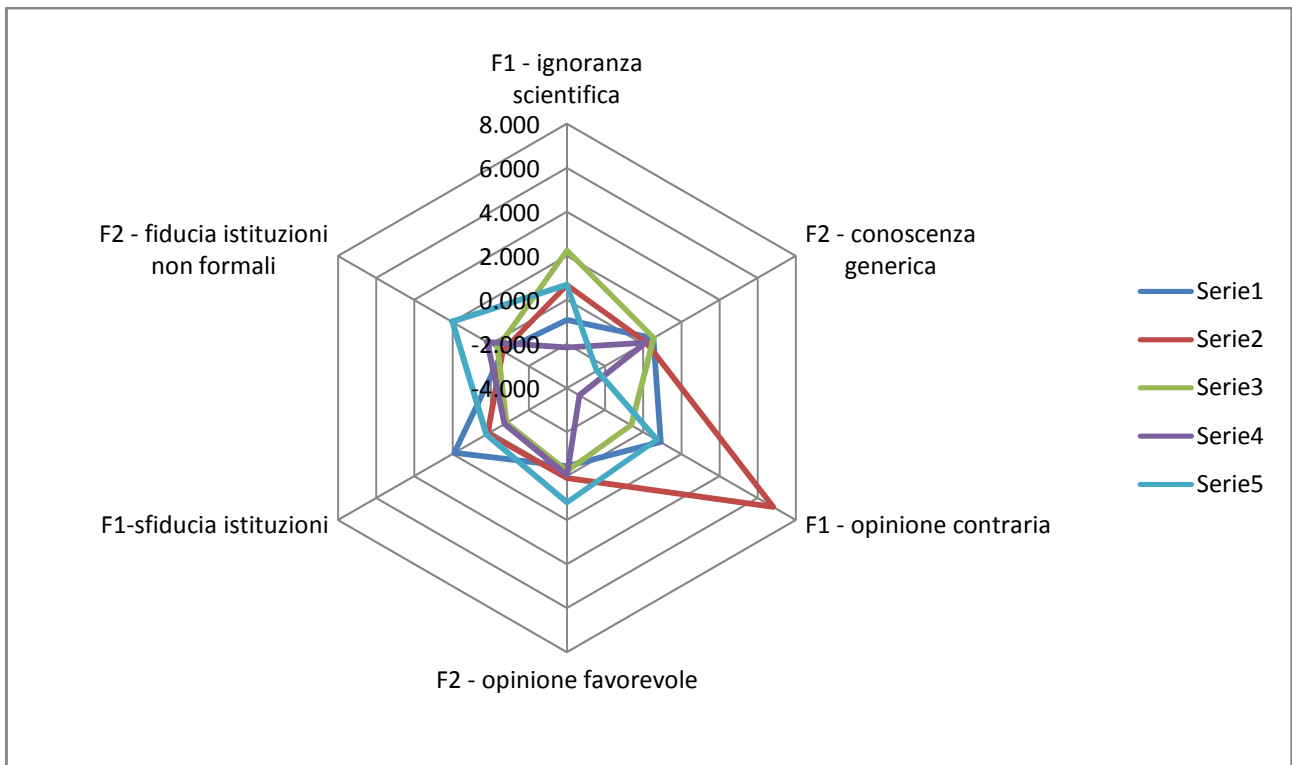


Figura 24. Rappresentazione grafica delle 5 classi che individuano le classi dei ricercatori

Nelle Figure 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 si evincono le caratteristiche socio-anagrafiche degli individui che compongono le diverse classi, sia per gli studenti sia per i ricercatori dove sulle ascisse è stato riportato: il sesso, la laurea, l'età, la dimensione della città, attività economica prevalente, l'associazionismo, il credo religioso; l'orientamento politico e la partecipazione politica e sulle ordinate le percentuali.

Poi sono state interpolate le diverse tipologie di classi individuate attraverso le risposte degli studenti e dei ricercatori con l'anagrafica degli stessi e caratterizzando così le diverse classi (tabella 7 e 8).

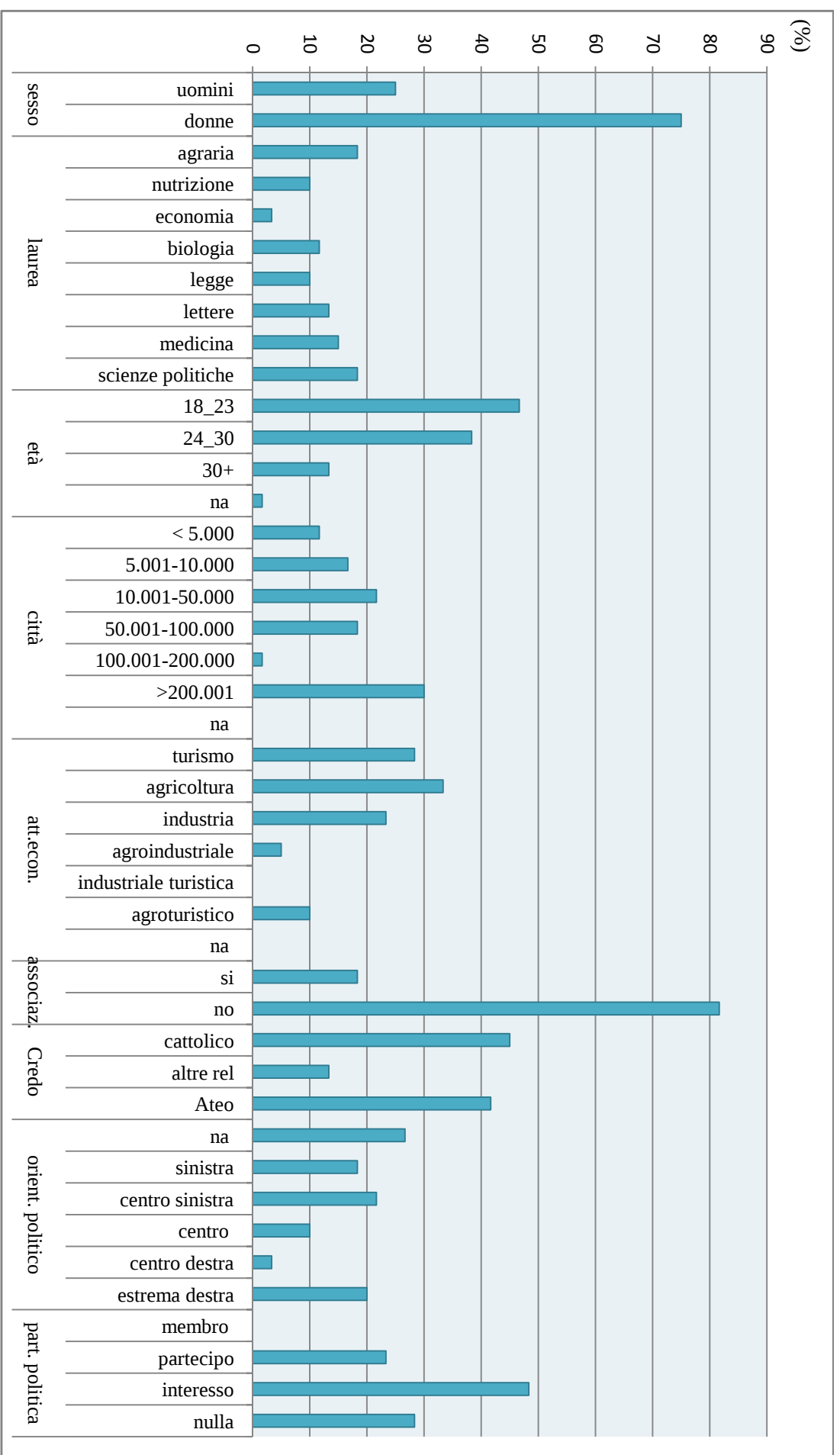


Figura 25: Le caratteristiche socio-anagrafiche degli studenti appartenenti alla Classe 1

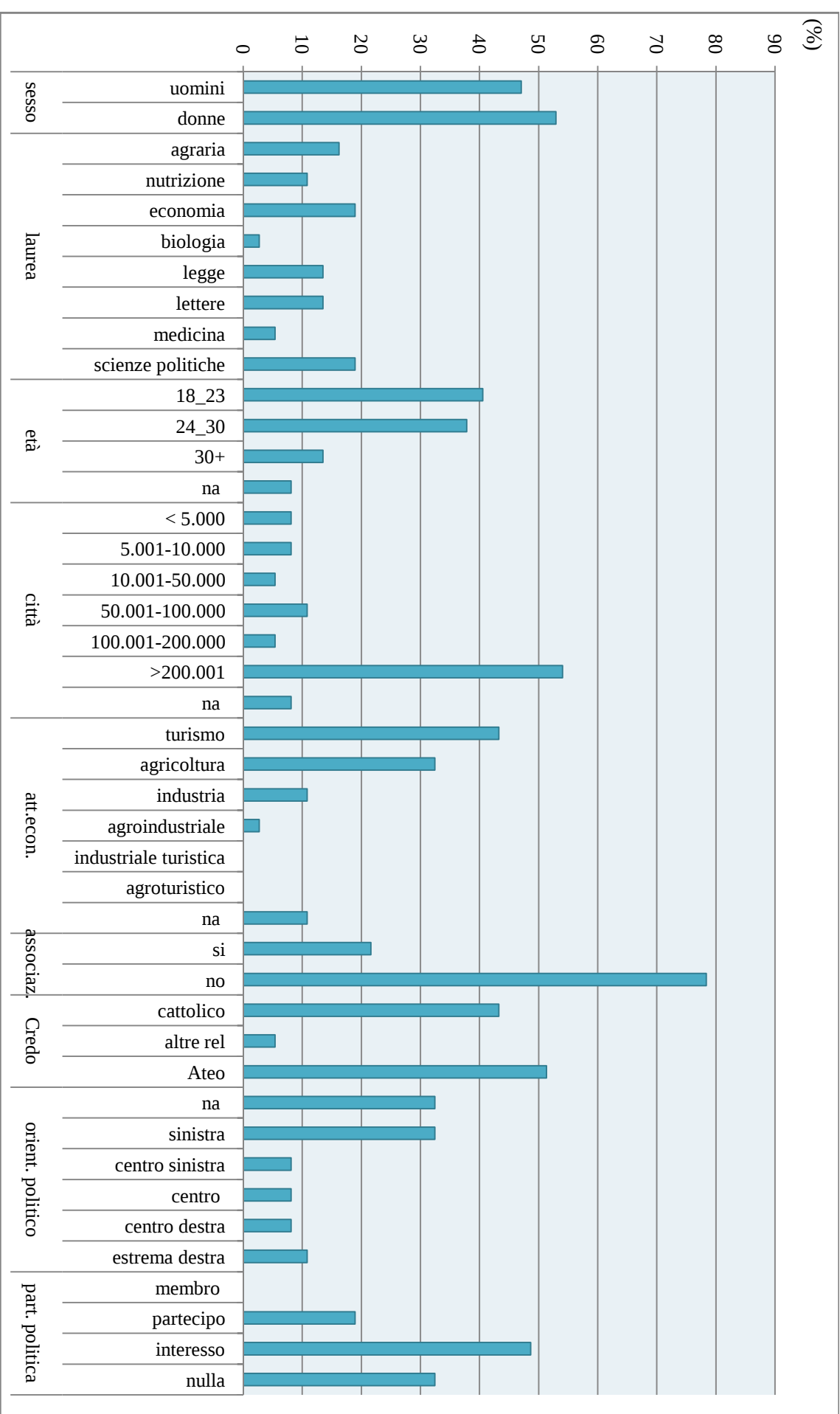


Figura 26: Le caratteristiche socio-anagrafiche degli studenti appartenenti alla Classe 2

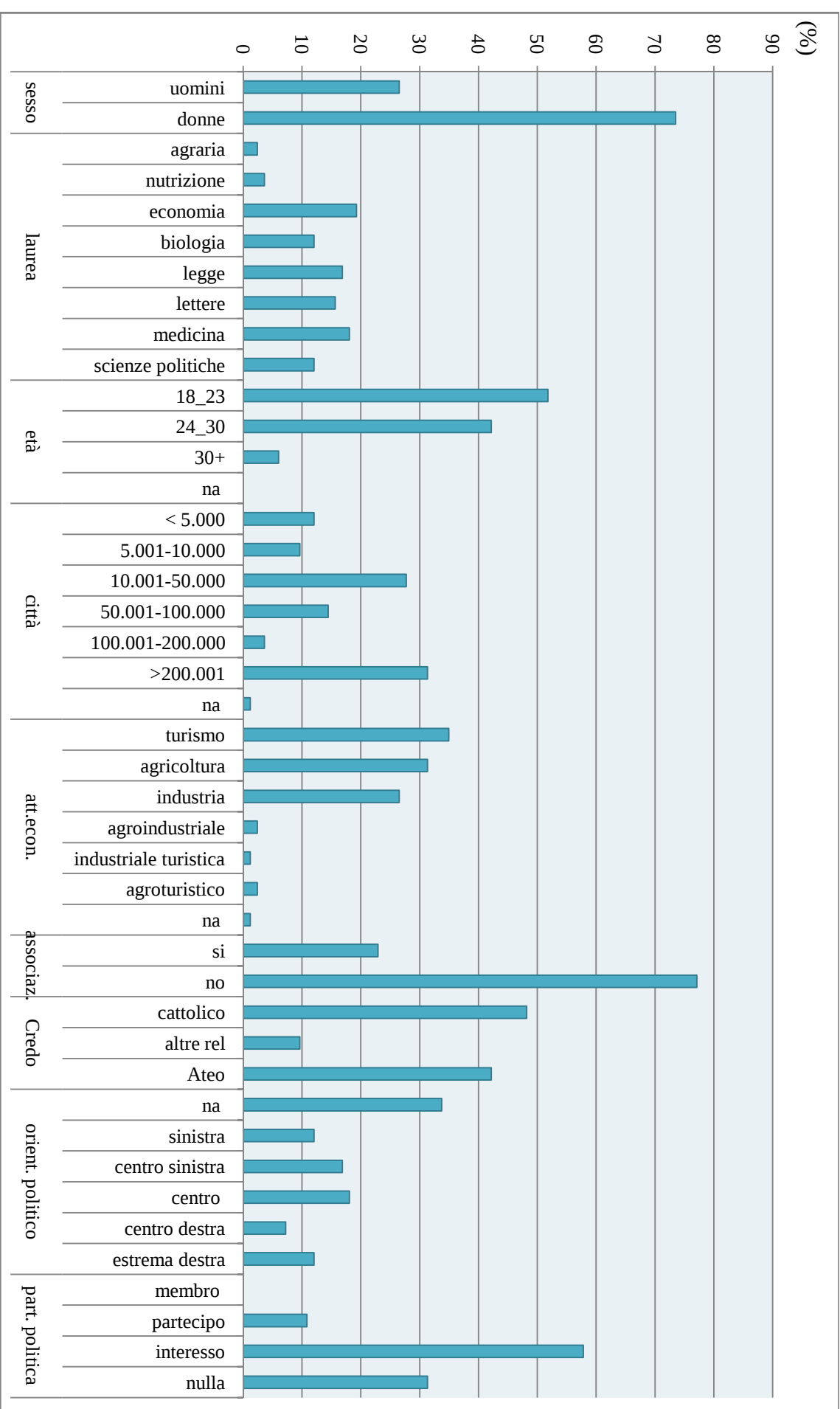


Figura 27: Le caratteristiche socio-anagrafiche degli studenti appartenenti alla Classe 3

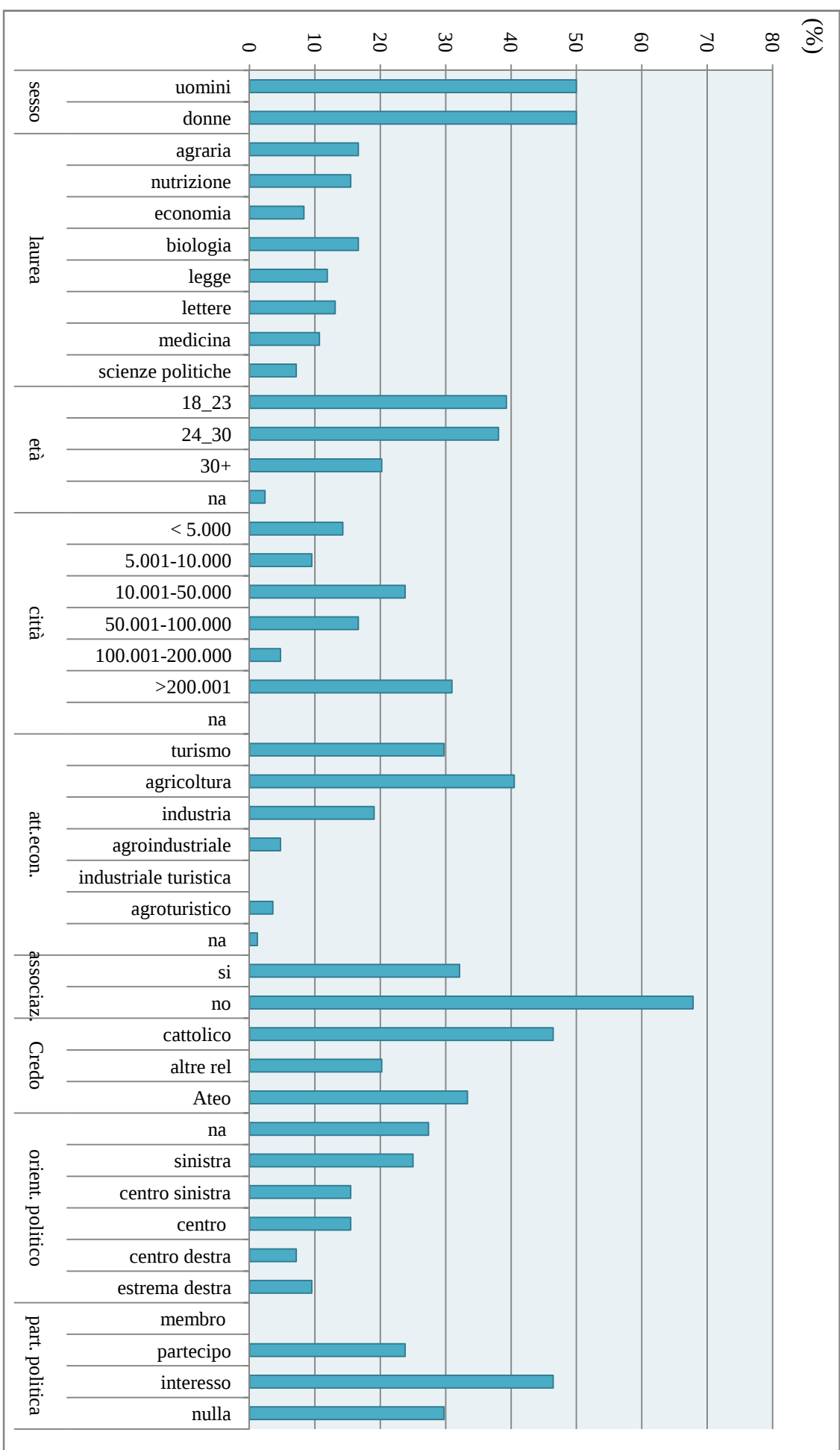


Figura 28: Le caratteristiche socio-anagrafiche degli studenti appartenenti alla Classe 4

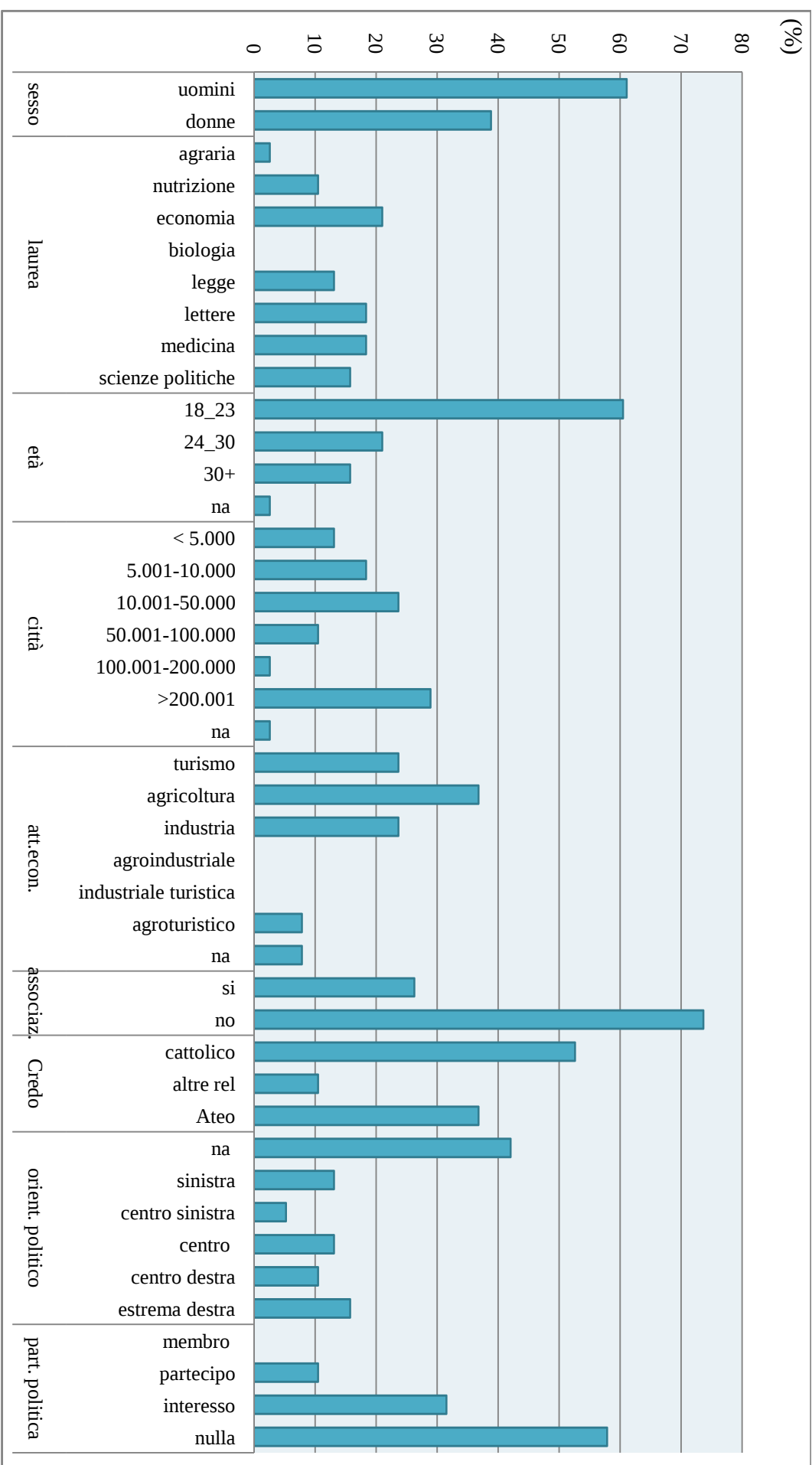


Figura 29: Le caratteristiche socio-anagrafiche degli studenti appartenenti alla Classe 5

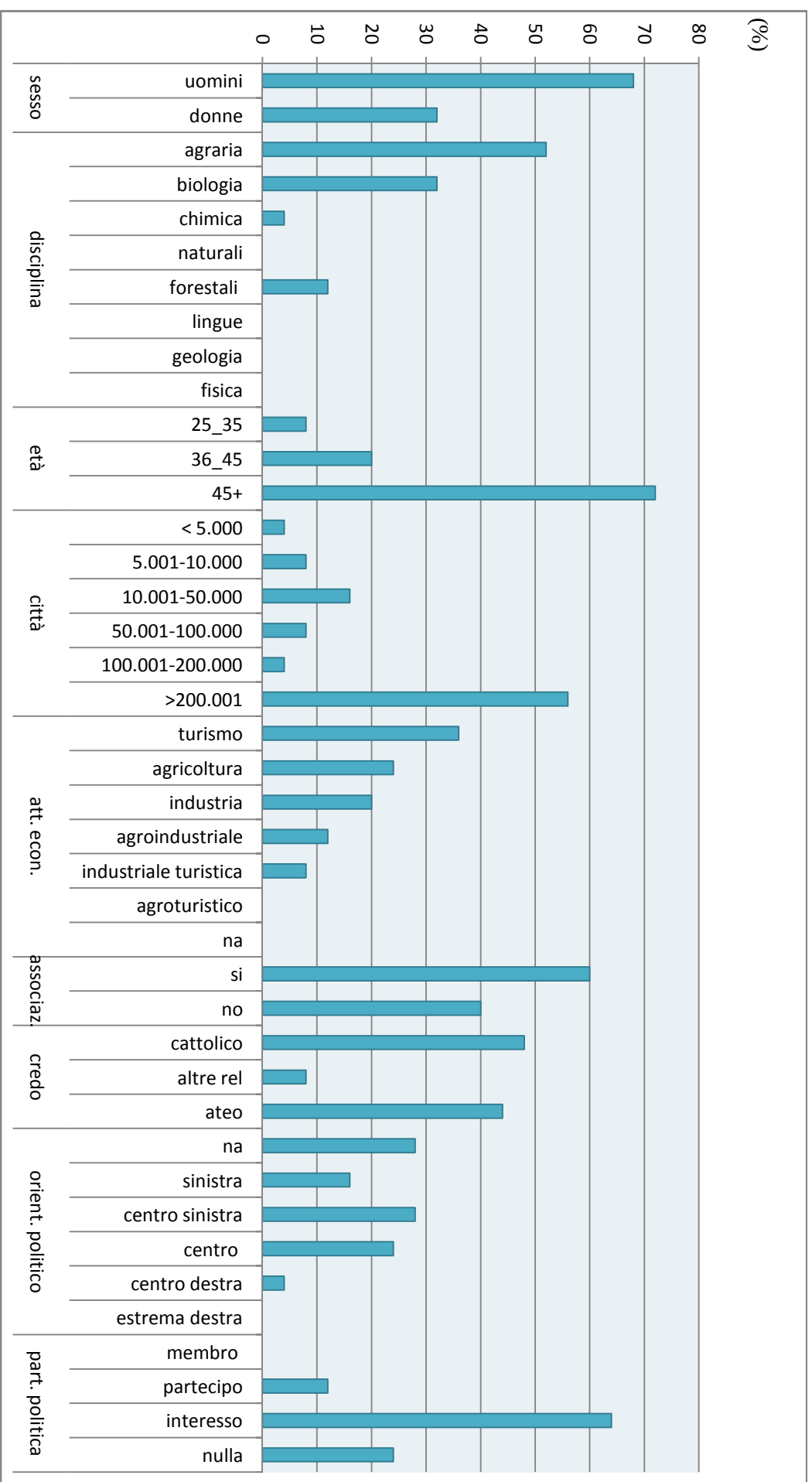


Figura 30: Le caratteristiche socio-anagrafiche dei ricercatori appartenenti alla Classe 1

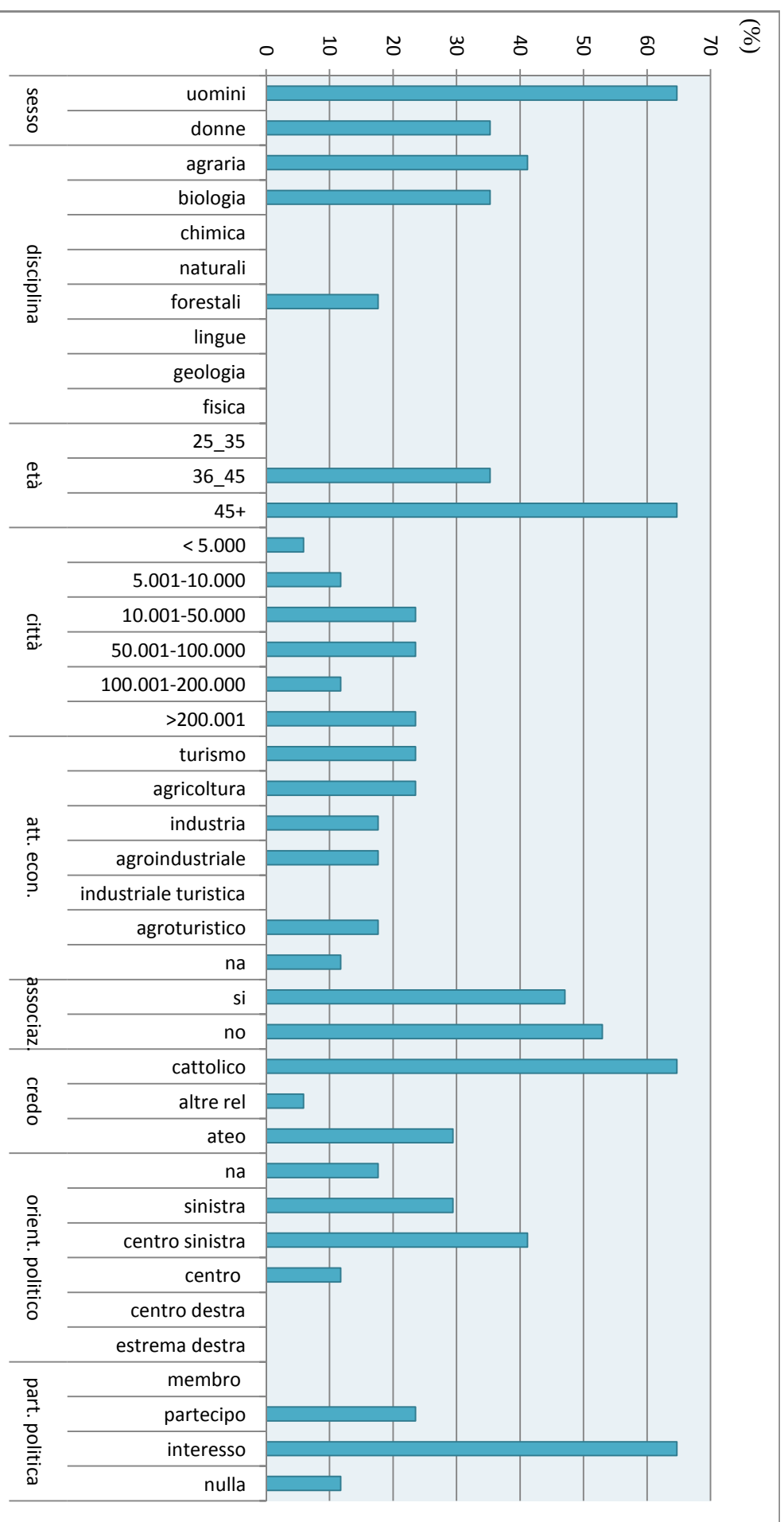


Figura 31: Le caratteristiche socio-anagrafiche dei ricercatori appartenenti alla Classe 2

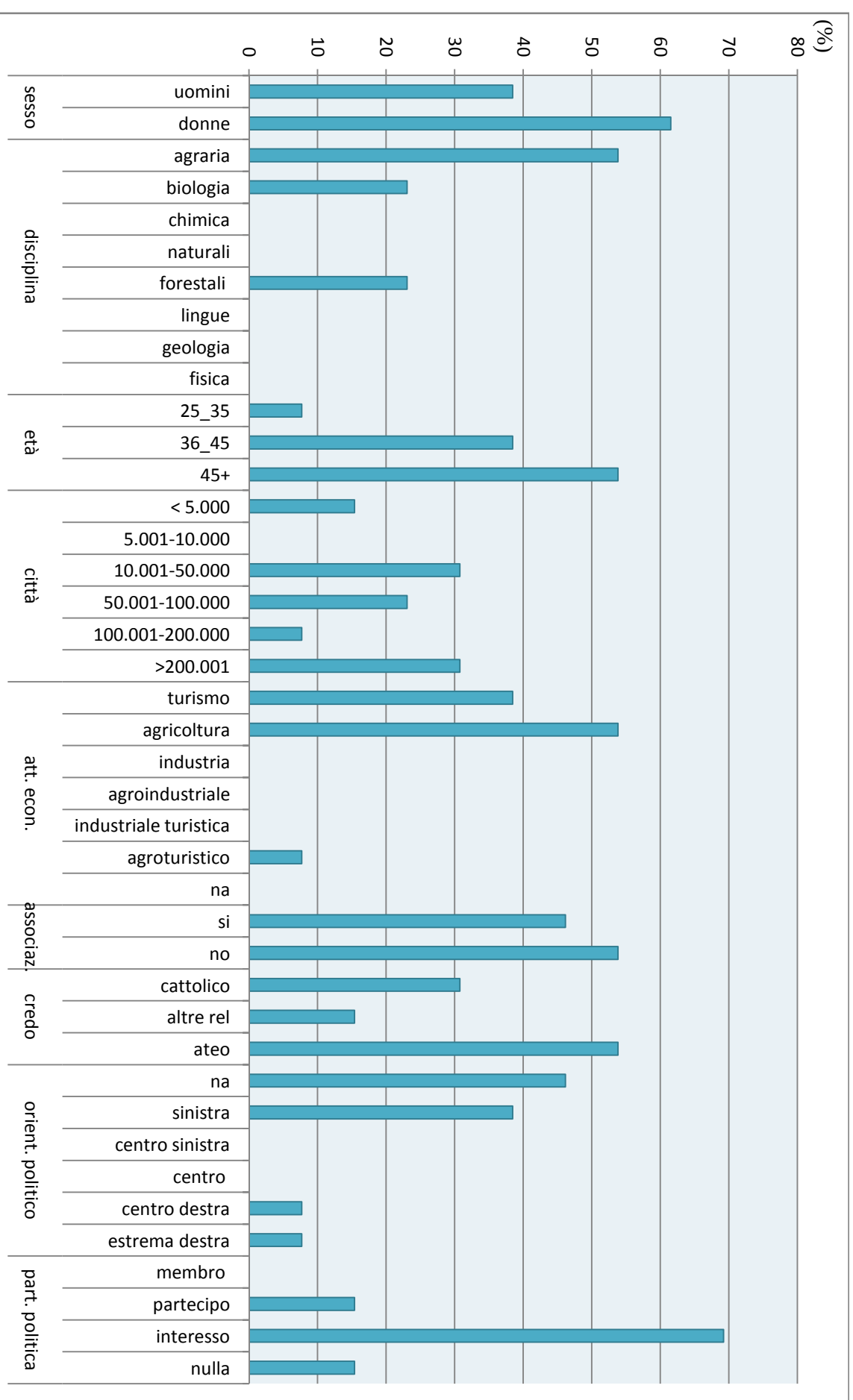


Figura 32: Le caratteristiche socio-anagrafiche dei ricercatori appartenenti alla Classe 3

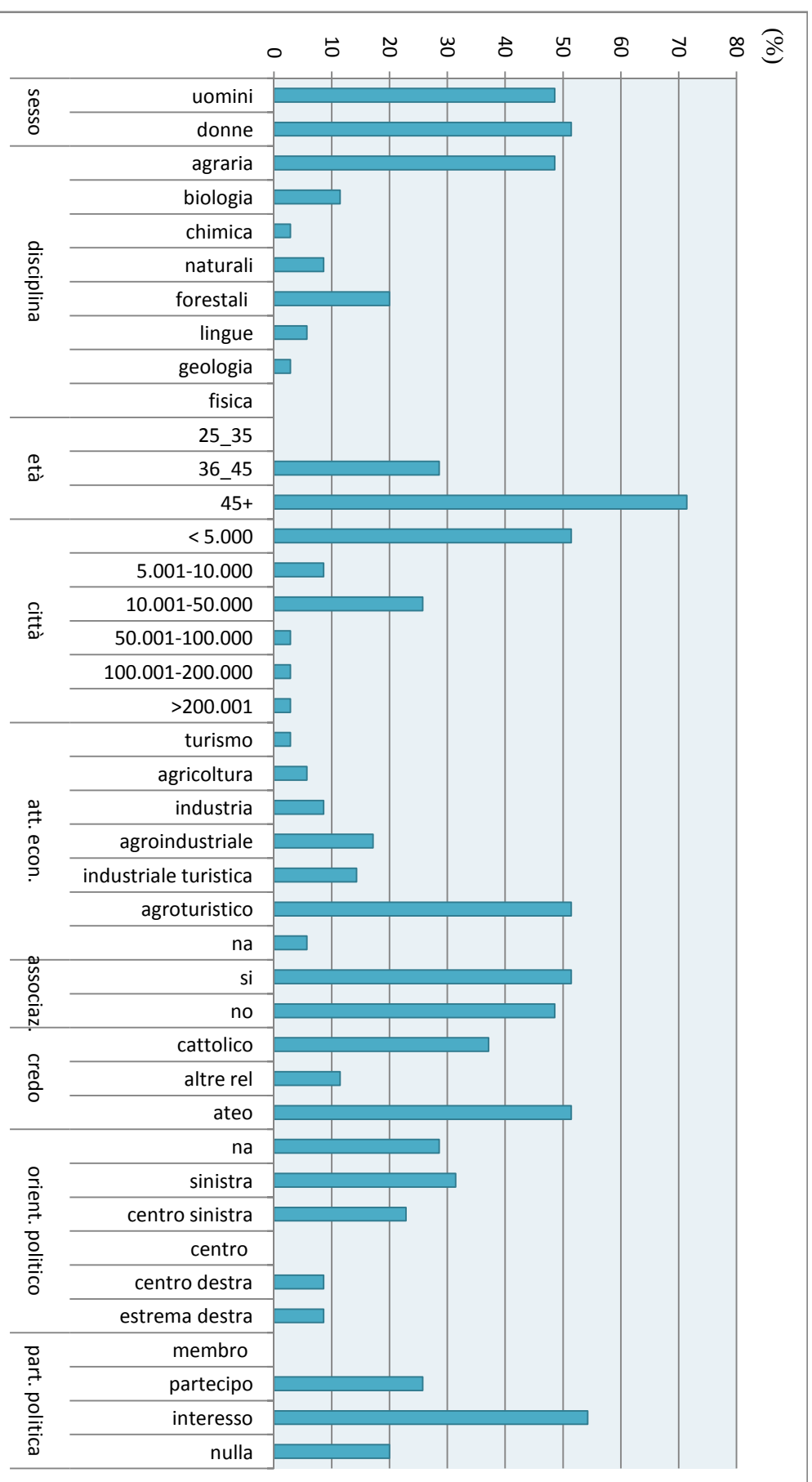


Figura 33: Le caratteristiche socio-anagrafiche dei ricercatori appartenenti alla Classe 4

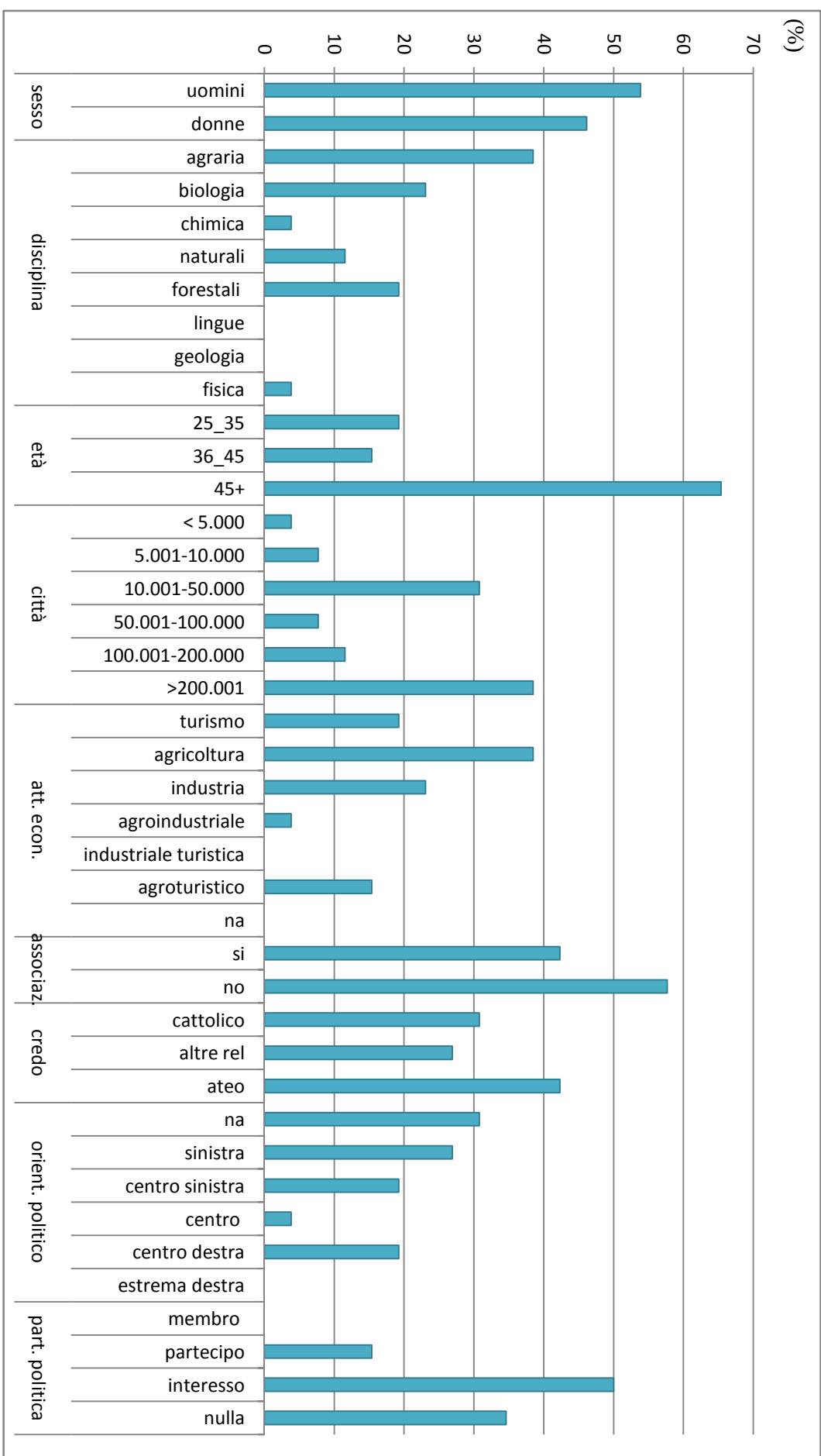


Figura 34: Le caratteristiche socio-anagrafiche dei ricercatori appartenenti alla Classe 5

Tabella 7. Caratterizzazione delle classi degli studenti

Classe	Tipo	Caratterizzazione della Classe
1	informati/contrari/ sfiduciati	Il 75 % della classe è composto da donne, giovani (47% del campione è al di sotto dei 23 anni). Il 51% vive in città con una densità di popolazione inferiore ai 50.000 abitanti, l'attività economica prevalente è l'agricoltura (33%) I credenti sono il 45%, si professano di centro sinistra il 40%. Il 48% si interessa di politica dai media
2	disinformati/contrari/ sfiduciati	Il 53 % di questa classe è formata da donne. Il 70% degli intervistati vive in città con più di 50.000 abitanti. Il 51 % è ateo, di centro sinistra (40%) e si interessa di politica dai media (49%).
3	disinformati/ favorevoli/fiduciosi ist. formali	Anche questa classe è formata soprattutto da donne (73%), giovanissime (il 52% ha un'età compresa tra i 18 ed i 23 anni), il campione per metà vive in grandi centri abitati (50%) e l'altra metà in piccoli centri. Il 48 % è credente, ma c'è un'alta percentuale di atei (42%). Il 29 % dichiara di essere di centro sinistra anche se il 34% preferisce non rispondere a questa domanda, il 58% si interessa di politica dai media.
4	informati/favorevoli/ fiduciosi	La classe è composta da donne ed uomini in ugual numero (50 e 50%), il 39% ha una età compresa tra i 18 ed i 23 anni ed il 38% tra i 24 ed i 30. Vivono in città con densità abitativa superiore ai 50.000 abitanti (53%). Il 46% è di fede cattolica, con orientamento politico di centro sinistra (40%), si interessano di politica dai media (46%).
5	disinformati/favorevoli/ fiducia ist. non formali	La classe 5 è formata per il 61% da uomini, giovanissimi (61% con un'età compresa tra i 18 ed i 23 anni), credenti (53%), il 27% degli appartenenti a questo gruppo sono di centro destra, c'è un'alta % di individui che non hanno risposto a questa domanda (42%). Il 58% non si interessa di politica

Tabella 8. Caratterizzazione delle classi dei ricercatori

Classe	Tipo	Caratterizzazione della classe
1	informati/ favorevoli/ sfiduciati	La classe 1 è composta per il 68% da uomini. Il campione per il 72% ha oltre i 45 anni, Il 68% proviene da città con numero di abitanti superiore ai 50.000. L'attività economica prevalente è turistica (36%) seguita dall'attività agricola e industriale, rispettivamente del 24 e del 20%. Il 60% degli intervistati è iscritto ad organizzazioni umanitarie e non. Il 48% è cattolico e l'8% è di un'altra fede religiosa, il 44% è ateo. Il 44% si professa di centro sinistra, o il 24% di centro ed il 4% di centro destra. Elevato è il numero di persone che non rispondono che è pari al 28%. Nessuno è iscritto ad un partito politico e la maggioranza si interessa di politica dai media (64%).
2	disinformati/ contrari/ fiduciosi	Il 65% dei componenti di questa classe sono uomini. Gli individui sono oltre i 45 anni (65%). Il 60% vive in città con un'intensità abitativa superiore ai 50.000 abitanti, vivono sia di agricoltura sia di turismo (entrambi 24%). Il 53% non è iscritto a nessuna associazione ed il 65% è cattolico. Il 70% ha un orientamento politico di centro sinistra, il 12% di centro ed il 18% non ha risposto. Il 65% si interessano di politica dai media.
3	informati/ favorevoli/ fiduciosi ist. formali	Questa classe è composta per il 65 % da donne, il 54% dei componenti ha una età superiore ai 45 anni mentre il 38% è compresa tra i 36 ed i 45. Il 62% vive in centri abitati superiori ai 50.000 abitanti e, vivono soprattutto di agricoltura (54%). Il 68% è iscritto ad organizzazioni benefiche. I componenti del gruppo sono per lo più atei (54%), di centrosinistra (38%) con un elevato numero di astenuti (46%) . Il 69% si interessa di politica dai media.
4	disinformati/ contrari/ fiduciosi ist. non formali	La classe 4 è composta per il 51% da donne e per il 49% da uomini. Il 71% è oltre i 45 anni e l'86% vive in piccoli centri urbani (< 50.000 abitanti). L'attività economica prevalente è agricolo-turistica (51%), mentre l'attività agro-industriale è del 17%. Il 51% è iscritto ad organizzazioni umanitarie. Il 51% è ateo. Il 54% si professa di centro sinistra e il 18 % di destra il 54% si interessano di politica dai media
5	disinformati/ favorevoli/ sfiduciati	Questa classe è composta per il 54% da uomini e per il 46% da donne, il 65% ha oltre i 45anni, anche se il 19% ha una età compresa tra 25 e i 35 anni. Il 58% vive in grandi centri urbani (>50.000), la cui attività principale è l'agricoltura (38%) seguita dall'Industria (23%). Il 58% non è iscritto a nessuna organizzazione. Prevalentemente credenti (31% cattolici e il 27 si professano altre religioni) il 42% è ateo. Il 46% è di centro sinistra e il 19% e di centro destra, mentre non ha risposto il 31%. Il 50% si informa della politica dai media.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La maggior parte dei questionari effettuati fino ad oggi sulle biotecnologie sono stati condotti in Stati Uniti, Europa e Asia su campioni casuali non selezionati, rivolti a cittadini (Hallman & Metcalfe, 1994) o a consumatori (Hoban, 2004) generici a prescindere dalla formazione e dal livello di istruzione degli intervistati. In generale, i consumatori negli Stati Uniti e in Asia sono più favorevolmente disposti nei confronti della biotecnologia rispetto agli Europei, anche se minoranze significative nella maggior parte dei Paesi esprimono riserve.

Uno dei pochi lavori riguardanti una classe di intervistati selezionata in base al grado di istruzione è stato effettuato in Portogallo (Fonseca et al., 2013) dove i questionari sono stati rivolti a studenti delle scuole medie e delle scuole superiori al fine però di indagare non tanto la percezione delle biotecnologie quanto il grado di conoscenza degli studenti in funzione dei docenti.

La ricerca effettuata in questa tesi sugli studenti universitari e sui ricercatori di alcuni enti di ricerca italiani, si propone di fornire un contributo all'implementazione di indagini finalizzate a misurare il livello di conoscenza, di opinione e di fiducia nelle istituzioni (formali e non formali) di intervistati selezionati sulla base del livello di istruzione.

Dall'analisi dei questionari è emersa una netta distinzione tra le risposte dei ricercatori e degli studenti ed all'interno di queste categorie si sono ben evidenziate le posizioni degli esperti e dei non esperti del settore.

Analizzando le risposte degli studenti al questionario è emerso che l'opinione favorevole o contraria agli OGM non è legata al grado di conoscenza della tematica, ma è sempre associata ad un elevato grado di fiducia o sfiducia (rispettivamente) nelle istituzioni, siano esse formali e/o non formali. Inoltre, i contrari provengono da città con una densità abitativa superiore ai 50 mila abitanti e sono schierati nettamente a sinistra mentre i favorevoli vivono in piccoli centri, con l'agricoltura e turismo come principale attività economica e con un orientamento politico sia a sinistra sia a destra, anche se c'è un'elevata percentuale di non risposte. In particolare, emergono tre classi di studenti favorevoli agli OGM, che racchiudono il 66,34% degli intervistati. La prima classe di favorevoli, composta da ragazzi/e che conoscono bene l'argomento e che ripongono estrema fiducia nelle istituzioni, è caratterizzata da intervistati credenti e con un orientamento politico non ben definito, infatti c'è un elevato numero di

individui che hanno preferito non rispondere alla domanda. Le altre due classi di studenti favorevoli, hanno in comune la poca conoscenza sull'argomento biotecnologie degli intervistati, sono di giovane età e con spiccata fede religiosa, ma sono ben distinte per quanto riguarda il sesso e l'orientamento politico: una è composta da donne di centro-sinistra informate di politica, l'altra da uomini di centro-destra disinteressati alla politica. Anche in queste due classi c'è un elevato numero di individui che non hanno risposto alla domanda sull'appartenenza politica.

Le classi di studenti contrarie agli OGM si dividono in due gruppi: informati e disinformati dell'argomento "biotecnologie". Entrambi i gruppi hanno una totale sfiducia nelle istituzioni, siano esse formali che non formali. Il primo gruppo è composto da donne giovani, con orientamento politico di centro sinistra, prevalentemente credenti, mentre il secondo è formato da una maggioranza di donne (anche se la percentuale degli uomini è cospicua) anch'esse tendenzialmente di centro sinistra, ma per lo più atee.

Dalle risposte date dai ricercatori al questionario, si evidenzia che l'opinione favorevole o contraria agli organismi geneticamente modificati è strettamente legata al grado di conoscenza della tematica. I favorevoli che sono il 55,17% degli intervistati, provengono da grandi centri urbani mentre i contrari da piccole cittadine.

In particolare, dall'analisi dei risultati si evidenziano tre classi di intervistati favorevoli agli OGM e due classi contrarie.

La prima classe favorevole agli OGM è composta da ben informati sul tema delle biotecnologie, ma senza fiducia nelle istituzioni; le caratteristiche anagrafiche di questa prima classe sono: prevalentemente uomini di età superiore ai 45 anni, con fede religiosa e orientamento politico di centro sinistra ed elevata percentuale di intervistati che non hanno risposto alla domanda. La seconda classe dei favorevoli è costituita da ricercatori con buona conoscenza delle biotecnologie e con fiducia nelle istituzioni formali; tale classe è composta soprattutto da donne sopra i 45 anni, con una elevata percentuale di non risposte sull'orientamento politico e atee. Nella terza classe dei favorevoli invece vi sono i ricercatori con poca conoscenza sulle biotecnologie e sfiduciati dalle istituzioni sia formali che non formali; anche questa classe risulta composta soprattutto da donne *over 45*, di centro sinistra ed anche in questo caso c'è un'elevata percentuale di non risposte ed anche una buona

rappresentanza del centro destra, ma, contrariamente alla classe precedente, prevalentemente con fede religiosa.

Entrambe le classi di ricercatori sfavorevoli agli OGM sono formate da persone poco o per nulla informate sull'argomento "biotecnologie" e con una buona fiducia nelle istituzioni. Una classe è costituita da uomini con più di 45 anni, credenti, di centro sinistra, e che si interessano di politica dai media. L'altra classe invece è composta pressoché da un egual numero di uomini e donne, con un'età superiore ai 45 anni, non credenti e con orientamento politico di centro sinistra.

Dalle risposte date ai questionari si nota che, sia tra gli studenti sia tra i ricercatori, non è la fede religiosa ad influenzare l'opinione positiva sulle biotecnologie, quanto l'orientamento politico. Infatti si evidenzia che le classi contrarie agli OGM sono quelle dove c'è una elevata percentuale di individui con orientamento politico a sinistra. Inoltre, malgrado la poca informazione scientifica e per lo più contraria sugli OGM, la percentuale degli individui che ha un'opinione favorevole all'utilizzo di tali colture è risultata essere superiore al 50%. Lo studio delle biotecnologie agroforestali e loro percezione rappresenta un processo chiave per la conoscenza di quelle dinamiche sociali, ecologiche, economiche e commerciali che hanno importanti ripercussioni nella vita del singolo cittadino, della società, della comunità a livello nazionale ed internazionale. Tale (in)formazione, amplificata alle diverse scale di interesse, riveste un ruolo determinante sia per gli addetti ai lavori (e.g. scienziati, decision makers, produttori) sia per gli utenti finali (e.g. stakeholders, associazioni a tema, gruppi di acquisto, singoli cittadini).

Alla luce di questi risultati sulla percezione delle biotecnologie, un ruolo fondamentale della scienza deve essere quello di procurare ai cittadini, agli operatori, ai consumatori, ai politici ed alle autorità responsabili, una chiara percezione, un'informazione scientifica seria e obiettiva dei pericoli, effettivi e non ipotetici, dell'impatto degli OGM sull'ambiente e sulla sicurezza alimentare, sulla salute dell'uomo ma anche degli altri esseri viventi. Viviamo nella società del rischio ed anche l'agricoltura non è mai stata un'attività a rischio zero. Perciò, una scienza responsabile non può offrire totali garanzie, non dà mai certezze assolute o universali, ed è un'idea ingenua attendersi conferme di assenza di rischio per un qualsiasi procedimento scientifico-tecnico, per qualunque attività operativa, inclusi gli OGM. Una realistica valutazione dei rischi e dei benefici deve permettere di individuare una soglia di accettabilità

tale che il rischio sia inferiore o per lo meno eguale a quello accettato per le colture tradizionali, ossia per le piante ottenute con i metodi convenzionali.

L'altro scopo fondamentale della valutazione responsabile e soggettiva dell'analisi dei rischi-benefici, consiste nel mettere gli organi politici, il legislatore sostenuto da molte e buone informazioni scientifiche, in condizione di adottare, coerentemente con il principio di precauzione, le decisioni sull'accettabilità dei rischi. Questo compito è di stretta pertinenza del potere politico il quale, di concerto con la comunità scientifica, potrà anche aggiornare e perfezionare, mediante un continuo monitoraggio degli effetti sull'ecosistema e sulla salute umana, le strategie di gestione dei rischi, cosicché il processo normativo abbia sempre quell'elevata e razionale credibilità che consolidi la fiducia della opinione pubblica. (Scarascia Mugnozza, 2003)

Le parole conclusive sono quelle di Norman Borlaug (Premio Nobel per la Pace dell'11 dicembre 1970, il quale intitolò il suo discorso di accettazione: "La Rivoluzione Verde, Pace e Umanità")., che, salvando 1 miliardo di persone dalla fame, è stato il più ardente e credibile promotore del miglioramento genetico agrario e delle biotecnologie vegetali per la loro capacità di aumentare la produttività delle colture, alleviare la povertà, la fame e la malnutrizione e contribuire a pace e umanità. Borlaug pensava che *"Nell'ultima decade, noi abbiamo osservato il successo delle biotecnologie vegetali. Questa tecnologia sta aiutando gli agricoltori di tutto il mondo ad ottenere rese più elevate riducendo l'uso di pesticidi e l'erosione dei suoli. I benefici e la sicurezza delle biotecnologie è stata provata nell'ultima decade in paesi che rappresentano più della metà della popolazione mondiale. Ciò di cui abbiamo bisogno è del coraggio dei leader di quei paesi in cui gli agricoltori ancora non hanno scelto se non di usare metodi vecchi e meno efficaci. La Rivoluzione Verde ed ora le biotecnologie vegetali stanno aiutando a coniugare la crescente domanda di produzione di cibo con la salvaguardia dell'ambiente per le generazioni future"*.

Bibliografia

- Abdi H., Williams L.J. (2010). Principal component analysis Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics. Volume 2, Issue 4, pages 433–459.
- Aerni P, Scholderer J., Ermen D. (2011). How would Swiss consumers decide if they had freedom of choice? Evidence from a field study with organic, conventional and GM corn bread. *Food Pol* 2011;36: 830–838.
- Agrawal A., Chhatre A., Hardin R. (2008). Changing Governance of the World's Forests. International Forestry Resources and Institute program.
- Agrawal A., Perrin N. (2008). Climate Adaptation, Local Institutions, and Rural Livelihoods. International Forestry Resources and Institute program.
- Aitken, S. N., Yeaman, S., Holliday, J. A., Wang, T., Curtis-McLane, S. (2008) Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evolutionary Applications*, 1(1): 95–111.
- Alberghina L., Cernia E. (1996). *Biotechnologie e bioindustria*, UTET.,
- Albertarelli N. (2006). Studio della comunità batterica in un suolo contaminato da gasolio (diesel) sottoposto a bonifica biologica mediante "landfarming" Tesi di laurea specialistica Università di Pisa
- Altieri, M.A. (2005) The myth of coexistence: why transgenic crops are not compatible with agroecologically based systems of production. *Bulletin of Science, Management and Society* 25: 361-371.
- Álvarez-Alfageme F., Bigler F., Romeis J. (2010). Laboratory toxicity studies demonstrate no adverse effects of Cry1Ab and Cry3Bb1 to larvae of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): the importance of study design. *Transgenic Research* June 2011, Volume 20, Issue 3: 467-479.
- Azizul Moqsud M., Omine K. (2013). Bioremediation of Agricultural Land Damaged by Tsunami Agricultural and Biological Sciences » "Biodegradation of Hazardous and Special Products" chapter 3, book edited by Rolando Chamy and Francisca Rosenkranz.
- Bànati D., Szabò J.A. (2006). Knowledge and acceptance of genetically modified foodstuffs in Hungary, *Acta Biologica Szegediensis* Volume 50(3-4):115-119.
- Basile G. (2008). OGM e Massa media in Italia – Il rapport MediaBiotech.

- Baratta L. (2014). Il Tabù italiano degli OGM e il resto del mondo. LINKIESTA.
<http://www.linkiesta.it/ogm-italia>.
- Barilla (2010). L'agricoltura OGM è sostenibile? Barilla Center for food & nutrition, 2010
- Bartolommei S. (2002) Etica e biocoltura – La biocoltura filosofica e l'agricoltura geneticamente modificata. Edizione ETS.
- Beckmann, V., Soregaroli, C., Wesseler, J. (2006). Coexistence rules and regulations in the European Union. *American Journal of Agricultural Economics*. 88, 1193-1199.
- Belletti P. (2014). www.personalweb.unito.it/piero.belletti/files/TrasformazioneGenetica.pdf
 Accesso 27 Aprile 2014.
- Biotechnology Institute (2010). Timeline of Biotechnology 20th Century. Washington, DC: Biotechnology Institute. http://www.biotechinstitute.org/what_is/timeline.html Accesso 15 Marzo 2013
- Biotechnology in Europe (2005). Comparative study", uno studio comparativo sul settore biotecnologico in 15 paesi europei e gli USA
<http://www.europabio.org/events/BioVision/CriticalI%20studyBiotech-Europ.pdf>) Accesso 13 Febbraio 2012
- Biotechnology -GE Plants and Animals 2010 Brazilian Annual Biotechnology Production & Outlook GAIN Report Number: BR 0612
- Biotechnology Industry Facts (2012). www.bio.org
- Biotechnology Institute (2014). www.biotechinstitute.org Accesso 28 Aprile 2014
<http://www.bio.org/speeches/pubs/er/statistics.asp> Accesso 13 Febbraio 2012.
- Boatman L. (2012). "Bridges made of spider silk? You can thank goats for that". *Berkeley Science Review*. Retrieved 18 October.
- Bonfante P., Anca IA. (2009). Plants, mycorrhizal fungi, and bacteria: a network of interactions. *Annu Rev Microbiol* 63: 363–383.
- Boraste A., Vamsi K.K., Jhadav A., Khairnar Y., Gupta N., Trivedi S. (2009) Biofertilizers: A novel tool for agriculture *Journal of Microbiology Research*, ISSN: 0975-5276, Volume 1, Issue 2: 23-31.
- British Institute of Grocery Distribution (2014), <http://www.igd.com/Research/> Accesso 25 maggio 2015

- Bříza J. et al. (2007). Production of human *Papillomavirus* type 16 E7 oncoprotein fused with β -glucuronidase in transgenic tomato and potato plants, *Biologia Plantarum*, 51 (2): 268-276,
- Brookes G., Barfoot P. (2011). GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2009. PG Economics Ltd, UK Dorchester.
- Brunner AM, Mohamed R, Meilan R, Sheppard LA, Rottmann WH, Strauss SH. (2007). Genetic containment of forest plantations. *Tree Genetics & Genomes*. 3:75-100
- Bullock, D. S. & Desquilbet, M., (2002). "The economics of non-GMO segregation and identity preservation," *Food Policy*, Elsevier, vol. 27(1): 81-99, February
- Cerroni A. (2002). Biotecnologie e percezione di massa: la scienza fra comunicazione e partecipazione. *Innovazione Scientifica e Welfare Europea*. La questione delle biotecnologie.
- Chapotin S.M., Wolt J.D. (2007). Genetically modified crops for the bioeconomy: meeting public and regulatory expectations. *Transgenic Res*. 16: 675-688.
- Chen Z., Chang S., Ho C., Chen Y., Tsai J., Chiang V. (2001). Plant production of transgenic *Eucalyptus camaldulensis* carrying the *Populus tremuloides* cinnamyl 4-hydroxylase gene. *Taiwan J For Sci* 16:249–258.
- Chiang V.L, Puumala R.J, Takeuchi I.H., Eckert R.E. (1988). Comparison of softwood and hardwood kraft pulping. *Tappi J* 71:173–176
- CIHEAM-IAMB (2007). *Mediterra, e Gius. Laterza & Figli*
- Clark, E.A. (2004). GM Crops Are Not Containable: 91-108 In: B. Breckling and R. Verhoeven (eds) *Risk Hazard Damage. Specification of Criteria to Assess Environmental Impact of Genetically Modified Organisms*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*. Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland. Hannover, Germany 8-9 December 2003
- Clive J. (2012). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012. ISAAA Brief No. 44. ISAAA: Ithaca, NY.
- Clive J. (2007). Global Status of Commercialized biotech/GM crops: 2007, ISAAA Brief No. 37, ISAAA, Ithaca, NY.
- Connor A.J., Glare R.T., Nap J.P. (2003). The release of genetically modified crops into the environment. Part II. Overview of ecological risk assessment. *The Plant Journal* 33, 19-46

- Convenzione sulla diversità biologica, (1992). (CBD, Convention on Biological Diversity)
<http://www.cbd.int/convention/> Accesso 15 Febbraio 2012.
- Damgaard I.N., Jensen T.K., Petersen J.H., Skakkebæk N.E., Toppari J., Main K.M. (2007).
 Cryptorchidism and maternal alcohol consumption during pregnancy. *Environ Health Perspect.* 2007;115:272–277.
- D’Annunzio R., Lindquist E.J., MacDicken K.G. (2010). Global Forest Land-use change from 1990 to 2010: an update to a global remote sensing survey of forests.
<http://www.lafranceagricole.fr/var/gfa/storage/fichiers-pdf/Docs/2014/forets-FAO.pdf>.
- De Francesco L. (2013). How safe does transgenic food need to be? *Nature Biotechnology*, 31: 794–802.
- Delwaide A.C., Nalley L.L., Dixon B.L., Danforth D.M., Nayga Jr R.M., Van Loo E.J., Verberke W. (2015). Revisiting GMOs: Are there differences in European Consumers’ acceptance and valuation for cisgenically vs transgenically bred rice? *Plosone* 10(5).
- Demeke T., Morris C .F., Campbell K. G., King G. E., Anderson J. A., Chang H. G. (2001).
 Wheat polyphenol oxidase: distribution and genetic mapping in three inbred line populations. *Crop Sci* . 41:1750–1757.
- De Schrijver A., Devos Y., Sneyers M. (2007). Vertical gene flow in the context of risk/safety assessment and co-existence, in Zollitsch W., Winckler C., Waiblinger S., Haslberger A. (eds) Preprintsof the 7th Congress of the European Society for Agriculture and Food Ethics (EurSafe2007) on Sustainable Food Production and Ethics, Wageningen Academic Publishers: 57-60.
- Devaux C., Klein E.K., Lavigne C., Sausse C., Messéan A. (2007). Environmental and landscape effects on cross-pollination rates observed at long distance among French oilseed rape *Brassica napus* commercial fields *J.Of Applied Ecology* Vol 45 Issue 3.
- Devos D., Dokudovskaya S., Alber F., Williams R, Chait B.T., Sali A. (2004). Components of Coated Vesicles and Nuclear Pore Complexes Share a Common Molecular Architecture. *PLoS Biol* 2(12).
- Devos Y., Maesele P., Reheul D., Van Speybroeck L. (2008). Ethics in the societal debate on genetically modified organisms: a (re)quest for Sense and Sensibility. *J. Agr. Environ. Ethic.* 21: 29-61

- Devos Y., Reheul D., De Waele D., Van Speybroeck L. (2006). The interplay between societal concerns and regulatory frame on GM crops in the European Union. *Environ. Biosafety Res.* 5:127-149.
- Devos Y., Demont M., Dillen K., Reheul D., Kaiser M., Sanvido O. (2009). Coexistence of genetically modified (GM) and non-GM crops in the European Union. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29(2009): 11-30.
- Díaz-Ramírez I., Escalante-Espinosa E., Adams Schroeder R., Reyna Fócil-Monterrubbio R., Ramírez-Saad H. (2013). Hydrocarbon Biodegradation Potential of Native and Exogenous Microbial Inocula in Mexican Tropical Soils. *Agricultural and Biological Sciences » "Biodegradation of Hazardous and Special Products"*, Chapter 8 book edited by Rolando Chamy and Francisca Rosenkranz.
- Dubouzet, J.G., Strabala T.; Wagner A. (2013). Potential transgenic routes to increase tree biomass. *Plant Science* Volume 212: 72-101.
- Duke, S. O., and Powles, S.B. (2009). Glyphosate-Resistant Crops and Weeds: Now and in the Future, *AgBioForum*, vol. 12, no. 3 & 4.
- Dulbecco R. (2005). La mappa della vita - L'interpretazione del codice genetico: una rivoluzione scientifica al servizio dell'umanità.
<http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/131838/54b45f8fd092b8380a9b669ceedd22c0.pdf?sequence=1>.
- Eastham K., Sweet, J. (2002). Genetically Modified Organisms (GMOs): the Significance of Gene Flow through Pollen Transfer Environmental issue report No 28, European Environment Agency, Copenhagen.
- European Commission. (2010); Eurobarometer 341: The European parliament, biotechnology, and science and technology.
- European Commission (2007). http://europa.eu/rapid/press-release_IP-07-807_it.htm
 Bruxelles, 12 giugno 2007 Accesso 16 Febbraio 2014.
- European Commission (2005). http://europa.eu/rapid/press-release_IP-05-1679_it.htm
 Bruxelles, 21 dicembre 2005 Accesso 16 Febbraio 2014.
- European Commission (2003). Commission Recommendation of 23 Jly 2003 on guidelines for development of national strategies and best practices to ensure to coexistence of

- genetically modified crops with conventional and organic farming. Official J. European Comm. L189: 36-47.
- http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_en.pdf. Accesso 22 aprile 2014.
- FAO (2010). Global forest resources assessment 2010 – main report. FAO Forestry Paper No. 163. Rome (<http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>).
- FAO (2009). Background to ABDC -10. Section1 chapter 2. Current status and options for forest biotechnologies in developing countries: 78-112.
- FAO (2006). Global forest resources assessment 2005 – progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper No. 147. Rome. www.fao.org/docrep/008/a0400e/a0400e00.htm. Accesso 10 giugno 2014.
- Fernandez B. (2012). The Imperial Messenger: Thomas Friedman at work. Published by Verso.
- Fernando DD. (2014). The pine reproductive process in temperate and tropical regions. New Forests 45: 333-352.
- Fonseca M.J., Costa P., Lencastre L.,Ttavares F. (2013) A statistical approach to quantitative data validation focused on the assessment of students' perceptions about biotechnology. SpringerPlus 2: 496.
- Friesen H., Murphy K., Breitreutz A., Tyers M., Andrews B. (2003). Regulation of the yeast amphiphysin homologue Rvs167p by phosphorylation. Mol Biol Cell 14(7):3027-40
- Fritz, S. et al. (2003). Awareness and Acceptance of Biotechnology Issues among Youth, Undergraduates and Adults , in“agBioforum”, 6 (4).
- Gain Report, USDA Foreign Agricultural Service,(2010).
- Gallardo P. (2013). OGM, cosa succede in Europa. Intervista a Panorama 31.07.2013
- Galli M., Pampana S. (2004). Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm - Le fonti rinnovabili per la produzione di energia: il ruolo delle biomasse. Quaderno ARSIA 6/2004: 12-23
- Gaskell G., Stares S., Allansdottir A., Allum N., Castro P., Esmer Y., Fischler C., Jackson J., Kronberger N., Hampel J., Mejlgaard N., Mejlgaard N., Quintanilha A., Rammer A., Revuelta G., Torgersen H. and Wagner W. (2010). Europeans and Biotechnology in 2010. Winds of change?. Eurobarometer 64.3 A report to the European Commission's Directorate-General for Research. October.

- Gaskell G, Stares S, Allansdottir A, Allum N, Corchero C, Fischler C. (2006). Europeans and biotechnology in 2005: Special Eurobarometer 244b Available: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_244b_en.pdf. Accesso 22 Aprile 2014.
- Gaskell G., Allansdottir A., Allum N., Corchero C., Fischler c., Hampel J., Jackson J., Kronberger N., Mejlgaard N., Revuelta G., Schreiner C., Stares S., Torgersen H. and Wagner W. (2006). Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends. Eurobarometer 64.3 A report to the European Commission's Directorate-General for Research. May.
- Gaskell G., Allum N., Stares S. (2003). Europeans and Biotechnology in 2002. Eurobarometer 58.0 A report to the EC Directorate General for Research from the project 'Life Sciences in European Society' QL7-CT-1999-00286
- GEV Modena (2007). La Foresta Tropicale sta scomparendo. <http://www.gevmodena.it/mioweb/foresta.html> Accesso 13 giugno 2013
- Greco P. (2015). La percezione pubblica delle biotecnologie verdi. Treccani portale www.treccani.it/scuola/tesine/biotecnologiche/10.html
- Greenacre M., Blasius J., (2006) Multiple Correspondence Analysis and Related Methods . Boca-Raton, FL: Chapman-Hall.: 608.
- Gruber, A.R., Kilgus, C., Mosig, A., Hofacker, I.L., Hennig, W., Stadler, P.F. (2008). Arthropod 7SK RNA. Mol. Biol. Evol. 25(9): 1923--1930. (Export to RIS)
- Gruère G.P. (2006). Review of International Labeling Policies of Genetically Modified Food to Evaluate India's Proposed Rule AgBioForum The Journal of Agrobiotechnology Management & Economics Volume 10 N. 1
- Gruère, G.P. (2006b). An Analysis of Trade Related International Regulations of Genetically Modified Food and their Effects on Developing Countries. IFPRI EPT Discussion Paper 147,
- Gruère, G.P., Carter, C.A. and Farzin, Y.H (2009). Explaining International Differences in Genetically Modified Food Labeling Regulations. Review of International Economics 17(3): 393-408
- Hallman, W. K., & Metcalfe, J. (1994). Public perceptions of agricultural biotechnology: A survey of New Jersey Residents. Food Policy Institute, Cook College, Rutgers, The State

- University of New Jersey. Available on the World Wide Web at: www.foodpolicyinstitute.org
- Halpin, C., Thain S.T., Tilston E.L., Guiney E., Lapierre C., Hopkins D. W. (2007). Ecological impacts of trees with modified lignin - *Tree Genetics & Genomes* 3: 101–110
- Hartigan J.A., Wong M.A. (1979) Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, Vol. 28, No. 1 (1979): 100-108
- Herring R.J. (2008). Opposition to transgenic technologies: ideology, interests and collective action frames. *Nature Rev.* 9: 458-463.
- Hoban, T.J: (2004). Public Towards Agricultural Biotechnology. ESA.
- Huang J., Wang Q. (2002). Agricultural Biotechnology Development and Policy in China *Ag BioForum The Journal of Agrobiotechnology management & economics*. Volume 5 number 4
- Hüsken A., Dietz-Pfeilstetter A. (2008). Parameters Affecting Gene Flow in Oilseed Rape ISB News Report .
- Institute of Grocery Distribution (IGD) shopper vista, (2014). Consumer attitudes to GM foods. <http://www.igd.com/Research/Shopper-Insight/ethics-and-health/4130/Consumer-Attitudes-to-GM-Foods/>
- International Research Associates (INRA) (2000). Eurobarometer 52.1: the Europeans and biotechnology. Available: <http://ec.europa.eu/research/pdf/eurobarometer-en.pdf>. Accesso 22 Aprile 2014
- ISAAA – International service for the acquisition of agri-biotech applications. www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/eventslist/default.asp Accesso 05 maggio 2015
- ISIS (2010). <http://www.i-sis.org.uk/FTGEEEEASI.php> Accesso 25 maggio 2014
- James DC, Freedman RB, Hoare M, Ogonah OW, Rooney BC, Larionov OA, Dobrovolsky VN, Lagutin O.V., Jenkins N. (1995). N-Glycosylation of Recombinant Human Interferon-Gamma Produced in Different Animal Expression Systems. *BioTechnology* 13(6):592-596.
- Jansson C., Stan Wullschlegel D., Kalluri U.C., Tuskan G.A. (2010). Phytosequestration: Carbon Biosequestration da piante e le prospettive di Ingegneria Genetica . October 2010 / Vol. 60 No. 9. *BioScience* 685

- Jenczewski E., Prosperi J.M., Ronfort J. (1999). Evidence for gene flow between wild and cultivated *Medicago sativa* (Leguminosae) based on allozyme and quantitative traits. *Am. J. Bot.* 86: 677-687
- Jorgensen P., Edgington N.P., Schneider B.L., Rupes I., Tyers M., Fitcher B. (2007). The size of the nucleus increases as yeast cells grow. *Mol Biol Cell* 18(9):3523-32
- Jørgensen T., Hauser T.P., Jørgensen R.B. (2007) Adventitious presence of other varieties in oilseed rape (*Brassica napus*) from seed banks and certified seed. *Seed Sci Res* 17:115-125
- Kalaitzandonakes N.G., Magnier A. (2004). Biotech labeling standards and compliance costs in seed production. *Choices* 21(2): 1-9.
- Kalaitzandonakes, N., & Bijman, J. (2003). Who is driving biotechnology acceptance? *Nature Biotechnology*, 21: 366-369.
- Kasperson R.E., Kasperson J.X. (1996). The social amplification and attenuation of risk. *Ann. Am. Acad. Pol. Soc. Sci.* 545: 95-105.
- Knight J.G., Mather D.W., Holdsworth D.K., Ermen D.F. (2007). Acceptance of GM food: an experiment in six countries. *Nat Biotechnol* 25: 507–508 [PubMed].
- Kniskern P.J., Hagopian A., Burke P., Dunn N., Montgomery D.L., Schultz L.D., Schulman C.A., Carty C.E., Maigetter R.Z., Wampler D.E. (1989). The application of molecular biology to the development of novel vaccines. *Adv Exp Med Biol.*;251:83-98.
- Knispel AL, McLachlan SM, Van Acker RC, Friese n LF (2008) Gene flow and multiple herbicide resistance in escaped canola populations. *Weed Sci* 56:72-80.
- Koch B. A. (2007). Liability and compensation schemes for damage resulting from the presence of genetically modified organisms in non-GM crops. Research Unit for European Tort Law. European Centre of Tort and Insurance Law, Austrian Academy of Sciences.
- Kloor K. (2013). The GMO-Suicide Myth discovermagazine - Issues in Science and Technology
- Lapierre C., Pollet B., Petit-Conil M., Toval G., Romero J., Pilate G., Leplé J.C., Boerjan W., Ferret V., De Nadai V., Jouanin L. (1999). Structural alterations of lignins in transgenic poplars with depressed cinnamyl alcohol dehydrogenase or caffeic acid O-methyltransferase activity have opposite impact on the efficiency of industrial Kraft pulping. *Plant Physiol* 119:153–163

- Lazaris A., Arcidiacono S., Huang Y., Zhou J., Duguay F., Chretien N., Welsh, E., Soares, J., Karatzas, C. (2002). "Spider Silk Fibers Spun from Soluble Recombinant Silk Produced in Mammalian Cells". *Science* 295 (5554): 472–476.
- Legendre P., Legendre L. (1998) *Numerical ecology*. 2nd English edition. Elsevier, Amsterdam
- Levidow L., Bijman J. (2002). Farm inputs under pressure from the European food industry, *Food Policy* , 27(1): 31-45, based on results of PITA project, Euro-food report, <http://technology.open.ac.uk//cts/pita/AnnB11-Obj1-food.pdf>.
- Levidow L., Carr S. (2007). GM crops on trial: technological development as a real world experiment. *Future* 39: 408-431.
- Levidow L., Carr S., Wield D. (2005). European Union regulation of agbiotechnology: precautionary links between science, expertise and policy. *Sci Public Pol.* 32: 261-276.
- Li, N. (2000). Review on safety administration implementation regulation on agricultural biological genetic engineering in China. Paper Presented at the China-ASEAN Workshop on Transgenic Plants, Beijing, China.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140): 1–55
- Lofstedt R.E. (2006). How can we make food risk communication better: where are we and where are we going? *J.Risk Res* 9: 869-890.
- Lusk J.L., Sullivan P. (2002) Consumer acceptance of genetically modified foods. *Food Technol.* 56: 32–37.
- Lutman P.J.W, et al.(2005). Persistence of seeds from crops of conventional and herbicide tolerant oilseed rape (*Brassica napus*). *Proc. R. Soc. B.* 272: 1909–1915.
- Lutman P.J.W, Freeman S.E, Pekrun C. (2003). The long-tem persistence of seeds of oilseed rape (*Brassica napus*) in arable fields. *J. Agr. Sci.* 141:231–240.
- MacQueen J.B. (1967). Some Methods for classification and Analysis of Multivariate observations, *Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*", Berkeley, University of California Press, 1:281-297.
- Madaan K. (2015). Cleaning up the mess with Bioremediation. <http://envirohealthmatters.org/content/cleaning-mess-bioremediation>.

- Maesele P.A., Schuurman D. (2008) Biotechnology and the popular press in Northern Belgium. *Sci. Commun.* 29, 435-471.
- Magnera G., Pirro F. (2009). *Le biotecnologie nel settore tessile: Gestione della Qualità*, Roma, Edizioni Nuova Cultura.
- Marris E. (2009). Ecology: Ragamuffin Earth. *Nature* 460: 450-453.
- Marks L.A., Kalaitzandonakes N., Wilkins L., Zakharova L. (2007). Mass media framing of biotechnology news. *Public Underst. Sci* 16: 183-203.
- Melo E.O., Canavessi A.M., Franco M.M., Rumpf R. (2007). Animal transgenesis: state of the art and applications. *J Appl Genet.*;48(1): 47-61.
- Menrad K., Reiter Meier D. (2008). Assessing economic effects: co-existence of GM maize in agriculture in France and Germany, *Science & Public Policy*, vol. 35, No. 2: 107-119.
- Mergen D. (2010) Annual Biotechnology Report, GAIN Report USDA Foreign Agriculture Service – Argentina Biotechnology.
- Merino I., Contreras A., Jing P.Z., Gallardo F., Cánovas F.M., Gómez L. (2014). Plantation Forestry under Global Warming: Hybrid Poplars with Improved Thermotolerance Provide New Insights on the in Vivo Function of Small Heat Shock Protein Chaperones. *Plant Physiology* February 2014 vol. 164 no. 2: 978-991.
- Messean A., Sausse C., Gasquez J., Darmency H. (2007). Occurrence of genetically modified oilseed rape seeds in the harvest of subsequent conventional oilseed rape over time. *Eur. J. Agron.* 27: 115–125.
- Messeguer J., Peñas G., Ballester J, Bas M., Serra J., Salvia J., Palaudelmàs M., Melé E. (2006). Pollen-mediated gene flow in maize in real situations of coexistence. *Plant Biotechnology Journal*, 4: 633–645.
- Myskja B.K. (2006). The moral difference between intragenic and transgenic modification of plants. *J Agric Environ Ethics*;19: 225–238 [PubMed].
- Milano G., Palmerini C. (2011) *La rivoluzione delle cellule staminali. Serie Bianca Feltrinelli*
- Millar C.I., Stephenson N.L., Stephens S.L. (2007). Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications*, 17(8): 2145–2151.
- Moncalean P., Hargreaves C. (2014). Are hybrid pines the super trees of the future? <http://www.scionresearch.com/general/publications/scion-connections/previous->

- issues/past-issues-list/issue-11,-march-2014/are-hybrid-pines-the-super-trees-of-the-future#
 Accesso 01 Febbraio 2015
- Monties B. (1989). Lignins. In: Dey PM, Harborne JB (eds) *Methods in plant biochemistry: Pl Phenolics*. Academic, New York. 1:113–157
- Musser F.R., Shelton A.M. (2003). Bt mais dolce e insetticidi selettivi: Ripercussioni sui parassiti e predatori. *J Econ Entomol* 96: 71-80 PubMed CrossRef.
- Namkoong G. (1982). Challenging Tree Breeding Theory. In: *Proceedings from IUFRO Joint Meeting of Working Parties on Genetics About Breeding Strategies Including Multiclonal Varieties*. Escherode/Sensenstein, Germany: 155–161.
- Namkoong G., Barnes R.D., Burley J. (1980) Screening for yield in forest tree breeding. *Commonw. For. Rev.* 59(1): 61–68.
- Naranjo S.E. (2009). Impatti di Bt colture invertebrati non bersaglio e utilizzare insetticidi modelli. *Recensioni CAB: Perspectives in agricoltura, Veterinaria, Nutrizione e delle risorse naturali* 4, n 011.
- Nasdaq Biotech Index http://dynamic.nasdaq.com/dynamic/nasdaqbiotech_activity.stm
- Navarro M., Bae Malayang D., Panopio J. (2011). Media Representation of Science: How the Philippine Press Defines Biotechnology. *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA)*.
- O'Brien M., Walton M. (2010). Got Silk?. The National Science Foundation. Retrieved 18 October 2012.
<http://www.bionetonline.org>.
- Pautasso C. (2009). RESTful Web Service Composition with BPEL for REST, Data and Knowledge Engineering, 68(9):851-866.
- Petrelli M. (2013). OGM, cosa succede in Europa. <http://scienza.panorama.it/>.
- Pilate G., Guiney E., Holt K., Petit-Conil M., Lapierre C., Leplé J-C, Pollet B., Mila I., Webster E.A., Marstorp H.G., Hopkins D.W., Jouanin L. (2002). Field and pulping performances of transgenic trees with altered lignification – *Nature biotechnology* 20: 607-612.
- Pilate G., Tamasloukht, M., Lelu M. A., Leplé, J. C. (1999). E., Holt, K., Petit-Conil, M., Lapierre, C., Leplé, J.C., Pollet, B., Mila, I., Webster, E. A., Marstorp, H. G., Hopkins, D.

- W., Jouanin, L. (2002). Field and pulping performances of transgenic trees with altered lignification. *Nature Biotechnology* 20: 607–612.
- Pivard S., Demšar D., Lecomte J., Debeljak M., Džeroski S. (2008). Characterizing the presence of oilseed rape feral populations on field margins using machine learning. *Ecol Mod* 212:147-154.
- Podani J. (2007). Spatial confusion or clarity? Reply to Ricotta & Avena. *Journal of Vegetation Science* 18:921-924.
- Pollard K.S., Van der Laan M.J. (2008). Supervised distance matrices, *Statistical Applications in Genetics and Molecular Biology*, 7(1): article 33
- Quoirin M., Quisen R. (2006). Advances in genetic transformation of *Eucalyptus* species. In: Franche C (eds) *Mol Biol Trop Pl. Research Signpost*, Kerala: 41–56.
- Rangasamy M., Rathinasabapathi B., McAuslane H., Cherry R., Nagata R., (2009). Role of leaf sheath lignifications and anatomy in resistance against southern chinch bug (Hemiptera: Blissidae) in St. Augustine grass. *J. Econ. Entomol.* 102: 432-439.
- Ropeik D. (2014). Golden Rice Opponents Should Be Held Accountable for Health Problems Linked to Vitamin A Deficiency. *Scientific American* 15 marzo <http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/2014/03/15/golden-rice-opponents-should-be-held-accountable-for-health-problems-linked-to-vitamin-a-deficiency/>.
- Rossi A. (2010). Perché no OGM – Vandana Shiva: “gli OGM uccideranno i piccoli coltivatori” da “la Stampa” del 4/3/2010.
- Rossi L. (2015). Piante come bioreattori per la produzione di molecole ad interesse medico o farmaceutico. *Scienza attiva- edizione speciale 2014/2015 ExpoTO2015*: 5.
- Saccone C. (2010). Biologia molecolare e sistematica: una rivoluzione in XXI Secolo http://www.treccani.it/enciclopedia/biologia-molecolare-e-sistematica-una-rivoluzione_%28XXI_Secolo%29/.
- Sadanandan A. (2014). Political economy of Suicide: Financial Reforms, Credit Crunches and Farmer Suicide in India. *The Journal of Developing Areas*, Volume 48, Number 4: 287-307
- Sanvido O., Romeis J., Bigler F. (2007). Ecological impacts of genetically modified crops: ten years of field research and commercial cultivation. *Adv. Biochem. Engin./Biotechnol.* 107: 235-278

www.sapere.it/sapere/strumenti/domande-risposte/scienza-tecnologia/inventore-microscopio.html

Scarascia Mugnozza G.T.M. (2003). Le biotecnologie e le produzioni agricole e zootecniche da Storia della Scienza, Vol. IX.

Schiemann J. (2003). Co-existence of genetically modified crops with conventional and organic farming. *Environ. Biosafety Res.* 2: 213-217

Schmidt F. R. (2004). Recombinant expression systems in the pharmaceutical industry. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 65: 363-372.

Schmidt J.E.U., Braun C.U., Whitehouse L.P., Hilbeck A. (2009). Effects of activated Bt transgene products (Cry1Ab, Cry3Bb) on immature stages of the ladybird *Adalia bipunctata* in laboratory ecotoxicity testing. *Arch Environ Contam Toxicol* 56:221–228.

Schnitzler C., Seifert L., Alberty M., Chollet D.(2010). Hip velocity and arm coordination in front crawl swimming. *Int J Sports Med.*;31(12):875–881.

Scienza e HiTech (2015). In arrivo le betulle geneticamente modificate Boschi transgenici forniranno più legno e linfa http://ndnews.it/it/scienza_e_hitech/56.html.

Segretariato della Convenzione sulla Biodiversità Biologica,(1992).

Serra C. (1998). Le Biotecnologie. Editori Riuniti.

Shani Z., Dekel M., Cohen B., Barimboim N., Cohen O., Halay T., Kolosovski N., Shoseyov O. (2004). *Eucalyptus* in the changing world. In: Borralho N (eds) Proceedings of the International IUFRO conference. Aveiro, Portugal:668.

Shani Z., Dekel M., Cohen B., Barimboim N., Kolosovski N., Safranuvitch A., Cohen O., Shoseyov O. (2003). Cell wall modification for the enhancement of commercial eucalyptus species. In: Sundberg B (ed) IUFRO tree biotechnology. Umea Plant Science Center, Umea:S10–S26.

Shao Z., Chen W., Luo H., Ye X., Zhan J. (2002). Studies on the introduction of cecropin D gene into *Eucalyptus urophylla* to breed the resistant varieties to *Pseudomonas solaniacearum*. *Sci Silvae Sin* 38:92–97.

Singh S. (2010). GE Plants and Animals GAIN Report USDA Foreign Agricultural Service. India Biotechnology.

Sittenfeld A., Espinoza A. (2002). Revealing Data on Public Perception of GM Crops. *Plant Science*.

- Slovic, P., Lichtenstein, S. (1968), 'Relative Importance of Probabilities and Payoffs in Risk Taking', 78, *Journal of Experimental Psychology*: 1-18
- Sonoda T., Koita H., Nakamoto-Ohta S., Kondo K., Suezaki T., Kato T., Ishizaki Y., Nagai K., Iida N., Sato S., Umezawa T., Hibino T. (2009). Increasing fiber length and growth in transgenic tobacco plants overexpressing a gene encoding the *Eucalyptus camaldulensis* HD-Zip class II transcription factor. *Plant Biotech* 26:115–120.
- Sundstrom F.J., Williams J., Van Deynze A., Bradford K.J. (2002). Identity Preservation of Agricultural Commodities. UC Davis Seed Biotech Center Pub 8077.. Davis, CA
- Tamino G. (2001). Il bivio genetico. Salute e biotecnologie tra ricerca e mercato. Edizione Ambiente, Milano.
- Tamino G., Pratesi F. (2001). Ladri di geni. Dalle manipolazioni genetiche ai brevetti sul vivente. Editori Riuniti, Roma.
- Teulieres C., Marque C., Boude A.M. (1994). Genetic transformation of eucalyptus. In: Bajaj YPS (ed) *Biotechnology in agriculture and forestry V, plant protoplasts and genetic engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 29:289–307.
- Tesoro G., 2014 OGM: favorevoli, contrari e scettici. Quali Paesi ne fanno più uso nel mondo. *International Business Times*.
<http://it.ibtimes.com/articles/62768/20140218/ogm-etichette-usa-italia-importazioni-spagna.htm#ixzz3PGYresJ3> Accesso 28 dicembre 2014
- Tozzi F., 2010 OGM: lo stato dell'arte [wisesociety.it/alimentazione/ogm-lo-state-dellarte/](http://www.wisesociety.it/alimentazione/ogm-lo-state-dellarte/)
- Sanvido O., Widmer F., Winzeler M., Streit B., Szerencsits E., Bigler F. (2008). Definition and feasibility of isolation distances for transgenic maize cultivation *Transgenic Research*, 17: 317–335.
- United States Department of Agriculture. „ÁúTrees, A Poplar Source for Biofuels,Àù, Cooperative State Research, Education, and Extension Service. October, 2007.
<http://www.csrees.usda.gov/newsroom/research/2007/poplars.html>
- UN-REDD Framework Document. (2008) UN Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries", Environmental Defense Fund.
http://www.edf.org/documents/7975_REDDandCarbonMarketAnalysisReport_EDF_0508.pdf
- USDA 2010 Foreign Agricultural Service Accesso 23 Gennaio 2013

- Van De Wiel C.C.M., Groenevald R.M.W., Dolstra O., Kok E.J., Scholtens I.M.J., Thissen J.T.N.M., Smulders M.J.M., Lotz L.A.P. (2009). Pollen-mediated gene flow in maize tested for coexistence of GM and non-GM crops in the Netherlands: effect of isolation distances between fields. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences* Volume 56 Issue 4: 405-423.
- Van De Wiel C.C.M., Lotz L.A.P. (2006). Outcrossing and coexistence of genetically modified with (genetically) unmodified crops: a case study of the situation in the Netherlands *NJAS — Wageningen Journal of Life Sciences*, 54 (2006):17–35.
- Venus T., Casadamon R., Soregaroli C., Wesseler (2011). Rapporto Finale Confronto tra i margini lordi di coltivazione di mais Bt e non Bt: caso di studio di produttori di mais in Italia, Spagna e Germania- 30 giugno 2011.
- Verhoog H. (2007). Organic agriculture versus genetic engineering *NJAS – Wageningen Journal of Life Science* Volume 54 Issue 4: 387-400.
- Vinocur B., Altman A. (2005). Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations. *Curr. Opin. Biotechnol.* 16: 123-132.
- Walsh, G. (2006). "Biopharmaceutical benchmarks in 2006." *Nat. Biotechnol.* 24(7): 769-776.
- Weekes R., Allnutt T., Boffey C., Morgan S., Bilton, Daniels R., Henry C. (2007). A study of crop-to-crop gene flow using farm scale sites of fodder maize (*Zea mays* L.) in the UK *Transgenic Research*, 16 (2007): 203–211.
- Whitham T.G., Bailey J.K., Schweitzer J.A., Shuster S.M., Bangert R.K., LeRoy C.J., Lonsdorf E., Allan G.J., DiFazio S.P., Potts B.M., Fischer D.G., Gehring C.A., Lindroth R.L., Marks J., Har S.C., Wooley S.C., Wimp G.M. (2006). Community and ecosystem genetics: a framework for integrating from genes to ecosystems, *Nature Reviews Genetics*, vol. 7: 510-523.
- World Bank (2001). A revised forest strategy for the World Bank Group. Draft. Washington, DC, World Bank.
- World Bank (2015). Forests Overview. <http://www.worldbank.org/en/topic/forests/overview#1>
- Wikipedia_ it.wikipedia.org/wiki/Biotecnologia.
- Winckoff D., Jasanoff S., Busch L., Grove-White R., Wynne B. (2005). Adjudicating the GM food wars: science, risk, and democracy in world trade law. *Yale J. Int. L.* 30: 81-123.

Appendice A

Cronistoria delle biotecnologie

- 6000 a.c.** Per la prima volta, in Egitto, viene utilizzato il lievito, per lievitare il pane e fermentare la birra.
- 4000 a.c.** I babilonesi praticano l'impollinazione selettiva sulle palme da dattero impollinando alberi femminili con le caratteristiche migliori con il polline di alberi maschili. Produzione di formaggio e fermentazione del vino (Mesopotamia, Cina e Egitto).
- 500 a.c.** In Cina fu prodotto il primo antibiotico: semi di soia fermentati utilizzati per curare infezioni della pelle.
- 1322** Un capo arabo utilizza per primo l'inseminazione artificiale per allevare cavalli di razza superiore.
- 1590** Hans e Zacharias Jansen inventano il microscopio.
- 1665** Il fisico inglese Robert Hooke esaminando un pezzo di sughero con un microscopio primitivo, osservò che era costituito da piccoli compartimenti, che egli paragonò alle celle di un monastero e le chiamò cellule (naturalmente erano cellule morte, quindi senza nucleo).
- 1674** Anthony Van Leeuwenhoek, attraverso il microscopio ottico ad una sola lente riuscì ad ingrandire un'immagine fino a 300 volte, scopre i globuli rossi, i protozoi e i batteri (sapere.it)
- 1798** Edward Jenner inietta ad un bambino un vaccino virale per proteggerlo dal vaiolo.
- 1838–1839** Matthias Jacob Schleiden e Theodor Schwann dichiarano che tutti gli organismi viventi sono composti da cellule e Virchow (1858) dichiara che ogni cellula nasce da un'altra cellula preesistente.
- 1859** Charles Darwin pubblica la teoria dell'evoluzione basata sulla selezione naturale • Il concetto di selezione dei genitori e della progenie è comune tra i coltivatori e gli allevatori fin dalla fine dell'800.
- 1865** Il monaco cecoslovacco Gregor Mendel studia le piante di pisello e scopre che i tratti genetici vengono trasmessi dalle piante progenitrici alle figlie in modo prevedibile. Scopre in altre parole le leggi dell'ereditarietà. Nasce la genetica. Utilizzando la teoria di Darwin, i coltivatori incrociano tra loro piante di cotone ottenendo centinaia di varietà dalle caratteristiche superiori • Contadini inoculano i campi con batteri capaci di fissare l'azoto, migliorando le coltivazioni • William James Beal produce in laboratorio il primo ibrido sperimentale di mais.
- 1877** Robert Koch mette a punto una tecnica per la colorazione e identificazione dei batteri.

- 1879** Fleming scopre la cromatina, la struttura a bastoncello all'interno del nucleo cellulare che più tardi verrà chiamata cromosoma.
- 1900** La *Drosophila* (moscerino della frutta) viene usata nei primi studi di genetica.
- 1906** Viene introdotto il termine genetica.
- 1911** Peyton Rous scopre il primo virus che causa il cancro.
- 1914** Per la prima volta batteri vengono usati per il trattamento delle acque nere in Manchester, Inghilterra.
- 1915** Vengono scoperti i batteriofagi, particella virale submicroscopica (www.treccani.it)
- 1919** Il termine biotecnologia viene usato per la prima volta in uno scritto.
- 1920** Viene scoperto da Evans e Long l'ormone della crescita umano.
- 1928** Alexander Fleming scopre l'antibiotico penicillina • Con un test su piccola scala di *Bacillus thuringiensis* (Bt), inizia in Europa, il controllo di un parassita del mais.
- 1938** Inizia in Francia la commercializzazione di questo biopesticida • Karpechenko incrocia rapanelli e cavoli creando piante fertili derivanti da generi diversi • Laibach usa per primo la selezione embrionale per ottenere ibridi da incroci nelle piante: la tecnica si chiama oggi ibridizzazione.
- 1930** Il congresso americano approva il Plant Patent Act, consentendo di brevettare i prodotti derivanti dall'incrocio di piante.
- 1933** Un ibrido di mais, sviluppato da Henry Wallace negli anni 1920, viene commercializzato. La crescita di piante di mais ibride elimina la necessità di conservare i semi. Le rese eccezionali compensano il costo maggiore per l'acquisto dei semi.
- 1945** Il 78% del mais coltivato negli Stati Uniti è il mais ibrido.
- 1938** Viene coniato il termine biologia molecolare.
- 1941** Il termine ingegneria genetica viene usato per la prima volta dal microbiologo danese A. Jost in una lezione sulla riproduzione di un lievito all'istituto tecnico in Lwow, Poland.
- 1942** Il microscopio elettronico viene utilizzato per identificare e caratterizzare un batteriofago, un virus che infetta i batteri • La penicillina viene prodotta su larga scala usando microbi.
- 1944** Avery et al. dimostrano che il DNA contiene informazione genetica • Waksman isola la streptomycina, un antibiotico contro la tubercolosi.
- 1946** Si scopre che materiale genetico proveniente da diversi virus può essere combinato per formare un nuovo tipo di virus, un esempio di ricombinazione genetica • Riconoscendo il pericolo di perdita di diversità genetica, il congresso americano approva fondi per la creazione di una collezione sistematica di piante e per la loro conservazione.
- 1947** McClintock scopre elementi transponenti, o "jumping genes," in mais.

- 1949** Pauling dimostra come l'anemia falciforme sia una "malattia molecolare" derivante da una mutazione della proteina emoglobina.
- 1950** Prima generazione di piante ottenute da coltura in vitro
- 1951** Viene realizzata per la prima volta l'inseminazione artificiale negli animali utilizzando seme congelato.
- 1953** Il giornale scientifico Nature pubblica il manoscritto di James Watson e Francis Crick che descrive la struttura a doppia elica del DNA, l'inizio dell'era moderna della genetica.
- 1955** viene isolato per la prima volta un enzima coinvolto nella sintesi di un acido nucleico.
- 1956** Kornberg scopre l'enzima DNA polimerasi I, iniziando a capire come si replica il DNA.
- 1958** Si capisce come l'anemia falciforme sia dovuta ad un cambiamento di un singolo aminoacido
• Per la prima volta si sintetizza DNA in vitro.
- 1959** Si sviluppano fungicidi sistemici e si delineano i passaggi nella biosintesi delle proteine.
Ancora, negli anni '50 • Vengono scoperti gli interferoni • Primo antibiotico sintetico
- 1960** Sfruttando l'appaiamento delle basi, si creano ibridi di DNA-RNA. Si scopre l'RNA messaggero.
- 1961** USDA (Dipartimento dell'Agricoltura Americano) registra il primo biopesticida: *Bacillus thuringiensis*, o Bt.
- 1963** Nuove varietà di grano scoperte da Norman Borlaug aumentano la resa delle coltivazioni del 70%.
- 1964** L'International Rice Research Institute nelle Filippine inizia la cosiddetta Green Revolution con nuove varietà di riso che se vengono fertilizzate adeguatamente, raddoppiano la resa rispetto a varietà usate in precedenza.
- 1965** Harris e Watkins fondono con successo cellule umane e di topo.
- 1966** Si decodifica il codice genetico, dimostrando che sequenze di 3 basi nucleotidiche (codone) determinano ciascuno dei 20 aminoacidi.
- 1967** Si mette a punto il primo sequenziatore automatico di proteine.
- 1969** Un enzima viene sequenziato in vitro per la prima volta.
- 1970** Norman Borlaug riceve il premio Nobel per la Pace (vedi 1963) • Vengono scoperti gli enzimi di restrizione che "tagliano e cuciono" materiale genetico, aprendo così la strada al clonaggio genico • Con la Green Revolution si introducono i semi ibridi nei paesi del terzo mondo.
- 1971** Prima sintesi completa di un gene.
- 1972** Si scopre che la composizione del DNA umano è simile per il 99% a quello degli scimpanzé e dei gorilla • Si iniziano i primi lavori di trasferimento embrionale • Paul Berg generò la prima

molecola di DNA chimerico, ovvero riuscì ad unire due frammenti di DNA di diversa provenienza dando origine ad una nuova entità genetica.

- 1973** Stanley Cohen e Herbert Boyer perfezionano le tecniche per tagliare e legare il DNA (usando enzimi di restrizione e ligasi) e riproducono nuovo DNA in batteri.
- 1974** Il National Institutes of Health crea un Recombinant DNA Advisory Committee per monitorare la ricerca nel campo della genetica ricombinante.
- 1975** Durante la Asilomar Conference, California, viene chiesto al governo americano di sviluppare linee guida per regolare esperimenti con DNA ricombinante • Vengono prodotti i primi anticorpi monoclonali.
- 1976** Le tecniche di DNA ricombinante vengono applicate per la prima volta allo studio di una malattia ereditaria umana • L'ibridazione molecolare viene usata per la diagnosi prenatale dell'alfa talassemia • I geni di lievito vengono espressi nel batterio E. coli • Viene determinata la sequenza di basi per un gene specifico • Il National Institutes of Health-Recombinant DNA Advisory Committee comunica le prime direttive in materia di DNA ricombinante.
- 1977** Prima espressione di geni umani in batteri • Vengono sviluppate procedure per un rapido sequenziamento di lunghe catene di DNA usando l'elettroforesi.
- 1978** Per la prima volta viene identificata la struttura di un virus • Viene prodotta per la prima volta insulina umana ricombinante • Scienziati del Nord Carolina dimostrano che è possibile introdurre mutazioni specifiche in siti specifici di DNA.
- 1979** Viene sintetizzato per la prima volta l'ormone della crescita umano • Viene fondata la prima azienda per sviluppare prodotti geneticamente modificati
- 1980** Scienziati scoprono come trasferire i bit di informazione genetica da un organismo a un altro, consentendo l'espressione di caratteri desiderabili nell'organismo ospite. Questo processo è chiamato ingegneria genetica ed è quella che utilizza la biotecnologia. Utilizzando la tecnica del "gene splicing" o "la tecnologia del DNA ricombinante", gli scienziati possono aggiungere informazioni genetiche per creare una nuova proteina che fornisce nuovi personaggi - come la resistenza alle malattie o parassiti • La Corte Suprema Americana nel caso Diamond v. Chakrabarty, approva la possibilità di brevettare organismi, consentendo alla Exxon di brevettare un microrganismo che “mangia idrocarburi” • Viene inventata la prima apparecchiatura per sintetizzare geni • Ricercatori introducono con successo un gene umano che codifica per la proteina interferone in un batterio • Berg, Gilbert, Sanger vincono il Nobel per la Chimica per la creazione della prima molecola ricombinante.
- 1981** Ricercatori della Ohio University producono i primi animali transgenici trasferendo geni di altri animali in topo • Gli scienziati cinesi sono i primi a clonare un pesce, una carpa dorata.

- 1982** Applied Biosystems, Inc., introduce il primo sequenziatore di proteine commerciale a fase gassosa, riducendo la quantità di campione proteico necessaria per il sequenziamento • Primo vaccino ricombinante per animali di allevamento • Primo farmaco biotecnologico approvato dalla FDA: insulina umana prodotta in batteri geneticamente modificati • Prima trasformazione genica di una cellula vegetale di petunia.
- 1983** La nascita ufficiale dell'ingegneria genetica vegetale risale al 18 gennaio 1983, quando al *Miami winter symposium on molecular genetics of plants and animals*, tre gruppi di ricerca annunciarono contemporaneamente di aver trasferito per la prima volta in cellule vegetali un gene marcatore, quello per la resistenza all'antibiotico kanamicina. Si tratta di due gruppi (quello di Mary-Dell Chilton, della Washington University di St. Louis, Stati Uniti, e quello di Jeff Schell e Marc van Montagu, dell'Università di Gent in Belgio) che avevano già contribuito a fondare la nascente disciplina svelando i segreti dell'*Agrobacterium tumefaciens* di un'industria agrochimica destinata a guidare la rivoluzione biotecnologica in agricoltura, la Monsanto di St. Louis. Proprio la Monsanto vanta il primato di essere riuscita a produrre le prime piante transgeniche (delle petunie) utilizzando cellule vegetali ingegnerizzate; pur assicurandosi i diritti di proprietà intellettuale sul promotore virale più utilizzato per far esprimere i transgeni nelle piante (il35S), questa industria non è riuscita a ottenere il brevetto sull'utilizzazione dell'*Agrobacterium* • Viene ideata la tecnica chiamata polymerase chain reaction (PCR). La PCR, che utilizza calore ed enzimi per fare un numero illimitato di geni e loro frammenti, diventerà uno dei maggiori strumenti della ricerca biotecnologica e dello sviluppo dei prodotti a livello mondiale • Viene realizzata la prima trasformazione genica di cellule vegetali con il plasmide TI • Viene sintetizzato il primo cromosoma artificiale • Vengono trovati primi marker genetici per malattie ereditarie •
- 1984** Viene sviluppata la tecnica del DNA *finger printing* (l'impronta digitale a DNA) • Viene clonato e sequenziato l'intero genoma del virus del HIV.
- 1985** Markers genetici per malattie del rene e fibrosi cistica vengono identificati • Il test del DNA entra a far parte delle prove di un processo legale • Una piccola compagnia californiana, la Calgene, utilizzò un gene per la resistenza all'erbicida Roundup identificato in un batterio mutante • Per la prima volta vengono testate in campo piante transgeniche resistenti agli insetti, virus e batteri • Il National Institute of Health approva le linee guida per fare esperimenti di terapia genica nell'uomo.
- 1986** Il primo vaccino umano ricombinante è quello contro l'epatite B • L'interferone è il primo farmaco antitumorale prodotto biotecnologicamente • Un chimico dell'University of California-Berkeley descrive come combinare anticorpi ed enzimi (*abzymes*) per la creazione

di farmaci • Ricercatore della Monsanto infatti, riuscì a introdurre nel DNA del tabacco, la resistenza ai virus. Il gene esprimendo una proteina virale di superficie, riproduce quel fenomeno naturale per cui le piante possono acquisire una certa immunità agli attacchi virali quando sono infettate da un virus. • L'Environmental Protection Agency approva la coltivazione della prima pianta transgenica, il tabacco.

1987 Prima approvazione per un test in campo di una pianta per uso alimentare, i pomodori resistenti ai virus • Frostban, un batterio geneticamente modificato che inibisce la formazione della brina sulle coltivazioni, viene testato in campo sulle fragole e sulle patate in California, il primo test in campo di un batterio ricombinante • Prime piante di tabacco Bt, sviluppate dalla compagnia fondata da Marc van Montagu (la Plant genetic systems)

1988 Genetisti molecolari di Harvard ottengono il primo brevetto per un animale geneticamente modificato, un topo transgenico • Viene conferito un brevetto per il processo di ottenimento di proteasi resistenti alla candeggina per l'impiego in detergenti • Il congresso americano stanziava fondi per lo Human Genome Project, l'enorme progetto di mappare e sequenziare il genoma umano e quello di altre specie.

1989 Prima approvazione di test in campo del cotone cosiddetto insect-protected (Bt) • Inizia il Plant Genome Project.

Ancora, negli anni '80 • Viene approvato in Europa l'uso di un vaccino animale a DNA ricombinante • Vengono utilizzati microbi per la pulizia di versamenti in mare di greggio, introducendo la cosiddetta bioremediation technology

1990 Viene introdotta Chy-Max™, una versione artificiale dell'enzima caseario chimosina. E' il primo prodotto di DNA ricombinante ad essere introdotto nella catena alimentare americana • Viene lanciato lo Human Genome Project—uno sforzo internazionale di mappare i geni dell'uomo • Il primo esperimento di terapia genica viene realizzato con successo su una bambina di 4 anni affetta da una malattia del sistema immunitario • Viene creata la prima mucca da latte transgenica che produce proteine di latte umano per la produzione di latte artificiale • Primo mais immune da insetti, il mais Bt • Un lievito modificato è il primo prodotto alimentare approvato in U.K. • Primo test ambientale di un animale geneticamente modificato, una trota.

1992 Scienziati americani e britannici mettono a punto una tecnica per testare in vitro embrioni per anomalie genetiche quali la fibrosi cistica e l'emofilia • L'FDA dichiara che cibi transgenici non sono "intrinsecamente pericolosi" e non richiedono regolamentazioni particolari.

1993 L'FDA approva la somatropina bovina (BST) utilizzata per una maggiore produzione di latte nelle mucche.

- 1994** Viene scoperto il primo gene responsabile del tumore al seno • Viene approvata la versione ricombinante della Dnasi umana, che riduce l'accumulo di proteine nei polmoni di persone affette da fibrosi cistica • Il pomodoro è stata la prima pianta transgenica messa sul mercato (USA); dimensioni maggiori e conservazione più lunga sono le sue caratteristiche principali. Caso particolare è quello dei pomodori in scatola dell'azienda Sainsbury sulle confezioni appariva fieramente la dicitura: fatto con pomodori modificati geneticamente. In seguito l'etichetta fu cambiata.
- 1995** Il primo trapianto di midollo da babbuino a uomo viene realizzato in un malato di AIDS • Viene completata la prima sequenza genica completa di un organismo diverso da un virus, la sequenza del batterio *Hemophilus influenzae* • La terapia genica, la modulazione del sistema immunitario e gli anticorpi prodotti in modo ricombinante entrano nella clinica delle terapie anti cancro.
- 1996** La scoperta di un gene associato alla malattia di Parkinson fornisce ai ricercatori una nuova via di ricerca sulle cause e possibili trattamenti di questa condizione neurologica debilitante.
- 1997** In Scozia viene clonato a partire da una cellula adulta il primo animale, una pecora di nome Dolly • Vengono commercializzate le prime coltivazioni resistenti alle erbacce e agli insetti: soia Roundup Ready® e il cotone resistente agli insetti Bollgard® • Coltivazioni geneticamente modificate crescono su quasi 2 milioni di ettari in tutto il mondo: Argentina, Australia, Canada, Cina, Messico e Stati Uniti • Un gruppo di ricercatori dell'Oregon sostiene di aver clonato 2 scimmie Rhesus.
- 1998** Vengono stabilite linee di cellule staminali umane • Scienziati alla Kinki University in Giappone clonano 8 vitelli identici a partire da cellule prese da una singola mucca adulta • Viene sequenziato il primo genoma animale completo, quello del nematode *C. elegans* • Viene prodotta una bozza della mappa genomica umana, mostrando la posizione di circa 30.000 geni.
- Inoltre, negli anni '90 • Prima condanna penale usando il test del DNA in U.K. • Si scopre che il tumore ereditario al colon è causato da un gene per la riparazione del DNA difettoso • Negli Stati Uniti viene approvata la vendita di biopesticidi biotecnologici • Viene rilasciato un brevetto per topi con specifici geni trapiantati • Primo brevetto europeo di un animale transgenico, un topo sensibile a sostanze cancerogene.
- 2000** Prima mappa completa del genoma di una pianta, la *Arabidopsis thaliana* • Coltivazioni geneticamente modificate crescono su 43.5 milioni di ettari in 13 paesi • Viene annunciata una bozza della sequenza del genoma umano.

- 2001** Il riso è la prima pianta di cui si mappa completamente il genoma • Ricercatori del Chinese National Hybrid riferiscono di aver creato un “super riso” che può avere una resa doppia rispetto al riso normale • Un singolo gene da Arabidopsis viene inserito nelle piante di pomodoro per creare la prima pianta capace di crescere in terra e acqua salata.
- 2002** La prima bozza di una mappa funzionale del proteoma di lievito, un network di complessi proteici e delle loro interazioni, viene completata. La mappa del genoma di lievito era stata pubblicata nel 1996 • Un consorzio internazionale sequenzia il genoma del parassita che causa la malaria e delle specie di zanzare che la trasmettono • Una bozza della mappa completa del genoma umano viene pubblicata, e la prima parte del Progetto Genoma termina in anticipo rispetto ai tempi previsti e con minor spesa del previsto • Gli scienziati fanno notevoli progressi nella comprensione dei fattori responsabili del differenziamento delle cellule staminali, identificando più di 200 geni coinvolti nel processo • Coltivazioni geneticamente modificate raggiungono 58 milioni di ettari in 16 paesi, un incremento del 12 per cento rispetto agli ettari coltivati solo nel 2001. Più di un quarto (27%) degli ettari globali totali cresce in 9 paesi emergenti • Ricercatori annunciano risultati soddisfacenti nella ricerca di un vaccino contro il cancro cervicale, la prima dimostrazione di un vaccino preventivo per un tumore • Ricercatori completano la sequenza del patogeno del riso più importante, un fungo che distrugge abbastanza riso da sfamare 60 milioni di persone annualmente. Combinando la conoscenza del genoma del fungo e del riso, gli scienziati comprenderanno le basi molecolari dell'interazione tra la pianta e il parassita • I ricercatori devono ripensare la loro visione dell'RNA quando scoprono l'importanza di piccoli frammenti di RNA nel controllare molte funzioni cellulari.
- 2003** I ricercatori scoprono un gene per la vulnerabilità alla depressione e fanno notevoli progressi nell'identificare link genetici alla schizofrenia e disordine bipolare • Viene messo sul mercato nord americano il primo animale biotecnologico, il GloFish. Creato per identificare inquinanti acquatici, il pesce si illumina di rosso al buio grazie alla presenza di un gene per la fluorescenza naturale • Le coltivazioni geneticamente modificate aumentano del 15 per cento raggiungendo i 66.8 milioni di ettari in 18 paesi. Per la prima volta il Brasile e le Filippine coltivano piante modificate geneticamente. Inoltre, l'Indonesia consente il consumo di cibo geneticamente modificato importato e la Cina e l'Uganda ne consentono l'importazione • Gli U.K. approvano la commercializzazione di una pianta geneticamente modificata per la prima volta in 8 anni. La pianta è un mais resistente agli erbicidi usato come mangime • La U.S. Environmental Protection Agency approva il primo mais transgenico resistente al coleottero del genere Diabrotica la cui larva si ciba delle radici. Questo mais potrebbe far risparmiare ai

contadini fino a 1 miliardo di dollari annualmente in minor perdite di raccolti e minor uso di pesticidi • Per la prima volta viene clonata una specie in via di estinzione, il bue selvatico della Malesia. Vengono clonati per la prima volta diversi altri animali, tra cui muli, cavalli e cervi. • Dolly, la pecora clonata che aveva fatto notizia nel 1997, viene soppressa dopo aver sviluppato una malattia progressiva dei polmoni. Dolly era il primo mammifero clonato con successo • Ricercatori giapponesi creano un caffè geneticamente modificato che è naturalmente decaffeinato.

2004 Un gruppo di ricercatori coreani riferisce di aver creato la prima linea di cellule staminali embrionali umane prodotte a partire dal trasferimento di nuclei di cellule somatiche (clonaggio) • L'FDA approva il primo farmaco tumorale anti-angiogenico, Avastin (bevacizumab).

2006 Negli Stati Uniti viene commercializzata per la prima volta una pianta perenne transgenica: l'erba medica resistente agli erbicidi.

2007 Viene depositato presso il US patent & trademark Office il brevetto numero 20070122826, intitolato "Minimal bacterial genome" ovvero l'essere vivente con il più piccolo corredo genetico, capace di vita propria.

2010 I ricercatori del J. Craig Venter Institute creano la prima cellula sintetica.

(Mark Gibson 2012; Biotech Institute 2010; NHM 1989/90; Biotechnology Institute, 2014. Enciclopedia Treccani; Wikipedia)

Appendice B

Questionario Studenti e Ricercatori

Unità I. In questa unità ci interessa il tuo grado di conoscenza delle tematiche scientifiche, tecnologiche e biotecnologiche ed in particolar modo della modificazione e /o ingegneria genetica

1. Come valuteresti il tuo livello di conoscenza delle tematiche relative:

	1	2	3	4	5
	Molto buono	Buono	Modesto	Basso	Molto basso
(1) biotecnologia?					
(2) sviluppo e coltivazione delle piante?					

2. Come valuteresti il livello delle tue conoscenze personali delle seguenti tematiche:

	1	2	3	4	5
	Molto buono	Buono	Modesto	Basso	Molto basso
(1) Coltivazione di ortaggi?					
(2) Coltivazione di alberi?					
(3) Coltivazione di fiori?					

3. Gli ibridi di piante vengono prodotti da incroci di diverse varietà dello stesso genere (p.es. incrocio di due diverse varietà di pomodori). Come valuteresti il tuo livello di conoscenza sui metodi di produzione di ibridi di piante?

	1	2	3	4	5
	Molto buono	Buono	Modesto	Basso	Molto basso

4. In quale misura sei d'accordo o non (considerandolo corretto o scorretto dal punto di vista etico) con la produzione di piante ibride nel modo sopra accennato?

	1	2	3	4	5
	Sono pienamente d'accordo	Sono d'accordo	Non ho un parere in proposito	Non sono d'accordo	Non sono affatto d'accordo

5. Credi:

		Si	No
(1) di aver mai consumato alimenti provenienti da <u>ibridi di piante</u> ?			
(2) che i supermercati nel tuo Paese vendano alimenti provenienti da <u>ibridi di piante</u> ?			

6. La modificazione genetica di piante comprende metodi che permettono agli scienziati di creare nuove piante prelevando uno o più geni provenienti da un organismo (pianta, animale, altro) ed inserendolo/i nelle cellule di una pianta. Come valuteresti il tuo livello di conoscenza di questi metodi?

	1	2	3	4	5
	Molto buono	Buono	Modesto	Basso	Molto basso

7. In quale misura sei d'accordo o non (considerandolo corretto o scorretto dal punto di vista etico) con la produzione di piante geneticamente modificate nel modo sopra accennato?

	1	2	3	4	5
	Sono pienamente d'accordo	Sono d'accordo	Non ho un parere in proposito	Non sono d'accordo	Non sono affatto d'accordo

8. Credi:

Si

No

(1) di aver mai consumato alimenti prodotti da *piante geneticamente modificate*?

(2) che i supermercati nel tuo Paese vendano alimenti provenienti da *piante geneticamente modificate*?

9. La modificazione genetica degli alberi comprende modificazioni nel materiale genetico di piante forestali, da frutto e ornamentali e punta a migliorare le caratteristiche specifiche, come quella della rapidità di crescita dell'albero. Come valuteresti il tuo livello di conoscenza di questi metodi per ogni tipo di albero?

	1	2	3	4	5
	Molto buono	Buono	Modesto	Basso	Molto basso

(1) Alberi forestali

(2) Alberi da frutto

(3) Alberi ornamentali

10. In quale misura sei d'accordo o non (considerandolo corretto o scorretto dal punto di vista etico) con la produzione di alberi geneticamente modificati nel modo sopra accennato?

	1	2	3	4	5
	Sono pienamente d'accordo	Sono d'accordo	Non ho parere in proposito	Non sono d'accordo	Non sono affatto d'accordo

(1) Alberi forestali

(2) Alberi da frutto

(3) Alberi ornamentali

11. Credi che gli alberi geneticamente modificati siano coltivati:

Si

No

(1) nel tuo Paese?

(2) in altre parti del Mondo?

12. Dalle tue conoscenze quali delle seguenti affermazioni, sulle *biotecnologie* e sulla *modificazione genetica*, sono corrette? E quali scorrette?

Corretto

Scorretto

(1) Le piante geneticamente modificate hanno geni. Le altre piante non ne hanno.

(2) La stragrande maggioranza degli ortaggi coltivati (pomodori, cetrioli ecc.) sono ibridi.

(3) Se qualcuno consuma alimenti geneticamente modificati, i suoi geni possono di conseguenza essere modificati.

(4) L'insulina somministrata a pazienti diabetici viene prodotta con metodi di ingegneria genetica.

(5) Alberi geneticamente modificati sono già stati commercializzati in alcune parti del mondo.

(6) Le biotecnologie non includono sempre la modificazione genetica.

(7) Nella coltivazione biologica si usano alcune volte pesticidi derivati da sostanze prodotte con metodi di modificazione genetica.

(8) La modificazione genetica di un albero può essere effettuata da qualsiasi agricoltore.

Unità II. In questa unità ci interessa conoscere le tue posizioni e opinioni sulla natura, l'ambiente, le biotecnologie e l'ingegneria genetica

13. Dalle seguenti affermazioni scegli quella che ti rappresenta nel modo migliore:

- (1) Essendo esseri umani, non siamo obbligati a proteggere la natura perché il ruolo della natura è quello di soddisfare i bisogni umani.
- (2) I problemi ambientali esistenti sono strettamente collegati alle disuguaglianze sociali. Di conseguenza se le disuguaglianze sociali fossero eliminate, sarebbero eliminati anche i problemi ambientali.
- (3) Essendo esseri umani siamo obbligati a proteggere la natura, perché la natura ha un proprio valore e bellezza al di là dell'utilità per gli esseri umani.
- (4) Essendo esseri umani non dominiamo sugli altri esseri viventi (animali, piante ecc.) perché tutti hanno lo stesso diritto ad esistere.
- (5) Nessuna delle affermazioni sopra citate mi rappresenta. L'affermazione seguente mi rappresenta di più (*scrivere sulle righe qui sotto*):

14. Quale è la prima parola o la prima figura che ti viene in mente quando pensi ai seguenti termini (*Scrivere sulla riga rispettiva*):

- (1) Natura.....
- (2) Ambiente
- (3) Albero.....
- (4) Biotecnologie
- (5) Modificazione genetica

15. Di seguito si riportano affermazioni riferite alle biotecnologie ed alla modificazione/ingegneria genetica. In quale misura sei d'accordo o non con ognuna di esse?

	1	2	3	4	5
	Sono pienamente d'accordo	Sono d'accordo	Non ho un parere in proposito	Non sono d'accordo	Non sono affatto d'accordo
1. I rischi probabili provenienti dall'uso dell'ingegneria genetica sono tanto grandi che si richiede una legislazione rigorosa.					
2. I rischi provenienti dall'uso dell'ingegneria genetica sono infondati ed esagerati.					
3. Dato che la natura è complessa, è impossibile che gli scienziati conoscano esattamente quali sono le conseguenze più ampie provocate dalle modificazioni genetiche					
4. Le multinazionali che producono organismi geneticamente modificati, si interessano più al profitto che all'ambiente.					
5. Gli scienziati sanno che cosa fanno. Quindi una moderata legislazione sull'uso dell'ingegneria genetica è sufficiente.					
6. La maggior parte delle modificazioni genetiche si eseguono anche se non c'è un vero e proprio bisogno.					

7. Timori infondati sull'ingegneria genetica hanno limitato il progresso scientifico.

16. Di seguito si riportano gli obiettivi che possono essere realizzati attraverso la modificazione genetica delle piante. In quale misura sei d'accordo o non con la modificazione genetica per la realizzazione di ciascuno degli obiettivi nominati?

Obiettivo	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accord o	5 Non sono affatto d'accordo
1. Possibilità di allungare il periodo di conservazione di frutta e verdura.					
2. Produzione di frutta e verdura qualitativamente migliori					
3. Produzione di generi alimentari più economici					
4. Incremento della scelta varietale disponibile					
5. Incremento dei generi alimentari disponibili per far fronte alla sottoalimentazione nel mondo					
6. Produzione di piante resistenti a malattie per ridurre l'uso di fitofarmaci.					
7. Produzione di farmaci economici di origine vegetale (ad es. vaccini)					
8. Produzione di generi alimentari con sostanze nutrienti per la prevenzione di malattie (ad es. riso arricchito con vitamina A per la prevenzione della cecità)					
9. Rimozione degli allergeni da prodotti vegetali quali fave e pistacchi.					
10. Produzione di piante come materia prima per uso industriale (ad es. coltivazione di patate per la produzione di carta).					
11. Ampliare le nostre conoscenze della scienza e della tecnologia					

17. Di seguito si riportano gli argomenti a favore della modificazione genetica di alberi. In quale misura sei d'accordo o non con l'uso di alberi geneticamente modificati per:

	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
(1) aumentare la produzione di biocarburanti economici (ad es.: tronchi di alberi più voluminosi)					
(2) abbreviare i tempi di coltivazione degli alberi (ad es.: crescita più rapida degli alberi)					
(3) ridurre l'uso di fitofarmaci (ad es.: aumentare la resistenza alle malattie)					
(4) risparmiare acqua (ad es.: aumentare la resistenza alla siccità)					
(6) aumentare il valore nutritivo della frutta prodotta (ad es.: mele con lipidi omega-3)					
(7) facilitare la raccolta (ad es.: alberi più bassi)					
(8) facilitare l'adattamento degli alberi a zone in cui non crescerebbero (ad es.: in terreni salini)					
(10) migliorare l'aspetto degli alberi usati a scopi ornamentali (ad es.: il colore e la forma della chioma)					
(11) fornire protezione dai cambiamenti climatici (ad es.: effetto serra)					

18. Di seguito si riportano gli argomenti *contro* la modificazione genetica degli alberi. In quale misura sei d'accordo o non con ognuno di essi?

L'ampio uso di alberi geneticamente modificati:	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
(1) riduce la biodiversità perché gli alberi modificati sono più resistenti e dominano a scapito degli altri.					
(2) influisce sul valore simbolico ed emotivo delle foreste se esse sono costituite da alberi artificiali.					
(3) inquina le popolazioni indigene perché il polline degli alberi modificati si diffonde per molti anni a causa della loro longevità					
(4) ha risultati negativi sulla salute degli esseri umani (ad es. propagazione di allergie, intolleranza a frutta ecc.)					
(5) fa migrare i parassiti ed i patogeni da zone dove sono coltivati alberi geneticamente modificati a zone in cui non sono presenti.					
(7) costituiscono un'ingiuria, gli alberi, come tutta la natura nel suo insieme, sono creature di Dio.					

19. In quale misura sei d'accordo o non con l'uso di alberi geneticamente modificati nel tuo Paese in ciascuno dei seguenti casi?

L'ampio uso di alberi geneticamente modificati:	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
(1) Uso di alberi forestali geneticamente modificati in zone soggette ad ampi danni dovuti ad incendi per accelerare il rimboschimento.					
(2) Uso di alberi da frutto geneticamente modificati per aumentare la crescita economica in zone del Paese economicamente svantaggiate.					
(3) Uso di alberi ornamentali geneticamente modificati per aumentare il verde nelle città.					
(4) Uso di alberi geneticamente modificati in zone a rischio di desertificazione.					
(5) Alberi geneticamente modificati non vanno utilizzati da nessuna parte e per alcun motivo.					

Unità III. In questa unità del questionario ci interessa conoscere che cosa pensi dei regolamenti e se hai fiducia nelle istituzioni e nelle procedure

20. In quale misura sei informato sulle questioni riguardanti l'ingegneria/modificazione genetica?

1	2	3	4	5
Moltissimo	Molto	Moderatamente	Poco	Pochissimo

21. In quale misura ti fidi delle persone, mezzi o istituzioni riportati di seguito in relazione a questioni inerenti le biotecnologie?

	1	2	3	4	5
	Piena mente	Molto	Moderata mente	Poco	Affatto
(1) Autorità dell'Unione Europea che regolamentano questioni di biotecnologia (ad es. Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA))					
(2) Governo del mio Paese					
(3) Comunità scientifica (università, pubblicazioni scientifiche ecc.)					
(4) Compagnie per la commercializzazione di prodotti nel settore agricolo (semi, fertilizzanti, pesticidi ecc.)					
(5) Movimenti ambientali					
(6) Autorità governative di tutela ambientale					
(7) Organizzazioni Non Governative (ONG)					
(8) Mezzi di informazione (televisione, radio, internet)					
(9) Cooperative e unioni agricole					
(10) Mezzi di informazione (quotidiani, periodici)					
(11) Chiesa oppure leader religiosi					
(12) Famiglia					
(13) Amici					

22. Se nel tuo Paese si decidesse di coltivare alberi geneticamente modificati, in quale misura, secondo te, ciascuno degli enti menzionati qui sotto dovrebbe esercitare la propria influenza?

	1	2	3	4	5
	Assolu ta	Molta	Moderata	Poca	Affatto
(1) La comunità scientifica (ad es. università)					
(2) I partiti politici					
(3) I cittadini (ad es. attraverso un referendum)					
(4) Comitati di esperti (ad es. Comitato per la Bioetica)					
(5) Il Parlamento Europeo					
(6) Autorità regolamentari dell'Unione Europea					
(8) Gruppi ambientalisti (ad es. Greenpeace)					

(9) Cooperative e unioni di agricoltori
(10) Leader religiosi e dottrine
(11) Cooperative e unioni di consumatori

23. Se si dovessero importare alberi geneticamente modificati nel tuo Paese, secondo te:

	1	2	3	4	5
	Sono pienamente d'accordo	Sono d'accordo	Non ho un parere in proposito	Non sono d'accor do	Non sono affatto d'accordo
1. si dovrebbero coltivare ovunque					
2. si dovrebbero piantare ad una distanza di sicurezza da popolazioni naturali di alberi (ad es. foreste)					
3. si dovrebbero piantare solo in zone ristrette e controllate (ad es. serre, laboratori)					
4. non si dovrebbero piantare da nessuna parte. Non sono d'accordo con la modificazione genetica degli alberi					
5. dovrebbero avere una segnalazione speciale					

24. Per ciascuna delle seguenti affermazioni annotate in quale misura sei d'accordo o non:

	1	2	3	4	5
	Sono pienamente d'accordo	Sono d'accordo	Non ho un parere in proposito	Non sono d'accor do	Non sono affatto d'accordo
(1) Vi è un grande divario tra la scienza e la società					
(2) Gli scienziati dovrebbero impegnarsi per informare il pubblico in modo semplice e comprensibile.					
(3) La maggior parte del pubblico non si interessa particolarmente delle conquiste scientifiche e della conoscenza					
(4) È uno spreco di tempo per gli scienziati chiedere il parere del pubblico sugli sviluppi scientifici					

25. In riferimento al riconoscimento dei diritti d'autore (brevetti/copyright) sui prodotti creati dalle società che si occupano della modificazione genetica, a tuo avviso:

1	2	3	4	5
Sono pienamente d'accordo	Sono d'accordo	Non ho un parere in proposito	Non sono d'accordo	Non sono affatto d'accordo

1. Non si dovrebbero riconoscere i diritti d'autore alle società visto che esse gestiscono prodotti (semi, geni ecc.) appartenenti alla natura e non agli esseri umani.

2. Si dovrebbero riconoscere i diritti d'autore alle società visto che diversamente non se ne occuperebbero e ciò limiterebbe le applicazioni commerciali delle scoperte scientifiche e lo sviluppo della scienza.

Unità IV. In questa unità ti preghiamo di fornirci alcuni dati anagrafici importanti per l'analisi statistica dei dati. Ricordiamo che il questionario è anonimo e non vi è un modo per associare le risposte all'identità dei partecipanti all'indagine.

26. **Genere** (1) Maschile (2) Femminile
27. **Nazionalità**
28. **Università**
29. **Corso di Laurea in cui sei iscritta/o**.....
30. **Anno di studi**
31. **Età** (1) 18-23 anni (2) 24-30 anni (3) 30+ anni
32. **Quale è il livello di istruzione dei tuoi genitori?**
- | Livello di istruzione | A) Padre | B) Madre |
|--|----------|----------|
| (1) Non ha frequentato la scuola | | |
| (2) Ha completato le scuole elementari | | |
| (3) Ha completato le scuole medie | | |
| (4) Ha completato le scuole superiori | | |
| (5) È laureato (Università, Istituti Tecnologici d'Istruzione Terziaria) | | |
| (6) Ha un titolo di studio postlaurea (Master) | | |
| (7) Ha un dottorato di ricerca | | |
| (8) Ha completato studi post-dottorato | | |
33. **Quale è il tuo reddito personale e il reddito della tua famiglia? (annuale)**
- | Reddito | A) personale | B) di famiglia |
|---------------------------------|--------------|----------------|
| (1) 7.500 € o meno | | |
| (2) 7.501-15.000 € | | |
| (3) 15.001-25.000 € | | |
| (4) 25.001-35.000€ | | |
| (5) Più di 35.000€ | | |
| (6) Non lo so | | |
| (7) Non ho un reddito personale | | |
34. **Quale è l'attività economica principale nella tua zona di origine?**
- (1) Agricoltura, allevamento di bestiame, pesca ecc. (Settore primario di attività economica)
 - (2) Produzione industriale, edilizia ecc. (Settore secondario di attività economica)
 - (3) Turismo, assicurazioni, banche ecc. (Settore terziario di attività economica)
35. **Quale è la dimensione della popolazione della città in cui vivi?**
- (1) Meno di 5.000 abitanti
 - (2) 5.001-10.000 abitanti
 - (3) 10.001-50.000 abitanti
 - (4) 50.001-100.000 abitanti
 - (5) 100.001-200.000 abitanti
 - (6) Più di 200.000 abitanti

36. Appartieni a qualcuna delle seguenti organizzazioni?

(puoi annotare tutte le organizzazioni a cui appartieni)

- | | |
|---------------------------------------|---|
| (1) Ambientale/ecologica (ad es. WWF) | (6) Umanitaria (ad es. Croce Rossa) |
| (2) di consumatori | (7) Volontaria |
| (3) Religiosa | (8) No Global |
| (4) Culturale | (9) Non appartengo ad alcuna organizzazione |
| (5) Scientifica | (10) Altra (<i>precisare</i>):..... |

37. Appartieni ad una religione oppure dottrina? (ad es. cattolica/o, ortodossa/o, musulmana/o, ebrea/o ecc.). *Scrivere sulla riga*

.....

38. Quale delle seguenti affermazioni rappresenta meglio il tuo credo religioso?

- (1) Credo profondamente in Dio
- (2) Credo semplicemente in Dio
- (3) Credo nell'esistenza di una forza superiore
- (4) Non credo in Dio, né in un'altra forza superiore
- (5) Non voglio rispondere

39. Quale delle seguenti affermazioni rappresenta meglio la tua partecipazione alle pratiche religiose?

- (1) Partecipo regolarmente a cerimonie religiose
- (2) Partecipo occasionalmente a cerimonie religiose (ad es. feste importanti)
- (3) Partecipo a cerimonie religiose solo per motivi sociali (ad es. Matrimonio, comunione ecc.)
- (4) Non partecipo mai a cerimonie religiose

40. Supponi che le convinzioni politiche si trovino su una linea continua che va dall'estrema sinistra all'estrema destra. Dove ti posizioneresti sulla suddetta linea continua? (1=estrema sinistra, 4=centro e 7=estrema destra) *Cliccare nella casella del numero rispettivo.*

(1)	Estrema sinistra	(2)	(3)	(4)	Centro	(5)	(6)	(7)	Estrema destra
(8) Non mi interessa di politica					(9) Non voglio rispondere				

41. In quale misura partecipi alla politica?

- (1) Sono membro di un partito politico
- (2) Parteggio per un partito politico ma non ne sono membro
- (3) Occasionalmente partecipo ad adunanze politiche, manifestazioni, proteste ecc.
- (4) Mi informo sulla politica dai mezzi di comunicazione di massa e da discussioni politiche
- (5) Mi interessa di politica durante le elezioni
- (6) Non mi interessa di politica
- (7) Non voglio rispondere

42. Qual è la tua attività preferita durante il tempo libero? (ad es. cinema, libri, amici, sport, ecc.) *Per favore indicare sulla riga sotto.*

.....

Grazie mille per la tua partecipazione!

Unità I. In questa unità ci interessa il tuo grado di conoscenza delle tematiche scientifiche, tecnologiche e biotecnologiche ed in particolar modo della modificazione e /o ingegneria genetica

1. Come valuteresti il tuo livello di conoscenza delle tematiche relative:

	1 Molto buono	2 Buono	3 Modesto	4 Basso	5 Molto basso
(1) biotecnologia?	☐	☐	☐	☐	☐
(2) sviluppo e coltivazione delle piante?	☐	☐	☐	☐	☐

2. Come valuteresti il livello delle tue conoscenze personali delle seguenti tematiche:

	1 Molto buono	2 Buono	3 Modesto	4 Basso	5 Molto basso
(1) Coltivazione di ortaggi?	☐	☐	☐	☐	☐
(2) Coltivazione di alberi?	☐	☐	☐	☐	☐
(3) Coltivazione di fiori?	☐	☐	☐	☐	☐

3. Gli ibridi di piante vengono prodotti da incroci di diverse varietà dello stesso genere (p.es. incrocio di due diverse varietà di pomodori). Come valuteresti il tuo livello di conoscenza sui metodi di produzione di ibridi di piante?

1 Molto buono	2 Buono	3 Modesto	4 Basso	5 Molto basso
☐	☐	☐	☐	☐

4. In quale misura sei d'accordo o non (considerandolo corretto o scorretto dal punto di vista etico) con la produzione di piante ibride nel modo sopra accennato?

1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
☐	☐	☐	☐	☐

5. Credi:

	Si	No
(1) di aver mai consumato alimenti provenienti da <u>ibridi di piante</u> ?	☐	☐
(2) che i supermercati nel tuo Paese vendano alimenti provenienti da <u>ibridi di piante</u> ?	☐	☐

6. La modificazione genetica di piante comprende metodi che permettono agli scienziati di creare nuove piante prelevando uno o più geni provenienti da un organismo (pianta, animale, altro) ed inserendolo/i nelle cellule di una pianta. Come valuteresti il tuo livello di conoscenza di questi metodi?

1 Molto buono	2 Buono	3 Modesto	4 Basso	5 Molto basso
☐	☐	☐	☐	☐

7. In quale misura sei d'accordo o non (considerandolo corretto o scorretto dal punto di vista etico) con la produzione di piante geneticamente modificate nel modo sopra accennato?

1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
☐	☐	☐	☐	☐

8. Credi:

	Si	No
(1) di aver mai consumato alimenti prodotti da <i>piante geneticamente modificate</i> ?	☐	☐
(2) che i supermercati nel tuo Paese vendano alimenti provenienti da <i>piante geneticamente modificate</i> ?	☐	☐

9. La modificazione genetica degli alberi comprende modificazioni nel materiale genetico di piante forestali, da frutto e ornamentali e punta a migliorare le caratteristiche specifiche, come quella della rapidità di crescita dell'albero. Come valuteresti il tuo livello di conoscenza di questi metodi per ogni tipo di albero?

	1 Molto buono	2 Buono	3 Modesto	4 Basso	5 Molto basso
(1) Alberi forestali	☐	☐	☐	☐	☐
(2) Alberi da frutto	☐	☐	☐	☐	☐
(3) Alberi ornamentali	☐	☐	☐	☐	☐

10. In quale misura sei d'accordo o non (considerandolo corretto o scorretto dal punto di vista etico) con la produzione di alberi geneticamente modificati nel modo sopra accennato?

	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
(1) Alberi forestali	☐	☐	☐	☐	☐
(2) Alberi da frutto	☐	☐	☐	☐	☐
(3) Alberi ornamentali	☐	☐	☐	☐	☐

11. Credi che gli alberi geneticamente modificati siano coltivati:

	Si	No
(1) nel tuo Paese?	☐	☐
(2) in altre parti del Mondo?	☐	☐

12. Dalle tue conoscenze quali delle seguenti affermazioni, sulle *biotecnologie* e sulla *modificazione genetica*, sono corrette? E quali scorrette?

	Corretto	Scorretto
(1) Le piante geneticamente modificate hanno geni. Le altre piante non ne hanno.	☐	☐
(2) La stragrande maggioranza degli ortaggi coltivati (pomodori, cetrioli ecc.) sono ibridi.	☐	☐
(3) Se qualcuno consuma alimenti geneticamente modificati, i suoi geni possono di conseguenza essere modificati.	☐	☐
(4) L'insulina somministrata a pazienti diabetici viene prodotta con metodi di ingegneria genetica.	☐	☐
(5) Alberi geneticamente modificati sono già stati commercializzati in alcune parti del mondo.	☐	☐
(6) Le biotecnologie non includono sempre la modificazione genetica.	☐	☐
(7) Nella coltivazione biologica si usano alcune volte pesticidi derivati da sostanze prodotte con metodi di modificazione genetica.	☐	☐
(8) La modificazione genetica di un albero può essere effettuata da qualsiasi agricoltore.	☐	☐

Unità II. In questa unità ci interessa conoscere le tue posizioni e opinioni sulla natura, l'ambiente, le biotecnologie e l'ingegneria genetica

13. Dalle seguenti affermazioni scegli quella che ti rappresenta nel modo migliore:

- (1) ☐ Essendo esseri umani, non siamo obbligati a proteggere la natura perché il ruolo della natura è quello di soddisfare i bisogni umani.
- (2) ☐ I problemi ambientali esistenti sono strettamente collegati alle disuguaglianze sociali. Di conseguenza se le disuguaglianze sociali fossero eliminate, sarebbero eliminati anche i problemi ambientali.
- (3) ☐ Essendo esseri umani siamo obbligati a proteggere la natura, perché la natura ha un proprio valore e bellezza al di là dell'utilità per gli esseri umani.
- (4) ☐ Essendo esseri umani non dominiamo sugli altri esseri viventi (animali, piante ecc.) perché tutti hanno lo stesso diritto ad esistere.
- (5) ☐ Nessuna delle affermazioni sopra citate mi rappresenta. L'affermazione seguente mi rappresenta di più (*scrivere sulle righe qui sotto*):
-
-

14. Quale è la prima parola o la prima figura che ti viene in mente quando pensi ai seguenti termini (*Scrivere sulla riga rispettiva*):

- (1) Natura
- (2) Ambiente
- (3) Albero
- (4) Biotecnologie
- (5) Modificazione genetica

15. Di seguito si riportano affermazioni riferite alle biotecnologie ed alla modificazione/ingegneria genetica. In quale misura sei d'accordo o non con ognuna di esse?

	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'ac- cordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accord o	5 Non sono affatto d'accordo
1. I rischi probabili provenienti dall'uso dell'ingegneria genetica sono tanto grandi che si richiede una legislazione rigorosa.	☐	☐	☐	☐	☐
2. I rischi provenienti dall'uso dell'ingegneria genetica sono infondati ed esagerati.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Dato che la natura è complessa, è impossibile che gli scienziati conoscano esattamente quali sono le conseguenze più ampie provocate dalle modificazioni genetiche	☐	☐	☐	☐	☐
4. Le multinazionali che producono organismi geneticamente modificati, si interessano più al profitto che all'ambiente.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Gli scienziati sanno che cosa fanno. Quindi una moderata legislazione sull'uso dell'ingegneria genetica è sufficiente.	☐	☐	☐	☐	☐
6. La maggior parte delle modificazioni genetiche si eseguono anche se non c'è un vero e proprio bisogno.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Timori infondati sull'ingegneria genetica hanno limitato il progresso scientifico.	☐	☐	☐	☐	☐

16. Di seguito si riportano gli obiettivi che possono essere realizzati attraverso la modificazione genetica delle piante. In quale misura sei d'accordo o non con la modificazione genetica per la realizzazione di ciascuno degli obiettivi nominati?

Obiettivo	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accord o	5 Non sono affatto d'accordo
1. Possibilità di allungare il periodo di conservazione di frutta e verdura.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Produzione di frutta e verdura qualitativamente migliori	☐	☐	☐	☐	☐
3. Produzione di generi alimentari più economici	☐	☐	☐	☐	☐
4. Incremento della scelta varietale disponibile	☐	☐	☐	☐	☐
5. Incremento dei generi alimentari disponibili per far fronte alla sottoalimentazione nel mondo	☐	☐	☐	☐	☐
6. Produzione di piante resistenti a malattie per ridurre l'uso di fitofarmaci.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Produzione di farmaci economici di origine vegetale (ad es. vaccini)	☐	☐	☐	☐	☐
8. Produzione di generi alimentari con sostanze nutrienti per la prevenzione di malattie (ad es. riso arricchito con vitamina A per la prevenzione della cecità)	☐	☐	☐	☐	☐
9. Rimozione degli allergeni da prodotti vegetali quali fave e pistacchi.	☐	☐	☐	☐	☐
10. Produzione di piante come materia prima per uso industriale (ad es. coltivazione di patate per la produzione di carta).	☐	☐	☐	☐	☐
11. Ampliare le nostre conoscenze della scienza e della tecnologia	☐	☐	☐	☐	☐

17. Di seguito si riportano gli argomenti *a favore* della modificazione genetica di alberi. In quale misura sei d'accordo o non con l'uso di alberi geneticamente modificati per:

	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
(1) aumentare la produzione di biocarburanti economici (ad es.: tronchi di alberi più voluminosi)	☐	☐	☐	☐	☐
(2) abbreviare i tempi di coltivazione degli alberi (ad es.: crescita più rapida degli alberi)	☐	☐	☐	☐	☐
(3) ridurre l'uso di fitofarmaci (ad es.: aumentare la resistenza alle malattie)	☐	☐	☐	☐	☐
(4) risparmiare acqua (ad es.: aumentare la resistenza alla siccità)	☐	☐	☐	☐	☐
(6) aumentare il valore nutritivo della frutta prodotta (ad es.: mele con lipidi omega-3)	☐	☐	☐	☐	☐
(7) facilitare la raccolta (ad es.: alberi più bassi)	☐	☐	☐	☐	☐
(8) facilitare l'adattamento degli alberi a zone in cui non crescerebbero (ad es.: in terreni salini)	☐	☐	☐	☐	☐
(9) migliorare l'aspetto degli alberi usati a scopi ornamentali (ad es.: il colore e la forma della chioma)	☐	☐	☐	☐	☐
(10) fornire protezione dai cambiamenti climatici (ad es.: effetto serra)	☐	☐	☐	☐	☐

18. Di seguito si riportano gli argomenti *contro* la modificazione genetica degli alberi. In quale misura sei d'accordo o non con ognuno di essi?

L'ampio uso di alberi geneticamente modificati:	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
(1) riduce la biodiversità perché gli alberi modificati sono più resistenti e dominano a scapito degli altri.	☐	☐	☐	☐	☐
(2) influisce sul valore simbolico ed emotivo delle foreste se esse sono costituite da alberi artificiali.	☐	☐	☐	☐	☐
(3) inquina le popolazioni indigene perché il polline degli alberi modificati si diffonde per molti anni a causa della loro longevità	☐	☐	☐	☐	☐
(4) ha risultati negativi sulla salute degli esseri umani (ad es. propagazione di allergie, intolleranza a frutta ecc.)	☐	☐	☐	☐	☐
(5) fa migrare i parassiti ed i patogeni da zone dove sono coltivati alberi geneticamente modificati a zone in cui non sono presenti.	☐	☐	☐	☐	☐
(7) costituiscono un'ingiuria, gli alberi, come tutta la natura nel suo insieme, sono creature di Dio.	☐	☐	☐	☐	☐

19. In quale misura sei d'accordo o non con l'uso di alberi geneticamente modificati nel tuo Paese in ciascuno dei seguenti casi?

L'ampio uso di alberi geneticamente modificati:	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
(1) Uso di <i>alberi forestali</i> geneticamente modificati in zone soggette ad ampi danni dovuti ad incendi per accelerare il rimboschimento.	☐	☐	☐	☐	☐
(2) Uso di <i>alberi da frutto</i> geneticamente modificati per aumentare la crescita economica in zone del Paese economicamente svantaggiate.	☐	☐	☐	☐	☐
(3) Uso di <i>alberi ornamentali</i> geneticamente modificati per aumentare il verde nelle città.	☐	☐	☐	☐	☐
(4) Uso di <i>alberi geneticamente</i> modificati in zone a rischio di desertificazione.	☐	☐	☐	☐	☐
(5) <i>Alberi geneticamente</i> modificati non vanno utilizzati da nessuna parte e per alcun motivo.	☐	☐	☐	☐	☐

Unità III. In questa unità del questionario ci interessa conoscere che cosa pensi dei regolamenti e se hai fiducia nelle istituzioni e nelle procedure

20. In quale misura sei informato sulle questioni riguardanti l'ingegneria/modificazione genetica?

1	2	3	4	5
Moltissimo	Molto	Moderatamente	Poco	Pochissimo
☐	☐	☐	☐	☐

21. In quale misura ti fidi delle persone, mezzi o istituzioni riportati di seguito in relazione a questioni inerenti le biotecnologie?

	1 Piena mente	2 Molto	3 Modera tamente	4 Poco	5 Affatto
(1) Autorità dell'Unione Europea che regolamentano questioni di biotecnologia (ad es. Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA))	☐	☐	☐	☐	☐
(2) Governo del mio Paese	☐	☐	☐	☐	☐
(3) Comunità scientifica (università, pubblicazioni scientifiche ecc.)	☐	☐	☐	☐	☐
(4) Compagnie per la commercializzazione di prodotti nel settore agricolo (semi, fertilizzanti, pesticidi ecc.)	☐	☐	☐	☐	☐
(5) Movimenti ambientali	☐	☐	☐	☐	☐
(6) Autorità governative di tutela ambientale	☐	☐	☐	☐	☐
(7) Organizzazioni Non Governative (ONG)	☐	☐	☐	☐	☐
(8) Mezzi di informazione (televisione, radio, internet)	☐	☐	☐	☐	☐
(9) Cooperative e unioni agricole	☐	☐	☐	☐	☐
(10) Mezzi di informazione (quotidiani, periodici)	☐	☐	☐	☐	☐
(11) Chiesa oppure leader religiosi	☐	☐	☐	☐	☐
(12) Famiglia	☐	☐	☐	☐	☐
(13) Amici	☐	☐	☐	☐	☐

22. Se nel tuo Paese si decidesse di coltivare alberi geneticamente modificati, in quale misura, secondo te, ciascuno degli enti menzionati qui sotto dovrebbe esercitare la propria influenza?

	1 Assoluta	2 Molta	3 Moderata	4 Poca	5 Affatto
(1) La comunità scientifica (ad es. università)	☐	☐	☐	☐	☐
(2) I partiti politici	☐	☐	☐	☐	☐
(3) I cittadini (ad es. attraverso un referendum)	☐	☐	☐	☐	☐
(4) Comitati di esperti (ad es. Comitato per la Bioetica)	☐	☐	☐	☐	☐
(5) Il Parlamento Europeo	☐	☐	☐	☐	☐
(6) Autorità regolamentari dell'Unione Europea	☐	☐	☐	☐	☐
(8) Gruppi ambientalisti (ad es. Greenpeace)	☐	☐	☐	☐	☐
(9) Cooperative e unioni di agricoltori	☐	☐	☐	☐	☐
(10) Leader religiosi e dottrine	☐	☐	☐	☐	☐
(11) Cooperative e unioni di consumatori	☐	☐	☐	☐	☐

23. Se si dovessero importare alberi geneticamente modificati nel tuo Paese, secondo te:

	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accor do	5 Non sono affatto d'accordo
1. si dovrebbero coltivare ovunque	☐	☐	☐	☐	☐
2. si dovrebbero piantare ad una distanza di sicurezza da popolazioni naturali di alberi (ad es. foreste)	☐	☐	☐	☐	☐
3. si dovrebbero piantare solo in zone ristrette e controllate (ad es. serre, laboratori)	☐	☐	☐	☐	☐
4. non si dovrebbero piantare da nessuna parte. Non sono d'accordo con la modificazione genetica degli alberi	☐	☐	☐	☐	☐
5. dovrebbero avere una segnalazione speciale	☐	☐	☐	☐	☐

24. Per ciascuna delle seguenti affermazioni annotate in quale misura sei d'accordo o non:

	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accordo	5 Non sono affatto d'accordo
(1) Vi è un grande divario tra la scienza e la società	☐	☐	☐	☐	☐
(2) Gli scienziati dovrebbero impegnarsi per informare il pubblico in modo semplice e comprensibile.	☐	☐	☐	☐	☐
(3) La maggior parte del pubblico non si interessa particolarmente delle conquiste scientifiche e della conoscenza	☐	☐	☐	☐	☐
(4) È uno spreco di tempo per gli scienziati chiedere il parere del pubblico sugli sviluppi scientifici	☐	☐	☐	☐	☐

25. In riferimento al riconoscimento dei diritti d'autore (brevetti/copyright) sui prodotti creati dalle società che si occupano della modificazione genetica, a tuo avviso:

	1 Sono pienamente d'accordo	2 Sono d'accordo	3 Non ho un parere in proposito	4 Non sono d'accord o	5 Non sono affatto d'accordo
1. Non si dovrebbero riconoscere i diritti d'autore alle società visto che esse gestiscono prodotti (semi, geni ecc.) appartenenti alla natura e non agli esseri umani.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Si dovrebbero riconoscere i diritti d'autore alle società visto che diversamente non se ne occuperebbero e ciò limiterebbe le applicazioni commerciali delle scoperte scientifiche e lo sviluppo della scienza.	☐	☐	☐	☐	☐

Unità IV. In questa unità ti preghiamo di fornirci alcuni dati anagrafici importanti per l'analisi statistica dei dati. Ricordiamo che il questionario è anonimo e non vi è un modo per associare le risposte all'identità dei partecipanti all'indagine.

26. **Genere** (1) ☐ Maschile (2) ☐ Femminile
27. **Nazionalità**
28. **Laurea**
29. **Istituto di ricerca**
30. **Status lavorativo**
31. **Linea di ricerca**
32. **Anni di esperienza**
33. **Età** (1) ☐ 25-35 anni (2) ☐ 35-45 anni (3) ☐ 45+ anni
34. **Quale è il tuo reddito personale**

Reddito	A) personale	B) di famiglia
(1) 7.500 € o meno	☐	☐
(2) 7.501-15.000 €	☐	☐
(3) 15.001-25.000 €	☐	☐
(4) 25.001-35.000€	☐	☐
(5) Più di 35.000€	☐	☐
(6) Non lo so	☐	☐
(7) Non ho un reddito personale	☐	☐

35. **Quale è l'attività economica principale nella tua zona di origine?**
- (1) ☐ Agricoltura, allevamento di bestiame, pesca ecc. (Settore primario di attività economica)
- (2) ☐ Produzione industriale, edilizia ecc. (Settore secondario di attività economica)
- (3) ☐ Turismo, assicurazioni, banche ecc. (Settore terziario di attività economica)

36. **Quale è la dimensione della popolazione della città in cui vivi?**

- (1) ☐ Meno di 5.000 abitanti
- (2) ☐ 5.001-10.000 abitanti
- (3) ☐ 10.001-50.000 abitanti
- (4) ☐ 50.001-100.000 abitanti
- (5) ☐ 100.001-200.000 abitanti
- (6) ☐ Più di 200.000 abitanti

37. **Appartieni a qualcuna delle seguenti organizzazioni?** (puoi annotare tutte le organizzazioni a cui appartieni)

- (1) ☐ Ambientale/ecologica (ad es. WWF) (6) ☐ Umanitaria (ad es. Croce Rossa)
- (2) ☐ di consumatori (7) ☐ Volontaria
- (3) ☐ Religiosa (8) ☐ No Global
- (4) ☐ Culturale (9) ☐ Non appartengo ad alcuna organizzazione
- (5) ☐ Scientifica (10) ☐ Altra (*precisare*):

38. **Appartieni ad una religione oppure dottrina?** (ad es. cattolica/o, ortodossa/o, musulmana/o, ebrea/o ecc.). *Scrivere sulla riga*

.....

39. Quale delle seguenti affermazioni rappresenta meglio il tuo credo religioso?

- (1) ☐ Credo profondamente in Dio
- (2) ☐ Credo semplicemente in Dio
- (3) ☐ Credo nell'esistenza di una forza superiore
- (4) ☐ Non credo in Dio, né in un'altra forza superiore
- (5) ☐ Non voglio rispondere

40. Quale delle seguenti affermazioni rappresenta meglio la tua partecipazione alle pratiche religiose?

- (1) ☐ Partecipo regolarmente a cerimonie religiose
- (2) ☐ Partecipo occasionalmente a cerimonie religiose (ad es. feste importanti)
- (3) ☐ Partecipo a cerimonie religiose solo per motivi sociali (ad es. Matrimonio, comunione ecc.)
- (4) ☐ Non partecipo mai a cerimonie religiose

41. Supponi che le convinzioni politiche si trovino su una linea continua che va dall'estrema sinistra all'estrema destra. Dove ti posizioneresti sulla suddetta linea continua? (1=estrema sinistra, 4=centro e 7=estrema destra) *Cliccare nella casella del numero rispettivo.*

(1) ☐ Estrema sinistra	(2) ☐	(3) ☐	(4) ☐ Centro	(5) ☐	(6) ☐	(7) ☐ Estrema destra
(8) ☐ Non mi interessa di politica			(9) ☐ Non voglio rispondere			

42. In quale misura partecipi alla politica?

- (1) ☐ Sono membro di un partito politico
- (2) ☐ Parteggio per un partito politico ma non ne sono membro
- (3) ☐ Occasionalmente partecipo ad adunanze politiche, manifestazioni, proteste ecc.
- (4) ☐ Mi informo sulla politica dai mezzi di comunicazione di massa e da discussioni politiche
- (5) ☐ Mi interessa di politica durante le elezioni
- (6) ☐ Non mi interessa di politica
- (7) ☐ Non voglio rispondere

43. Qual è la tua attività preferita durante il tempo libero? (ad es. cinema, libri, amici, sport, ecc.) Per favore indicare sulla riga sotto.

.....

Grazie mille per la sua partecipazione!