

Come cambia il grano per i celiaci



Dott.ssa Stella LOVELLI

SAFE - SCUOLA DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI, ALIMENTARI ED AMBIENTALI

Università degli Studi della Basilicata



Durante la storia dell'umanità, sono state utilizzate circa 10.000 specie per l'alimentazione umana e l'agricoltura.

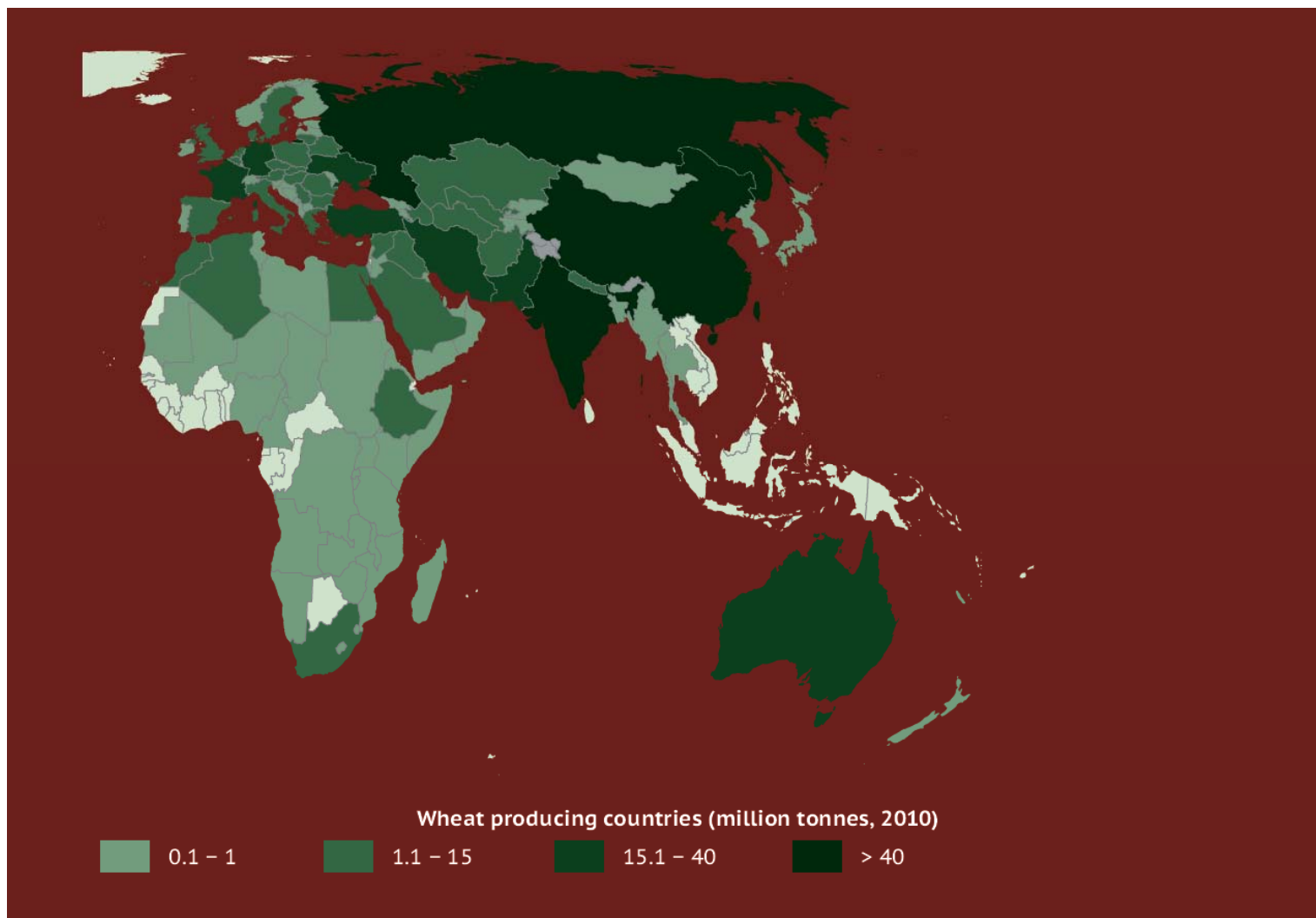
120 specie di piante coltivate forniscono il 90% degli alimenti

I prodotti alimentari a base di cereali sono la componente essenziale della dieta di gran parte delle popolazioni del mondo e di quella mediterranea in particolare

Il frumento rappresenta attualmente il terzo cereale più coltivato al mondo dopo mais e riso (FAO, 2012; Van de Broke, 2010).

Importanza dei cereali e del Frumento nella dieta mediterranea

Consumo di cereali nel mondo



FAO, 2012

CEREALI

Famiglia
Tribù

Specie

Nome comune

Graminaceae (o *Poaceae*)

Hordeae

Triticum aestivum L.
Triticum durum (Desf.) Husn.
Hordeum vulgare L.
Secale cereale L.
Eragrostis Tef (Zucch.) Totter

Grano tenero
Grano duro
Orzo
Segale
Teff

Avenae

Avena spp.

Avena

Oryzeae

Oryza sativa L., *O. glaberrima* L.

Riso

Paniceae

Panicum miliaceum L.
Pennisetum americanum (L.) Leeke
Setaria italica (L.) Beauv.
Elusine coracana

Miglio
Miglio perla
Panico
Panico indiano

Andropogoneae

Sorghum vulgare Pers.

Sorghi

Maydeae

Zea mays L.

Mais

Euchlaena mexicana
Digitaria exilis (Kippist) Stapf
Coix lacrymayobi

Teosinte
Fonio
Lacrime di Giobbe

PSEUDOCEREALI

*Famiglia
comune*

Specie

Nome

Polygonaceae

Fagopyrum esculentum Monch.

Grano saraceno

Chenopodiaceae

Chenopodium quinoa Willd.

Quinoa

Amarantaceae

Amaranthus sp.

Amaranto

Lamiaceae

Salvia hispanica

Chia



I FRUMENTI



12.000
anni fa

10.000
anni fa

8.000
anni fa

6.000
anni fa

4.000
anni fa

2.000
anni fa

Oggi

Monococco selvatico

Monococco coltivato

Dicocco selvatico

Dicocco coltivato

Frumento duro

Farro spelta

Frumento tenero

una storia lunga circa 10.000 anni

Triticum monococcum
($2n=14, AA$)

Aegilops speltoides
($2n=14, BB$)

Aegilops squarrosa
($2n=14, DD$)



IBRIDAZIONE NATURALE

AB
($2n=14$)
POLIPLIDIA
NATURALE

Triticum dicoccum
($2n=28, AABB$)

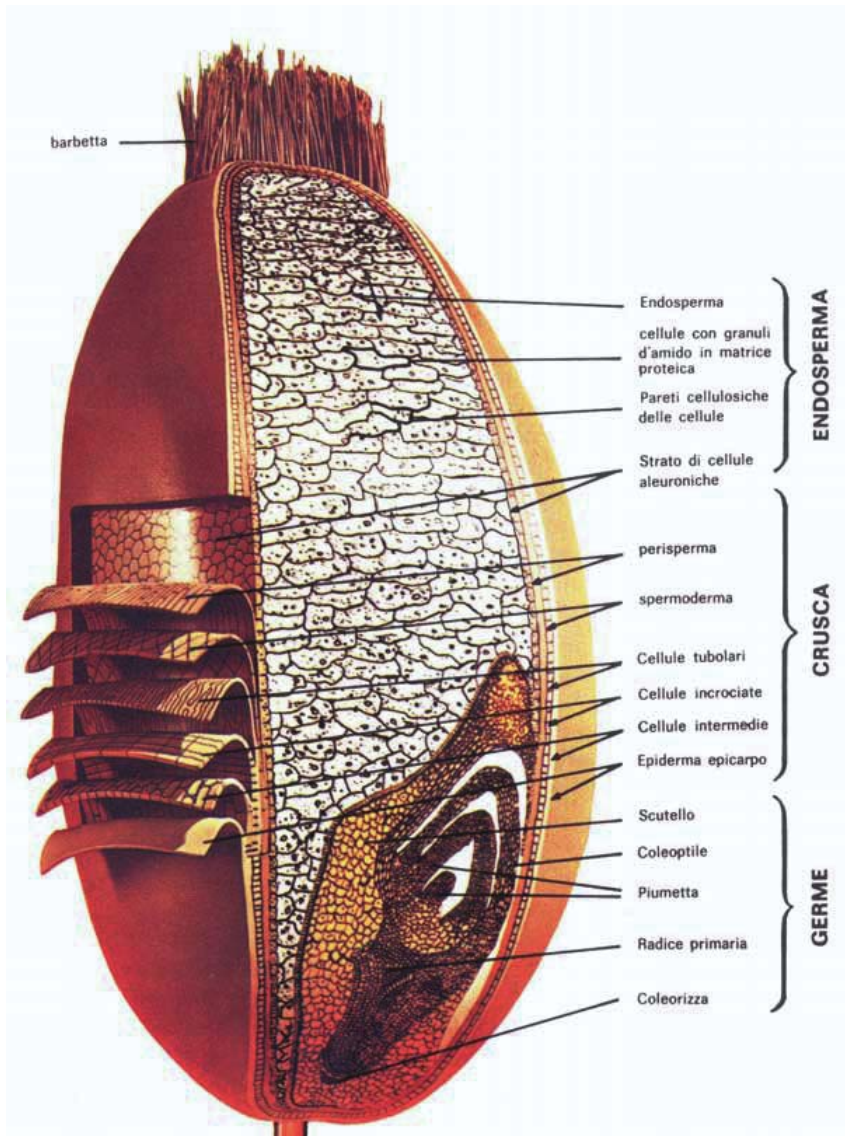


IBRIDAZIONE
NATURALE

ABD
($2n=21$)
POLIPLOIDIA
NATURALE

Triticum aestivum
($2n=42, AABBDD$)

Cariosside dei cereali



Proteine (7-18%).

Glutenine

Prolamine
(gliadine nel frumento,
ordeine nell'orzo,
secaline nella segale)

Albumine

Globuline



GLIADINE
Estensibilità-
viscosità

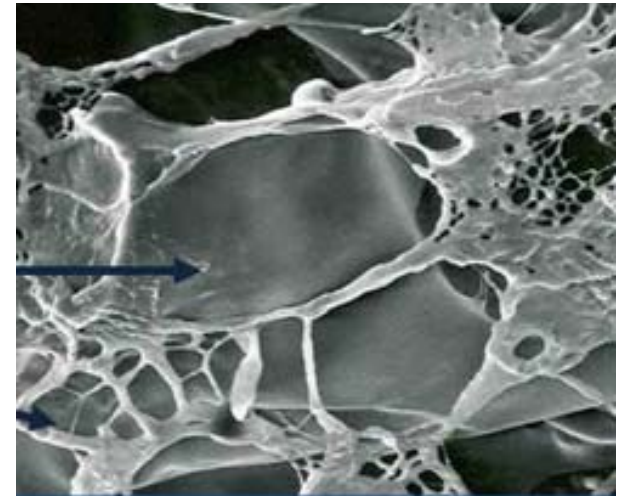


GLUTENINE
Elasticità-Tenacità

+ H₂O



GLUTINE
Viscoelasticità



Frumento tenero: Trattiene la CO₂ durante le fasi di lievitazione e cottura del pane

Frumento duro: Trattiene i granuli di amido durante la cottura della pasta, riducendo i fenomeni della collosità

Il GLUTINE è il responsabile delle straordinarie proprietà

- ✓ REOLOGICHE (consistenza, morbidezza, croccantezza);
- ✓ SENSORIALI (colore, sapore, volume);
- ✓ FUNZIONALI.

Il GLUTINE non ha un particolare valore biologico e/o nutrizionale perché povero di acido aspartico (28%) e lisina (19%), mentre è ricco di prolina e acido glutammico (31%), fenilalanina (23%) e leucina (14%). Ha un prevalente ruolo tecnologico dal momento che viene impiegato anche come additivo alimentare.

Tossicità dell'acido glutammico dato il suo effetto lesivo che è a carico sia delle gliadine che delle glutenina, quindi riconducibile al GLUTINE in "toto"

Produrre alimenti con farine gluten- free rappresenta quindi una sfida da un punto di vista tecnologico.

CEREALI NON PERMESSI

<i>Triticum aestivum</i> L.		Grano tenero
<i>Triticum turgidum</i> sub. <i>durum</i> (Desf.) Husn.		Grano duro

<i>Hordeum vulgare</i> L.	Orzo	Prolammine (ordeine) + glutenine
---------------------------	------	---

<i>Secale cereale</i> L.	Segale	Prolammine (secaline) + glutenine
--------------------------	--------	--

<i>X Triticosecale</i>	Triticale (grano tenero x secale)	
------------------------	-----------------------------------	--

Triticum monococcum
Triticum dicoccum
Triticum spelta



Farro

Gliadine + glutenine

<i>Triticum turgidum</i> sub. <i>uranicum</i> Kamut ®	Gliadine + glutenine
---	-----------------------------

Il Farro

Si distinguono tre tipi di farro:

- Farro piccolo o **farro monococco** (*Triticum monococcum*).

Viene ritenuto come il primo cereale addomesticato dall'uomo (intorno al 7500, in Medio Oriente);

- Farro medio, noto anche come **emmer** o semplicemente solo farro (*Triticum dicoccum*).

- Farro grande o farro spelta o semplicemente **spelta** (*Triticum spelta*).



Triticum dicoccum



Triticum monococcum



Triticum spelta

Kamut® (cv.QK-77)

Triticum turgidum spp. *turanicum*

(Frumento orientale, grano grosso o Khorasan)



SFIDA TECNOLOGICA

Sostituire la "massa" della
farina di frumento

Sostituire le caratteristiche
tecnologiche del glutine

Adattare la filiera produttiva

SFIDA NUTRIZIONALE

Scarsa quantità di fibra
alimentare

Elevato contenuto in
zuccheri

Scarsa qualità dei grassi

Elevato contenuto di
additivi

Problematiche nutrizionali della dieta *Gluten free*

Alla diagnosi	A dieta	A lungo termine
Proteine	-	
Fibre	Fibre	Fibre
Ferro	Ferro	
Calcio	Calcio	
Vitamina D	Vitamina D	
magnesio	Magnesio	
Folato, Niacina, Vitamina B12, Riboflavina	Folato, Niacina, Vitamina B12, Riboflavina	Folato, Niacina, Vitamina B12,
Zinco	-	-

(Thomson 2000; Saturni et al., 2009)

CEREALI PERMESSI

1) Cereali tradizionali

Riso

Mais

Sorgo

Avena*

2) Cereali minori

Miglio

Teff

Fonio

Teosinte

Lacrime di Giobbe

3) Pseudo-cereali

Grano saraceno

Amaranto

Quinoa

Chia

Cereali tradizionali



RISO



6-7 t ha⁻¹



MAIS



10 t ha⁻¹



SORGO



6 t ha⁻¹



AVENA



4 t ha⁻¹

Sorgo

Famiglia: *Poaceae (Graminaceae)*

Specie: *Sorghum vulgare Pers.*

Origine: Africa occidentale

	Farina di Sorgo
Carboidrati (g/100g)	74,4
Proteine (g/100g)	11,3
Lipidi (g/100g)	3,2
Fibra (g/100g)	2,3
Calcio (g/100g)	27,9
Ferro (g/100g)	4,4



Produzioni 6 t ha⁻¹

Avena

Famiglia: *Poaceae (Graminaceae)*

Specie: *Avena sativa L.*

Origine: l'Asia centrale (India nord-ovest, Afghanistan).

	Semola di Avena
Carboidrati (g/100g)	72
Proteine (g/100g)	13
Lipidi (g/100g)	7
Fibra (g/100g)	7
Calcio (mg/100g)	56
Ferro (mg/100g)	6



Produzioni 4 t ha⁻¹

Morfologia

Pianta alta 60- 150 cm, con 3-5 o più culmi del diametro 2-5 mm.

Foglie lunghe 20 cm larghe 1,5cm.

Infiorescenza a pannocchia terminale determinata, rada con spighe poliflore pendule.



Cariosside oblunga affusolata, con profondo solco longitudinale.
Peso dei 1000 semi da 20 a 45g.

Avenina (frazione prolaminica con un basso contenuto in prolina, l'avenina costituisce solo il 5-10% delle proteine di riserva totali dell'avena contro il 50% del frumento)

Chicchi



Fiocchi



Farina



Precauzioni

max 50g /giorno per adulto

max 25 g / giorno per il bambino

Infiltrazione linfocitaria nell'epitelio rettale di pazienti celiaci ??? (Mayer, 1997)

Cereali minori



Miglio



Teff



Fonio



Teosinte



Lacrime di Giobbe

Miglio

Famiglia : Graminaceae

Specie: Panicum miliaceum L.

Panicum italicum L.

Origine: India



Produzioni 8-10 t ha⁻¹

	Farina di Miglio
Carboidrati (g/100g)	64
Proteine (g/100g)	12
Lipidi (g/100g)	3
Fibra (g/100g)	5
Calcio (mg/100g)	-
Ferro (mg/100g)	7,6

Teff

Caratteri botanici e biologia

Famiglia: *Poaceae*

Genere: *Eragrostis*

Specie: *Eragrostis tef* (Zucch.) Trotter



Origine : Etiopia, domesticata nel 4000-1000 bc. Esportata come foraggera, ma interessante per l'uso alimentare ("enjera"= piatto tipico etiope).

Non esistono cv, ma ecotipi ad elevata variabilità genetica, Temp. Opt. 25-28° C, coltivata in rotazione con le leguminose, specie tollerante aridità e siccità.

Morfologia

E' il cereale più pregiato dell'altopiano etiopico.

Pianta annuale, adatta alle zone tropicali e temperate, caratterizzata da un elevato sviluppo della parte vegetativa e da un apparato radicale poco profondo.



Altezza variabile da 25 a 135 cm, panicolo (18-20 cm) con spighe da 200 a 1400, seme molto piccolo 1-1,7 mm, peso 1000 semi 0,3-0,4 g, di colore bianco o marrone.



Teff

Famiglia :Graminaceae

Specie: *Eragrostis tef* (Zucch.) Trotter

Carboidrati (g/100g)	70
Proteine (g/100g)	12
Lipidi (g/100g)	2
Fibra (g/100g)	15
Calcio (mg/100g)	160
Magnesio (mg/100g)	185
Potassio (mg/100g)	824
Ferro (mg/100g)	4



Produzioni 0,7-3 t ha⁻¹,mediamente in Etiopia 0,9 t ha⁻¹

Panico indiano

Caratteri botanici e biologia

Famiglia: *Poaceae*

Genere: *Elusine*

Specie: *Elusine coracana* (L.) Gaertn.
subs.africana, *subs. coracana*.



Origine: Africana (derivata da una specie ancestrale spontanea *Elusine indica*).

Nota come Miglio africano, Miglio indiano, riso africano.

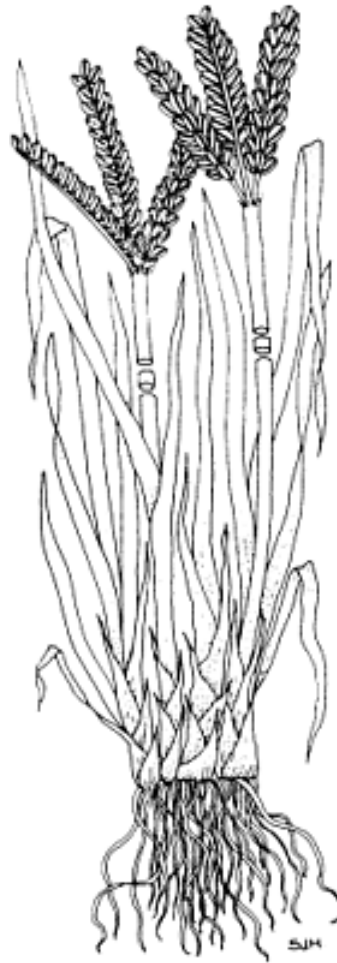
Pianta sensibile al fotoperiodo

Morfologia

Pianta annuale caratterizzata da un elevato sviluppo della parte vegetativa e da un **apparato radicale** poco profondo.

Pianta **C4**

Seme piuttosto piccolo (1-1,5 mm di diametro con peso dei mille semi pari a 2,5g). Seme di colore bruno-rossastro, bianco o nero.



Altezza 60-150 cm,
infiorescenza a
verticillo, digitata
leggermente curva,
lunga 12,5-15 cm, con
circa 70 spighette.



FONIO

Famiglia: Graminaceae

Genere: Digitaria

Specie: Digitaria exilis (Kippist) Stapf

Origine: Africa (Senegal, Ciad, Nigeria, Guinea)



	Granella di Fonio
Carboidrati (g/100g)	85
Proteine (g/100g)	10
Lipidi (g/100g)	4
Fibra (g/100g)	-
Calcio (mg/100g)	-
Ferro (mg/100g)	23-40



Produzioni 0,6-0,7 t/ha

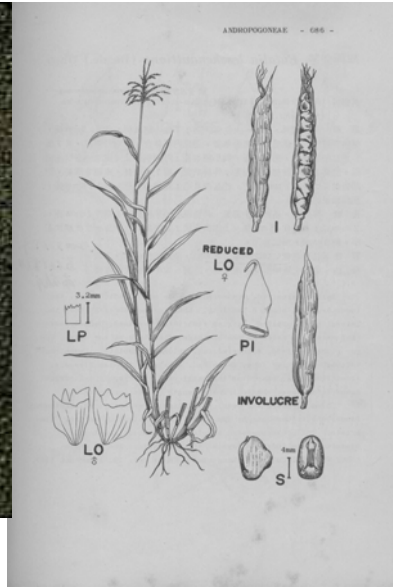
Teosinte

Famiglia: *Graminaceae*

Genere: *Euchlaena*

Specie: *Euchlaena mexicana*

Origine:



Lacrime di Giobbe

Famiglia: *Graminaceae*

Genere: *Coix*

Specie: *Coix lacrymayobi*

Origine:



Confronto tra i cereali minori

	Miglio	Teff	Fonio	Teosinte	Lacrime di Giobbe
Carboidrati (g/100g)	64	72	85		
Proteine (g/100g)	12	12	10		
Grassi (g/100g)	3	1,9	4	?	?
Fibra (g/100g)	5	6	-		
Calcio (mg/100g)	-	183	-		
Ferro (mg/100g)	8	6	23-40		

Pseudocereali: il Grano saraceno

Famiglia: *Poligonaceae*

Genere: *Fagopyrum*

Specie: *Fagopyrum esculentum* Moench



Origine: Asia (Manciuria o Siberia) fu introdotto in Europa, attraverso la Russia, nel Medioevo. Diffuso in Russia, mentre in Europa si limita ad alcune zone della Francia e della Germania.

In Italia si coltiva nelle province di Bolzano e Sondrio.

Morfologia

Il Grano Saraceno è una pianta erbacea con radice fittonante poco sviluppata, fusto cilindrico, glabro, eretto, cavo, di colore rosso o verdognolo.

Le foglie sono alterne, lanceolate.

L'infiorescenza ascellare o terminale è costituita da racemi corimbiformi, ermafroditi, senza petali, con cinque sepali con fiori bianco-rosei o verdastri.



Il frutto è un achenio di forma triangolare, al cui centro è posto l'embrione. Peso 1.000 semi pari a circa 20 grammi.

elevata sensibilità alle basse temperature e alla siccità prolungata semina primaverile

	Granella di grano saraceno
Carboidrati (g/100g)	69
Proteine (g/100g)	11
Lipidi (g/100g)	2,7
Fibra (g/100g)	10
Calcio (mg/100g)	110
Magnesio (mg/100g)	299
Potassio (mg/100g)	450
Ferro (mg/100g)	4

GRANO SARACENO

aggiunta in quota del 40% come farina nella formulazione del pane gluten - free

I suoi semi sono molto ricchi di proteine di elevata qualità biologica, sono un alimento ricco di lisina e povero di acido glutammico e di prolina, oltre ad avere un buon quantitativo di minerali, vitamine e di antiossidanti (flavonoidi, acidi fenolici, carotenoidi).

Produzioni 1,5-2 t ha⁻¹

Amaranto

Caratteri botanici e biologia

Famiglia: *Amarantaceae*

Genere: *Amaranthus*

Specie: *Amaranthus* spp.
(*A. cruentis*; *A. caudatus*; *A. hypochondriacus*)



Origine: è un cereale originario del centro America, alimento fondamentale per gli Aztechi e gli Incas.



Variabilità genetica

- Amaranti asiatici
- Amaranti americani
- Amaranti ornamentali



Pianta C4

Morfologia

Pianta erbacea annuale

Portamento eretto, **fusti** più o meno ramificati, che raggiungono altezze variabili (> 150 cm). **Foglie** grandi ovali o lanceolate, sono di colore verde scuro.



Infiorescenze allungate, piumose, di colore rosso o verde), contenenti numerosissimi piccoli **semi** .



Amaranthus

Quinoa

Caratteri botanici e biologia

Famiglia: *Chenopodiaceae*

Genere: *Chenopodium*

Specie: *Chenopodium quinoa* Willd.



Origine: Sud-america (altipiani di Bolivia, Cile, Ecuador e Perù).

Alimento base degli Incas (noto come riso degli Incas).





Morfologia

Pianta che può raggiungere i 2 m di altezza. Resistente alla siccità ed al gelo.

Foglie ben sviluppate

Infiorescenza a panicolo di colore bianco, giallo, arancio, rossa o nera. Fiori ermafroditi, ad impollinazione anemofila.

Seme piccolo (1-2 mm), circolare ed appiattito, bianco con pericarpo contenente una resina con il 2-6% di saponina (glucoside tossico).



Produzione 0,6-1,4 t ha⁻¹.

Confronto tra cereali e pseudocereali

	Grano saraceno	Amaranto	Quinoa	Mais	Frumento
Carboidrati (g/100g)	69	67	69	66	61
Proteine (g/100g)	11	15	13	9	12
Grassi (g/100g)	2,7	8	7	3,8	2
Fibra (g/100g)	10	6	7	2	9,5
Calcio (mg/100g)	110	153	60	33	34
Magnesio (mg/100g)	299	266	210	143	144
Potassio (mg/100g)	450	366	740	268	431
Ferro (mg/100g)	4				

Chia

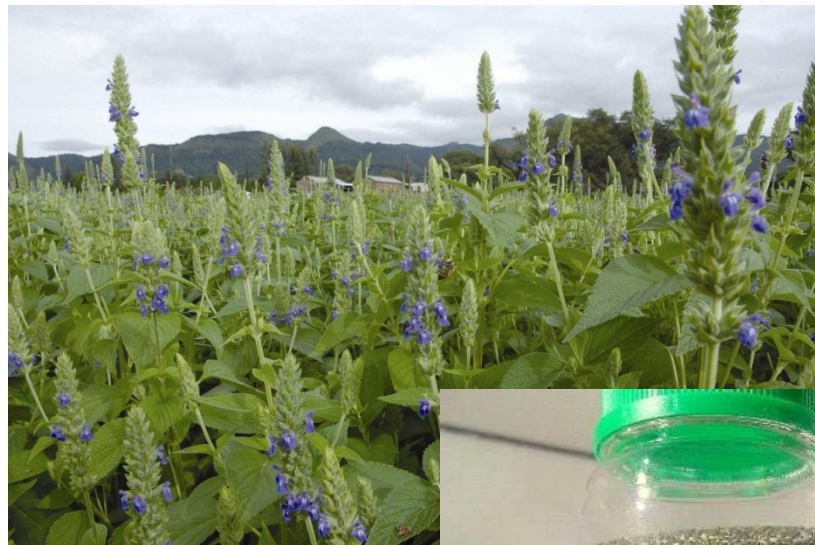
Famiglia: *Lamiaceae*

Genere: *Salvia*

Specie: *Salvia hispanica*

Origine: *Messico*

	Semi di Chia
Carboidrati (g/100g)	26-41
Proteine (g/100g)	15-25
Lipidi (g/100g)	30-33
Fibra (g/100g)	18-30
Calcio (mg/100g)	631
potassio (mg/100g)	160



Produzioni 0,6 t ha⁻¹

In una dieta equilibrata l'apporto energetico dovrebbe essere

60% da
carboidrati di cui
10-15% semplici,
45-50% complessi



10% dalle
proteine

30% da **lipidi** di cui 5-10% saturi, 15-18% monoinsaturi, 2-7 % polinsaturi

	carboidrati	proteine	lipidi
frumento	80%	14%	6%
mais	82%	7%	11%
riso	87%	7%	6%
sorgo	89%	3%	8%
miglio	80%	11%	9%
orzo	82%	13%	5%
segale	81%	13%	6%
avena	70%	15%	15%
quinoa	75%	12%	13%
amaranto	72%	13%	15%

Amaranto e Quinoa pur essendo ancora sbilanciati lo sono meno dei cereali

	trp	thr	ile	leu	lys	met	cys	phe	tyr	val
frumento	1,8	3,7	5,3	9,3	3,0	2,2	2,9	6,8	3,6	5,9
mais	0,7	3,5	3,4	11,6	2,7	2,0	1,7	4,6	3,8	4,8
riso	1,0	2,8	3,2	6,2	2,9	1,7	0,9	3,9	2,8	4,4
sorgo	1,2	3,5	4,3	14,9	2,3	1,7	1,3	5,5	3,2	5,6
miglio	1,2	3,5	4,7	14,0	2,1	2,2	2,1	5,8	3,4	5,8
orzo	2,1	4,2	4,6	8,5	4,7	2,4	2,8	7,0	3,6	6,1
segale	1,5	5,3	5,5	9,8	6,1	2,5	3,3	6,7	3,4	7,5
avena	2,3	5,8	6,9	12,8	7,0	3,1	4,1	9,0	5,7	9,4
quinoa	1,4	4,6	4,7	7,9	7,3	2,6	3,6	5,4	3,7	5,9
amaranto	1,8	5,6	5,8	8,8	7,5	2,3	1,9	5,4	3,3	6,8

	calcio	ferro	magnesio	fosforo	potassio	sodio	zinco	rame
frumento	34	4	144	508	431	2	4	1
	3%	20%	36%	51%	12%	0%	28%	28%
mais	33	2	143	264	268	4	2	0
	3%	10%	36%	26%	8%	0%	13%	14%
riso	33	2	143	264	268	4	2	0
	3%	10%	36%	26%	8%	0%	13%	14%
miglio	8	3	114	285	195	5	2	1
	1%	17%	29%	28%	6%	0%	11%	37%
orzo	33	4	133	264	452	12	3	0
	3%	20%	33%	26%	13%	1%	18%	25%
segale	33	3	121	374	264	6	4	0
	3%	15%	30%	37%	8%	0%	25%	23%
avena	54	5	177	523	429	2	4	1
	5%	26%	44%	52%	12%	0%	26%	31%
quinoa	60	9	210	410	740	21	3	1
	6%	51%	52%	41%	21%	1%	22%	41%
amaranto	153	8	266	455	366	21	3	1
	15%	42%	66%	45%	10%	1%	21%	39%

A partire dall'ultimo quarto del ventesimo secolo, l'interesse nei confronti dei cereali non convenzionali è divenuto sempre più serio. Diverse Università statunitensi hanno avviato seri e costosi programmi di ricerca orientati in questo senso. Ovviamente, al fianco delle indagini sul valore nutrizionale dei 'nuovi' cereali, sono indispensabili valutazioni economiche e di mercato di ogni tipo:

- problemi e metodi di coltivazione, tipo di terreno e di altitudine ideale, nuovi parassiti, sostanze chimiche specifiche per le nuove produzioni...
- valutazioni di impatto ambientale e problematiche connesse...
- problemi e metodi di trattamento industriale, nuove tecnologie di processo, nuovi macchinari specifici...
- valutazioni di mercato, possibili utilizzi del nuovo cereale, appetibilità, conservabilità, facilità di consumo...
- valutazioni di costo globale

Il punto chiave è, in buona sostanza, trovare tutte le ragioni perché sia effettivamente 'conveniente', sia dal punto economico che da quello nutrizionale, aumentare la produzione di un nuovo alimento e favorirne la conoscenza, la diffusione e l'utilizzo su vasta scala. Tutto questo, ovviamente, comporta notevoli costi iniziali e necessità di tecnologie specifiche. Non da meno è la necessità di sensibilizzare i consumatori e convincerli ad 'aggiornare' le loro abitudini alimentari.

Tutte ragioni per cui l'industria alimentare è molto restia a modificare i canali di mercato preesistenti, imbarcandosi in progetti che comportano inevitabilmente dei rischi (e dei costi) iniziali. È ormai condiviso da tutti che quinoa e amaranto siano nutrizionalmente più validi di altri cereali più largamente diffusi. Parecchie ricerche scientifiche sono state condotte su questi cereali. E le tecnologie necessarie sono da tempo disponibili.