



TECNOLOGIE

A cura di: Dott. Marco Pavoni

Mais: coltivazioni sostenibili, impieghi alimentari e non

Il mais rappresenta una delle colture più diffuse e praticate al mondo, visti i molteplici utilizzi e la relativa facilità di coltivazione. Da decenni vengono condotti studi scientifici e sperimentazioni agronomiche, al fine di migliorare le caratteristiche quali-quantitative e di ridurre al contempo gli input produttivi esterni.

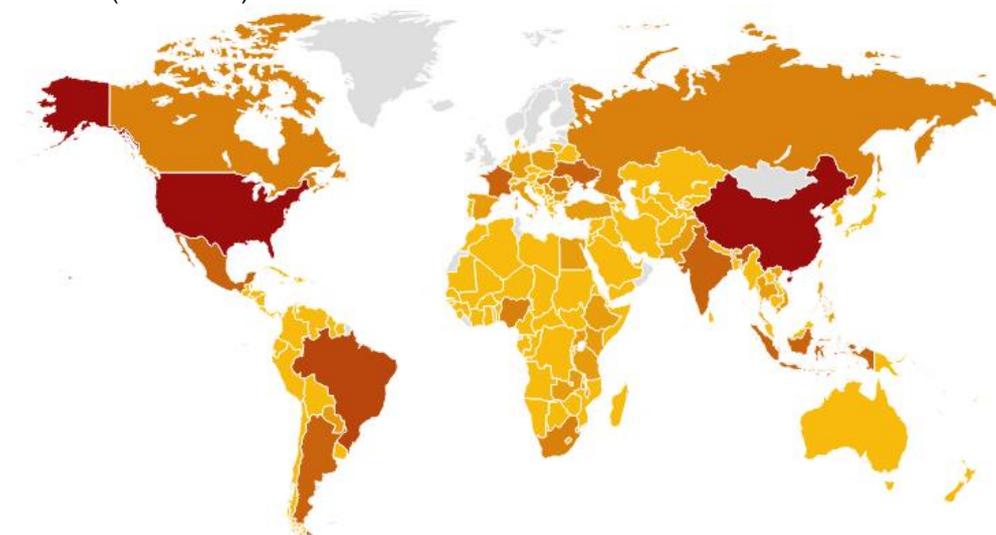
PREMESSA

- Il mais (*Zea mays* L.) è una pianta erbacea che fa parte della classe Monocotiledoni e appartiene alla grande famiglia delle Poaceae (o Graminacee).
- La specie coltivata deriva dall'addomesticamento di piante selvatiche operato da popolazioni indigene del sud del Messico a partire da circa 10.000 anni fa.
- Il mais, portato per la prima volta in Europa da Cristoforo Colombo nel 1493, si diffuse nei campi dei Balcani, della Valle Padana e della Francia meridionale in sostituzione delle coltivazioni di cereali autoctoni solo a partire dalla metà del Settecento.



DIFFUSIONE

- La coltivazione del mais si sviluppa a livello mondiale su una superficie di oltre 130 milioni di ettari ed è concentrata per oltre il 60% tra Cina, Stati Uniti e Brasile.
- La produzione in termini assoluti risulta superiore a quella di ogni altro cereale coltivato.
- Gli Stati Uniti producono circa il 40% del raccolto mondiale; tra gli altri maggiori produttori vi sono, nell'ordine, Cina, Brasile, Argentina, Ucraina, India, Messico, Indonesia e Francia (anno 2014).



Mais-produzione (1000 t)

| | | | |
|-----------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| ■ maggiore di 200 000 | ■ da 39 000 a 90 000 | ■ da 8 180 a 17 400 | ■ inferiore a 2 670 |
| ■ da 90 000 a 200 000 | ■ da 17 400 a 39 000 | ■ da 2 670 a 8 180 | ■ dato non disponibile |

- Le Regioni italiane più intensamente maidicole sono Lombardia, Veneto e Piemonte, che da sole producono circa il 70% di tutto il mais prodotto in Italia, ovvero circa 8,5-9,5 milioni di t/anno.
- Il mais risulta poco coltivato nell'Italia Meridionale e praticamente assente nelle isole.



Mais: coltivazioni sostenibili, impieghi alimentari e non (segue)

| | | | |
|--------------------|--------------------------|--|--|
| ESIGENZE COLTURALI | Esigenze climatiche | <ul style="list-style-type: none"> • Si tratta di una coltura termofila che cresce in una vasta gamma di condizioni climatiche; è coltivato in una fascia latitudinale assai ampia i cui estremi si collocano a 50° di latitudine nord e a 40° di latitudine sud. • La temperatura critica minima si colloca intorno a -2°C, in quanto le piante di mais non sopportano in alcuna misura il gelo. • Questa coltura presenta una temperatura cardinale minima di circa 10°C, una crescita sensibilmente limitata per temperature inferiori a 15°C, temperature cardinali ottimali per lo sviluppo fra 24-30°C e una temperatura cardinale massima di circa 32°C. | |
| | Esigenze pedologiche | <ul style="list-style-type: none"> • Non presenta particolari problemi di adattamento al terreno. • Cresce bene sia in terreni tendenzialmente sciolti, sia in terreni pesanti purché la preparazione del terreno sia stata adeguata. • Rispetto al pH e alla salinità è una specie alquanto tollerante. • Le migliori performance si ottengono in genere su terreni neutri o moderatamente acidi, fino a pH 6. • Molto importante è la funzione del terreno come substrato nutritivo per la pianta stessa. Un "terreno da mais" deve essere fertile e ricco soprattutto. | |
| | Esigenze idriche | <ul style="list-style-type: none"> • Le necessità idriche del mais si concentrano nei 50-60 giorni a cavallo della fioritura e dal soddisfacimento di esse dipende strettamente il livello produttivo finale. • Per gli ibridi attuali, nelle condizioni padane, si può considerare un consumo idrico medio da 6.000 a 8.000 m³/ha. • Per esempio, in luglio, con temperatura media di 25-26°C e piante in fioritura, il consumo idrico giornaliero è di circa 7-8 mm (70-80 m³/ha), con consumi medi mensili intorno ai 200 mm (2.000 m³/ha). | |
| PRATICHE COLTURALI | Preparazione del terreno | Tradizionale | <ul style="list-style-type: none"> • Mediante aratura (35-45 cm di profondità) per produrre una buona struttura del suolo, la rottura della suola di lavorazione e una migliore incorporazione dei residui colturali, dei fertilizzanti organici e dei minerali difficilmente traslocabili (es.: fosforo). <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>Detta operazione è seguita da lavorazioni superficiali di preparazione del letto di semina tramite erpicatura.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Spesso si tende, dopo l'aratura, a effettuare un solo passaggio con più attrezzi combinati tra loro, per ridurre i tempi di lavoro, economizzare carburante e ridurre il costipamento. • Nelle omosuccessioni è utile completare il lavoro di aratura con dei ripuntatori per eliminare le suole profonde o, nel caso in cui si riscontrano anche suole superficiali, con ripuntatori vibranti dotati posteriormente di un rullo a gabbia. |
| | | Minima lavorazione | <ul style="list-style-type: none"> • È una tecnica che si va diffondendo per cercare di limitare i costi colturali, senza intaccare la resa, mantenendo una buona struttura del terreno. Esistono diverse modalità operative che prevedono, ad esempio, un passaggio con un estirpatore superficiale seguito da un rullo a gabbia. • Questo tipo di lavorazione è valorizzato sempre di più all'interno delle operazioni agroambientali dei Programmi di Sviluppo Rurale. • Ad esempio, in Lombardia sono riconosciuti agli agricoltori da € 180 a € 360 per ogni ettaro di superficie coltivata. |



Mais: coltivazioni sostenibili, impieghi alimentari e non (segue)

| | | |
|--------------------------------------|---------------------|--|
| PRATICHE COLTURALI (segue) | Concimazioni | <ul style="list-style-type: none"> • Visto che la coltura svolge il suo ciclo nel periodo primaverile-estivo, essa si avvantaggia grandemente della concimazione organica, in quanto la mineralizzazione della sostanza organica procede di pari passo con le esigenze nutritive del mais. • Attualmente le aziende coltivano con successo il mais senza disporre di letame o di altri concimi organici, solo facendo ricorso a razionali concimazioni minerali e a eventuali concimi organici non tradizionali come i liquami, i composti di RSU, ecc; • La concimazione azotata, che in passato avveniva in parte alla semina e in gran parte in copertura, oggi più praticamente può essere fatta tutta al momento della semina con concimi azotati non direttamente dilavabili (urea principalmente). La letamazione e la concimazione minerale con concimi fosfo-potassici devono essere effettuate in modo da interrarli bene, prima dell'aratura, o quanto meno prima dell'erpicatura. • Per una produzione di 12 tonnellate per ettaro di granella secca il mais deve prelevare 300 kg/ha di azoto, 144 kg di anidride fosforica, 240 kg di potassio. Queste quantità non sono mai disponibili nel terreno; pertanto, le insufficienze devono essere colmate con la concimazione, se si vuole sfruttare appieno l'altissimo potenziale di produzione che il mais ha. |
| | Semina | <ul style="list-style-type: none"> • Attualmente le epoche di semina, tenendo conto della destinazione, sono le seguenti: <ul style="list-style-type: none"> - prime semine, per mais da granella e da trinciato integrale, da metà marzo a fine aprile con ibridi di classe 600 per la granella e 700 per il trinciato; - seconde semine, di norma per produzioni di trinciato integrale, dopo la raccolta di erbai autunno-vernini (prevalentemente di loiessa, Lolium multiflorum), tra il 10 e il 15 maggio con ibridi di classe 600 e più raramente 500. Sono da considerare seconde semine anche quelle effettuate dopo la raccolta di frumento, orzo o triticale destinati a trinciato integrale tra il 20 e il 25 di maggio; - terze semine, esclusivamente per trinciato integrale, oggi effettuate in quantità sempre più ridotta, dopo la raccolta dell'orzo da granella e cioè intorno al 20 giugno, con ibridi di classe 300. • Di norma è adottata una distanza tra le file tra 70 e 80 cm e una sulla fila variabile in relazione al numero di piante desiderate (15-25 cm). |
| | Irrigazione | <ul style="list-style-type: none"> • Per il mais un periodo di grande sensibilità alla mancanza di acqua comincia 15-20 giorni prima della fioritura, quando si sviluppano i fiori femminili e termina 30 giorni dopo la fioritura, già allo stadio di maturazione lattea. • Molte esperienze mostrano che uno stress idrico in questo periodo porta a riduzioni di resa dell'ordine del 50-60%. Tuttavia, un cumulo di più settimane di siccità, anche al di fuori del periodo critico, può causare un calo di resa più elevato di un deficit momentaneo al momento della fioritura. • Dati gli andamenti pluviometrici dei mesi estivi, nell'area padana, in tutti gli areali dove le falde idriche non sono sufficientemente alte e in grado di fornire acqua alle piante, è indispensabile l'irrigazione. |



Mais: coltivazioni sostenibili, impieghi alimentari e non (segue)

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|---|---|---|------------------|---|--|
| PRATICHE COLTURALI (segue) | Lotta avversità | <ul style="list-style-type: none"> Le sarchiature meccaniche non bastano a risolvere il problema delle erbe infestanti; infatti, gli organi lavoranti della macchina sarchiatrice operano solo nell'interfila. Inoltre, non sempre si riesce a entrare nei campi per sarchiare prima che il mais sia troppo cresciuto in altezza. | <p>Ciò ha stimolato la ricerca di prodotti chimici dotati di potere erbicida che permettessero il controllo della vegetazione infestante il mais.</p> | | | | |
| | Raccolta | <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #d9e1f2; text-align: center; vertical-align: middle;">Mais da insilato</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Raccolta dell'intera pianta con una macchina falciatrice-caricatrice a varie altezze dal suolo, in funzione del titolo di amido che si vuole ottenere nell'insilato integrale. Questo prodotto, dopo un adeguato tempo di "stagionatura" dovuto alla fermentazione della massa in opportuni silos e al raffreddamento della stessa, è usato per alimentare i ruminanti (bovini, bufalini) o gli impianti di biogas. Questa raccolta è eseguita allo stadio vegetativo di maturazione cerosa, con un'umidità della spiga tra il 32 e il 35%. </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9e1f2; text-align: center; vertical-align: middle;">Mais da granella</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Il mais da granella può essere raccolto dalla maturazione fisiologica in poi, sempre, comunque, con un'umidità troppo alta che rende necessaria l'essiccazione. Il sistema più rapido e universalmente diffuso di raccolta del mais è quello con macchina combinata, che esegue contemporaneamente la raccolta e la sgranatura. Le mietitrebbiatrici da mais sono normali mietitrebbiatrici che per operare sul mais sono munite di apposita testata spannocchiatrice. Il momento ottimale per la mietitrebbiatura del mais è quando la granella ha un contenuto d'acqua del 24-26%. </td> </tr> </table> | Mais da insilato | <ul style="list-style-type: none"> Raccolta dell'intera pianta con una macchina falciatrice-caricatrice a varie altezze dal suolo, in funzione del titolo di amido che si vuole ottenere nell'insilato integrale. Questo prodotto, dopo un adeguato tempo di "stagionatura" dovuto alla fermentazione della massa in opportuni silos e al raffreddamento della stessa, è usato per alimentare i ruminanti (bovini, bufalini) o gli impianti di biogas. Questa raccolta è eseguita allo stadio vegetativo di maturazione cerosa, con un'umidità della spiga tra il 32 e il 35%. | Mais da granella | <ul style="list-style-type: none"> Il mais da granella può essere raccolto dalla maturazione fisiologica in poi, sempre, comunque, con un'umidità troppo alta che rende necessaria l'essiccazione. Il sistema più rapido e universalmente diffuso di raccolta del mais è quello con macchina combinata, che esegue contemporaneamente la raccolta e la sgranatura. Le mietitrebbiatrici da mais sono normali mietitrebbiatrici che per operare sul mais sono munite di apposita testata spannocchiatrice. Il momento ottimale per la mietitrebbiatura del mais è quando la granella ha un contenuto d'acqua del 24-26%. | |
| | Mais da insilato | <ul style="list-style-type: none"> Raccolta dell'intera pianta con una macchina falciatrice-caricatrice a varie altezze dal suolo, in funzione del titolo di amido che si vuole ottenere nell'insilato integrale. Questo prodotto, dopo un adeguato tempo di "stagionatura" dovuto alla fermentazione della massa in opportuni silos e al raffreddamento della stessa, è usato per alimentare i ruminanti (bovini, bufalini) o gli impianti di biogas. Questa raccolta è eseguita allo stadio vegetativo di maturazione cerosa, con un'umidità della spiga tra il 32 e il 35%. | | | | | |
| Mais da granella | <ul style="list-style-type: none"> Il mais da granella può essere raccolto dalla maturazione fisiologica in poi, sempre, comunque, con un'umidità troppo alta che rende necessaria l'essiccazione. Il sistema più rapido e universalmente diffuso di raccolta del mais è quello con macchina combinata, che esegue contemporaneamente la raccolta e la sgranatura. Le mietitrebbiatrici da mais sono normali mietitrebbiatrici che per operare sul mais sono munite di apposita testata spannocchiatrice. Il momento ottimale per la mietitrebbiatura del mais è quando la granella ha un contenuto d'acqua del 24-26%. | | | | | | |
| Avvicendamento | <ul style="list-style-type: none"> Si tratta di una coltura definita "da rinnovo" in quanto, come conseguenza delle particolari cure colturali che riceve (lavorazioni profonde, abbondanti concimazioni e irrigazioni), lascia il terreno particolarmente fertile per le colture che lo seguono. Nei sistemi di avvicendamento classici era inserito tra prato e grano: in tal modo il grano si avvantaggiava della fertilità residua delle concimazioni eseguite al mais, il quale, a sua volta, era tra i migliori sfruttatori dei miglioramenti del terreno apportati dal prato. Nelle aree a più elevata specializzazione maidicola è generalmente avvicendato a se stesso (omosuccessione). | | | | | | |



Mais: coltivazioni sostenibili, impieghi alimentari e non (segue)

USI

Zootecnici Feed

- La maggior parte del mais disponibile in Italia è destinata all'uso zootecnico (82%), mentre solamente una piccola percentuale è utilizzata per altri impieghi (18%).
- Questa coltura è il principale ingrediente delle diete per gli animali di interesse zootecnico; rappresenta, infatti, circa metà delle principali materie prime utilizzate per la produzione di alimenti per animali, il cui totale ammonta ad oltre 22 milioni di tonnellate.
- Per l'alimentazione zootecnica si utilizzano:
 - l'insilato e il pastone integrale di mais quasi esclusivamente per l'alimentazione dei ruminanti, solo in piccola parte nelle diete delle scrofe;
 - la granella umida, conservata sotto forma di pastone di mais, è ampiamente utilizzata sia nell'alimentazione dei ruminanti sia dei suini;
 - la farina della granella di mais trova largo impiego nell'alimentazione di tutte le specie animali e, sotto questa forma, rappresenta il cereale maggiormente introdotto nei mangimi;
 - i sottoprodotti del mais sono inclusi nelle diete sia dei ruminanti sia dei monogastrici, con le dovute differenze in funzione delle caratteristiche dei singoli sottoprodotti.

Alimentazione umana Food

- La farina di mais è utilizzata nella preparazione di diversi piatti (tra i quali in Italia il più noto è la polenta), alcuni tipi di pane e alcuni dolci.
- Nella produzione di pasta è possibile utilizzare solo parzialmente farina di mais e, per il resto, la consueta semola di grano oppure esclusivamente farina di mais, interessante questo utilizzo per chi è intollerante al glutine (per la legge italiana non si può chiamare pasta).
- I chicchi sgranati e lessati possono essere serviti in insalata o come contorno.
- I chicchi fioccati (cotti a vapore poi schiacciati attraverso una pressa a rulli), si consumano per la prima colazione e vengono detti corn flakes.
- Attraverso la tostatura i chicchi di alcune varietà "scoppiano" dando luogo a una pallina leggera, bianca e croccante di forma irregolare, il pop corn.
- Dal germe si ottiene un olio utilizzabile come condimento a crudo.
- Il mais è usato anche nella fabbricazione di liquori e bevande quali la chicha e il bourbon.

Industriali

- I processi industriali di lavorazione del mais consentono di ottenere amidi e derivati il cui utilizzo pratico risulta particolarmente ampio:
 - l'elevata fermentescibilità giustifica il largo impiego di zuccheri di mais per la produzione di lieviti, alcol, acidi organici, antibiotici, enzimi, acido citrico, acido lattico, acidi organici, enzimi, lieviti ed etanolo;
 - mediante processi chimici si producono resine, plastiche biodegradabili (polilattati), fibre tessili alternative ai poliesteri, solventi biodegradabili, lubrificanti, agrofarmaci, pneumatici d'auto, bande adesive, colle, film pacificanti;
 - il settore farmaceutico produce antibiotici, vitamine e soluzioni fisiologiche iniettabili utilizzando derivati dell'amido di mais, come materie prime o semplicemente come eccipienti nella formulazione delle pastiglie;
 - è possibile trovare i derivati dell'amido nell'edilizia con funzione di ritardante di presa nei cementi speciali;
 - accanto all'impiego nel settore tessile per la filatura di fibre naturali cui attribuisce doti meccaniche elevate in termini di resistenza e stabilità, i prodotti dell'amideria sono impiegati nella fabbricazione di colori e per la realizzazione di stampi in fonderia;
 - impiegando l'amido come materia prima in un processo a cascata si generano prodotti di seconda trasformazione, quali destrine, glucosio, destrosio, fruttosio, isoglucosio, caramello, amidi pregelatinizzati, amidi modificati, ciclodestrine, pollioli e acidi organici.



Mais: coltivazioni sostenibili, impieghi alimentari e non (segue)

| | | | |
|------------------------|-------------------|--------------------|---|
| USI (segue) | Energetici | Per combustione | <ul style="list-style-type: none"> • Il mais si presta per molteplici utilizzi energetici: a tal proposito si tenga presente la necessità, per le filiere agro-energetiche che di volta in volta vengono proposte, di perseguire bilanci energetici e ambientali sostenibili. • Essendo il mais una coltivazione considerata intensiva (elevati input soprattutto in termini di fertilizzanti e irrigazione) è, quindi, sempre consigliabile procedere a una verifica di questi aspetti. • Questa coltura è utilizzata per la produzione di energia in diversi modi. |
| | | Per trasformazione | <ul style="list-style-type: none"> • Il mais è un combustibile apprezzato in quanto presenta un potere calorifero inferiore molto elevato, pari a 15,88 MJ/kg. Può essere utilizzato come: <ul style="list-style-type: none"> - residuo (stocchi, foglie, tutoli, brattee), quale combustibile solido per caldaie di medio-grandi dimensioni. I residui possono essere utilizzati tal quali, imballati o addensati in pellet o bricchette; - granella, quale combustibile con caratteristiche geometriche e fisico-chimiche particolarmente costanti, idonea anche per caldaie di piccole dimensioni, in sostituzione del pellet ottenuto con materiale ligneo; - prodotti della lavorazione della granella (esempi: farine, amido ecc.) quali ingredienti e/o additivi per la produzione di pellet; - direttamente e senza alcun trattamento per il riscaldamento domestico in stufe appositamente predisposte. Alcune stufe a pellet utilizzano una miscela con il 30% di pellet di legno e il restante 70% in grani di mais. La combustione del mais per la produzione di calore è particolarmente indicata quando la coltura è affetta da micotossine che ne rendono non più commestibile la produzione. • Il mais trinciato o in granella può essere destinato ad impianti biogas per essere degradato ad opera di microrganismi in condizioni di anaerobiosi. Il biogas (miscela di metano e anidride carbonica) rilasciato durante il processo biologico è utilizzato come combustibile all'interno di motori endotermici o immissione diretta in rete previa depurazione. • A seconda delle diverse varietà e periodo di raccolta la produzione di CH₄ può variare tra quasi 6.000 e 9.000 m³/ha. In termini pratici, quindi, risulta possibile produrre annualmente oltre 17.000-20.000 kWh elettrici per ettaro di coltura. • Gli stocchi possono essere avviati a un processo di idrolisi, al fine di ottenere un substrato fermentescibile idoneo alla produzione di etanolo ovvero biocarburanti. • Può essere aggiunto nelle benzine per una percentuale di circa il 20% senza modificare in alcun modo il motore, oppure, adottando alcuni accorgimenti tecnici, può essere utilizzato anche puro. • Nel caso della granella, la produttività è legata al contenuto di amido (mediamente, con la tecnologia attuale ne servono 1,6 kg per litro di etanolo). Con produzioni annue dell'ordine di 10 t si stima una produttività media di circa 3.900 l di etanolo per ettaro. |



Mais: coltivazioni sostenibili, impieghi alimentari e non (segue)

PROSPETTIVE E SOSTENIBILITÀ

- Le nuove sfide dell'agricoltura devono articolarsi su un doppio fronte: quello della produttività e quello dell'ecosostenibilità.
- L'attenzione verso le crescenti problematiche ambientali (cambiamenti climatici, inquinamento delle acque, moria delle api) risulta necessaria anche in ambito agricolo.
- Per rendere maggiormente sostenibili le coltivazioni risulta fondamentale ridurre gli input produttivi. Questo risultato può essere ottenuto individuando soluzioni che consentano lavorazioni meno importanti del terreno, il risparmio idrico, l'utilizzo di fertilizzanti in maniera più efficiente e la predisposizione genetica alla coltivazione.

Riduzione input idrici

- Il mais è stato sempre irrigato con metodi caratterizzati da una bassa efficienza irrigua. Ancora oggi in molte parti del mondo viene irrigato per scorrimento oppure per infiltrazione laterali dei solchi. Il metodo irriguo più utilizzato è quello ad aspersione con l'uso di semoventi che necessitano di elevate portate e di energia lavorando a pressioni di esercizio dell'ordine di 10-12 Bar.

Questo metodo presenta un livello di efficienza dell'uso della risorsa idrica pari a 60-70%.

- Grazie alla nuova consapevolezza ambientale, al venire meno delle risorse idriche e all'aumento dei costi energetici, negli ultimi anni si è sviluppato l'uso dell'irrigazione a goccia tramite ali gocciolanti anche per questa coltura.
- I vantaggi dell'irrigazione localizzata sono molteplici:
 - aumento della resa media dell'ordine del 30 - 40%;
 - migliore qualità della granella grazie alla riduzione dei periodi di stress idrico e nutrizionale;
 - risparmio idrico dell'ordine del 30% grazie anche all'indifferenza del metodo a goccia rispetto al vento e alla perdita per evaporazione;
 - risparmio energetico del 60% rispetto al metodo a pioggia in quanto l'irrigazione a goccia necessita di una pressione di esercizio di solo 1.0 Bar;
 - l'irrigazione viene erogata in modo lento e continuo realizzando nella rizosfera l'ideale presenza contemporanea di acqua ed ossigeno a tutto favore del mais che rifugge dai terreni asfittici;
 - non bagnando l'intera pianta si riducono i problemi di attacchi fungini;
 - nelle prime fasi di coltivazione quando le piante sono ancora poco sviluppate la mancata completa bagnatura del terreno riduce l'emergenza delle erbe infestanti;
 - abbinata alla fertirrigazione è possibile distribuire i fertilizzanti in modo tempestivo e frazionati nel tempo per soddisfare al meglio le esigenze del mais. La fertirrigazione consente di diminuire del 30% la distribuzione dei concimi;
 - l'irrigazione abbinata a fertilizzanti organici riduce inoltre l'emissione di ammoniaca a tutto vantaggi dell'ambiente.

Miglioramento genetico

- Il miglioramento genetico vegetale ha realizzato nel mais successi spettacolari, grazie alla concomitanza di una serie di favorevoli condizioni: grande variabilità genetica della specie, relativa facilità di studio sperimentale e, di conseguenza, enorme massa di ricerche di genetica pura e applicata.
- Il miglioramento genetico interviene su alcuni aspetti:
 - produttività della granella;
 - precocità del ciclo biologico;
 - resistenza al freddo;
 - resistenza alle malattie fogliari;
 - resistenza ai marciumi;
 - resistenza nei confronti di agenti di danno animali (es. piralide);
 - miglioramento della qualità nella composizione aminoacidica.

Il miglioramento genetico può essere raggiunto sia attraverso modalità classiche di selezione/incrocio che attraverso tecniche di ingegneria genetica con la costituzione di mais transgenici.