

**La Filiera del mais**  
**Analisi di contesto**

**Cosimo Montanaro (ISMEA)**

**Coordinatore del Gruppo di Lavoro “Mercati e contratti di filiera”**

**INDICE**

***Executive summary***

- 1. *Il ruolo dell'industria mangimistica nella filiera del mais***
  - 1.1. *La filiera del mais***
  - 1.2. *I flussi di prodotto lungo la filiera del mais***
- 2. *La struttura dell'industria mangimistica***
  - 2.1. *I numeri del settore***
  - 2.2. *La ripartizione territoriale dei mangimifici***
  - 2.3. *Le dinamiche recenti***
- 3. *Struttura ed evoluzione della domanda di materia prima dell'industria mangimistica***
  - 3.1. *La struttura delle aziende agricole a mais***
  - 3.2. *Evoluzione nazionale della produzione di mais***
  - 3.3. *Evoluzione dell'export/import di mais***
  - 3.4. *Evoluzione del consumo apparente del mais***
- 4. *Struttura e evoluzione dell'offerta dell'industria mangimistica***
  - 4.1. *Evoluzione della produzione nazionale dei mangimi***
  - 4.2. *Evoluzione dell'export/import dei mangimi***
- 5. *I fattori competitivi dell'industria mangimistica***
  - 5.1. *L'approvvigionamento della materia prima***
  - 5.2. *Il prezzo all'origine della granella***

## Executive summary

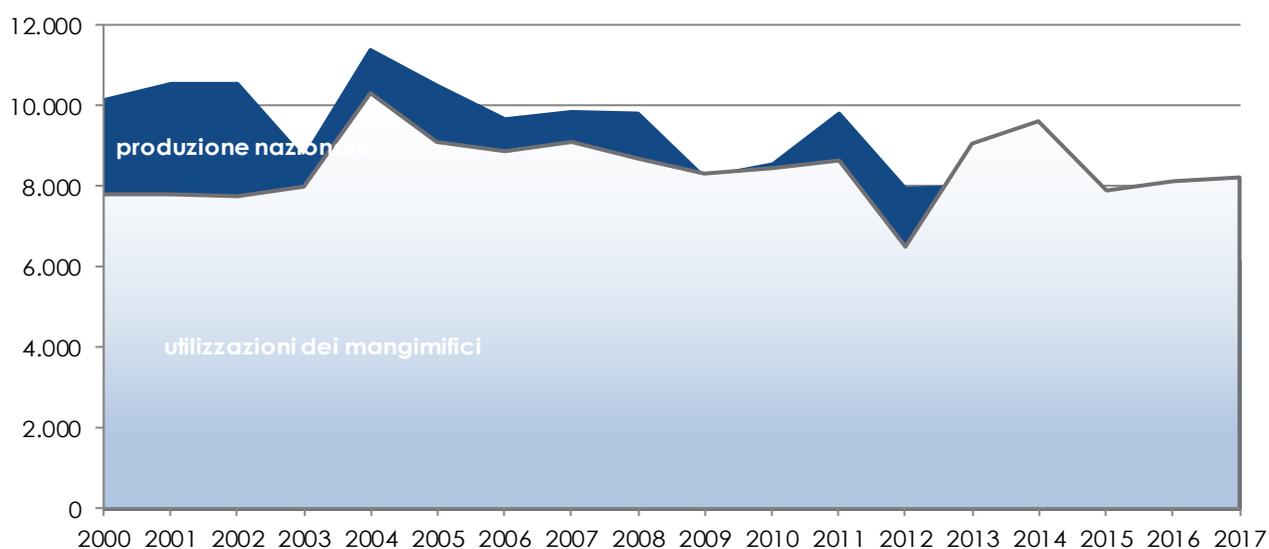
Le aziende maidicole nazionali ammontano, nel 2016, a poco più di 100 mila unità per una superficie complessiva pari a 642.000 ettari; il confronto con l'indagine SPA Istat del 2013 evidenzia una perdita del 24% delle superfici e del 25% delle aziende.

La produzione nazionale di mais si è attestata nella media degli ultimi venti anni a 8,9 milioni di tonnellate ottenuti dalla coltivazione di poco meno di un milione di ettari; la dinamica produttiva tuttavia ha mostrato un andamento fortemente flessivo, sia in termini di superfici investite sia di raccolti. Nel dettaglio, le superfici destinate al mais da granella sono scese da 1,06 milioni di ettari nel 2000 a 591 mila ettari nel 2018 (-437 mila ettari in valore assoluto), la produzione di granella invece è passata nello stesso periodo da 10,2 milioni di tonnellate a 6,2 milioni di tonnellate (-3,92 milioni di tonnellate).

In conseguenza di tali dinamiche, la bilancia commerciale del mais è risultata progressivamente in deficit in ragione del consistente incremento dei volumi di granella acquistati sui mercati esteri. Il grado di autoapprovvigionamento della materia prima, infatti, è sceso ad un livello inferiore al 70% della domanda dell'industria mangimistica contro valori stabilmente prossimi al 100% dei primi anni 2000, quando l'offerta nazionale riusciva a soddisfare ampiamente la domanda dell'industria mangimistica italiana. In tal modo, il mercato italiano del mais è divenuto sempre più di "derivazione", risentendo quindi delle consistenti oscillazioni dei listini all'origine che si registrano a livello mondiale.

In base ai dati forniti da Assalzo, in Italia sono presenti 422 mangimifici che producono circa 14 milioni di tonnellate di mangimi per un fatturato pari a 6 miliardi di euro e creano occupazione per 8.500 addetti (dati 2017).

### Divario tra offerta e domanda di granella di mais (000 t)

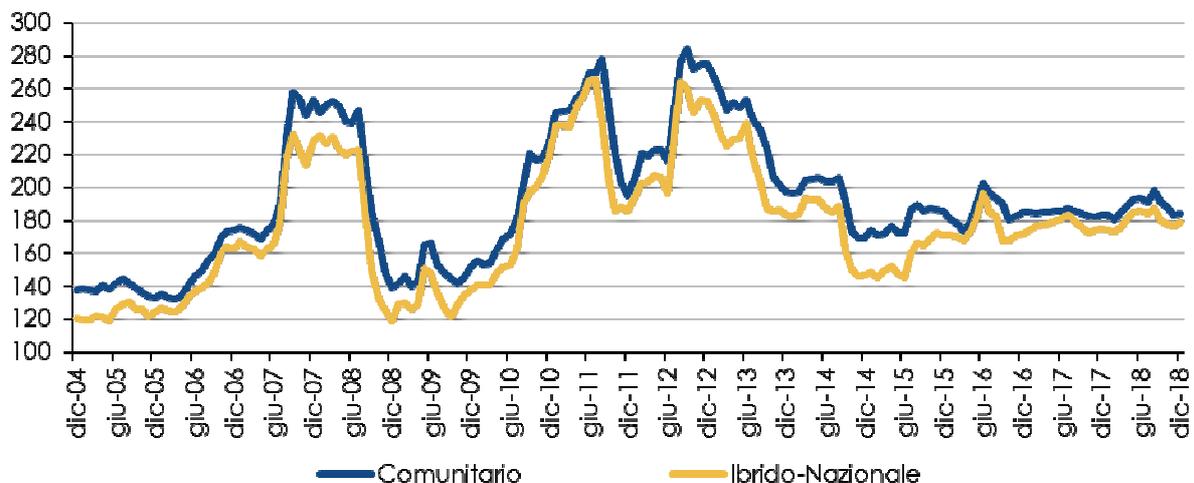


Fonte: elaborazione ISMEA su dati Assalzo

Le utilizzazioni di mais da granella dell'industria mangimistica italiana oscillano tra gli 8 e 9 milioni di tonnellate. La distribuzione geografica delle imprese mangimistiche evidenzia una maggior concentrazione nelle regioni del nord Italia (Emilia Romagna, Lombardia, Veneto e Piemonte), rispecchiando la vocazionalità territoriale per la coltivazione dei seminativi ad uso zootecnico e per gli allevamenti.

La produzione di mangimi composti si è attestata nell'ultimo decennio sempre intorno ai 14 milioni di tonnellate, in costante aumento nell'ultimo triennio. Relativamente ai mangimi semplici, le destinazioni all'alimentazione animale, pari a poco più di 19 milioni di tonnellate, sono rappresentate in larga misura dal mais.

### Prezzi all'origine della granella di mais (euro/t)



Fonte: ISMEA

## 1. Il ruolo dell'industria mangimistica nella filiera del mais

### 1.1. La filiera del mais

La filiera del mais coinvolge poco più di 100 mila imprese agricole che destinano a tale coltivazione circa 642 mila ettari (Istat 2016). L'offerta nazionale del mais, fermo restando le strutturali oscillazioni produttive annuali, si è attestata nella media dell'ultimo decennio a 8,4 milioni di tonnellate di granella di corrispondente ad una produzione a prezzi di base pari a circa 1,5 miliardi di euro (il 3% della Ppb complessiva agricola).

Il settore zootecnico-mangimistico assorbe la quasi totalità della disponibilità nazionale del mais e dell'orzo e, in misura limitata, utilizza anche frumento tenero (circa il 15% della disponibilità nazionale).

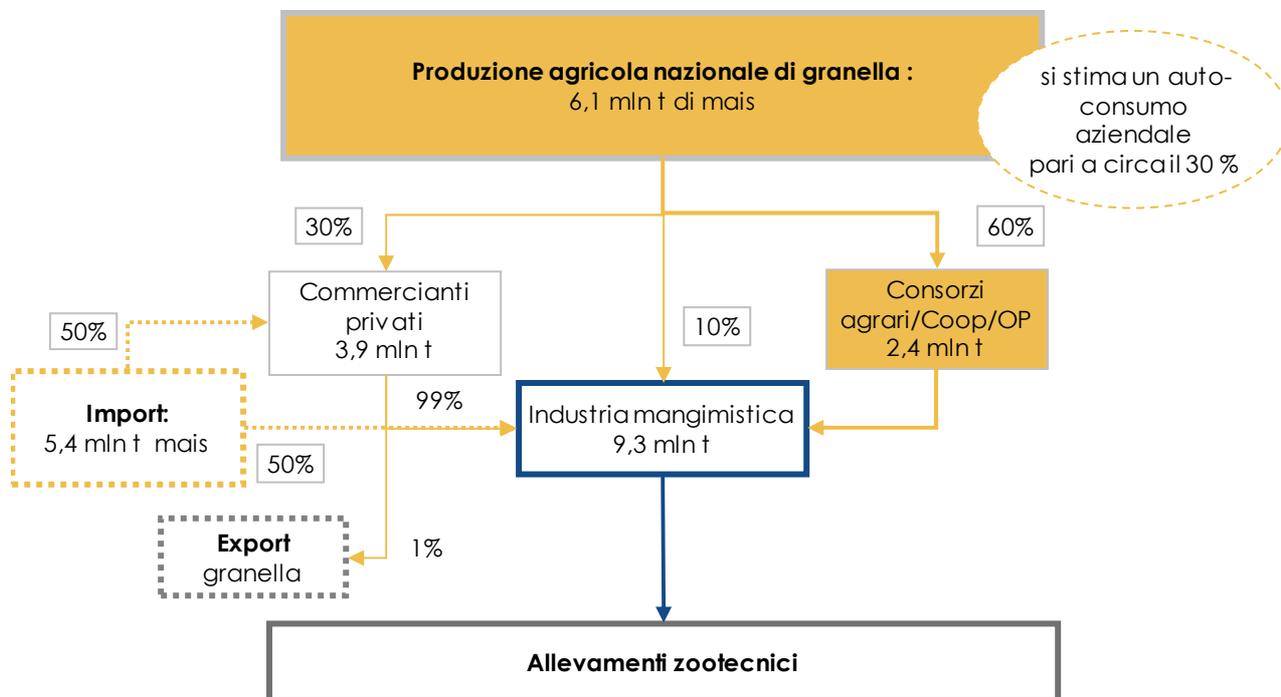
L'industria mangimistica è costituita dalle industrie specializzate nella produzione di mangimi e dai grandi allevamenti che producono in proprio gli alimenti necessari per lo svolgimento dell'attività.

La filiera del mais può essere sintetizzata in due principali segmenti:

- Produzione e commercializzazione della granella. E' costituito dai produttori di mais e dalle loro diverse forme di aggregazione (consorzi agrari, cooperative e associazioni di produttori) che sostengono la



**Fig. 2 – I flussi di prodotto nella filiera del mais nel 2017**



Fonte: elaborazione ISMEA su dati Istat e Assalzoo

## 2. La struttura dell'industria mangimistica

### 2.1. I numeri del settore

In base ai dati Assalzoo in Italia nel 2017 sono presenti 422 mangimifici per un fatturato pari a 6 miliardi di euro e 8.500 addetti. Le utilizzazioni cumulate di mais, orzo e frumento tenero si attestano a circa 12 milioni di tonnellate, di queste, soltanto il mais ne esprime il 70% del totale utilizzato dal settore. A questi prodotti vanno aggiunti mediamente 2,5 milioni di tonnellate di crusca e circa 800 mila tonnellate tra avena, segale ed altri cereali.

**Tab. 1 – I numeri dell'industria mangimistica**

	udm	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	tvma* % 2008-17
<b>Nr. Mangimifici</b>	<i>n.</i>	<b>628</b>	<b>611</b>	<b>590</b>	<b>555</b>	<b>532</b>	<b>503</b>	<b>477</b>	<b>440</b>	<b>427</b>	<b>422</b>	<b>-4,4</b>
<b>Cereali utilizzati per l'alimentazione del bestiame,</b>	<b>(000 t)</b>	<b>15.169</b>	<b>14.617</b>	<b>14.428</b>	<b>15.000</b>	<b>12.604</b>	<b>15.019</b>	<b>16.047</b>	<b>14.073</b>	<b>14.303</b>	<b>n.d.</b>	<b>-0,7</b>
<i>di cui:</i>												
- mais	<i>(000 t)</i>	8.700	8.300	8.450	8.640	6.524	9.069	9.615	7.889	8.113	n.d.	-1,3
- orzo	<i>(000 t)</i>	1.510	1.350	1.460	1.520	1.327	1.333	1.290	1.373	1.435	n.d.	-1,2
- frumento tenero	<i>(000 t)</i>	1.290	1.300	1.318	1.279	1.296	1.107	1.345	1.390	1.388	n.d.	1,4
- avena	<i>(000 t)</i>	330	325	315	312	298	233	257	282	261	n.d.	-2,8
- segale	<i>(000 t)</i>	17	19	16	18	20	30	23	20	19	n.d.	2,8
- altri cereali (escluso il riso)	<i>(000 t)</i>	625	418	423	489	335	640	711	652	549	n.d.	5,7
- crusca	<i>(000 t)</i>	2.697	2.905	2.446	2.742	2.804	2.607	2.806	2.467	2.538	n.d.	-0,7
<b>Magimi prodotti</b>	<b>(000 t)</b>	<b>14.349</b>	<b>13.860</b>	<b>14.265</b>	<b>14.522</b>	<b>14.123</b>	<b>14.042</b>	<b>14.090</b>	<b>14.056</b>	<b>14.226</b>	<b>14.272</b>	<b>0,0</b>
<b>Fatturato Industria mangimistica</b>	<b>(mln €)</b>	<b>6.500</b>	<b>5.700</b>	<b>6.650</b>	<b>7.580</b>	<b>7.710</b>	<b>7.350</b>	<b>6.360</b>	<b>5.860</b>	<b>6.020</b>	<b>6.080</b>	<b>-0,8</b>
<b>Nr. Addetti</b>	<i>n.</i>					<b>8.500</b>						<b>-</b>

\*) Il tvma per singoli prodotti è calcolato sul periodo 2008-16

Fonte: elaborazione ISMEA su dati Assalzo

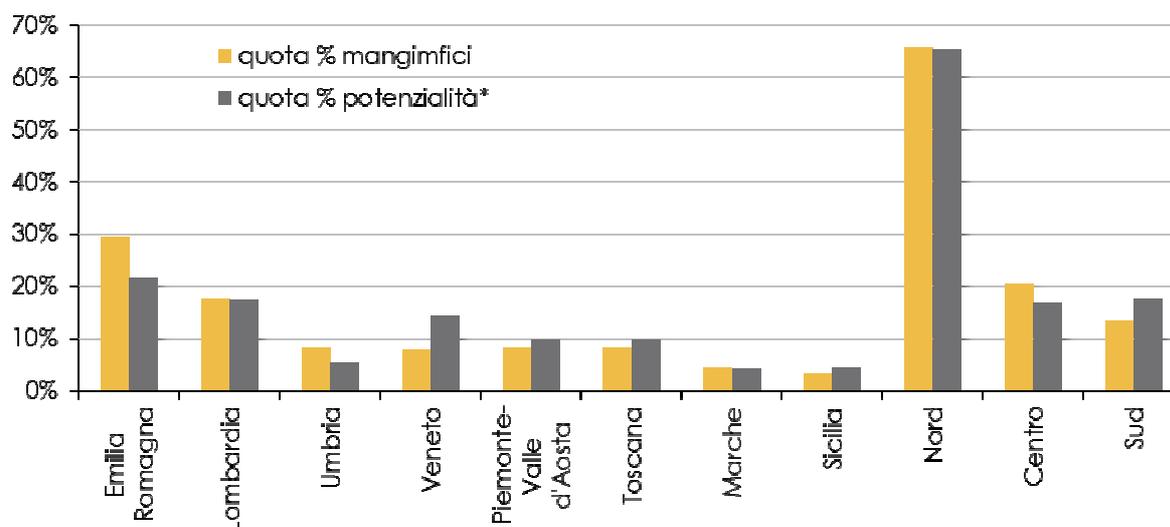
## 2.2. La ripartizione territoriale dei mangimifici

La dislocazione territoriale delle imprese mangimistiche rispecchia quella esistente per la coltivazione dei seminativi ad uso zootecnico e per gli allevamenti. La maggior parte dei mangimifici, infatti, è concentrata nelle regioni del Nord, sia in termini di unità produttive sia di potenzialità produttiva.

In particolare, al Nord sono presenti 278 mangimifici (65% del totale) con una potenzialità complessiva di circa a 29 mila quintali/ora (65%). Infatti, le regioni del Nord sono le aree dove è maggiormente coltivato il mais destinato all'alimentazione del bestiame e dove è presente la più alta concentrazione di aziende zootecniche (in particolare da latte e suinicole) per la produzione di grana padano, parmigiano reggiano e salumi.

La Regione più rilevante è l'Emilia Romagna dove sono presenti 124 mangimifici (29% del to-tale) per una potenzialità di lavorazione totale di 9.700 quintali/ora (22%).

**Fig. 3 – La distribuzione geografica dei mangimifici nel 2017**



\*) quintali/h.

Fonte: elaborazione ISMEA su dati Assalzo

### 2.3. Le dinamiche recenti

La dinamica di medio periodo circa l'evoluzione dei mangimifici presenti sul territorio nazionale ne evidenzia una consistente riduzione. In base all'ultimo aggiornamento effettuato da Assalzo, nel 2017 si è registrata nei confronti del 2005 una contrazione di 206 unità produttive (-33%) scendendo a 422 aziende; flessione ben più evidente rispetto a quella emersa per la potenzialità produttiva (-3% a 44,9 q.li/h) tale da determinare un aumento della potenzialità per azienda passata da 74 q.li/h a 107 q.li/h.

L'analisi delle dinamiche per classe di potenzialità, evidenzia che i decrementi più consistenti si osservano per i mangimifici meno competitivi e ricadenti nelle dimensioni di classe fino a 10 quintali/ora.

L'evoluzione territoriale nell'ultimo decennio evidenzia un calo di 66 unità produttive in Emilia Romagna che scendono a 124 mangimifici nel 2017, contro i 180 risultanti nel 2008; dal lato della potenzialità produttiva, invece, la situazione è rimasta sostanzialmente ferma attorno ai 9.700 q.li/h. Medesima situazione si è osservata in Lombardia con una perdita di 46 mangimifici dal 2008, scesi a 74 unità nel 2017, mentre rimane stabile la capacità produttiva a 7.800 q.li/h.

**Tab. 2 – La distribuzione dei mangimifici per classe di potenzialità**

	2005	2011	2014	2017	Var.% 2017/08
<b>classe di potenzialità<sup>1</sup></b>					
< 6	54	40	31	24	-55,6
6 - 10	128	109	86	75	-41,4
11 - 50	292	266	238	216	-26,0
51 - 100	84	74	62	53	-36,9
> 100	70	66	60	54	-22,9
<b>Totale</b>	<b>628</b>	<b>555</b>	<b>477</b>	<b>422</b>	<b>-32,8</b>

1) quintali/h.

Fonte: elaborazione ISMEA su dati Assalzo

### 3. Struttura ed evoluzione della domanda di materia prima dell'industria mangimistica

#### 3.1. La struttura delle aziende agricole a mais

Le aziende maidicole nazionali ammontano, nel 2016, a poco più di 100 mila unità per una superficie complessiva pari a 642.000 ettari. La ripartizione per regioni evidenzia che la flessione più significativa tra le indagini Istat SPA 2013 e 2016 si è riscontrata nel Veneto dove si sono per-se il 36% delle aziende e il 34% delle superfici.

Estendendo l'analisi al confronto tra le indagini censuarie 2000 e 2010 si era già osservata una concentrazione della produzione agricola in ragione dell'aumento della dimensione media delle aziende stesse (3,6 ettari/az. nel 2000 a 5,7 ettari/az. nel 2010). Tale fenomeno è stato con-fermato anche nel 2016 quando la dimensione media aziendale si è accresciuta ancora raggiungendo 6,4 ettari/az.

**Tab. 3 – La distribuzione territoriale delle aziende a mais**

	Sup. investita (ha)				Aziende (n.)			
	2013	2016	Quota % 13	Var.% 16/13	2013	2016	Quota % 13	Var.% 16/13
<b>ITALIA</b>	<b>846.447</b>	<b>641.628</b>	<b>100,0%</b>	<b>-24,2</b>	<b>132.874</b>	<b>100.015</b>	<b>100,0%</b>	<b>-24,7</b>
Lombardia	230.720	171.070	26,7%	-25,9	18.070	15.154	15,2%	-16,1
Piemonte	158.821	146.644	22,9%	-7,7	20.524	17.851	17,8%	-13,0
Veneto	215.426	141.995	22,1%	-34,1	43.721	27.857	27,9%	-36,3
Emilia Romagna	103.666	75.073	11,7%	-27,6	11.635	8.684	8,7%	-25,4
Friuli Venezia Giulia	73.391	57.430	9,0%	-21,7	11.299	8.854	8,9%	-21,6
Lazio	11.255	9.567	1,5%	-15,0	4.838	3.758	3,8%	-22,3
Toscana	14.517	9.543	1,5%	-34,3	3.691	2.461	2,5%	-33,3
Campania	11.970	7.957	1,2%	-33,5	8.224	5.852	5,9%	-28,8
Umbria	7.829	6.792	1,1%	-13,2	2.418	2.700	2,7%	11,7
Marche	5.993	4.068	0,6%	-32,1	2.351	1.871	1,9%	-20,4
Abruzzo	6.029	3.396	0,5%	-43,7	3.186	1.845	1,8%	-42,1
Calabria	2.552	3.571	0,6%	39,9	1.566	987	1,0%	-37,0
Sardegna	2.447	2.094	0,3%	-14,4	225	181	0,2%	-19,6
Altre regioni	1.832	2.428	0,4%	32,5	1.126	1.960	2,0%	74,1

Fonte: elaborazione ISMEA su dati Istat (SPA 2013, SPA 2016)

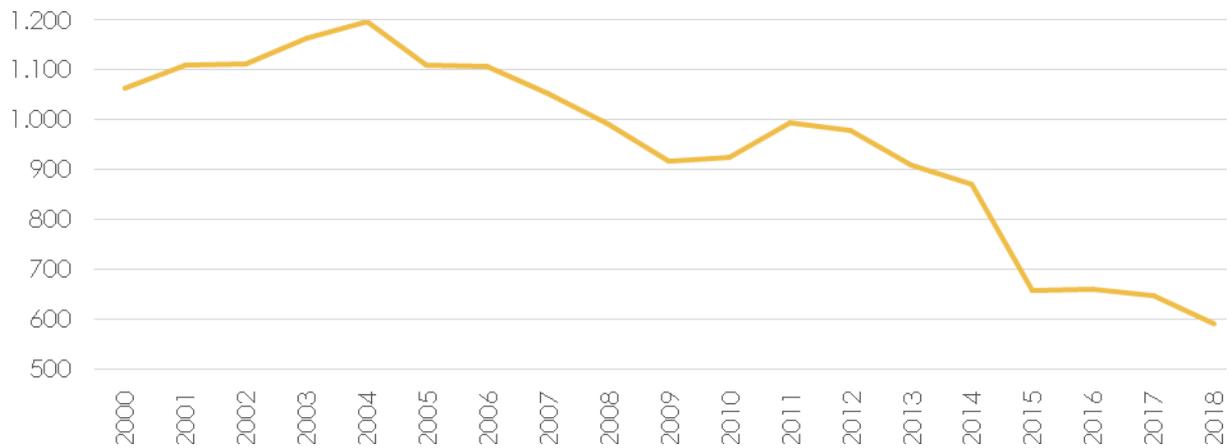
È la Lombardia a contare le aziende di maggiori dimensioni medie (11,3 ettari/az. nel 2016) seguita dall'Emilia Romagna (8,6 ettari/az. nel 2013) e dal Piemonte (8,2 ettari/az.).

#### 3.2. Evoluzione nazionale della produzione di mais

La produzione di mais negli ultimi anni ha mostrato un andamento decisamente flessivo.

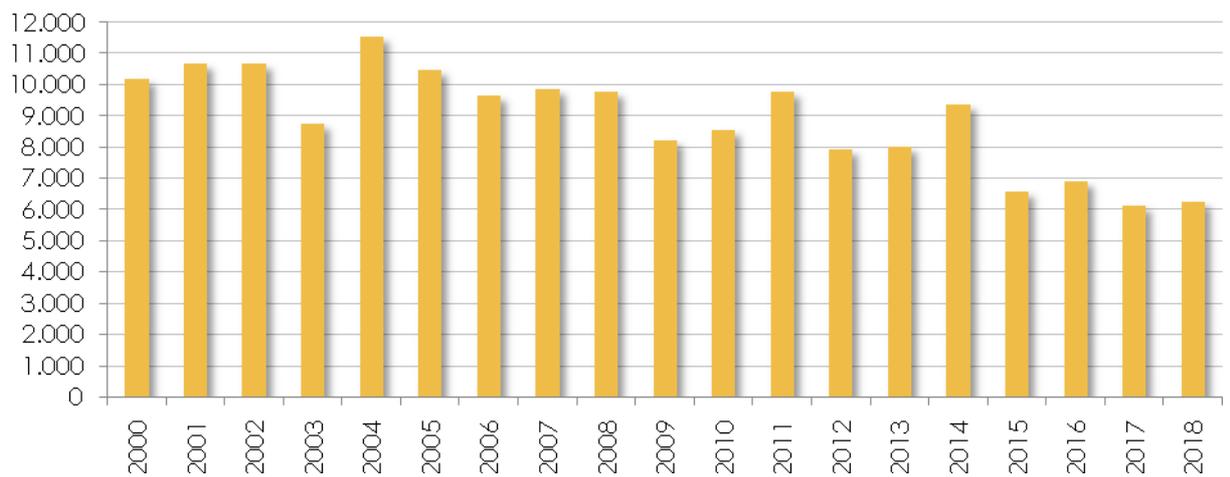
In dettaglio, le superfici scese da 1,06 milioni di ettari nel 2000 a 591 mila ettari nel 2018 (-437 mila ettari in valore assoluto), la produzione di granella invece è passata nello stesso periodo da 10,2 milioni di tonnellate a 6,3 milioni di tonnellate (-3,9 milioni di tonnellate), fermo restando la spiccata oscillazione produttiva annuale in ragione delle condizioni climatiche che caratterizzano il ciclo colturale, con particolare riferimento agli eventi siccitosi.

**Fig. 6– Evoluzione delle superfici a mais (000 ha)**



Fonte: Elaborazione ISMEA su dati Istat

**Fig. 6– Evoluzione della produzione del mais (000 t)**



Fonte: Elaborazione ISMEA su dati Istat

**Tab. 5 – Evoluzione della produzione nazionale di mais (000 t)**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	tvma % 09-18
Veneto	2.300	2.218	2.516	1.645	2.215	2.956	1.661	1.791	1.495	1.456	-4,8
Piemonte	1.203	1.279	1.492	1.838	1.657	1.878	1.522	1.442	1.350	1.368	-1,2
Lombardia	2.528	2.547	2.880	2.263	1.807	2.295	1.616	1.803	1.612	1.708	-5,4
Emilia Romagna	928	1.012	1.331	731	843	906	638	670	534	588	-6,3
Friuli V. G.	575	742	810	828	794	637	600	624	593	572	-2,2
Toscana	134	157	154	122	154	152	129	128	113	96	-3,9
Lazio	183	202	200	125	148	166	125	137	117	132	-3,9
Campania	119	118	120	113	119	103	108	105	98	103	-2,1
Umbria	167	131	126	99	129	98	51	53	48	107	-7,5
Abruzzo	12	65	65	65	43	64	65	64	63	63	5,7
Marche	47	46	48	43	42	44	38	40	36	37	-3,4
Calabria	14	22	20	21	20	19	22	19	19	20	-2,3
Altre Regioni	26	26	28	33	34	32	23	29	37	33	-2,3
<b>ITALIA</b>	<b>8.237</b>	<b>8.566</b>	<b>9.789</b>	<b>7.927</b>	<b>8.005</b>	<b>9.350</b>	<b>6.597</b>	<b>6.904</b>	<b>6.048</b>	<b>6.283</b>	<b>-4,1</b>

Fonte: Elaborazione ISMEA su dati Istat

### 3.3. Evoluzione dell'export/import di mais

La bilancia commerciale del mais è strutturalmente in deficit. Nel dettaglio, la granella di mais ha registrato nella media del periodo 2009-2019 un passivo pari a circa 680 milioni di euro annuali, superando la soglia del miliardo di euro nel 2018.

Si evidenzia, negli ultimi anni, inoltre, una consistente progressione dei volumi di materia prima acquistati sui mercati esteri, proceduti ad un ritmo medio annuo del 10,8% e oltrepassando 5 milioni di tonnellate nell'ultimo biennio. La propensione all'import, infatti, si è accresciuta ad un tasso medio annuo del 9,5% e, di contro, il grado di autoapprovvigionamento (rappresenta la quota degli utilizzi dell'industria mangimistica coperta dalla produzione nazionale) si è ridotto del 4,5% circa; tale indicatore, che peraltro era prossimo al 100% nei primi anni 2000, è sceso nel 2018 a poco più del 52%.

**Tab. 7 – Gli indicatori del commercio con l'estero della granella di mais**

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	tvma % 09-18
Esportazioni	(000 €)	23.668	48.804	55.919	45.008	43.837	42.089	61.842	54.187	50.502	32.257	1,5
Importazioni	(000 €)	361.802	380.009	622.967	640.965	925.751	866.063	675.839	834.585	975.273	1.017.969	11,6
Saldo commerciale	(000 €)	-338.133	-331.205	-567.049	-595.957	-881.914	-823.974	-613.997	-780.398	-924.772	-985.712	12,4
Esportazioni	(000 t)	59	143	137	68	39	42	130	55	72	41	-6,3
Importazioni	(000 t)	2.220	2.226	2.683	2.654	3.991	4.609	3.804	4.631	5.408	5.744	10,8
Saldo commerciale	(000 t)	-2.162	-2.082	-2.546	-2.586	-3.952	-4.567	-3.675	-4.575	-5.336	-5.704	11,2
Autoapprovvigionamento <sup>1</sup>	(%)	79,2	80,4	79,4	75,4	66,9	67,2	64,4	60,1	53,1	52,4	-4,5
Propensione all'export <sup>2</sup>	(%)	0,7	1,7	1,4	0,9	0,5	0,5	1,9	0,8	1,2	0,6	-2,9
Propensione all'import <sup>3</sup>	(%)	21,4	20,9	21,8	25,2	33,4	33,1	36,8	40,3	47,5	47,9	9,5
Saldo normalizzato <sup>4</sup>	(%)	-94,9	-87,9	-90,3	-95,0	-98,1	-98,2	-93,4	-97,6	-97,4	-98,6	0,8

1 = produzione/consumo; 2 = export/produzione; 3 = import/consumo; 4 = (exp-imp)/(exp+imp)

Fonte: elaborazione ISMEA su dati Istat

### 3.4. Evoluzione del consumo apparente del mais

Il consumo apparente del mais ha mostrato un lieve aumento nell'ultimo decennio essendo cresciuto solo dello 0,5% medio annuo, dinamica sostenuta esclusivamente dall'incremento delle importazioni che sono cresciute ad un ritmo medio annuo superiore al 10%.

**Tab. 8 – Il consumo apparente della granella di mais (000t)**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	tvma % 2009-18
produzione	8.237	8.566	9.789	7.927	8.005	9.350	6.657	6.904	6.048	6.283	-4,1
import	2.220	2.226	2.683	2.654	3.991	4.609	3.804	4.631	5.408	5.744	10,5
export	59	143	137	68	39	42	130	55	72	41	-5,7
consumi apparenti	10.398	10.649	12.336	10.512	11.957	13.917	10.332	11.479	11.384	11.987	0,5

Fonte: elaborazione ISMEA su Istat

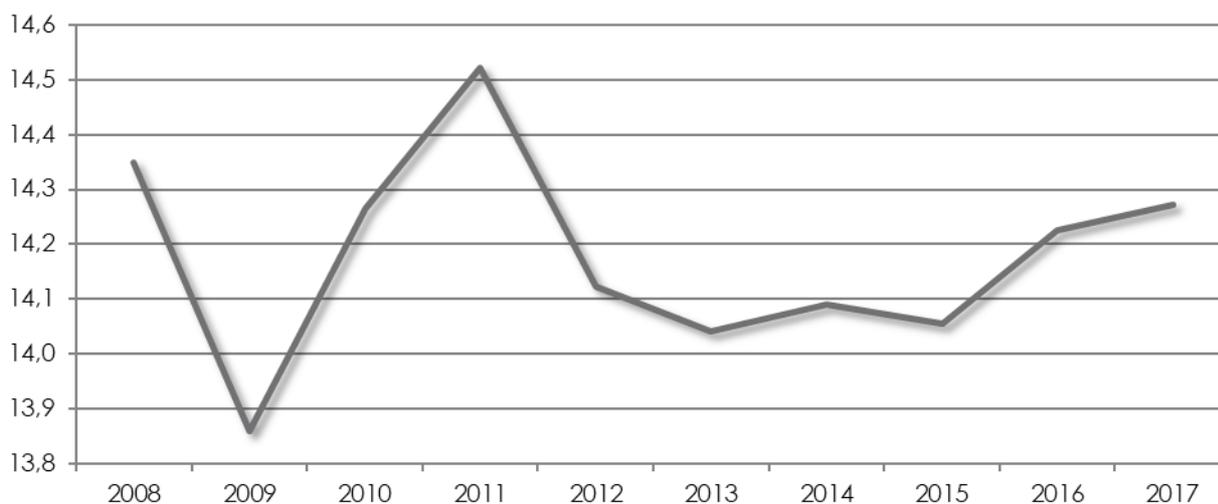
## 4. Struttura e evoluzione dell'offerta dell'industria mangimistica

### 4.1. Evoluzione della produzione nazionale degli mangimi

La produzione di mangimi composti nel nostro paese ha visto un forte incremento negli ultimi anni. In particolare, analizzando i dati forniti da Assalzo emerge che la produzione mangimistica nazionale nel 2000 ammontava a poco meno di 12 milioni di tonnellate, per arrivare a oscillare intorno ai 14 milioni di tonnellate negli ultimi dieci anni.

Tale dinamica è da ascrivere, da un lato all'aumento dei capi allevati con particolare riferimento ai suini e agli avicoli - dall'altro all'impedimento dell'utilizzo di farine animali nella alimentazione zootecnica in ragione delle note vicende della BSE - che avevano peraltro determinato l'incremento del consumo delle carni bianche.

**Fig. 7 – Evoluzione della produzione di mangimi composti in Italia (000 t)**



Fonte: elaborazione ISMEA su dati Assalzo

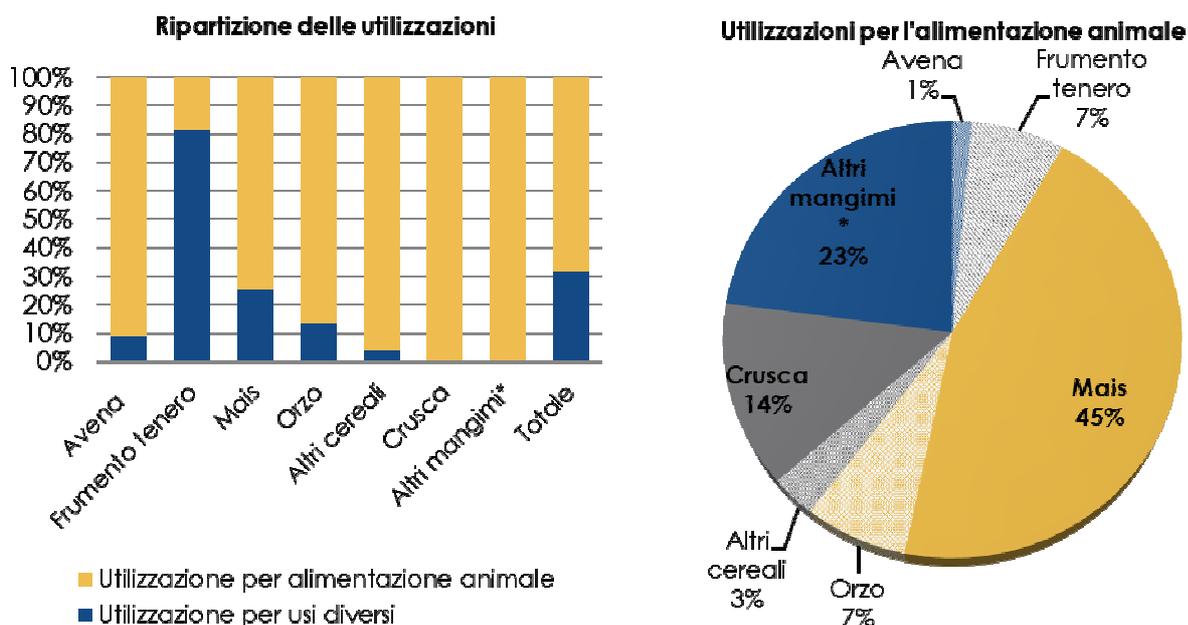
Relativamente ai mangimi semplici, vengono destinati all'alimentazione animale circa 19 milioni di tonnellate, rappresentati in larga misura dal mais (45%) e dalla crusca (14%) derivata dalla molitura del frumento tenero e frumento duro; una quota rilevante nella razione alimentare è rappresentata dai mangimi di origine diversa dai cereali (23%).

Tab. 9 – Utilizzazioni di mangimi semplici in Italia (valori medi 2012-2016 in tonnellate)

	<b>Prod. Nazionale</b>	<b>Importazione</b>	<b>Esportazione</b>	<b>Disponibilità Totale</b>	<b>Utilizzazione per usi diversi</b>	<b>per alimentazione animale</b>
Avena	264.206	35.320	7.309	292.217	26.017	266.200
Frumento tenero	3.202.730	3.900.932	66.905	7.036.757	5.731.557	1.305.200
Mais	7.766.678	3.891.148	60.577	11.597.249	2.955.249	8.642.000
Orzo	932.423	629.569	4.748	1.557.243	205.644	1.351.600
Altri cereali	406.601	224.294	5.578	625.317	25.517	599.800
Crusca	2.710.000	80.510	160.204	2.630.306	-	2.630.306
Altri mangimi <sup>†</sup>	1.739.345	2.898.665	246.686	4.391.324	-	4.391.324
<b>Totale</b>	<b>17.021.983</b>	<b>11.660.439</b>	<b>552.008</b>	<b>28.130.414</b>	<b>8.943.984</b>	<b>19.186.430</b>

Fonte: elaborazione ISMEA su dati Assalzo

**Fig. 8 – Destinazione d’uso dei mangimi semplici e ripartizione percentuale delle materie prime (valori medi 2012-2016)**



\*) farina di soia, farina di pesce e siero di latte in polvere

Fonte: elaborazione ISMEA su dati Assalzo

#### 4.2. Evoluzione dell’export/import dei mangimi

Gli scambi con l’estero dei mangimi composti evidenziano un saldo commerciale strutturalmente passivo. Nell’arco degli ultimi anni si è registrato un leggero peggioramento del deficit in ragione della rivalutazione del valore delle importazioni che, invece, sono rimaste pressoché stabili in volume.

Il tasso di autoapprovvigionamento sempre prossimo al 100% dimostra, tuttavia, che il livello dei volumi di mangimi composti importati non ha un grande rilievo per l’industria mangimistica nazionale; la produzione nazionale di tali mangimi riesce a coprire la quasi totalità della domanda degli allevamenti zootecnici.

**Tab. 10 – Gli indicatori del commercio con l’estero dei mangimi composti**

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	lvma % 2008-17
Esportazioni *	(000 €)	213.085	207.238	241.359	269.826	298.716	349.797	479.835	577.669	598.176	654.854	13,3
Importazioni *	(000 €)	635.176	607.117	671.054	708.512	731.636	733.705	773.865	785.077	778.422	819.437	2,6
Saldo commerciale	(000 €)	-422.091	-399.878	-429.695	-438.686	-432.920	-383.908	-294.030	-207.408	-180.247	-164.583	9,7
Esportazioni *	(000 t)	272	270	325	366	378	409	474	684	769	748	13
Importazioni *	(000 t)	568	544	575	555	542	558	564	574	593	595	0,5
Saldo commerciale	(000 t)	-295	-273	-250	-190	-163	-148	-89	110	176	153	193,0
Tasso di autoapprovvigionamento (%)		98,0	98,1	98,3	98,7	98,9	99,0	99,4	100,8	101,3	101,1	0,4
Propensione all’export <sup>2</sup>	(%)	1,9	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	3,4	4,9	5,4	5,2	13,1
Propensione all’import <sup>3</sup>	(%)	3,9	3,8	4,0	3,8	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2	0,9
Saldo normalizzato <sup>4</sup>	(%)	-35,2	-33,6	-27,8	-20,6	-17,7	-15,3	-8,6	8,7	12,9	11,4	187,9

1= produzione/consumo; 2 = export/produzione; 3 = import/consumo; 4 = (exp-imp)/(exp+imp); 5 = escluso frumento duro

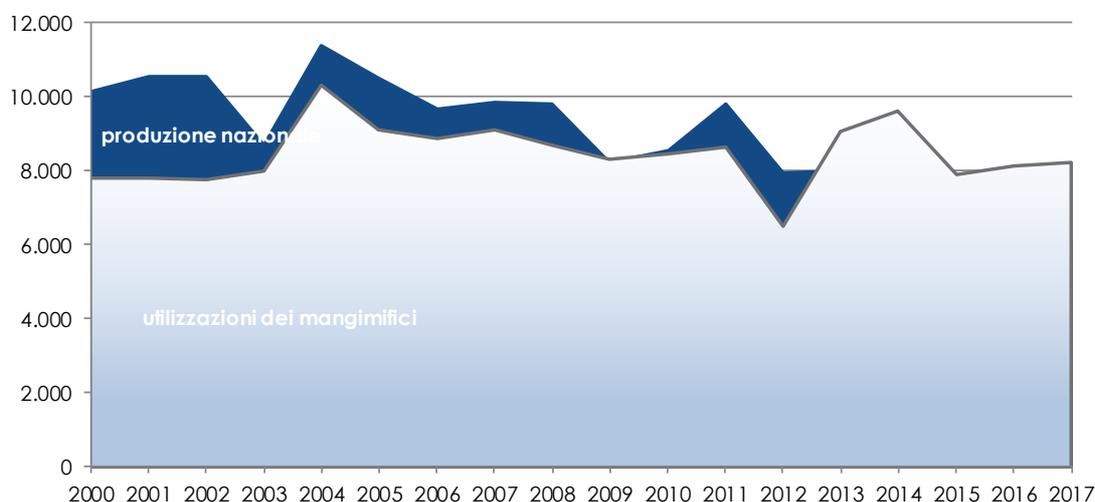
\* = Classificazione NC8: 230910-Alimenti per cani o gatti, condizionati per la vendita al minuto; 230990-Preparazioni dei tipi utilizzati per l'alimentazione degli animali (escl. alimenti per cani o gatti, condizionati per la vendita al minuto)  
Fonte: elaborazione ISMEA su dati Istat, Assalzoo

## 5. I fattori competitivi dell'industria mangimistica

### 5.1. L'approvvigionamento della materia prima

Fino ai primi anni 2000 la produzione nazionale di mais esprimeva un tasso di autoapprovvigionamento prossimo al 100% riuscendo a soddisfare ampiamente la domanda dell'industria mangimistica. Negli anni successivi si è evidenziato un differenziale sempre più elevato in ragione della minore offerta nazionale di granella che, in maniera speculare, è stata sostituita dal prodotto di importazione. A partire dal 2013, inoltre, la situazione è peggiorata; il livello della produzione interna, infatti, è risultata nettamente inferiore alle richieste industriali. Questo gap si è attestato nella media del periodo a poco meno di 900 mila tonnellate.

**Fig. 9 – Gap tra offerta e domanda di granella di mais (000)**



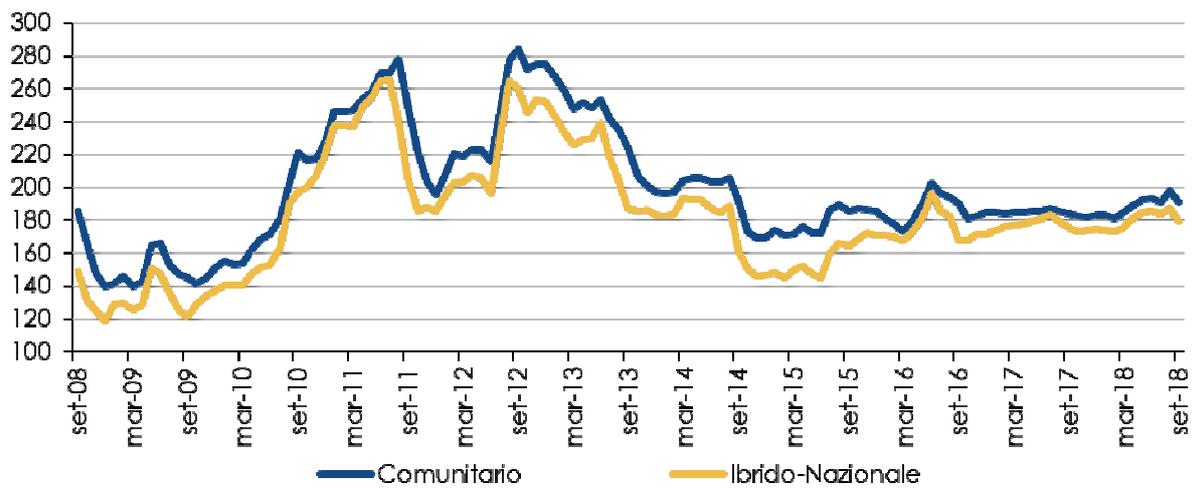
t)

Fonte: elaborazione ISMEA su dati Assalzoo

### 5.2. Il prezzo all'origine della granella

Il mercato italiano del mais dipende fortemente dalle dinamiche che si realizzano a livello internazionale ed ha una natura di "derivazione" in conseguenza degli elevati quantitativi importati. Il mercato internazionale del mais, come quello dei cereali in genere, è strutturalmente instabile e regolato da una moltitudine di variabili che possono essere sintetizzate nei fattori strutturali - come ad esempio la crescente richiesta proveniente dai Paesi emergenti in ragione della crescita economica e del cambiamento dei modelli di consumo rivolti sempre più al consumo di carne - e congiunturali - come ad esempio il calo dell'offerta causata da eventi climatici sfavorevoli che possono determinare una forte contrazione degli stock, l'aumento del prezzo del petrolio che agisce in larga misura sull'aumento dei costi di produzione e di trasporto, la fluttuazione del dollaro che influisce direttamente sul livello degli scambi, e le azioni di limitazione dell'export (dazi/contingenti) che possono essere adottate dai Paesi esportatori comprimendone ulteriormente l'offerta.

Fig. 11 – Prezzi CIF del mais comunitario e confronto con le quotazioni nazionali (€/t)



Fonte: Ismea

## Allegato 2

### Aumentare la competitività del settore a cura di Carlotta Balconi (CREA-CI) ed Enrico Fravili (COPAGRI) Coordinatori del Gruppo di Lavoro "Assistenza tecnica"

#### INDICE

##### a) **CONTROLLO STRESS**

- Controllo territoriale (remoto) degli stress  
GIORGIO COLOMBO - Assosementi /percorsi agronomici virtuosi
- Controllo Stress abiotico  
MIRKO ZANARDINI - ACI cooperative/stress idrico e nutrizionale  
SEBASTIANO MUNDULA - Coldiretti /fertirrigazione, divulgazione
- Controllo Stress biotico  
PAOLA BATTILANI - Università Cattolica Piacenza/biocontrollo aflatossine  
ROBERTO CAUSIN - Università degli Studi di Padova/lotta biologica  
PAOLA BATTILANI - Università Cattolica Piacenza/modelli previsionali  
ENRICO COSTA - AIRES/monitoraggio sete contaminazione ambientale  
EMANUELE MAZZONI – Università Cattolica Piacenza/insetti fitofagi  
LORENZO FURLAN - Veneto Agricoltura

##### b) **IMPLEMENTAZIONE RESE**

- Pratiche agronomiche e strategie produttive  
GIORGIO COLOMBO - Assosementi /strategie produttive e percorsi agronomici virtuosi

##### c) **SCELTA VARIETALE E QUALITÀ TECNOLOGICA**

- Potenziamento reti nazionali di confronto varietale  
GIANFRANCO MAZZINELLI - CREA CI Sede di Bergamo/rete nazionale confronto varietale  
SABRINA LOCATELLI - CREA CI Sede Bergamo/ qualità igienico sanitaria e caratteristiche nutrizionali degli ibridi  
ASSOSEMENTI/prove varietali e fonti genetiche di resistenza  
ANNA GIULINI - CREA DC Sede Milano/confronto varietale in regime biologico



## **a) Controllo stress**

### **Premessa**

Le soluzioni proposte hanno come base un approccio olistico in cui l'azione e l'interazione tra singoli fattori produttivi (biotici ed abiotici) vengono valutate e previste, areale per areale, a seconda delle condizioni climatiche, con specifici algoritmi comprensivi di modelli previsionali dello sviluppo della coltura e degli organismi dell'agro-ecosistema su **una piattaforma dedicata la cui realizzazione è auspicata nel Piano di Settore**. Tale piattaforma olistica, nella sua complessità, garantirà tra l'altro, l'applicazione dei principi della Difesa Integrata come descritti dalle normative europee ed italiane vigenti e favorirà l'adeguato sfruttamento delle potenzialità dell'agricoltura di precisione. In tal modo, man mano le migliori combinazioni dei fattori produttivi potranno essere individuate, avvicinando il maiscoltore al miglior potenziale produttivo con i minori costi possibili e il minore impatto ambientale; vengono di seguito descritte le proposte per singoli fattori produttivi che dovrebbero costituire parte della sopra menzionata piattaforma produttiva.

### **- Controllo territoriale (remoto) degli stress**

**GIORGIO COLOMBO – Assosementi –**

**KEY WORDS:** *percorsi agronomici virtuosi, acquisizione informazioni, sensori*

#### **ANALISI DI CONTESTO**

Gli stress biotici e abiotici, affrontati nelle altre sezioni di questo documento, agiscono alterando la crescita, lo sviluppo e la produttività della pianta. In genere, il danno causato varia sensibilmente in rapporto a diversi fattori quali: l'intensità e la durata dello stress, la specie ed il genotipo, lo stadio di sviluppo della pianta, le condizioni della coltura e dell'ambiente in cui è inserita.

I percorsi agronomici virtuosi che puntano a prevenire gli stress o quantomeno a ridurre gli effetti, devono includere una strategia che permetta di osservare, valutare - e di conseguenza contrastare - le condizioni che ne determinano la comparsa. Ciò implica la raccolta tempestiva e l'analisi di una serie di informazioni. Per l'acquisizione di tali informazioni è possibile ricorrere ad un'ampia gamma di soluzioni tecnologiche che consentono di attuare un efficace controllo territoriale, realizzabile attraverso l'impiego di appositi sensori. Questi ultimi sono distinti in due categorie: sensori da remoto, impiegati nel telerilevamento o *remote sensing* e sensori di prossimità, impiegati nell'attività di monitoraggio ravvicinato o *proxymal sensing* (Mipaaf 2017).

In generale, per *remote sensing* o telerilevamento s'intende l'osservazione di un oggetto o di una data area da parte di un dispositivo posto ad una certa distanza (Profitt 2006). Si basa sulla captazione delle radiazioni emesse o riflesse dagli oggetti osservati tramite sensori utilizzabili nelle riprese a distanza. L'evoluzione tecnologica registrata negli ultimi anni ha dato la possibilità di scegliere se optare per l'utilizzo dei sensori presenti sui *satelliti* o di altri appositamente inseriti su *aerei* o *droni*. La scelta dipende da fattori sia di natura tecnica che economica.

#### **ASPETTI DA CONOSCERE**

I satelliti sono utilizzati nel remote sensing da oltre 40 anni, vale a dire da quando Landsat 1 fu lanciato in orbita nel 1972. L'uso è ancora valido ma parziali limitazioni potrebbero essere ancora rappresentate dalle risoluzioni spaziali e soprattutto dal costo delle immagini che diventa sostenibile su larga scala (Matese *et al.* 2015). Le riprese eseguite tramite aerei, a quote variabili comprese tra i 300 e i 15.000 metri, consentono l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione a terra, da 5 a 100 centimetri. La preferenza sarà accordata alla tecnologia che meglio risponde alle finalità e meglio si adatta alle caratteristiche delle aree da osservare. Tuttavia, le aspettative maggiori sono riversate sugli aeromobili a pilotaggio remoto, comunemente noti come droni. Si tratta di apparecchi volanti caratterizzati dall'assenza del pilota a bordo. Il suo volo è controllato dal computer a bordo oppure tramite un navigatore/pilota a terra (*Ibidem*). La qualità dei risultati conseguibili, a fronte di un costo inferiore rispetto alle altre soluzioni, sembrerebbe delineare uno scenario di ulteriore crescita delle applicazioni dei droni nel telerilevamento.

### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

Il controllo remoto è un metodo veloce, non distruttivo e relativamente economico per studiare i parametri biofisici e biochimici della vegetazione in vaste aree geografiche. I recenti progressi messi a segno dalla sensoristica e la disponibilità di immagini satellitari multispettrali ad alta risoluzione (spaziali e temporali) ne hanno reso più semplice e accessibile l'adozione (Chivasa *et al.* 2017).

Nella letteratura scientifica e tecnica sono già presenti esempi relativi all'applicazioni del telerilevamento in mais, finalizzate alla valutazione di parametri quali la temperatura fogliare, lo stato idrico della pianta, la biomassa, le aree di attacco da parte di patogeni su ampie superfici (Ngie *et al.* 2014; Chivasa *et al.* 2017).

I dati rilevati a distanza consentono di descrivere forma, dimensioni e vigore della coltura e di esprimere la fisiologia della pianta mediante il calcolo di indici di vegetazione, come ad esempio il NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) o il LAI (Leaf Area Index). Tali indici possono essere utilizzati per la stima della resa e del volume totale della produzione di mais (Battude *et al.* 2016; Baez-Gonzalez *et al.* 2005; Fernandez-Ordoñez *et al.* 2017).

L'impiego delle predette tecnologie contribuisce a identificare quali siano le operazioni colturali da fare ed il momento in cui intervenire, in base alle reali esigenze della pianta o del suolo, migliorando così i risultati produttivi. Da valutare sarebbe l'impiego di queste informazioni per una stima della sanità delle produzioni. Inoltre, a quelli da remoto possono essere affiancati i sensori prossimali, vale a dire delle apparecchiature che eseguono la misura a distanze minime (1-2 m) o tramite il contatto diretto con il suolo.

Sebbene i vantaggi attesi dal ricorso a tali soluzioni siano significativi, è necessario investire sulla formazione e sull'assistenza tecnica poiché le competenze richieste sono molteplici ed abbracciano svariate discipline come l'informatica, l'elettronica, la meccanica e l'agronomia. Incrementare il Know-how e trasferire la conoscenza insieme all'innovazione tecnologica sono condizioni auspicabili e prerequisiti essenziali per la reale efficacia di tali applicazioni.

### **BIBLIOGRAFIA**

Baez-Gonzalez A.D., Kiniry J.R., Maas S.J., Tiscareno M.L., Macias C., Mendoza J.L., Richardson C.W., Salinas G., Manjarrez J.R. (2005), *Large-Area Maize Yield Forecasting Using Leaf Area Index Based Yield Model*, in *Agronomy Journal* 97: 418-425.

Battude M., Al Bitar A., Morin D., Cros J., Huc M., Sicre C. M., Le Dantec V., Demarez V. (2016), *Estimating Maize Biomass and Yield over Large Areas Using High Spatial and Temporal Resolution Sentinel-2 like Remote Sensing Data*, in *Remote Sensing of Environment* 184: 668-681.

Chivasa W., Mutanga O., Biradar C. (2017), *Application of remote sensing in estimating maize grain yield in heterogeneous African agricultural landscapes: a review*, in *International Journal of Remote Sensing* 38(23):6816-6845.

Fernandez-Ordoñez Y.M., Soria-Ruiz J. (2017), *Maize crop yield estimation with remote sensing and empirical models*, Conference: IGARSS 2017 At: Fort Worth, TX USA Volume:1.

Matese A., Di Gennaro S.F. (2015), *Technology in precision viticulture: a state of the art review*, in *International Journal of Wine Research*. No 7.

Mipaaf 2017, *Linee guida per lo sviluppo dell'agricoltura di precisione in Italia*.

Ngie A., Ahmed F., Abutaleb K. (2014), *Remote sensing potential for investigation of maize production: review of literature*, in *South African Journal of Geomatics*, 3 (2).

Profitt A.P.B. (2006), *Precision viticulture. A new era in vineyard management and wine production*. Adelaide, WineTitles.

## - **Controllo Stress abiotico**

**MIRKO ZANARDINI - ACI cooperative-**

**KEY WORDS:** *stress idrico, stress nutrizionali*

### **ANALISI DI CONTESTO**

Negli ultimi anni si è assistito ad un calo della remunerazione della coltura mais, costringendo i produttori a contenere i costi produttivi del mais: in particolar modo l'impiego degli input necessari a garantire produzioni elevate.

Tra gli input che sono stati notevolmente ridotti, i fertilizzanti, hanno avuto un "taglio" non indifferente, limitando le produzioni maidicole nell'unità di superficie, oltre che causare squilibri nutrizionali alla pianta, predisponendola a stress che vanno a incidere ulteriormente in modo negativo sulla produzione. Nel contesto aziendale, l'imprenditore considera l'impiego del fertilizzante come un apporto esclusivo di azoto (N), tralasciando le asportazioni e le disponibilità di macroelementi come fosforo (P) e potassio (K), oltre alla presenza di numerosi micro-elementi, che anche se assorbiti in quantità minore, sono comunque fondamentali per il corretto sviluppo vegetativo.

### **ASPETTI DA CONOSCERE**

- Le caratteristiche chimico-fisiche e strutturali del terreno;
- La preceSSIONE colturale
- L'andamento climatico della zona e in maniera dettagliata fase invernale
- L'eventuale apporto di deiezioni animali o similari
- La disponibilità idrica degli appezzamenti e metodo d'irrigazione;
- La densità di semina

- Obiettivo di quantità da produrre

Negli ultimi tempi si è sviluppato notevolmente l'impiego della tecnologia nel settore della maiscoltura, grazie all'avvento di strumenti in grado di fare mappature del suolo e ottenere le successive "mappe di raccolta" in funzione delle caratteristiche del terreno, al fine di ottimizzare la produzione.

### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

Sicuramente un'emergenza ottimale e la corretta densità di piante per mq, possono essere favoriti dall'impiego di concimi a effetto "starter": ovvero fertilizzanti a base di fosforo che distribuiti al momento della semina favoriscono l'emergenza e la vigoria del mais. La distribuzione all'interno del solco di semina permette il rapido assorbimento da parte della radichetta, oltre che un notevole risparmio economico e ambientale rispetto alla distribuzione a pieno campo. Si adattano all'impiego, i concimi micro granulati con zinco: infatti, questo microelemento evita l'ingiallimento e la clorosi dell'apice vegetativo del mais, specialmente in stagioni molto piovose e con temperature sfavorevoli allo sviluppo della plantula. Inoltre la scarsa disponibilità di zinco ostacola in maniera significativa l'assorbimento del fosforo, danneggiando ulteriormente lo sviluppo vegetativo.

Per quanto concerne l'apporto di potassio K, è bene ricordare la fondamentale importanza che detiene nel regolare la maggior parte dei processi metabolici: l'assorbimento dell'azoto, favorire la divisione cellulare, accentuare l'attività di fotosintesi e di sintesi proteica. Inoltre in caso di raccolta del mais a uso foraggero come ad esempio, l'insilamento, comporta da una considerevole asportazione di K, paragonabile a quella dell'azoto, mentre nel caso d'interramento dei residui colturali l'asportazione è nettamente inferiore.

L'azoto N è l'elemento determinante per ottenere risultati produttivi: sia dal punto di vista delle rese, sia per le qualità della granella. Principalmente, l'azoto N, è assorbito in forma nitrica (solamente negli stadi giovanili della pianta può essere assorbito in forma ammoniacale): il maggior fabbisogno si conviene al momento della pre-fioritura, dove una carenza di questo elemento può compromettere l'intero ciclo produttivo della pianta. Inoltre bisogna considerare che con la crescita fisiologica della pianta aumenti anche l'intensità del processo di nitrificazione di N del suolo: occorre adottare tecniche agronomiche in grado di evitare la nitrificazione in eccesso, rispetto ai fabbisogni del mais.

È quindi importante scegliere con attenzione il prodotto da distribuire e l'epoca di distribuzione: molte volte si riscontrano operazioni errate e che purtroppo sono molto diffuse come:

- "Ho sempre utilizzato questa quantità di concime e ho prodotto bene"
- "Non ho distribuito P-K, quindi posso aumentare N"
- "Distribuisco tutto il prodotto a lento rilascio alla semina, e non ci penso più"
- "Distribuisco l'urea con il distributore pneumatico, poi fra qualche giorno rinalzo".

Sicuramente l'impiego di un fertilizzante a rilascio graduale in pre-semina, permette di ridurre gli interventi in copertura, controllando e rallentando il processo di nitrificazione e fornendo la giusta dose di nutriente alla coltura. Nel caso d'irrigazione a scorrimento, l'ultima possibilità d'apporto d'azoto è con la sarchiatura per cui in questo caso sarebbe preferibile l'impiego di prodotti a "lenta cessione" per cercare di rendere disponibile parte del prodotto per qualche settimana in più. Ovviamente l'impegno richiesto in termini di tempo e attrezzature non sono indifferenti, ma sicuramente il vigore e la sanità della pianta vanno a influire in maniera positiva sulle produzioni, soprattutto qualitative, della granella.

Altro fattore da tenere in considerazione per ottenere produzioni di rilievo è legato allo stress idrico che in determinati periodi del ciclo vegetativo può essere causa di riduzioni di rese fino al 50-60%. Il

maggior fabbisogno idrico del mais si considera da 15-20 giorni prima della fioritura, alla fioritura femminile, fino a 30 giorni dopo la fioritura a ridosso della maturazione lattea.

Peraltro, il mais in caso d'inondazione a uno stadio antecedente alla fioritura, sopravvive solamente poche ore; allo stadio di sei foglie la durata calcolata è di 48-96 ore: questo è influenzato anche dalla temperatura di aria e suolo: con temperature maggiori di 25 °C la sopravvivenza della pianta può essere compromessa già dopo 24 ore. Inoltre se l'eccesso idrico si sviluppa nelle prime fasi vegetative, lo sviluppo ridotto dell'apparato radicale causa una maggiore sensibilità a successive condizioni di siccità: questo può causare un ritardo nello sviluppo anche di 2-3 settimane, aumentando la possibilità di manifestare la crazy top.

Spesso negli areali maidicoli si adotta la tecnica dell'irrigazione a scorrimento o a infiltrazione laterale: questo comporta una bassa efficienza irrigua, con l'alternanza seppur breve, di momenti d'inondazione a periodi di siccità: anche se in maniera irrisoria può essere considerato un fattore di stress per le piante e predisponente a fitopatie. Solamente in periodi recenti si stanno diffondendo sistemi d'irrigazione alternativi: il pivot e la manichetta. Il sistema d'irrigazione con pivot o ranger si contraddistingue come il miglior metodo sotto il profilo economico e agronomico: permette di distribuire la giusta quantità di acqua nel momento corretto e la possibilità di integrare la concimazione azotata con mais sviluppato. Purtroppo questo sistema fatica a prendere piede a causa degli eccessivi costi iniziali, oltre alle difficoltà territoriali fatte da appezzamenti di piccole dimensioni e irregolari, la presenza di servitù. Il sistema d'irrigazione a manichetta con un'irrigazione localizzata, permette di coltivare mais anche in zone con un'esigua disponibilità idrica o con terreni tendenti all'erosione o al compattamento. Inoltre con l'impiego della manichetta può essere adottata anche la tecnica della fertirrigazione: somministrare a piccoli dosaggi gli elementi nutritivi alla pianta per ottimizzarne le rese produttive. Con questo sistema di fertirrigazione, distribuendo N-K, si possono ottenere vantaggi produttivi dell'ordine del 10 % e con una riduzione del consumo di acqua con un sostanziale aumento della sostenibilità ambientale.

Lo stress idrico ricopre un ruolo chiave nello sviluppo delle micotossine, in particolare *Aspergillus flavus*: la ridotta traspirazione della pianta nei periodi di maggiore insolazione, causa un aumento della temperatura dei tessuti favorendo l'insediamento e lo sviluppo di questa muffa termofila, in particolar modo nelle fasi che vanno dalla pre-fioritura fino alla maturazione fisiologica della granella. Anche la carenza idrica nelle fasi antecedenti alla fioritura favorisce lo sviluppo di micotossine soprattutto se correlata a una scarsa concimazione azotata dovuto principalmente alla debilitazione della pianta.

**SEBASTIANO MUNDULA – Coldiretti -**

**KEY WORDS:** *fertirrigazione, microirrigazione, altre tecnologie avanzate per diversi areali pedo-climatici (es. pivot a rateo variabile, rotoloni etc.)*

## **ANALISI DI CONTESTO**

- 1. Negli ultimi anni la sperimentazione scientifica e di pieno campo conferma a riguardo della fertilizzazione l'importanza del frazionamento degli apporti di fertilizzanti, l'importanza dell'impiego di fertilizzanti a rilascio controllato e l'impiego di microrganismi per migliorare lo stato di salute della pianta e per fissare l'N atmosferico.
- 2. Anche per quanto riguarda le tecniche irrigue la sperimentazione è concorde: in questo caso è sempre confermato il miglioramento quanti-qualitativo delle produzioni ottenibile con l'impiego di

quelle tecniche che aiutano la distribuzione dell'acqua in quantitativi minori e con interventi più frequenti.

- 3. Terzo elemento da considerare è l'importante sviluppo che hanno avuto le tecniche di agricoltura di precisione nella definizione e nell'applicazione rateo-variabile degli apporti idrici e fertilizzanti.

La tecnica ottimale è quindi la fertirrigazione, intendendo con questo termine la distribuzione contestuale di acqua e fertilizzante con minori volumi idrici e con interventi più frequenti effettuata con il supporto delle indicazioni e gli strumenti applicativi dell'agricoltura e dell'irrigazione di precisione.

### **CONTENUTI DIVULGABILI**

- Molti sono i contenuti che si possono divulgare di cui è allegata una breve bibliografia; ci possono essere anche contributi non scientifici ma di pratica di campo che risultano comunque importanti sia da un punto di vista tecnico, perché si tratta di esperienze su vasta scala, che da un punto di vista divulgativo.

### **CONTENUTI CHE NECESSITANO DI ULTERIORE FASE SPERIMENTAZIONE, PRIMA DI POTER ATTIVARE LA DIVULGAZIONE CAPILLARE**

- Si ritiene, infine, che per la tecnica della fertirrigazione oggi sia importante fornire delle linee guida operative. Un futuro passo potrà essere la messa a punto di un sistema di supporto alle decisioni anche per quanto riguarda le tecniche di irrigazione rateo variabile.

### **ULTERIORI ESPERTI**

- Un agronomo di provenienza universitaria che si è molto impegnato nel settore della fertirrigazione è il Dott. Nicola Castoldi (Phd).

### **BIBLIOGRAFIA**

- Marco Signor, Giorgio Barbiani – Azoto a lenta cessione, rese, efficacia e costi a confronto su mais – Informatore Agrario n.18 2013
- Claudio Ciavatta – Produrre di più con meno: la sfida della sostenibilità – Comunicazione Fiera Verona 5/2/2016
- Marco Martello, Antonio Berti, Francesco Morari, Nicola Castoldi - Mais e irrigazione di precisione: al posto e nel momento giusti - Informatore Agrario n. 5 2015
- Massimo Blandino, Giulio Testa – Più mais con la concimazione fosfo-azotata localizzata \_ Informatore Agrario n. 19 2015
- Marco Martello, Antonio Berti, Francesco Morari, Nicola Castoldi - Irrigazione di precisione: efficiente se ben gestita - Informatore Agrario n. 5 2016
- Marco Martello, Marianna Ferrigno, Raffaella Zucaro – Ali articolate: soluzione ideale per l'irrigazione sostenibile - Informatore Agrario n. 46 2016
- Lorenzo Andreotti - Tecnica irrigua antistress per il mais - Informatore Agrario n. 11 2017

Eleonora Cordero, Massimo Blandino, Mario Gilardi, Emiliano Remogna, Andrea Pilati – Mais in microirrigazione: rese e costi a confronto – *Informatore Agrario* n. 12 2017

Marco Martello, Silvia Chiappini; Raffaella Zucaro – Ali articolate: tante potenzialità per l'irrigazione sostenibile – *Informatore Agrario* n. 28 2017

Gioele Chiari - Irrigazione: nuove tecnologie al servizio del reddito - *Informatore Agrario* n. 1 2018

## **- Controllo Stress biotico**

**PAOLA BATTILANI - Università Cattolica Piacenza-**

**KEY WORDS:** *biocontrollo aflatossine*

### **ANALISI DI CONTESTO**

*Aspergillus flavus* è un fungo produttore di micotossine, in particolare le aflatossine, tra cui l'aflatossina B<sub>1</sub>, il composto naturale più tossico conosciuto. È tossico per ingestione e causa effetti acuti e cronici; è confermato, tra gli altri, l'effetto teratogeno e immunosoppressivo. Le aflatossine sono regolate in quasi tutto il mondo, Europa inclusa. I regolamenti fissano la massima contaminazione ammessa in vari prodotti per l'alimentazione umana e animale (CE, 2003, 2006, 2010). Questa micotossina è soggetta a carry-over, ovvero passaggio dall'animale ai prodotti da questo derivati, in particolare il latte. Per questo motivo la legislazione prevede anche un limite per gli alimenti ad uso zootecnico. Non sono noti mezzi efficaci di decontaminazione; pertanto, la prevenzione è cruciale.

*Aspergillus flavus* è un fungo tipico delle zone tropicali del globo, ma è diventato rilevante per l'Europa, in particolare per l'Italia, dal 2003, quando per la prima volta sono state rilevate contaminazioni da aflatossina nella granella di mais superiori al limite di legge al momento della raccolta, con successive contaminazioni nel latte e derivati. Sono seguiti anni difficili riguardo a questa micotossina, in particolare il 2012 e il 2015, anni con condizioni meteorologiche favorevoli per il fungo in diversi paesi europei come l'Italia, la Francia, la Spagna, la Romania e l'Ungheria. Le contaminazioni oltre i limiti si riscontrano comunque tutti gli anni, seppure talvolta con bassa prevalenza.

### **ASPETTI DA CONOSCERE**

La contaminazione da aflatossine è un problema enorme anche dal punto di vista della salute pubblica perché è quasi impossibile analizzare tutto il mais prodotto, anche a causa degli alti costi correlati; inoltre, la raccolta di campioni rappresentativi è piuttosto difficile.

Il miglioramento delle tecniche di coltivazione e raccolta/conservazione sono utili strumenti preventivi, ma non risolutivi. Nei paesi dove il problema è ben noto da tempo, la soluzione è stata individuata nell'uso di ceppi atossigeni che sono in grado di ridurre fino all'80-90% la contaminazione da aflatossina. La modalità di azione è l'"esclusione competitiva", ovvero i ceppi atossigeni, rigorosamente autoctoni, sono selezionati in base alla loro competitività verso i ceppi produttori di aflatossina; essendo altamente competitivi, questi ceppi limitano fortemente o impediscono l'attività dei ceppi tossigeni.

L'uso di ceppi atossigeni per prevenire la contaminazione da aflatoxina nel campo è stato proposto negli anni '70 negli Stati Uniti e la sua efficacia è ampiamente documentata dalla letteratura in tutte le aree geografiche in cui questa tecnica è stata applicata, compresa l'Italia. Ci sono attualmente due ceppi commerciali negli Stati Uniti e una miscela di ceppi registrati in diversi paesi africani.

### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

La soluzione tecnica proposta in Italia riguarda l'uso di AF-X1, un fitofarmaco biologico il cui principio attivo è un ceppo di *A. flavus* nativo, rigorosamente selezionato e caratterizzato, atossigeno, altamente competitivo. Il formulato commerciale consiste in sorgo sterilizzato ed inoculato con il principio attivo, quindi un prodotto completamente di origine naturale, disponibile in sacchi da 12.5 kg (dose). La distribuzione è prevista con normali spandiconcime aziendali, 2 dosi ha, alla fase fenologica di 5 foglie vere. L'epoca di distribuzione non è tassativa, può essere anche posticipata; deve comunque precedere di almeno 15 giorni la fioritura. Il ritardo nella distribuzione implica l'impiego di mezzi non comunemente disponibili in azienda al fine di non danneggiare la vegetazione. Il prodotto è attualmente disponibile con autorizzazione temporanea di impiego dal 2015. Il dossier per la registrazione come fitofarmaco, necessario pur essendo un prodotto biologico, è stato sottomesso e in attesa di approvazione.

I 3 anni di applicazione di AF-X1 in campi commerciali (2016-2018) hanno fornito risultati molto positivi. È stata confermata la riduzione delle contaminazioni intorno al 90%, inoltre, sono risultate quasi assenti le contaminazioni che rendono il prodotto non utilizzabile a scopo alimentare, compreso quello zootecnico (>20µg/kg), ed estremamente limitate quelle tra 5 e 20 µg/kg, nell'ordine di poche unità percentuali.

È quindi possibile concludere che, a conferma di quanto dimostrato negli altri paesi in cui questo strumento è applicato, il biocontrollo è un mezzo efficace per prevenire le contaminazioni da aflatoxine in mais.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Battilani P. Aflatoxine mais, i risultati di AF-X1. L'Informatore Agrario, Speciale mais, 2019, 6, European Commission, 2006. Commission regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of European Union 364: 5-24.
- European Commission, Commission directive 2003/100/EC of 31 October 2003 amending Annex I to Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council on undesirable substances in animal feed.
- European Commission., 2010. Commission regulation (EU) No 165/2010 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins. Official Journal of European Union 50: 8-12.
- Mauro A., Battilani P., Cotty P.J. Atoxigenic *Aspergillus flavus* endemic to Italy for biocontrol of aflatoxins in maize. *BioControl*, **2015**, 60, 125–134. DOI [10.1007/s10526-014-9624-5](https://doi.org/10.1007/s10526-014-9624-5)
- Mauro A., Garcia-Cela E., Pietri A., Cotty P.J., Battilani P. Biological Control Products for Aflatoxin Prevention in Italy: Commercial Field Evaluation of Atoxigenic *Aspergillus flavus* active Ingredients. *Toxins*, 2018, 10(1), 30; doi:[10.3390/toxins10010030](https://doi.org/10.3390/toxins10010030)
- Piva G., Battilani P., Pietri A., Emerging issues in Southern Europe: aflatoxins in Italy. The mycotoxin factbook. Barug D., Bhatnagar D., van Egmond H.P., van der Kamp J.W. van Osenbruggen W.A., Visconti A. Eds., 2006, Wageningen Academic Publisher, The Netherlands, 139-153.

**ROBERTO CAUSIN – Università degli Studi di Padova-**

**KEY WORDS:** lotta biologica, microbioma

## **ANALISI DI CONTESTO**

Nell'ambito della "lotta biologica" esiste la possibilità di utilizzare microrganismi allo scopo di indurre resistenza, via SAR e/o ISR, nei confronti dei patogeni della spiga del mais. È noto da tempo che ciò può essere ottenuto semplicemente conciano il seme con un opportuno BCA; le difficoltà a questo proposito sono state risolte ed ora è possibile pensare ad un prodotto commerciale che potrebbe arrivare sul mercato nel giro di pochi anni.

## **ASPETTI DA CONOSCERE**

Seppure sia di non trascurabile interesse la possibilità di migliorare attraverso l'impiego di microrganismi la fitness delle piante e la loro tolleranza agli stress, questi argomenti nello specifico non saranno affrontati per rivolgere maggiore attenzione alla lotta biologica nei confronti dei funghi micotossigeni. Le considerazioni che seguono, soprattutto per quanto riguarda quelle di carattere generale, valgono, comunque, per entrambe le tematiche e per i punti salienti si possono così riassumere:

- L'insieme dei microrganismi che contraggono rapporti funzionali con le piante, il cosiddetto microbioma, è il frutto dell'interazione tra la pianta, i microrganismi e l'ambiente. Il risultato è un equilibrio in cui è difficile, ma non impossibile (vedi es. endofiti), introdurre cambiamenti stabili a meno di variare, oltre alla componente microbiologica, anche gli aspetti dell'ambiente (soprattutto suolo) e della pianta coinvolti. I trattamenti a base di microrganismi devono pertanto essere ripetuti, salvo casi particolari, man mano che l'omeostasi del sistema riporta la popolazione microbica nelle condizioni di partenza. Modificazioni "ambientali" legate all'agrotecnica (es. mantenimento ed incremento della sostanza organica; rispetto dello strato attivo del suolo; irrigazioni...) possono favorire equilibri più adatti allo sviluppo degli agenti di biocontrollo.
- La lotta biologica si basa essenzialmente su due maggiori categorie di fenomeni: l'antagonismo ovvero la competizione per spazio e nutrienti e la cosiddetta induzione di resistenza che si esprime attraverso la SAR e la ISR. Nel mais è nota la possibilità di sfruttare l'antagonismo, ad esempio con la competizione, come avviene per la stessa nicchia ecologica da parte di isolati di *Aspergillus flavus* non tossigeni. Per il momento simili strategie non sembrano percorribili per altre specie di funghi micotossigeni a causa dell'insufficiente frequenza in natura dei corrispondenti ceppi privi della capacità di produrre tossine. A parte l'esempio di *A. flavus* citato, già descritto in altra parte di questo documento, strategie d'intervento basate sullo sfruttamento dell'antagonismo sembrano riservare non poche difficoltà applicative. Ciò è dovuto al fatto che gli antagonisti non devono, ovviamente, essere dei patogeni del mais ma dei saprofiti e giunti sulla parte aerea della pianta (spiga), ambiente oligotrofico e sottoposto a violente variazioni, quasi repentine, di temperatura, umidità, irraggiamento, si trovano svantaggiati rispetto ai patogeni con cui devono competere che, invece, trovano nei tessuti della pianta nutrimento e riparo. Migliori prospettive fornisce l'induzione di resistenza poiché i fenomeni su cui si basa sistemizzano e possono essere innescati nelle radici, ambiente più favorevole all'attività microbica, ed esprimersi in tutte le parti vitali della pianta, spiga compresa. Indagini di laboratorio e campo hanno permesso di verificare che ciò può avvenire anche su mais, ad esempio contro i *Fusaria* della spiga attraverso la concia del seme con ceppi di *Trichoderma harzianum*.

- Non tutti i microrganismi sono in grado di esprimere le azioni desiderate ma vi sono diversità tra le specie e tra ceppi all'interno della specie; bisogna che essi siano caratterizzati in base alla loro efficacia, adattamento all'ambiente in cui si vogliono usare (molto importante il suolo e la disponibilità d'acqua) e compatibilità con i protocolli di coltivazione, con particolare attenzione ai prodotti fitosanitari utilizzati, concia compresa. Se i microrganismi non sono vivi ed attivi non esprimeranno la loro azione che, inoltre, è condizionata dalla quantità in cui essi sono presenti
- Il successo di interventi basati sull'induzione di resistenza dipende anche dalla corrispondenza tra genoma dei microrganismi e genoma della pianta e l'efficacia potrebbe variare in risposta ad ibridi tra loro geneticamente molto diversi
- La maggior parte dei prodotti in commercio, già utilizzabili, non è registrata nell'ambito dei prodotti fitosanitari ma come biostimolanti o fertilizzanti/ammendanti e ciò crea confusione e, in non pochi casi, la mancanza di corrette e complete informazioni per l'uso. Tuttavia un grande progresso è stato fatto nell'ambito delle formulazioni e l'implementazione di questo tipo di interventi nei normali protocolli di coltivazione del mais appare senza difficoltà
- Infine, poiché attraverso l'impiego di microrganismi si può anche promuovere la degradazione dei residui colturali e controllare l'inoculo dei patogeni che su essi si conservano, si possono ottenere effetti che, seppur non da tutti ritenuti importanti, possono essere utili nella gestione delle infezioni fungine della spiga quando non siano possibili gli opportuni avvicendamenti colturali e quando si adotti il no tillage o il minimum tillage.

#### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

Da quanto finora esposto appare evidente la necessità di un forte e continuo collegamento del gruppo 3 col gruppo 1 che potrà colmare le lacune appena segnalate riguardo ai prodotti già immessi nel mercato e potrà contemporaneamente individuare e sviluppare nuove possibilità di lotta biologica contro i patogeni e gli stress abiotici del mais. A valle del lavoro svolto dal gruppo "Ricerca e Sviluppo" e in conseguenza alla comparsa di nuovi prodotti sul mercato, l'assistenza tecnica può svolgere un ruolo fondamentale nella messa a punto di protocolli di coltivazione in cui sia integrato l'uso di microrganismi, verificandone l'efficacia e sviluppandoli in modo da renderli adatti all'impiego nelle differenti realtà maidicole e per le diverse esigenze produttive. Appare anche chiaro che l'utilizzo di microrganismi nelle produzioni vegetali in generale e nel mais in particolare, richiede la conoscenza di tecniche diverse da quelle usuali, che fanno parte di una professionalità al momento non posseduta dai coltivatori. Anche in questo ambito sarà indispensabile l'intervento dell'assistenza tecnica nel guidare ed assistere i produttori nella pratica applicazione di queste nuove tecnologie.

**PAOLA BATTILANI - Università Cattolica Piacenza-**

**KEY WORDS:** *modelli previsionali*

#### **ANALISI DI CONTESTO**

Le micotossine costituiscono da diversi anni a questa parte un tema cruciale per i produttori di mais. Aflatossine e fusaria tossine, in particolare fumonisine, deossinivalenolo e zearalenone, si presentano ogni anno, con incidenza e gravità variabile a seconda delle zone di produzione. Sono comunque tutte regolamentate e quindi richiedono un livello di attenzione elevato. Molta strada è stata percorsa relativamente alla prevenzione, in particolare ottimizzando le tecniche colturali. Rimane il ruolo determinante dell'andamento meteorologico, che più di ogni altro fattore influenza il comportamento dei funghi produttori e quindi la contaminazione della granella. In anni recenti si è

assistito ad eventi estremi, come estati molto calde e siccitose, piuttosto che molto piovose, ma anche ad alternanza di periodi estremi per siccità piuttosto che piovosità, sempre nella stessa stagione colturale. Ciò ha determinato la co-presenza di diverse micotossine nelle produzioni di granella. In sostanza, la contaminazione dei lotti alla raccolta non è facilmente prevedibile.

### **ASPETTI DA CONOSCERE**

Da diversi anni si lavora sullo sviluppo di modelli previsionali, ovvero di strumenti che, utilizzando come input i dati meteorologici, forniscano previsioni riguardo al rischio di contaminazione da micotossine. Sono attualmente disponibili 2 modelli previsionali, uno per le fumonisine e l'altro per le aflatossine. Si tratta di modelli sviluppati tenendo conto del comportamento della pianta e dei funghi, il cui impiego non è specifico per un'area geografica, ma sostanzialmente senza limiti. Attualmente i modelli sono in uso in regione Emilia Romagna. A partire dall'epoca di emissione delle sete del mais, utilizzando come input dati orari di temperatura, umidità relativa e pioggia, i modelli calcolano come output un indice di rischio a cui corrisponde una probabilità di contaminazione da micotossine al di sopra dei limiti di legge in vigore. Grazie a questi strumenti, è possibile seguire l'andamento del rischio di contaminazione durante la stagione colturale e, soprattutto in prossimità della raccolta, predisporre un'adeguata gestione del prodotto.

### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

I modelli previsionali sono utili a livello aziendale, ma anche per tutti coloro che devono prendere decisioni di più ampio respiro, quali gli stocicatori, le aziende mangimistiche, piuttosto che per chi ha in carico decisioni più strategiche e politiche.

Sono in corso aggiornamenti dei modelli per consentire le previsioni tenendo anche conto della possibile interazione tra funghi differenti.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Battilani P., Rossi V., Pietri A. Modelling *Fusarium verticillioides* infection and fumonisin synthesis in maize ears. *Aspects of Applied Biology*, 2003, n. 68, "Mycotoxins in food production systems", 91-100.
- Battilani P., Camardo Leggieri M., Rossi V., Giorni P. AFLA-maize, a predictive model for *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin B1 contamination in maize. *Computer and Electronics in Agriculture* 2013, 94, 38-46.
- Battilani P., Camardo Leggieri M. Predictive modelling of aflatoxin contamination to support maize chain management. *World Mycotoxin Journal*, 2015, 8(2), 161-170. Special Issue "Aflatoxin in maize". DOI 10.3920/WMJ2014.1740

**ENRICO COSTA - AIRES –**

**KEY WORDS:** *monitoraggio sete, contaminazione ambientale*

### **ANALISI DI CONTESTO**

Numerose sono le tossine che possono interessare il mais: fusariotossine, ocratossine (trascurabili nei nostri territori) e in annate particolari le aflatossine.

La problematica delle micotossine è molto complessa e la sua gestione richiede l'interazione di numerose strategie a tutti i livelli della filiera.

Il monitoraggio delle sete è uno strumento di previsione del rischio che si basa sul reale riscontro di quanto esiste in campo.

Pur non risultando un mezzo esaustivo nel fornire risposte di contaminazione, permette di monitorare l'evoluzione delle popolazioni fungine nei mesi precedenti alla raccolta.

L'esperienza condotta in questi anni ha dimostrato una stretta correlazione tra quanto si rileva in campo con i problemi della spiga al momento della raccolta.

Secondo le esperienze acquisite, conoscere i potenziali rischi prima della raccolta permette di indirizzare le scelte e fornire indicazioni tempestive agli operatori.

L'unica difficoltà è che tale strumento non può essere utilizzato nel caso di lotta biologica con *afx1* ma l'impiego di tale strategia di difesa sicuramente limita gli aspergilli tossigeni ma non controlla le fusariosi.

Quindi in tutti i casi nei quali non si usano ceppi atossigeni e nei casi di presenza di altri funghi tossigeni non contemplati dai sistemi SSD, il monitoraggio delle sete può fornire delle indicazioni interessanti e tale sistema è da affiancare ai sistemi SSD esistenti.

La presenza di più specie fungine contemporaneamente può portare anche a individuare fattori che potrebbero influenzare la produzione di tossina da parte dei funghi (vedi doc citato in BIBLIOGRAFIA)

Conoscere il rischio alla raccolta in periodi precedenti può essere di aiuto nel programmare ed attuare strategie adeguate per la raccolta e post-raccolta.

## **ASPETTI DA CONOSCERE**

Conoscere la popolazione fungina sulle sete permette di:

- evidenziare i fattori che interagiscono nel corso dell'attivazione in modo da interpretare gli output dei sistemi di previsione.
- conoscere e valutare l'efficacia dei fattori e delle tecniche specifiche applicate che non sono considerate tra gli input dei sistemi di previsione;
- conoscere le popolazioni presenti sulle sete ci aiuta ad apprendere i potenziali rischi alla raccolta;
- acquisire utili elementi, da sfruttare nel gruppo di lavoro 1, per approfondire l'interazione tra funghi. Infezioni miste possono condurre ad amplificazioni / esaltazione o inibizioni di altri funghi tossigeni.

Beninteso che per valutare i dati delle analisi micologiche, il monitoraggio deve essere realizzata da fine fioritura alla senescenza delle sete (circa 40 gg dalla fine fioritura), questo perché non è il singolo dato quantitativo che interessa ma è la dinamica che interviene tra le varie specie alla luce della tecnica agronomica e condizioni climatiche.

## INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA

Il monitoraggio delle sete andrebbe realizzato per situazioni rappresentative in base all'ibrido (precocità, genetica, suscettibilità alle infezioni e/o all'accumulo), alle tecniche di coltivazione e agli ambienti pedoclimatici .

Come già anticipato, il monitoraggio deve essere ripetuto ogni 10-15 gg dopo la fioritura sugli stessi appezzamenti per rilevare la dinamica di sviluppo delle popolazioni fungine .

L'obiettivo del Gruppo di Lavoro è l'assistenza tecnica e quindi è necessario formare i tecnici offrendo a loro gli strumenti necessari per poter essere tempestivi ed efficaci nelle valutazioni e nelle indicazioni da fornire agli operatori.

Questo lavoro, integrato con tutti gli altri dati devono essere divulgati a tutti gli operatori tempestivamente per poter essere di aiuto nelle scelte gestionali ed operative.

### BIBLIOGRAFIA:

[X Xu](#), P Nicholson, [A Ritieni](#). -[Effects of fungal interactions among Fusarium head blight pathogens on disease development and mycotoxin accumulation](#). International Journal of Food Microbiology 119 (2007) 67–71

**EMANUELE MAZZONI – Università Cattolica Piacenza**

**LORENZO FURLAN – Veneto Agricoltura**

**KEY WORDS: insetti fitofagi, elateridi, nattue, piralide, diabrotica, cimice asiatica**

### ANALISI DI CONTESTO

I principali fitofagi del mais a livello italiano si possono considerare: per le prime fasi di sviluppo gli **elateridi** (*Agriotes brevis*, *A. sordidus*, *A. ustulatus*, *A. litiginosus*, *A. lineatus*, *A. obscurus*) e le **nottue** (*Agrotis ipsilon* e *Agrotis segetum*), per le fasi di pre e post fioritura diabrotica, piralide (*Ostrinia nubilalis*), acari (*Tetranychus urticae*), *Helicoverpa armigera* (Furlan et al., 2013). Le principali caratteristiche di questi fitofagi nelle regioni maidicole è ben conosciuta ed oggetto anche di articoli divulgativi in italiano (Furlan, 2004, Furlan et al., 2011, per il primo gruppo che può danneggiare le prime fasi di sviluppo).

Per il secondo gruppo di fitofagi, particolare rilievo assume *Ostrinia nubilalis* che è una specie spiccatamente polifaga. La specie è nota per il suo polivoltinismo: in Italia il numero di generazioni annue è stato a lungo considerate pari a due ma I risultati dei monitoraggi degli ultimo anni evidenziano inequivocabilmente la presenza anche di una terza generazione.

Di origine paleartica (Europa, Africa settentrionale e Asia occidentale (Mutuura and Monroe, 1970) è ora ampiamente distribuita in altre importanti aree maidicole.

I danni prodotti direttamente dalle larve sono, in genere, piuttosto gravi: le larve della prima generazione si cibano delle foglie di piante ancora poco sviluppate, le larve della seconda generazione vivono a spese dello stocco e delle varie parti della spiga. I tunnel di alimentazione, nello stocco e nel peduncolo della spiga causano gravi perdite produttive sia per la distruzione del sistema vascolare che compromette la traslocazione di acqua e nutrienti (Lynch, 1980) sia perché facilitano la caduta a terra delle spighe a ridosso e durante la raccolta meccanica. L'attività di alimentazione delle

larve aprendo ferite nei tessuti della pianta di mais favorisce la diffusione di funghi micotossigeni (Mazzoni et al., 2011)

Più recentemente l'introduzione di alcune specie alloctone (*Diabrotica virgifera virgifera* e *Halyomorpha halys*) ha aperto nuove problematiche. *Diabrotica* è una specie monovoltina assolutamente favorita dalla pratica della monosuccessione: le larve nascono in primavera inoltrata da uova che erano state deposte nei campi di mais l'estate precedente (Furlan L., 2007). Gli attacchi larvali compromettono la stabilità della pianta e la sua produttività e possono favorire, in particolari condizioni, l'infezione radicale da parte di *Fusarium verticillioides* (Kurtz et al., 2010). E' nota anche l'associazione delle micotossine (aflatossine e fumonisine) con gli adulti che, in genere a partire dalla fioritura fino alla maturazione latteo cerosa, attaccano la spiga (Down et al., 2005, Goertz et al., 2010).

Per quanto riguarda invece gli attacchi della cimice asiatica, una specie fortemente invasiva ed estremamente polifaga per la quale il mais è riportato tra le piante ospiti ([gd.eppo.int/taxon/HALYHA/hosts](http://gd.eppo.int/taxon/HALYHA/hosts) ; accesso del 10/06/2019), le segnalazioni di presenza e di danno sono numerose tuttavia non sono note relazioni tra gli attacchi di questo Pentatomide e la diffusione di funghi micotossigeni.

#### **ASPETTI DA CONOSCERE**

Per tutti i fitofagi principali del mais elencati sono oggi disponibili le procedure per la Difesa Integrata (Furlan et al., 2013). Esse sono già diventate un approccio olistico in una piattaforma sviluppata per l'Italia nord-orientale (<http://www.venetoagricoltura.org/bollettino-colture-erbacee/>) e che con gli adeguati adattamenti e miglioramenti potrebbe diventare la base di partenza per lo sviluppo della piattaforma nazionale.

L'impatto della piralide o di altri insetti sulla produzione del mais può essere significativo quando si raggiungono livelli di popolazione apprezzabili (Furlan et al., 2013b) anche se non sempre è assolutamente chiara e definita la relazione tra l'intensità dell'attacco dei fitofagi e l'accumulo di micotossine con risultati talvolta contraddittori (McMillian et al., 1988, Magg et al., 2002). Le correlazioni possono variare in funzione dei parametri di attacco della piralide che vengono considerati (Alma et al, 2005) e di vari fattori agronomici (Blandino et al., 2008; Blandino, et al., 2009a; Blandino et al., 2009b; Mazzoni et al (2011)). Per questo gli interventi fitosanitari diretti contro i fitofagi potrebbero non essere completamente risolutivi in particolar modo quando si verificano condizioni sfavorevoli per la pianta e idonee per il fungo e la sintesi di micotossine è tanto elevata da essere poco influenzata dalla presenza dell'insetto e dei danni da questo prodotti (Mazzoni e Cravedi, 2013).

#### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

Diffusione in tempo reale delle informazioni sullo sviluppo dei fitofagi (modelli previsionali della piattaforma, definita le piano di Settore, per i diversi fitofagi, ivi inclusi piralide e diabrotica) per consentire:

- l'individuazione con congruo anticipo dei momenti opportuni per effettuare i campionamenti al fine di accertare la pressione dei fitofagi e l'eventuale superamento dei livelli di soglia definiti per tipologia di produzione;

- l'individuazione delle finestre opportune per eventuali trattamenti al superamento della soglia (<http://www.venetoagricoltura.org/bollettino-colture-erbacee/>).

Dovrà anche essere promossa la definizione con adeguati studi di campo delle soglie di intervento per la piralide nei diversi areali per tutte le diverse tipologie di produzione (mais da foraggio ad uso zootecnico, mais per uso energetico, mais da granella per uso zootecnico, mais da granella per l'alimentazione umana).

Gli interventi con prodotti fitosanitari contro *Ostrinia nubilalis* prevedono l'applicazione contro le larve di seconda generazione di insetticidi con vari meccanismi d'azione. Alcuni prodotti, in particolare quelli con meccanismo d'azione neurotossico, potrebbero essere efficaci anche contro gli adulti di *Diabrotica virgifera virgifera*.

In un approccio più ecocompatibile e sostenibile la difesa contro piralide può essere garantita con lanci di parassitoidi oofagi (*Tricogramma*), già contro le ovature della prima generazione. La notevole scalarità di comparsa e di ovideposizione della piralide se costituisce un problema per massimizzare l'efficacia dei trattamenti insetticidi può costituire invece un vantaggio per l'azione dei parassitoidi che possono trovare continuamente ovature da attaccare.

L'applicazione, in aggiunta, di trattamenti con formulati a base di *Bacillus thuringiensis*, può incrementare l'efficacia della lotta senza interferire negativamente con i parassitoidi.

Rimane un problema invece la lotta contro la cimice asiatica per la quale non esistono soluzioni "biologiche" efficaci e praticamente la totalità dei prodotti utilizzabili, se efficace non ha significativi effetti residuali.

## BIBLIOGRAFIA

- Alma, A., Lessio, F., Reyneri, A. & Blandino, M. (2005) Relationships between *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) feeding activity, crop technique and mycotoxin contamination of corn kernel in northwestern Italy. *International Journal of Pest Management* 51, 165-173.
- Blandino, M., Reyneri, A., Vanara, F., Pascale, M., Haidukowski, M. & Saporiti, M. (2008) Effect of sowing date and insecticide application against European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on fumonisin contamination in maize kernels. *Crop Protection* 27, 1432-1436.
- Blandino, M., Reyneri, A., Vanara, F., Pascale, M., Haidukowski, M. & Campagna, C. (2009a) Management of fumonisin contamination in maize kernels through the timing of insecticide application against the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hubner. *Food Additives and Contaminants A* 26, 1501-1514.
- Blandino, M., Reyneri, A., Vanara, F., Tamietti, G. & Pietri, A. (2009b) Influence of agricultural practices on *Fusarium* infection, fumonisin and deoxynivalenol contamination of maize kernels. *World Mycotoxin Journal* 2, 409-418.
- Dowd P.F. (1998) *Involvement in arthropods in the establishment of mycotoxigenic fungi under field conditions*. In: *Mycotoxins in Agriculture and Food Safety*. Sinha K.K. & Bhatnagar D. Eds., Marcel Dekker, New York, NY, USA, pp. 307-350.
- Furlan L, Garofalo N, Tóth M (2004) Biologia comparata di *Agriotes sordidus* Illiger nel Nord e Centro-sud d'Italia. *L'Informatore Fitopatologico*, 2004, 11:32- 37
- Furlan L (2007) Nuovi problemi per la maiscoltura: la diabrotica. *Tecnica Molitoria*, ottobre 2007, 1091-1103
- Furlan L, Capellari C, Porrini C, Radeghieri P, Ferrari R, Pozzati M, Davanzo M, Canzi S, Saladini MA, Alma A, Balconi C, Stocco M (2011) Difesa integrata del mais: come effettuarla nelle prime fasi. *L'Informatore Agrario*, 7, Supplemento Difesa delle Colture:15-19

- Furlan L, Vasileiadis VP, Sattin M (2013) Difesa integrata per le colture erbacee. L'Informatore Agrario, 7, Supplemento Difesa delle Colture, 12-15
- Furlan L, Chiarini F, Cappellari C, Fracasso F, Benvegnù I, Sartori E, Causin R (2013b) Efficacia della lotta integrata alla piralide del mais. L'Informatore Agrario, 8, Supplemento Difesa delle Colture:17- 21
- Goertz, A., Zuehlke, S., Spiteller, M., Steiner, U., Dehne, H.W., Waalwijk, C., de Vries, I., Oerke, .C. Fusarium species and mycotoxin profiles on commercial maize hybrids in Germany. European Journal of Plant Pathology 2010. 128: 101-111.
- Lynch R.E. European corn borer: yield losses in relation to hybrid and stage of corn development. Journal of Economic Entomology. 1980. 73: 159-164.
- Kurtz B., Karlovski P., Vidal S. Interaction between Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae and root-infecting *Fusarium verticillioides*. Environmental Entomology. 2010. 39(5): 1532-1538
- Magg, T., Melchinger, A.E., Klein, D. & Bohn, M. (2002) Relationship between European corn borer resistance and concentration of mycotoxins produced by *Fusarium* spp. in grains of transgenic Bt maize hybrids, their isogenic counterparts, and commercial varieties. Plant Breeding 121, 146-154.
- McMillian, W.W., Widstrom, N.W., Barry, D. & Lillehoj, E.B. (1988) Aflatoxin contamination in selected corn germplasm classified for resistance to European corn borer (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Entomological Science 23, 240-244.
- Mazzoni E., Scandolaro A., Giorni P., Pietri A., Battilani P. Field control of *Fusarium* ear rot, *Ostrinia nubilalis* (Hubner), and fumonisins in maize kernels. Pest Management Science. 2011. 67: 458-465.
- Mazzoni E., Cravedi P. 2013 - Prevenire le aflatossine attraverso il controllo degli insetti. In: Aflatossine del mais. Dall'emergenza alla prevenzione. Quaderno I\_2013 Accademia dei Georgofili pp 8.
- Mutuura A, Munroe E: Taxonomy and distribution of the European corn borer and allied species: genus *Ostrinia* (Lepidoptera: Pyralidae). Mem Entomol Soc Can 1970, 102:1-112.

## **b) Implementazione rese**

### **- Pratiche agronomiche e strategie produttive**

**GIORGIO COLOMBO - Assosementi -**

**KEY WORDS:** *strategie produttive e percorsi agronomici virtuosi*

#### **ANALISI DI CONTESTO**

Per incrementare la produzione interna e recuperare, almeno in parte, le consistenti perdite registrate negli ultimi anni, è necessario che gli agricoltori tornino a seminare mais. Per realizzare questa inversione di marcia, il mais deve ritornare ad essere una coltura profittevole. Di conseguenza, l'incremento della redditività è una condizione necessaria ma non così scontata, soprattutto se si considera lo scenario globale, in cui i nostri produttori sono chiamati a competere con un numero crescente di player, avvantaggiati da costi produttivi più bassi e pertanto più competitivi.

Aldilà delle argomentazioni di ordine prettamente economico, l'incremento della redditività richiede anche una revisione delle strategie produttive, orientandole verso una gestione agronomica capace

di adattarsi alla variabilità del suolo e della coltura nel tempo e nello spazio. L'attività agricola è, infatti, un sistema dinamico nel quale diversi fattori incidono sulla produzione quantitativa e qualitativa (Mipaaf 2017).

### **ASPETTI DA CONOSCERE**

La conoscenza tempestiva e la corretta gestione di tali fattori sono alla base delle scelte agronomiche efficaci. Gli agricoltori, per ridurre il grado di incertezza nelle loro valutazioni, possono ricorrere a strumenti di supporto alle decisioni (DSS) che sono d'aiuto per la costruzione di percorsi agronomici virtuosi. I DSS si basano su di un'ampia gamma di informazioni inerenti alle condizioni meteorologiche, del suolo, dei patogeni e della coltura. Essi, attraverso una serie di modelli matematici capaci di fornire una simulazione attendibile dello stato attuale e futuro della coltura, sono in grado di fornire un supporto nello schema decisionale relativo alle pratiche agronomiche da svolgere e alla loro tempistica.

Questi argomenti rientrano nel concetto di Agricoltura di Precisione (AdP), che può essere intesa come un approccio sistemico alla produzione agricola in cui l'obiettivo è ridurre l'incertezza decisionale attraverso una migliore comprensione ed una gestione efficace della variabilità spaziale e temporale che riguarda la pianta e l'ambiente in cui essa si trova (Earl *et al.* 1996; Dobermann 2004).

### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

Diversi studi sostengono che l'Agricoltura di Precisione sia il principale elemento di spinta della redditività di una coltura, sebbene il risultato dipenda dal tipo di tecnologia e delle modalità di utilizzo (Lowenberg-DeBoer *et al.* 1997 e Maine 2006). Uno studio ha poi mostrato che, in alcuni casi, l'AdP può non essere redditizia (Lambert *et al.* 2000<sup>1</sup>). È, tuttavia, ampiamente riconosciuto che il ricorso alle innovazioni tecnologiche e gestionali tipiche dell'AdP conduca a significativi vantaggi sia economici che ambientali, risultanti dall'ottimizzazione degli input e dalla riduzione della pressione esercitata dai sistemi agricoli sull'ambiente (Godwin *et al.* 2003; Mipaaf 2017; Snyder *et al.* 1999).

Di recente, l'adozione in ambito agricolo di innovazioni informatiche, elettroniche e di posizionamento è stata spinta da driver globali che agiscono sul lato della domanda alimentare, in particolare l'aumento della popolazione mondiale. Ad esempio, la necessità di migliorare le scelte agronomiche, in termini di gestione delle risorse idriche, ha contribuito allo sviluppo dell'Internet of underground things (IOUT), che consiste in sensori e dispositivi di comunicazione, parzialmente o completamente nascosti nel sottosuolo per il rilevamento e il monitoraggio del suolo in tempo reale, permettendo un'efficace integrazione di queste tecnologie con i sistemi di irrigazione sotterranei (Vuran 2018).

Altri benefici includono: la distribuzione controllata degli input, come fitofarmaci e fertilizzanti, in base al fabbisogno reale della coltura; il controllo dell'insorgenza di fitopatogeni e delle condizioni ambientali, attraverso l'impiego di sensori per il monitoraggio in tempo reale dello stato di salute della coltura; l'ottimizzazione logistica delle operazioni pre e post-raccolta; la creazione di banche dati online per lo sviluppo dei Sistemi di Supporto alle Decisioni<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Lambert e Lowenburg-DeBoer (2000) hanno condotto uno studio sulla redditività economica dell'Agricoltura di Precisione negli USA, sulla base di 108 casi. Lo studio economico ha indicato che nel 63% di questi l'AdP ha generato profitti e rendimenti positivi, mentre nel 26% e l'11% ha prodotto rispettivamente risultati incerti e negativi.

<sup>2</sup> Un DSS su mais è stato elaborato da Horta, raggiungibile al seguente link: <https://www.horta-srl.it/sito/portfolio-item/mais-net/>

Per incoraggiare la diffusione dell'Agricoltura di Precisione in Italia e in particolar modo nel comparto mais è auspicabile la disponibilità per gli agricoltori di una valida assistenza tecnica, la cui azione troverebbe giovamento dalla presenza di strumenti di calcolo per la quantificazione dei benefici derivanti dall'adozione dell'AdP, dalla standardizzazione di dati e strumenti atti a favorire la diffusione delle nuove tecnologie, nonché dal trasferimento della conoscenza.

## **BIBLIOGRAFIA**

Dobermann A., Blackmore S., Cook S., Adamchu V.I. (2004), *Precision Farming: Challenges and Future Directions*, Conference: International Crop Science Congress, Brisbane Australia.

Earl R., Wheeler P.N., Blackmore B.S., Godwin R.J. (1996), *Precision Farming: the Management of Variability*. *Landwards*, Journal of the Institute of Agricultural Engineers, 51(4): 18-23.

Godwin R., Richards T., Wood G., Welsh J., Knight S. (2003), *An Economic Analysis of the Potential for Precision Farming in UK Cereal Production*, in *Biosystems Engineering*, 84(4): 533-545.

Lambert D., Lowenberg-DeBoer J. (2000), *Precision farming profitability review*, West Lafayette, IN: Purdue University, School of Agriculture, Site-specific Management Center.

Lowenberg-DeBoer J., Swinton S. (1997), *Economics of site-specific management in agronomic crops*, In: F. Piere & E. Sadler (Eds.). *The state of site-specific management for agriculture USA*. Madison, WI: ASA-CSSA-SSSSA, pp. 369-396.

Maine N. (2006), *The profitability of precision agriculture in the Bothaville district*, Published PhD Thesis. University of the Free State.

Mipaaf 2017, *Linee guida per lo sviluppo dell'agricoltura di precisione in Italia*.

Snyder C., Havlin J., Kluitenberg G., Schroeder T. (1999), *Evaluating the Economics of Precision Agriculture*, In *Proceedings of the Fourth International Conference on Precision Agriculture*, 19<sup>th</sup> - 22<sup>nd</sup> July.

Vuran M.C., Salam A., Wong R., Irmak S. (2018), *Internet of Underground Things: Sensing and Communications on the Field for Precision Agriculture*, Conference: IEEE 4<sup>th</sup> World Forum on Internet of Things, Singapore.

Yuxia Y., Yun Z. (2016), *Application of Maize Precision Fertilizer Expert System in the Maize Production*, 4th International Conference on Machinery, Materials and Computing Technology.

## **c) Scelta varietale e qualità tecnologica**

### **- Potenziamento reti nazionali di confronto varietale**

**GIANFRANCO MAZZINELLI - CREA CI Sede di Bergamo -**

**KEY WORDS:** rete nazionale confronto varietale

## **ANALISI DI CONTESTO**

Tra le varie decisioni che il moderno maiscoltore deve prendere per ottenere buoni risultati produttivi e quindi massimizzare il proprio profitto, la scelta varietale è sicuramente una delle più delicate. Il panorama varietale nazionale è molto ricco, con numerosi ibridi adatti alle diverse esigenze e destinazioni d'uso che le società sementiere operanti sul mercato mettono a disposizione annualmente. Questo continuo ed ininterrotto ricambio varietale è peraltro molto più accentato sul mais rispetto ad altre specie, per cui non sempre la scelta dell'ibrido più adatto alle proprie esigenze

risulta agevole. Infatti, il maiscoltore in genere non dispone di mezzi per effettuare autonomamente una corretta e appropriata scelta, e l'unica fonte di informazione a cui può affidarsi è quella fornita dai tecnici rappresentanti delle società sementiere.

### **ASPETTI DA CONOSCERE**

Da tali considerazioni, consegue l'assoluta esigenza di disporre di una rete di confronto varietale in grado di fornire informazioni puntuali, attendibili e tecnicamente valide, come avviene in tutti i paesi ad agricoltura evoluta e per tutte le principali specie agrarie. È necessario che la rete venga coordinata e gestita da un ente pubblico, in modo da garantire l'imparzialità, e che sia sufficientemente estesa sul territorio, in modo da contemplare la notevole variabilità pedoclimatica che caratterizza gli ambienti maidicoli italiani. Le informazioni che così potrà fornire circa le potenzialità produttive, l'adattabilità ai diversi ambienti di coltivazione, il migliore utilizzo dei fattori agronomici, la suscettibilità alle malattie e la destinazione d'uso dei vari ibridi, costituiranno uno strumento di fondamentale importanza a supporto dell'intera filiera maidicola, dai singoli produttori, alle loro associazioni e cooperative, ai servizi di assistenza tecnica, agli utilizzatori finali. Il punto di forza di una rete così strutturata sarà quello di valutare la quasi totalità del panorama varietale messo a disposizione dalle società sementiere, le quali peraltro già dispongono di reti private di valutazione dei loro ibridi anche molto più estese e capillari di una rete pubblica, ma di certo non così rappresentative, includendo solo i materiali proprietari e qualche "checks" della concorrenza.

### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

Grazie a questa importante prerogativa, solo dai risultati della rete pubblica si potranno fare confronti omogenei tra tutti gli ibridi testati, sia in termini di capacità e stabilità produttiva, che di adattabilità ai fattori agronomici e agli ambienti di coltivazione, in modo che il maiscoltore possa effettuare la scelta varietale più opportuna e appropriata per la propria azienda. La rete sarà coordinata da CREA-CI e si avvarrà della collaborazione di vari enti, sia pubblici (Agenzie regionali per lo sviluppo e l'innovazione, Istituti afferenti alle ex provincie) che privati (Consorzi di cooperative, società di servizi per l'agricoltura). Verranno valutati sia ibridi da granella che da foraggio (trinciato integrale), appartenenti alle diverse classi di maturità, e saranno forniti non solo i dati produttivi, ma anche quelli relativi alle caratteristiche qualitative e sanitarie. I risultati ottenuti, elaborati con le opportune analisi statistiche, saranno divulgati a mezzo della stampa specializzata e in occasione di convegni tecnici.

**SABRINA LOCATELLI - CREA CI Sede Bergamo-**

**KEY WORDS:** *confronto varietale, qualità igienico sanitaria, caratteristiche nutrizionali*

### **ANALISI DI CONTESTO**

L'esistenza di una Rete pubblica di confronto varietale di mais che fornisca informazioni obiettive circa le potenzialità produttive, l'adattabilità ai diversi ambienti di coltivazione, la suscettibilità alle malattie e la destinazione d'uso dei vari ibridi, rappresenta uno strumento di fondamentale importanza quale supporto alla filiera. Essa deve fornire l'orientamento alla scelta varietale tramite indicazioni relative alla performance produttiva, nutrizionale e sanitaria degli ibridi.

### **ASPETTI DA CONOSCERE**

I risultati ottenuti al termine di ogni campagna maidicola, devono essere tempestivamente divulgati mediante, riviste di settore, social network, in modo che tutti gli operatori, dai maiscoltori ai vari servizi di assistenza tecnica, possano disporre in tempi utili di tutte le informazioni necessarie per effettuare la scelta varietale più appropriata per le varie situazioni in cui l'azienda agricola si trova ad operare.

#### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

##### 1) Qualità igienico sanitaria

La determinazione del contenuto in micotossine nella granella di mais proveniente dai campioni forniti dalla Rete di confronto varietale ha lo scopo di: i) valutare la tolleranza/suscettibilità' dei diversi genotipi in prova all'attacco dei funghi e all'accumulo di micotossine; ii) valutare l'interazione genotipo/ambiente indicando quali genotipi sono maggiormente idonei ai diversi areali di coltivazione; iii) costituire un data base dei dati di contaminazione delle micotossine e dell'andamento climatico da utilizzare come input per i modelli previsionali.

##### 2) Caratteristiche nutrizionali

Analisi qualitative – merceologiche sui campioni provenienti dalle varie località di prova nell'ottica di fornire indicazioni sulle caratteristiche nutrizionali del mais italiano. In tal modo si può disporre di un quadro generale su questo aspetto particolarmente importante nell'attuale contesto produttivo, in cui gli utilizzatori finali hanno difficoltà a reperire partite omogenee per qualità e destinazione d'uso contribuendo così al notevole calo del tasso di autoapprovvigionamento degli ultimi anni.

#### **ASSOSEMENTI -**

**KEY WORDS:** *confronto varietale, adattabilità cambiamenti climatici, tecniche colturali*

#### **ANALISI DI CONTESTO**

La rete di confronto varietale nel comparto mais è chiamata a svolgere un ruolo delicato e importante per gli agricoltori ai quali deve fornire informazioni utili ad effettuare le scelte più appropriate per la loro attività.

La rete, che ha avuto origine negli anni '50, nacque per valutare le capacità produttive degli ibridi che in quegli anni erano giunti da oltreoceano anche sul mercato italiano.

Le ditte sementiere avevano, infatti, cominciato a sostituire le varietà tradizionali con ibridi, decisamente più produttivi e ad ampliare progressivamente la loro offerta.

Di fronte alle maggiori possibilità di scelta da parte dei maiscoltori, al sistema di confronto varietale è stato affidato il compito di produrre e diffondere una serie di dati e informazioni che potessero agevolare gli agricoltori nella definizione dei rispettivi piani colturali, allo scopo di ottenere performance superiori sia dal lato delle produzioni che della qualità.

L'ingresso degli ibridi nel nostro mercato non ha rappresentato soltanto una differenziazione delle proposte commerciali, ma anche una fase di crescita degli investimenti industriali nella ricerca privata, attraverso la quale le ditte del settore hanno ottenuto prodotti sempre più innovativi.

#### **ASPETTI DA CONOSCERE**

La crescita del comparto sementiero avrebbe dovuto essere seguita in parallelo dalla crescita della ricerca pubblica e della sperimentazione varietale, per continuare a garantire dati statisticamente significativi sui materiali genetici messi in commercio e proseguire così l'azione di divulgazione nei confronti degli agricoltori.

Le risorse pubbliche messe a disposizione per questa attività non sono state però sufficienti a consentire il necessario sviluppo della rete che per alcuni anni si è retta attraverso un sostegno privato, cofinanziato dalle stesse ditte sementiere.

Tuttavia, alcuni osservatori hanno sollevato qualche perplessità circa questo sistema che disegnava una connessione "finanziaria" tra chi era chiamato a valutare e chi produceva il materiale valutato.

#### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

Si ritiene, pertanto, indispensabile un aumento delle risorse pubbliche a sostegno delle reti di confronto varietale, affinché possano continuare a fornire dati statisticamente significativi sul vasto e dinamico panorama degli ibridi di mais.

Inoltre, le valutazioni non dovrebbero essere focalizzate solo sulle rese, ma dovrebbero prendere in maggiore considerazione anche adattabilità e resistenze a malattie, elementi fondamentali per il buon esito dell'attività agricola, soprattutto nell'ottica di un futuro all'insegna di condizioni ambientali mutevoli.

È, infatti, largamente condiviso il timore che i cambiamenti climatici andranno a modificare il comportamento delle principali variabili che incidono sulle produzioni, come le temperature e le precipitazioni, incrementando da un lato le incognite per chi svolge l'attività agricola e minando, dall'altro, la sicurezza alimentare.

L'azione dei mutamenti climatici e l'incremento degli scambi commerciali, per effetto della globalizzazione dei mercati, esercitano una spinta sulla diffusione di patogeni e sulla loro interazione con le piante.

Il potenziamento della rete dovrebbe essere realizzato ampliando anche la variabilità ambientale esplorata che consentirebbe una migliore valutazione anche di resistenze genetiche a stress ambientali e malattie.

Le innovazioni genetiche mirate ad aumentare la produzione e la sanità del mais costituiscono strumenti indispensabili per superare le attuali criticità e per incrementare la resilienza della coltura a stress ed avversità.

Le prestazioni delle varietà in condizioni produttive avverse, dovrebbero essere oggetto di maggiori valutazioni, sia con il metodo convenzionale che biologico, in modo da identificare le caratteristiche varietali che meglio rispondono alle sfide climatico-ambientali.

Inoltre, sebbene col passare degli anni la rete sia stata progressivamente più attenta alle tecniche colturali, questo aspetto dovrebbe essere ulteriormente potenziato allo scopo di raccogliere maggiori informazioni sui genotipi più adatti alla coltivazione a bassi input (azoto, acqua, trattamenti chimici).

**ANNA GIULINI - CREA DC Sede Milano-**

**KEY WORDS:** *rete nazionale per il confronto varietale di mais allevato in biologico*

#### **ANALISI DI CONTESTO**

Lo sviluppo di una Rete nazionale per il confronto varietale di mais allevato in biologico si prefigge di fornire ai vari attori della filiera informazioni tecniche aggiornate sulla granicoltura biologica e, in particolare, sulle

varietà più adatte per questo particolare settore, in grado di fornire rese elevate e stabili associate a caratteristiche qualitative e tecnologiche accettabili. Inoltre, data l'impossibilità, imposta dal disciplinare biologico (regolamento (UE) 2018/848 del 30 maggio 2018), di utilizzare prodotti di sintesi, le varietà dovranno anche possedere una elevata azione competitiva nei confronti delle erbe infestanti e un'elevata resistenza alle malattie.

Altro aspetto che si vuole promuovere è la produzione di semente biologica di mais attraverso la pubblicazione di un Disciplinare di Produzione biologica dedicata alla semente di mais. Nel grafico 1 si osserva che le richieste di deroghe per sementi di mais da impiegare in agricoltura biologica sono aumentate dal 2016 al 2017, inoltre risulta evidente la mancanza sul mercato di materiale biologico. I dati sono stati ottenuti consultando la banca dati sementi biologiche del sian (BDSB).

Attraverso la BDSB si conoscono le quantità e le varietà di sementi biologiche disponibili, in caso non ci fosse materiale è possibile, sempre attraverso la BDSB, ottenere la deroga ed impiegare semente certificata, ma prodotta mediante agricoltura convenzionale, in agricoltura biologica.

#### ASPETTI DA CONOSCERE

I dati ottenuti dalla sperimentazione e il Disciplinare di Produzione biologica dedicato alla semente di mais saranno divulgati attraverso pubblicazioni su riviste di settore, seminari ad incontri nazionali ed internazionali, mediante comunicazione alle associazioni di agricoltori, in modo che tutti gli operatori abbiano gli strumenti per scegliere la varietà e la semente più appropriata alle diverse condizioni aziendali.

Grafico 1. Confronto fra quantità (kg) richieste ed offerte di sementi di mais per agricoltura biologica nel periodo 2016-2017 e disponibilità.

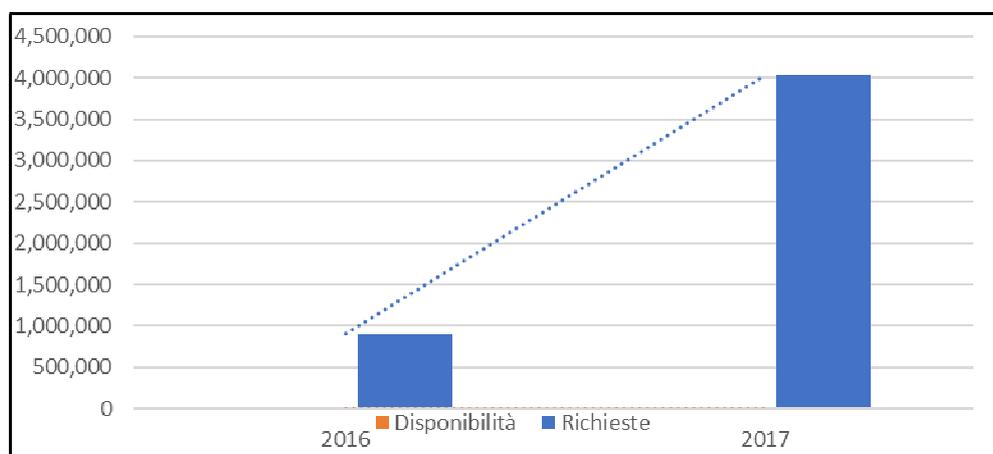
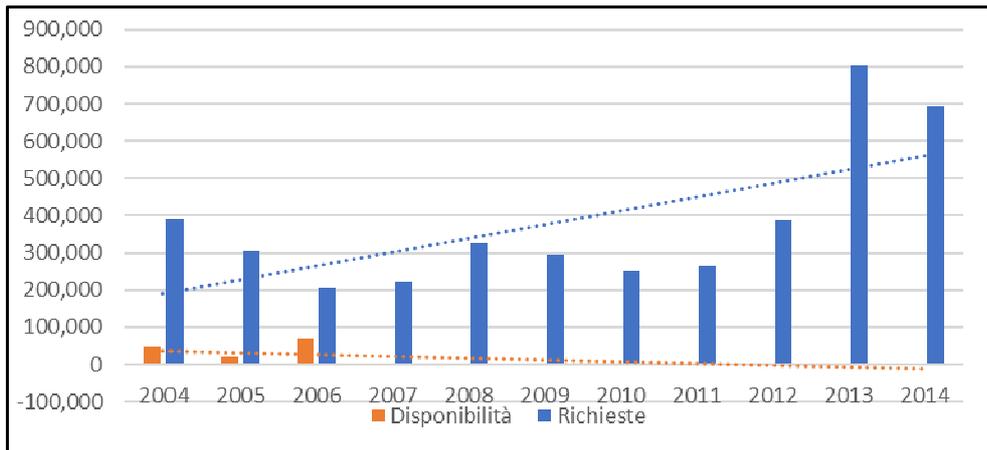


Grafico 2 Confronto fra quantità (kg) richieste ed offerte di sementi di mais per agricoltura biologica nel periodo 2004-2014 e disponibilità.



#### INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA

- 1) Varietà. La scelta delle varietà per la sperimentazione verrà effettuata consultando i dati della banca dati sementi biologiche BDSB.
- 2) Rete biologica. La scelta dei campi sperimentali accreditati dovrà soddisfare un'ampia variabilità ambientale al fine di fornire dati più consistenti.
- 3) Pubblicazione del Disciplinare di Produzione biologica dedicato alla semente di mais.
- 4) Si propone inoltre di effettuare delle prove sperimentali presso l'azienda agricola di Tavazzano del CREA DC al fine di verificare per le diverse varietà in prova la competitività alle erbe infestanti in ambiente controllato o altra caratteristica ritenuta di particolare interesse nell'agricoltura biologica.

## Allegato 3

### Miglioramento degli aspetti sanitari

a cura di Carlotta Balconi (CREA-CI) ed Enrico Fravili (COPAGRI)

Coordinatori del Gruppo di Lavoro "Assistenza tecnica"

#### INDICE

##### a) *GESTIONE DELLE MICOTOSSINE*

- Rischio sviluppo micotossine/rete monitoraggio partite commerciali/ partite importazione/ osservatorio nazionale micotossine

SABRINA LOCATELLI - CREA CI Sede Bergamo/rete monitoraggio partite commerciali/ partite importazione/ osservatorio nazionale micotossine

MATTEO PIOMBINO - Assosementi /tempestività monitoraggio partite commerciali

##### b) *CONTROLLO DELLA SANITÀ*

- PRE-RACCOLTA: Contaminazione micotossine in campo

GIANFRANCO MAZZINELLI - CREA CI Sede di Bergamo/rete nazionale confronto varietale

SABRINA LOCATELLI - CREA CI Sede Bergamo/monitoraggio micotossine rete nazionale varietale

- POST-RACCOLTA: Contaminazione micotossine durante conservazione/stoccaggio

MATTEO PIOMBINO - Assosementi /gestione sanitaria, stoccaggio, formazione, divulgazione

SABRINA LOCATELLI - CREA CI Sede Bergamo/monitoraggio micotossine partite commerciali (centri stoccaggio e lavorazione)

ENRICO COSTA - AIREs/gestione corretta stoccaggio differenziato partite

## **a) Gestione delle micotossine**

### **- Rischio sviluppo micotossine/rete monitoraggio partite commerciali/ partite importazione/ osservatorio nazionale micotossine**

**SABRINA LOCATELLI - CREA CI Sede Bergamo-**

**KEY WORDS:** *rete monitoraggio partite commerciali, partite importazione osservatorio nazionale micotossine*

**MATTEO PIOMBINO – Assosementi-**

**KEY WORDS:** *prevenzione, tempestività monitoraggio e flusso informazioni*

#### **ANALISI DI CONTESTO**

La prevenzione è la strategia migliore per il controllo delle micotossine, soprattutto nella fase di coltivazione in campo. La tempestività nel generare il flusso di informazioni necessario per rispondere al meglio alle problematiche sanitarie che si possono creare in differenti situazioni climatiche risulta quindi uno degli aspetti cruciali nella prevenzione.

Questo è ancora più necessario se pensiamo al fatto che ogni campagna agraria con il suo andamento stagionale determina la manifestazione di problematiche sempre differenti. Gli ultimi 5 anni ne sono una evidente dimostrazione. Oltretutto, a causa di fasi stagionali molto diverse che si alternano lungo il periodo colturale, si verifica sempre più frequentemente la coesistenza di diverse specie fungine nella stessa stagione, negli stessi areali di coltivazione e anche negli stessi campi, determinando come conseguenza la contaminazione con più micotossine: afla, fumo, don e zea.

#### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

Di fronte a queste difficoltà l'agricoltore, ed ancor più l'essiccatore/stoccatore, si trova a dover gestire complessità crescenti, che difficilmente possono essere controllate in modo autonomo. Un **supporto tecnico** in questa direzione potrebbe essere di notevole importanza attraverso per esempio:

- controllo e monitoraggio costante delle variabili ambientali e individuazione delle condizioni di rischio di sviluppo dei principali patogeni della coltura, in particolare dei funghi tossigeni;
- rete di campi sentinella nei diversi ambienti della pianura Padana su cui effettuare campionamenti preventivi in spiga per eseguire analisi immediate delle diverse micotossine;
- bollettini periodici (settimanali, anche più frequenti nel periodo di maturazione della granello) di divulgazione delle informazioni;
- monitoraggio continuo con tempestiva diffusione delle informazioni durante le fasi della raccolta.

## **b) Controllo della sanità**

### **- PRE-RACCOLTA: Contaminazione micotossine in campo**

**GIANFRANCO MAZZINELLI - CREA CI Sede di Bergamo –**

**KEY WORDS:** rete nazionale confronto varietale

#### **ANALISI DI CONTESTO**

La contaminazione da micotossine costituisce uno tra i più gravi problemi che affliggono la maiscoltura italiana. Gli areali maidicoli nazionali sono infatti caratterizzati da condizioni climatiche e andamenti stagionali spesso molto favorevoli allo sviluppo e all'attacco dei funghi patogeni responsabili della contaminazione. Non disponendo di metodi diretti efficaci e/o economicamente ed ecologicamente sostenibili, l'unica via da perseguire per affrontare il problema è quella della prevenzione. Tale via si avvale principalmente delle buone pratiche agricole (BPA), consistenti in un attento e oculato impiego dell'agrotecnica e dei mezzi tecnici, in modo da evitare alla coltura stress e situazioni favorevoli allo sviluppo dei funghi tossigeni, e della scelta varietale, ricorrendo a ibridi con ridotta suscettibilità alla contaminazione. Il panorama varietale italiano è molto ampio e articolato, comprendendo una quantità notevole di ibridi frutto della costante attività di miglioramento genetico condotta dalle società sementiere.

#### **ASPETTI DA CONOSCERE**

Gli ibridi disponibili si differenziano per capacità produttiva, precocità, adattabilità ambientale, destinazione d'uso e tolleranza alla contaminazione da micotossine; su quest'ultimo aspetto incidono sia fattori genetici (diversa origine delle linee parentali) che fisiologici (epoca di fioritura, maturazione fisiologica, fast dry down) e morfologici (ad es. tipo di granella, tenacità delle brattee). La rete nazionale pubblica di confronto varietale coordinata da CREA-CI sede di Bergamo, costituisce un importante, e peraltro unica, opportunità per fornire informazioni circa la tolleranza/suscettibilità degli ibridi di mais alla contaminazione da micotossine, potendo valutarli in campo in fase di coltivazione, in condizioni omogenee e controllate tipiche delle prove sperimentali parcellari e soprattutto permettendo confronti diretti tra tutti gli ibridi presenti in ciascuna località/anno di prova.

#### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

Naturalmente affinché le informazioni ottenute siano attendibili, affidabili e fruibili, occorre che la rete sia la più estesa possibile, comprendendo un congruo numero di siti di sperimentazione nelle principali regioni maidicole italiane, in modo da contemplare la variabilità pedoclimatica, i diversi andamenti stagionali e i diversi ordinamenti colturali aziendali. In tale contesto, in fase di raccolta, si potranno prelevare dalle parcelle sperimentali campioni di spighe per i vari ibridi, che successivamente verranno essiccate e sgranate; la granella ottenuta verrà poi macinata e sottoposta ad analisi per la determinazione del contenuto delle diverse micotossine. I dati ottenuti, elaborati con opportune tecniche statistiche, potranno essere divulgati quali fonte di informazione per i

maiscoltori e i servizi di assistenza tecnica, più opportunamente ogni due o tre anni in modo da comprendere più stagioni colturali, data la forte influenza che hanno gli andamenti stagionali sulla contaminazione, soprattutto per le micotossine non endemiche nei nostri areali maidicoli, quali aflatossine, deossinivalenolo e zearalenone.

**SABRINA LOCATELLI - CREA CI Sede Bergamo**

**KEY WORDS:** *monitoraggio micotossine rete nazionale varietale*

## **ANALISI DI CONTESTO**

La gestione del rischio micotossine si gioca principalmente in campo: quanto più tempestivi e precisi siamo ad avvisare del rischio l'agricoltore, tanto più efficaci saranno le misure di contrasto che potrà mettere in atto.

## **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

1) Monitoraggio dell'andamento climatico e delle infezioni fungine della spiga per creare un sistema di allerta.

a) Monitoraggio delle sete in campo nei periodi critici e sviluppo di app di allerta.

Sopralluoghi di personale qualificato presso le aziende produttrici, nell'arco del periodo di crescita-fioritura-maturazione del mais. Mediante il monitoraggio delle sete (valutazione della tipologia di funghi presenti sulle sete dalla fioritura alla raccolta) sarà possibile evidenziare tempestivamente situazioni di "allerta – pericolo" e valutare opportuni interventi per il contenimento dello sviluppo fungino. Ulteriori vantaggi determinati dal rapporto diretto tra i collaboratori tecnici del Rete e gli operatori della filiera saranno:

- Pianificazione di raccolta e consegne per ridurre tempi tra trebbiatura e essiccazione.
- Controllo della qualità della mietitrebbiatura per ridurre impurità e spezzati.

b) Modelli previsionali e relative app di allerta.

2) Rete agronomica e on farm (più legata all'attività del gruppo GL1 Ricerca e innovazione).

Costituzione di una rete che, utilizzando ibridi commerciali, individui percorsi tecnici innovativi in grado di fornire produzioni elevate, sostenibili e di adeguato profilo qualitativo e igienico-sanitario. La determinazione del contenuto in micotossine nella granella di mais proveniente dai campioni forniti dalla Rete agronomica ha lo scopo di valutare l'effetto della combinazione delle diverse tecniche agronomiche interessate al fine di stabilire strategie utili alla prevenzione ed al contenimento dello sviluppo di micotossine. I risultati della sperimentazione agronomica avranno una immediata applicabilità nei contesti produttivi e permetteranno di accorciare il più possibile i tempi del trasferimento e della fruibilità degli stessi. I dati, correlati all'andamento climatico, andrebbero a implementare e migliorare i modelli previsionali.

- **POST-RACCOLTA: Contaminazione micotossine durante conservazione/stoccaggio**

**MATTEO PIOMBINO - Assosementi -**

**KEY WORDS:** gestione sanitaria, stoccaggio, formazione, divulgazione

**ANALISI DI CONTESTO**

Le attività di formazione e divulgazione sono di fondamentale importanza nella gestione della problematica sanitaria del mais. Ancora troppo frequentemente si percepisce nel settore una mancanza di chiarezza sul fenomeno della contaminazione da micotossine e sulle sue conseguenze.

**INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

La formazione, per risultare particolarmente efficace, dovrebbe avvenire su due livelli distinti, che hanno obiettivi differenti:

- a) la gestione della coltura in campo, e
- b) la gestione del post-raccolta.

Il primo livello è diretto in modo specifico all'agricoltore e al terzista con tematiche legate alla gestione agronomica ottimale della coltura con particolare attenzione a quelle più legate al rischio micotossine:

- scelta dell'ibrido ottimale in termini di classe FAO in relazione alle condizioni agronomiche di semina;
- corretta valutazione degli effetti dell'epoca di semina sull'andamento della coltura;
- gestione delle modalità, dei tempi e dei volumi di irrigazione;
- valutazione del trattamento insetticida per la difesa dalla piralide: fisiologia insetto, monitoraggio, epoca di trattamento, strategia di lotta, impatto sulle rese e sulla sanità;
- gestione della problematica *Aspergillus* attraverso corretta irrigazione, biocontrollo, e valutazione del corretto momento della raccolta in funzione del rischio di contaminazione.

L'attività di formazione rivolta ai soggetti impegnati nel ritiro, nell'essiccazione e nello stoccaggio del mais dovrebbe invece toccare le seguenti tematiche:

- pianificazione del ritiro in funzione della capacità di essiccazione, sulla base anche della gestione del proprio bacino di approvvigionamento attraverso il monitoraggio della coltura;
- campionamento delle partite in ingresso: variabilità, metodi e strumenti;
- analisi della granella: metodi di screening e metodi di analisi. Attenzione ai fenomeni di inquinamento e alla precisione del metodo applicato;
- problematiche delle diverse micotossine e destinazione d'uso;
- dallo scarico del carro all'essiccatoio: il rischio dello sviluppo di micotossine;
- dall'essiccatoio allo stoccaggio: temperature, umidità, condizionamento, pulizia dei silos;

- esigenze del mercato e normative relative alle micotossine.

Formazione e divulgazione potrebbero essere promosse attraverso seminari specifici dedicati alle differenti fasi della filiera mais. Il materiale di formazione potrebbe essere aggregato in un manuale pratico di gestione della qualità del mais.

**SABRINA LOCATELLI - CREA CI Sede Bergamo -**

**KEY WORDS:** *stoccaggio, monitoraggio micotossine partite commerciali (centri stoccaggio e lavorazione)*

Punto cruciale è lo stoccaggio.

#### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

- 1) Formazione degli operatori per sensibilizzare la filiera sugli aspetti fondamentali della qualità:
  - Campionamento: lo svolgimento di adeguati piani di campionamento è la premessa indispensabile per un'analisi corretta e rappresentativa di una partita; le modalità di campionamento devono essere eseguite sulla base delle normative di riferimento e delle destinazioni d'uso della merce.
  - Metodiche analitiche: indagine sui tipi di metodiche utilizzate (valutare la possibilità di individuare una metodica standard di analisi da diffondere e utilizzare);
  - Formazione del personale interno per analisi e successiva gestione (pulizia, selezione, stoccaggio) e sensibilizzazione dei diversi soggetti della filiera. Promuovere uno stoccaggio differenziato della granella.
- 2) Consolidare e perfezionare la rete di monitoraggio della qualità sanitaria del mais:
  - Formalizzare l'adesione alla Rete di monitoraggio CREA mediante la sottoscrizione di un protocollo d'intesa con i centri di essiccazione-stoccaggio al fine di incrementare la qualità dei risultati, soprattutto in termini di tempo e di continuità nella partecipazione.
  - In collaborazione con Ismea che ha recentemente effettuato il "censimento" dei centri di essiccazione-stoccaggio, aggiornare le schede descrittive dei centri aderenti alla Rete per correlare i dati di monitoraggio alle caratteristiche degli impianti, alle quantità di materiale lavorato, alle modalità eventuali di segregazione delle partite.
  - Raccordo tra Rete monitoraggio CREA e osservatori regionali: aumento della capillarità dell'indagine dei dati analitici.
  - Qualità e tipologia di stoccaggio (più legata all'attività del gruppo GL1 Ricerca e innovazione). Ad oggi, non sono disponibili dati sufficienti per valutare correttamente l'aumento delle tossine durante le fasi di conservazione e quali possono essere le tecniche adeguate per impedirne lo sviluppo. Proposta: ripetere periodicamente il campionamento dei lotti e valutare il tenore di micotossine per valutare se lo stoccaggio è stato effettuato in modo corretto.
  - monitoraggio qualità mais d'importazione (valutazione della fattibilità).

**ENRICO COSTA – AIRES**

**KEY WORDS:** *gestione corretta stoccaggio differenziato partite*

#### **INTERVENTI PROPOSTI PER ASSISTENZA TECNICA**

E' fondamentale per l'operatore ricevere dei messaggi di allerta sui potenziali rischi in prossimità della campagna di raccolta, questo gli permette di attuare controlli mirati e gestire anche la separazione delle partite.

In questo contesto l'assistenza tecnica potrebbe fornire un buon supporto dato che non è facile nel periodo di raccolta cambiare l'organizzazione, pertanto è indispensabile disporre di informazioni anticipate.

E' di notevole importanza fornire agli operatori gli strumenti certi per poter individuare le problematiche, classificare le partite e gestirne la segregazione. Deve essere considerato il fatto che per molti anni il focus degli operatori del settore è stato indirizzato alla gestione di impianti di stoccaggio molto grandi con capacità di lavoro molto elevate per masse indifferenziate; oggi l'attenzione deve essere indirizzata alla gestione di minori quantità di mais da collocare in tante classi qualitative.

Anche per questo aspetto l'assistenza tecnica può aiutare nel divulgare le nozioni, formare gli operatori e suggerire interventi specifici.

Infine, un aspetto fondamentale per quanto riguarda il post raccolta è rappresentato dal fatto di poter disporre di campioni rappresentativi dei lotti stoccati sui quali svolgere le analisi qualitative.

Il monitoraggio delle partite commerciali, se realizzato tempestivamente, potrebbe essere di grande aiuto. Un aspetto da poter migliorare tramite assistenza tecnica è senza dubbio il metodo di campionamento tramite formazione agli operatori, tecnici incaricati di fare i campionamenti, strumenti per campionare. Anche la tempestività nei risultati analitici permetterebbe un maggiore interessamento da parte degli operatori della filiera nel comprendere l'importanza di avere un monitoraggio delle partite stoccate.

Dato che attualmente non sono state riportate esperienze sull'efficacia delle tecniche di stoccaggio nel contenimento delle contaminazioni, un aspetto da considerare riguarda la possibilità di ripetere il campionamento dei lotti e le analisi qualitative periodicamente a distanza di qualche mese, per valutare se lo stoccaggio è stato attuato nel modo corretto e fornire risposte alle domande relative all'aumento delle tossine durante lo stoccaggio o almeno indicarne la tendenza.

L'assistenza tecnica potrebbe intervenire nel curare la preparazione e formazione di personale altamente qualificato che possa operare nella corretta gestione delle partite da stoccare.

## Allegato 4

### Le New Breeding Techniques (NBT) per il Precision breeding

Nicola Pecchioni (CREA-CI)

Coordinatore del Gruppo di Lavoro “Ricerca e innovazione”

#### **Nuove tecnologie di miglioramento genetico per il “Miglioramento Genetico di Precisione”**

Il miglioramento delle colture è stato fatto per secoli con tecniche convenzionali di miglioramento genetico, il che ha portato a cambiamenti genetici “naturalmente” nella pianta, per incrocio e/o mutazione e selezione, ben noti e consolidati da secoli in quelle piante che oggi producono i cibi tradizionali europei. Oggi, le tecniche innovative rappresentano un passo avanti nella selezione vegetale e consentono di apportare le modifiche genetiche desiderate con altissima efficienza e precisione. Per questo si può dire di essere entrati, al pari della agrotecnica di precisione (*precision farming*), nell’era del miglioramento genetico di precisione (*precision breeding*).

#### **1. Metodologie a confronto**

La ricerca di introdurre variazioni genetiche nelle colture è tutt'altro che nuova. L'allevamento delle piante iniziò **intorno all'8.000 a.C.**, quando **gli agricoltori non a caso selezionarono semi** da colture con le migliori caratteristiche (spighe e pannocchie che non crodano, semi più grandi, frutti e tuberi più grandi e più dolci, meno tossici etc etc) ottenute attraverso **mutazioni genetiche spontanee** e li incrociarono per produrre nuove varietà di colture con proprietà desiderabili. **In tempi più recenti**, oltre a sfruttare al meglio le metodologie di incrocio e selezione, sono state applicate sostanze chimiche e radiazioni per stimolare mutazioni che portassero ad introdurre nuove caratteristiche migliorate. Questo tipo di **mutagenesi convenzionale** è esente dalle disposizioni della legislazione sugli OGM (anche secondo la recente sentenza della Corte di Giustizia Europea) a causa della sua “lunga documentazione sulla sicurezza”. Tuttavia, questo metodo introduce centinaia di mutazioni casuali con effetti e conseguenze sconosciuti, pertanto le mutazioni che portano a modifiche non previste devono quindi essere rimosse durante l'ulteriore processo di (re)incrocio e selezione, che richiede molto tempo e non sempre ha esito positivo, per il rilascio di una nuova varietà. **Negli ultimi anni** le nuove tecnologie dette **NBT (New Breeding Techniques)** seguono lo stesso principio, ma con maggiore efficienza e precisione, poiché applicano solo una o alcune mutazioni mirate in un gene portando a cambiamenti che possono verificarsi anche in modo naturale (mutazioni spontanee come quelle dagli albori dell’agricoltura) o attraverso la mutagenesi convenzionale sopra descritta.

**Le mutazioni introdotte nelle nuove varietà mediante le NBT (New Breeding Techniques) sono pertanto indistinguibili da quelle introdotte da mutazioni spontanee o mediante mutagenesi.**

In estrema sintesi nella figura 1 si evidenziano le differenze degli effetti di tre diversi metodi sulle modifiche di sequenza genica che portano al miglioramento di un carattere agronomico, mettendo a confronto effetti di: mutagenesi convenzionale (indotta da agenti chimici o radiazioni), mutazioni indotte da tecniche di modifica genetica note con il termine di “Genome Editing” o NBT, e inserimento genico mediante tecniche di transgenesi che producono un “genetically modified organism”, tradotto in sigla come OGM.

**Figura 1.** Effetti dei diversi metodi sulla sequenza genica

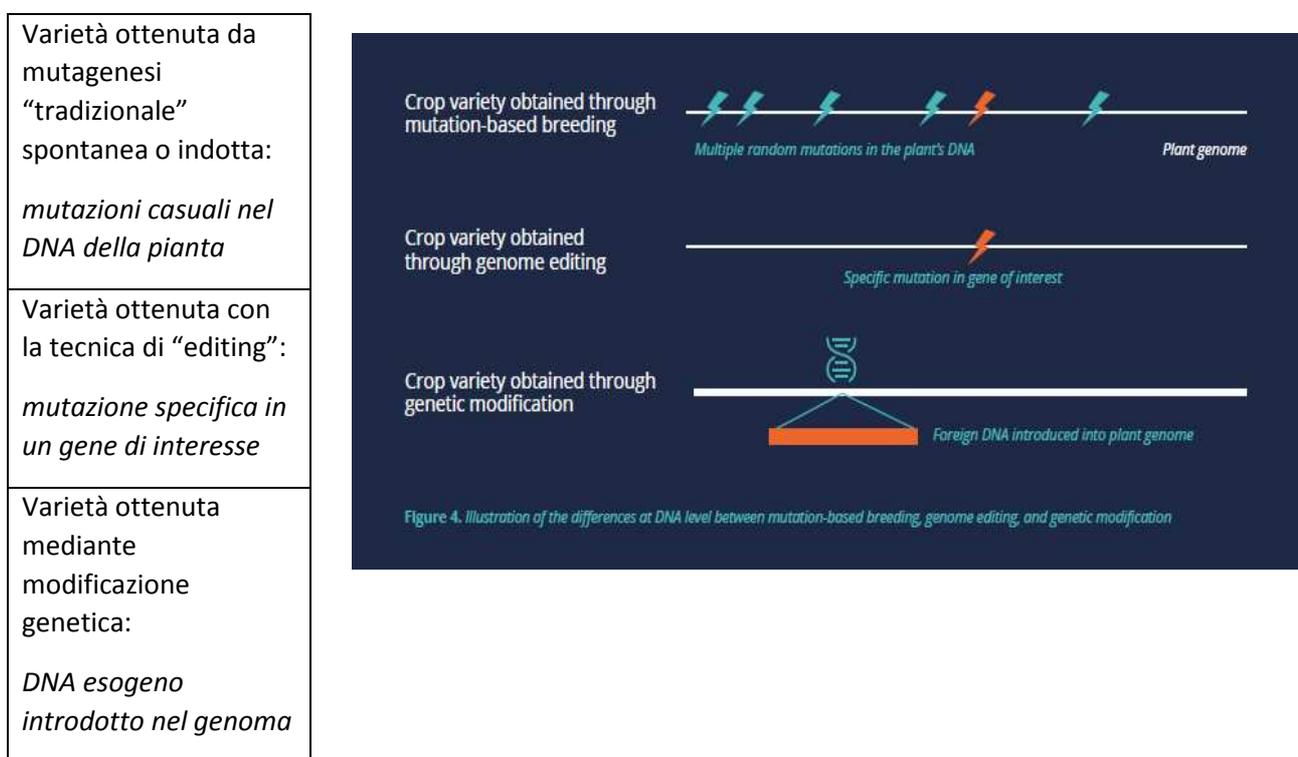


Figura tratta da: “CRISPR-Cas Genome editing in plants”, VIB - Rijnvisschestraat 120, 9052 Ghent Belgium”

Si riscontra facilmente anche dalla rappresentazione grafica come **le mutazioni migliorative**, indicate con il simbolo rosso chiaro, **introdotte dall’Editing, o NBT (New Breeding Techniques), rispetto a quelle introdotte casualmente dalla mutagenesi convenzionale** (una su tante è positiva) **siano del tutto indistinguibili.**

Queste recenti scoperte nella ricerca sulle piante consentono quindi ai “breeder” di sapere esattamente dove si verificherà il cambiamento, e di prevedere meglio gli effetti dei cambiamenti. Ecco perché queste tecniche sono chiamate miglioramento genetico di precisione, o **precision breeding**, ed in questo senso rappresentano una piccola ma significativa rivoluzione nel miglioramento genetico al pari della introduzione delle tecnologie di precisione (precision farming) nella agrotecnica moderna.

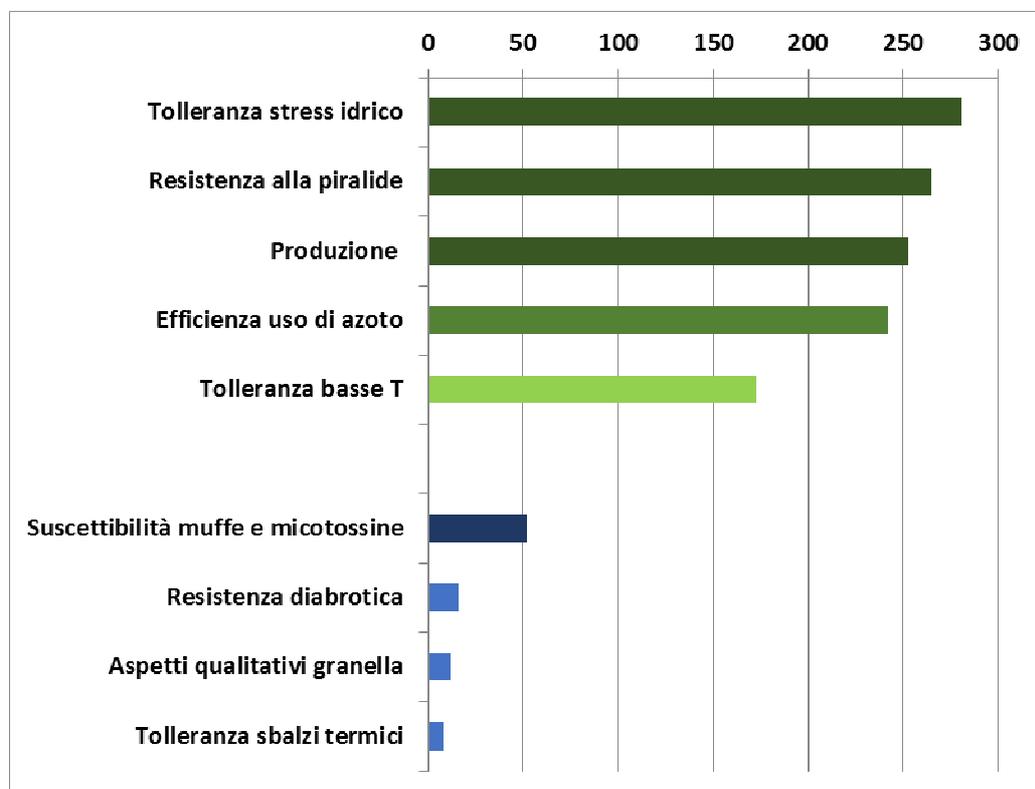
Inoltre, è necessario precisare che nessun DNA di altre specie non correlate è presente nella pianta di una varietà così costituita, né nel raccolto finale, contrariamente agli OGM.

## 2. NBT e sviluppo varietale del Mais

L'agricoltura alimenta il mondo. Per questo motivo, il crollo dei sistemi alimentari, non solo quello delle filiere del mais, è uno dei maggiori rischi sociali dei cambiamenti climatici. Le colture che sono più tolleranti agli ambienti in rapida evoluzione e più difficili, come il recente periodo di estrema siccità in alcune parti dell'Europa centro meridionale, saranno cruciali per il successo degli approcci di produzione alimentare di domani. Il precision breeding grazie alle tecniche di "editing" del genoma, può contribuire ad adattare la coltura del mais a un'areale specifico, a generare una migliore composizione nutrizionale, una migliore digeribilità, un minor contenuto in tossine o componenti anti-nutrizionali, un maggior sviluppo radicale per una più efficiente utilizzazione delle risorse idriche, o una aumentata o pari resa con minore apporto di fertilizzanti e fitosanitari, il che ha un beneficio diretto su l'ambiente e più in generale sulla sostenibilità.

Da un sondaggio effettuato dal Gruppo di lavoro Ricerca e Innovazione del Tavolo Tecnico mais nazionale, su un modesto campione, ma composto esclusivamente da agricoltori, altri addetti al settore e tecnici, hanno espresso un parere favorevole sulla sperimentazione "toccando con mano" i nuovi genotipi ottenuti con le NBT il 91% degli intervistati, si sono astenuti il 9%, e nessun giudizio contrario è stato rilevato (Figura 2). Nello stesso sondaggio, secondo i partecipanti i caratteri auspicabilmente da migliorare mediante il precision breeding sarebbero i seguenti:

**Figura 2.** Indice di rilevanza riguardo ai caratteri attesi e prioritari da ibridi ottenuti con NBT



Da un rapido excursus di quanto già realizzato ad oggi in mais ed in altri cereali, si descrivono un paio di esempi di primi caratteri di cui è stato dimostrato un miglioramento grazie a queste mutazioni mirate introdotte con il Genome editing.

Utilizzando il metodo NBT detto CRISPR-Cas è stata introdotta una mutazione nel gene del mais *ARGOS8*, facendo in modo che esso sia trascritto più spesso, con una produzione più efficiente di una proteina, che è coinvolta nella regolazione dell'ormone vegetale etilene indotto dallo stress idrico nella pianta. Precedenti studi avevano infatti dimostrato che una maggiore produzione della proteina ARGOS8 nelle piante conduce ad una migliore resa in condizioni di crescita stressanti come la siccità. Le prime prove sul campo con i risultanti ibridi di mais hanno effettivamente mostrato un aumento della resa sotto stress da siccità, e si sta seguendo lo sviluppo di nuovi ibridi pre-commerciali contenenti tale mutazione.

In grano tenero, dove le malattie fungine fogliari sono controllate oggi con trattamenti fungicidi, un gene responsabile della sensibilità all'oidio è stato disabilitato in modo che l'uso di pesticidi possa essere notevolmente ridotto. La sensibilità del grano all'oidio è determinata dal suo gene MLO, che codifica per una proteina che il fungo sfrutta per invadere le cellule vegetali. In altre parole, le proteine MLO costituiscono un punto debole nella difesa del grano contro l'oidio. Questo quindi costituiva un modo intelligente per rendere la pianta resistente, tuttavia per la complessità del genoma del grano tenero, che ha sei copie di ciascun gene, tutte e sei le copie del gene MLO dovevano essere inattivate. Usando radiazioni o mutageni chimici tradizionali, che inducono mutazioni a caso, questo non è semplicemente fattibile. Ricercatori cinesi usando l'editing del genoma sono riusciti ad inattivare tutti e sei i geni MLO del grano, che quindi non producono più la proteina "cavallo di Troia" per l'ingresso del fungo patogeno, e a renderlo resistente all'oidio, tanto che è già in programma uno sviluppo a breve di nuove varietà a partire da questa scoperta.

Documenti e Position Papers di scienziati e di Società Scientifiche a favore della adozione delle nuove tecnologie NBT, per la ulteriore consultazione:

<http://www.vib.be/en/news/Pages/European-scientists-unite-to-safeguard-precision-breeding-for-sustainable-agriculture.aspx>

*"Letter to President Jean-Claude Juncker European Commission, Position Paper signed by 98 European research centers"*

[http://www.geneticagraria.it/SSR\\_dett.asp?a\\_pag=7&IDCategoria=5&id=19](http://www.geneticagraria.it/SSR_dett.asp?a_pag=7&IDCategoria=5&id=19)

*Nicola Pecchioni, CREA, Direttore Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali*

## Allegato 5

### Iniziative per ricerca e innovazione

Nicola Pecchioni (CREA-CI) ed Amedeo Reyneri (DISAFA-UNITO)

Coordinatori del Gruppo di Lavoro "Ricerca e innovazione"

A seguito dell'incontro del Gruppo di lavoro su Ricerca e Innovazione (GLRI) del 10 dicembre è stato convenuto di predisporre una Scheda per orientare e impostare le future iniziative per la ricerca e l'innovazione. Tale iniziativa è stata oggetto di convergenza con le risultanze degli altri gruppi di lavoro e in particolare con quello dell'Assistenza tecnica, per favorire complementarità e sinergie, ed evitare sovrapposizioni e ridondanze.

Il coordinamento del GLRI aveva individuato 3 ambiti prioritari di attività:

- Innovazione della Rete nazionale di confronto varietale
- Potenziamento dell'agrotecnica e dei percorsi produttivi
- Esame delle potenzialità delle NBT

#### **Informazioni generali del campione analizzato**

Sono state raccolte e ordinate **93** schede.

L'ambito di lavoro con riferimento al sistema maidicolo è riassunto in tabella 1, mentre la tipologia di impiego di mais dove si concentra l'interesse del campione esaminato è riportato in tabella 2.

**Tabella 1.** Ambito di lavoro nel sistema maidicolo

<b>Ambito</b>	<b>(n.)</b>
Ricerca	23
Assistenza tecnica	11
Fornitura mezzi tecnici	12
Conduzione azienda agricola	9
Conduzione centro stoccaggio	10
Conduzione impianto lavorazione	3
Contoterzista	1
Operatore commerciale	2
Rappresentante organizzazioni e associa	16
Altro	6
<b>Totale</b>	<b>93</b>

**Tabella 2.** Impiego di interesse

<b>Impiego</b>	<b>(n.)</b>
<b>Granella</b>	
Zootecnia	67
Amideria	32
Molino/Food	48
Energia	25
<b>Trinciato</b>	
Zootecnia	37
Energia	28

Le risposte sulla utilità ad effettuare confronti varietali distinti anche per ibridi già destinati a filiere specifiche è riportata in **tabella 3**

**Tabella 3.** Interesse per confronti varietali distinti per specialità

<b>Tipologie di granella</b>	<b>(n.)</b>
Mais waxy	40
Mais bianchi	43
Mais vitrei (ibridi)	50
Mais specifici per zootecnia	1

#### **Sotto-scheda 1. Aggiornamento della Rete nazionale di confronto varietale**

Associato al miglioramento genetico, il confronto varietale è la base essenziale per promuovere l'aggiornamento degli ibridi e la progressione delle produzioni, valutare adattabilità ed interazioni genotipo x ambiente, fornire strumenti di assistenza tecnica quali ad esempio le liste varietali (vedi GL3) ai maiscoltori. L'esame della sola produzione non è però esaustiva, il numero di ambienti di prova deve essere in numero sufficiente, e la disponibilità di strumenti informatici e di fenotipizzazione digitale oggi offre la possibilità di innovare il sistema di reti di confronto varietale, e di produrre ed immagazzinare delle serie annuali di metadati ed altre informazioni utili per lo sviluppo di conoscenze e strumenti genomici ed agronomici. Si è consci del fatto che sia necessario un accordo tra enti pubblici e ditte sementiere private per quanto riguarda la modalità, la tipologia ed i tempi di diffusione dei dati, e che su questo i vari attori si debbano impegnare. Sulla base di questo scenario si sono ottenute queste risposte

I parametri della granella in aggiunta a quelli attuali (produzione, umidità) di maggiore interesse per la caratterizzazione degli ibridi sono riportati in Tabella 4.

**Tabella 4.** Caratteri prioritari per la valutazione degli ibridi

Carattere	(n.)	
Peso specifico	57	
Proteina	46	
Lipidi	20	
Ceneri	11	
Amido	53	
Rapporto vitreo/farina	40	
Colore	24	
Dimensione granella	27	
AFB1	68	
DON	66	
FUMB1+B2	66	
ZEA	3	
Digeribilità amido	4	
Antiossidanti	2	
Altro	10	

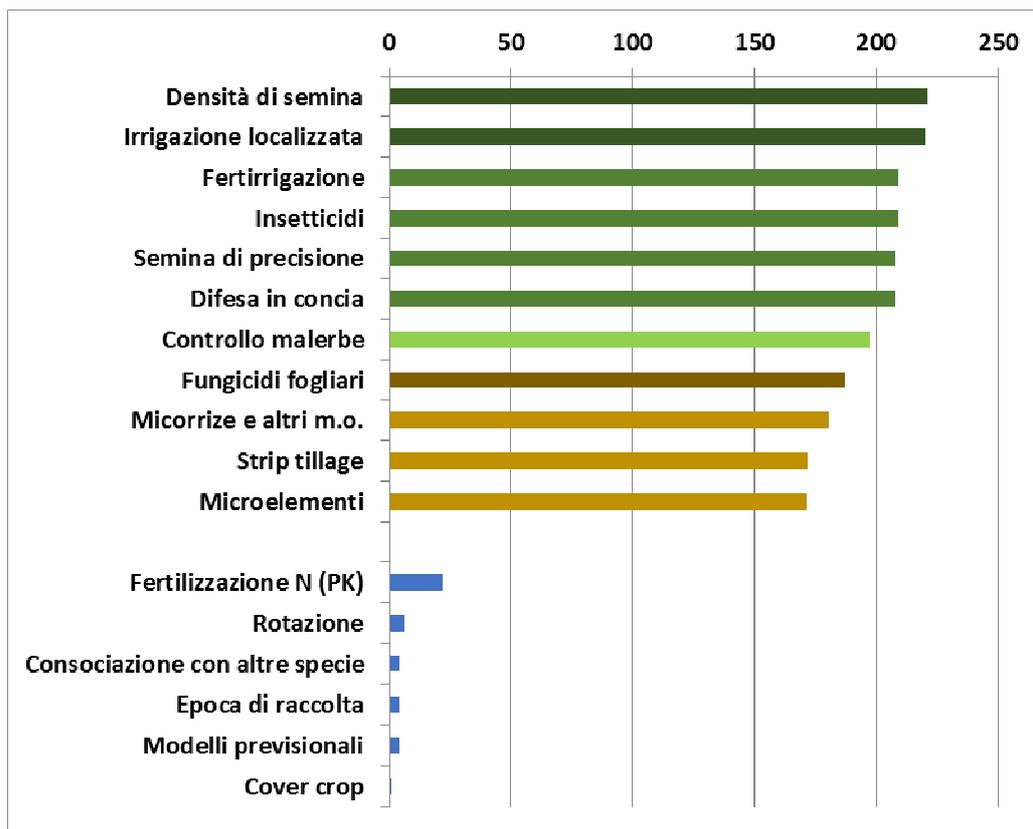
Il campione ha espresso il numero minimo di 12 ed ottimale 18 di località per rinnovare la rete di confronto (il dato riportato esprime la mediana)

#### **Sotto-scheda 2. Potenziamento dell'agrotecnica e dei percorsi produttivi**

L'agrotecnica per l'evoluzione degli ibridi e per le innovazioni tecnologiche e di prodotti sul mercato richiede continui aggiornamenti e la valutazione delle interazioni tra i fattori citati con l'esame di percorsi produttivi.

Tralasciando l'aspetto genetico (ibrido) è stato chiesto quale dei seguenti aspetti assume il maggiore interesse e necessita di una valutazione sperimentale. Le risposte sono sintetizzate in Figura 1; questa esprime un indice di rilevanza ottenuto moltiplicando il numero di risposte per l'interesse a riguardo (1: poco interesse; 4: molto interesse).

**Figura 1.** Indice di rilevanza riguardo lo studio di temi e innovazioni agrotecniche



I temi e le innovazioni riportate nella parete superiore sono quelli pre-impostati nella scheda, quelli sottostanti sono quelli aggiunti e proposti dai compilatori.

### Sotto-scheda 3. Esame delle potenzialità delle NBT

Le New Breeding Techniques (NBT), letteralmente nuove tecnologie di miglioramento genetico, supportate dalle accresciute conoscenze sul genoma del mais, consentono di inserire mutazioni mirate in geni rilevanti per il loro effetto sulle caratteristiche agronomiche, di resistenza a malattie e sanità della granella, di qualità, etc., senza la presenza di DNA esogeno all'interno di nuovi ibridi. Si evidenzia altresì che tali mutazioni mirate saranno praticamente indistinguibili dalle mutazioni naturali generate dalla evoluzione naturale e sfruttate fino ad ora per l'addomesticamento ed il miglioramento genetico della specie.

Poiché è altamente probabile che sul mercato mondiale delle sementi già nel 2019, o negli anni immediatamente successivi, siano commercializzati i primi ibridi di mais sviluppati mediante le NBT, è parso evidente e condiviso nel gruppo di lavoro che sia necessario affrontare il tema.

E' stato chiesto se ritiene utile sviluppare per il mais un Piano nazionale di sviluppo delle NBT in Università ed enti pubblici di ricerca, per creare un necessario know-how dei giovani ricercatori.

Delle 93 schede ottenute, hanno fornito risposta 88 di queste (95%). Di queste ultime hanno risposto affermativamente il 93% del campione, mentre si sono astenuti il 7%. Nessun giudizio contrario è stato rilevato.

A tale proposito si è richiesta una valutazione complessiva della proposta, e su quali caratteri si attendono necessari e significativi progressi genetici grazie alle NBT. Le risposte sono sintetizzate nella Figura 2 riportata nell'Allegato 4; anche in questo caso si esprime un indice di rilevanza ottenuto moltiplicando il numero di risposte per l'interesse a riguardo (1: poco interesse; 4: molto interesse).

Infine è stata chiesta quale importanza dare al Piano Nazionale NBT considerando l'interesse attribuito dal compilatore. (1: poco interesse; 4: molto interesse). L'80% delle risposte ha attribuito al Piano molto interesse, il 15% interesse e il rimanente 5% ridotto e di poco interesse.