

Caratterizzazione di ecotipi valdostani di segale

Characterization of ecotypes of rye from Valle d'Aosta

M. BASSIGNANA, D. ARLIAN, C. TARELLO, M. LETEY
Institut Agricole Régional, Aosta, Italia

1 Introduzione

La segale, specie che si adatta alla coltivazione in zone marginali, fredde, con suoli poveri, sabbiosi e acidi, rappresentava il principale cereale nelle regioni di montagna. Nelle sue *“Leçons sur l’agriculture valdôtaine”*, scritte nel 1865, Argentier (2004) definiva la segale “il frumento della Valle d’Aosta”. All’epoca il cereale era ampiamente diffuso e veniva coltivato dal fondovalle (300 m s.l.m.) fino a 1700 m di altitudine. La farina era utilizzata per la produzione del *pan ner*, che Argentier definiva “pane delle nostre campagne”, descrivendolo “più scuro del pane ottenuto con farina di frumento, ma molto sano, se fatto correttamente, e capace di conservarsi a lungo”. Il progressivo spopolamento della montagna e l’abbandono delle forme di agricoltura impostate sull’autoconsumo, in seguito alle profonde trasformazioni socio-economiche intervenute nel corso dell’ultimo secolo, portarono alla drastica riduzione della superficie coltivata a cereali. All’inizio del 1900, in Valle d’Aosta la cerealicoltura occupava 8000 ha; nel 1929 era scesa a 5800 ha, nel 1951 contava 3900 ha, e nel 1966 si era ridotta a 1800 ha. Attualmente, la superficie cerealicola è di soli 24 ha (ISTAT, 2000). La valorizzazione delle produzioni tipiche, quali il *pan ner*, dal 2007 inserito nell’elenco nazionale dei prodotti agroalimentari tradizionali, rinnova l’interesse per la coltivazione della segale nella regione; parallelamente, la diffusa sensibilità nei riguardi della biodiversità, anche a livello sub-specifico, spinge alla conservazione delle varietà locali di cereali e alla loro valorizzazione. In questo contesto è stata avviata la ricerca di cui si presentano qui i primi risultati. Con questo progetto l’IAR intende recuperare ecotipi locali di segale ma anche di altri cereali vernini ed estivi, per salvaguardare la biodiversità locale, rilanciare la produzione del pane di segale con l’uso di farina locale e diversificare la produzione agricola.

Le attività si sono articolate nel recupero del materiale genetico di origine locale e nella caratterizzazione dei diversi ecotipi valdostani di segale. Sono state reperite, fino ad oggi, 15 accessioni di segale, 11 di frumento, 6 di mais e una d’orzo. Per la segale, è già stato possibile avviare anche la successiva fase di caratterizzazione morfo-fisiologica e agronomica del materiale raccolto e di confronto varietale, con l’obiettivo di valutare differenze e similitudini tra le accessioni raccolte e di individuare quelle più interessanti in vista una successiva diffusione presso gli agricoltori valdostani. In questo articolo saranno presentati i risultati del primo biennio di attività sperimentale.

2 Materiali e metodi

2.1 Raccolta delle accessioni e moltiplicazione

Nella prima metà degli anni '80, i ricercatori svizzeri della Stazione Federale di Ricerche *Agroscope Changins-Wädenswil* (ACW), con la collaborazione dei tecnici dell'Assessorato regionale all'Agricoltura, raccolsero 5 accessioni valdostane di *Secale cereale*, che conservarono presso la loro banca del germoplasma e di cui diedero, nel 2003, un piccolo quantitativo di semente ai ricercatori dell'IAR. Parallelamente, sempre in collaborazione con tecnici di zona dell'Assessorato Agricoltura e grazie alla collaborazione di agricoltori valdostani, furono recuperate altre 7 accessioni. I dodici ecotipi raccolti sono elencati nella Tabella 1, in cui sono anche presentati, dove è stato possibile rilevare il dato, la località e il comune di provenienza, oltre al nome di chi ha fornito la semente.

Tab. 1: Denominazione e origine degli ecotipi posti a confronto

Tab. 1: Name and origin of the compared ecotypes

Ecotipo <i>Ecotype</i>	Comune <i>Municipality</i>	Fornitore della semente <i>Seed supplier</i>
Morgex	Morgex	Eliseo Chatel
Vens1	St. Nicolas	ACW
Vens2	St. Nicolas	ACW
Sarriod	St. Pierre	ACW
Rhêmes St. Georges	Rhêmes St. Georges	ACW
Bellon	Sarre	Ester Belley
Fénis	Fénis	IAR
Brusson	Brusson	Renato Cardone
Arnad	Arnad	Maggiolina Crest
Pontboset	Pontboset	Rosina Colliard
Champorcher	Champorcher	Arturo Chanoux
Valle d'Aosta	<i>non indicato</i>	ACW

Negli anni successivi, per mantenere la purezza varietale, gli ecotipi furono moltiplicati separatamente, in parcelle distanti tra loro almeno 2 km in linea d'aria.

Nelle due stagioni 2005-6 e 2006-7 si procedette alla caratterizzazione agronomica e al confronto tra i dodici ecotipi.

2.2 Gli ambienti della prova

Nel primo anno di prova il campo sperimentale era sito nel comune di Brusson, a 1400 m s.l.m., in un appezzamento precedentemente coltivato in parte a patata e in parte a prato polifita. Per la preparazione del letto di semina si effettuò una fresatura superficiale, preceduta da una

concimazione organica di circa 20 t ha⁻¹ di letame maturo. La semina fu effettuata il 26 ottobre 2005, a spaglio, in ragione di 200 kg ha⁻¹ di semente, su parcelle di 2 x 16,5 m. Concordemente alla tecnica colturale tradizionalmente praticata nella regione, gli interventi furono ridotti al minimo, quindi non furono utilizzati prodotti fungicidi né per la concia delle sementi né sulla coltura, non furono effettuate concimazioni in copertura, non fu praticato alcun diserbo, né chimico né meccanico, non si fece ricorso all'irrigazione. La raccolta fu effettuata manualmente, tra il 9 e il 17 agosto 2006, in relazione alla precocità degli ecotipi.

Nel secondo anno la prova venne condotta a La Salle, a 1000 m s.l.m., in successione a un prato polifita di lunga durata. In ragione della evidente fertilità del suolo, non si ritenne opportuno effettuare alcun apporto di nutrienti. Gli ecotipi vennero seminati il 16 ottobre 2006 e raccolti tra il 16 e il 31 luglio 2007.

2.3 Rilievi

Lo stadio fenologico fu determinato utilizzando la scala BBCH (Witzenberger *et al.*, 1989; Lancashire *et al.*, 1991) riferita specificamente ai cereali.

L'altezza di 30 piante per ogni parcella fu rilevata con regolarità sino a quando il dato si stabilizzò. Nelle fasi precedenti la spigatura, il rilievo fu effettuato con uno *sward stick*; successivamente, l'altezza fu misurata sotto l'infiorescenza. Basandosi sui descrittori indicati dall'Ente Nazionale Sementi Elette (ENSE) per l'iscrizione di nuove varietà al Registro Nazionale, furono rilevati i principali caratteri morfologici utili per la differenziazione degli ecotipi. Per i caratteri di glaucescenza della spiga e di pubescenza del culmo sotto la spiga si utilizzò una scala da 0 (carattere assente) a 9 (carattere molto accentuato). Anche in questo caso, per ogni carattere rilevato furono effettuate 30 ripetizioni.

Con il primo rilievo della densità, effettuato a fine inverno, per ogni ecotipo fu conteggiato il numero di culmi di accostamento presenti in 60 quadrati di 100 cm². Nel secondo rilievo di densità, effettuato dopo la fioritura, furono conteggiate solo le spighe fertili, utilizzando un quadro di 450 cm² ed effettuando 20 ripetizioni per parcella.

La stima della sensibilità alle malattie si basò sull'osservazione della percentuale di diffusione della malattia e della gravità dell'infezione in ogni parcella.

La produzione fu determinata, per ogni parcella, in 3 aree di saggio di 1 m², nelle quali si effettuò la raccolta separata di paglia e spighe per la determinazione dell'indice di raccolta. Per misurare il peso dei 1000 semi furono effettuate, per ogni ecotipo, tre ripetizioni di 300 cariossidi; il dato ottenuto servì anche a calcolare il numero delle cariossidi per spiga.

L'elaborazione statistica è stata eseguita con il programma SPSS[®]. Per l'analisi delle relazioni tra le variabili, si è calcolato il coefficiente di correlazione di Pearson. Nella *cluster analysis*, previa

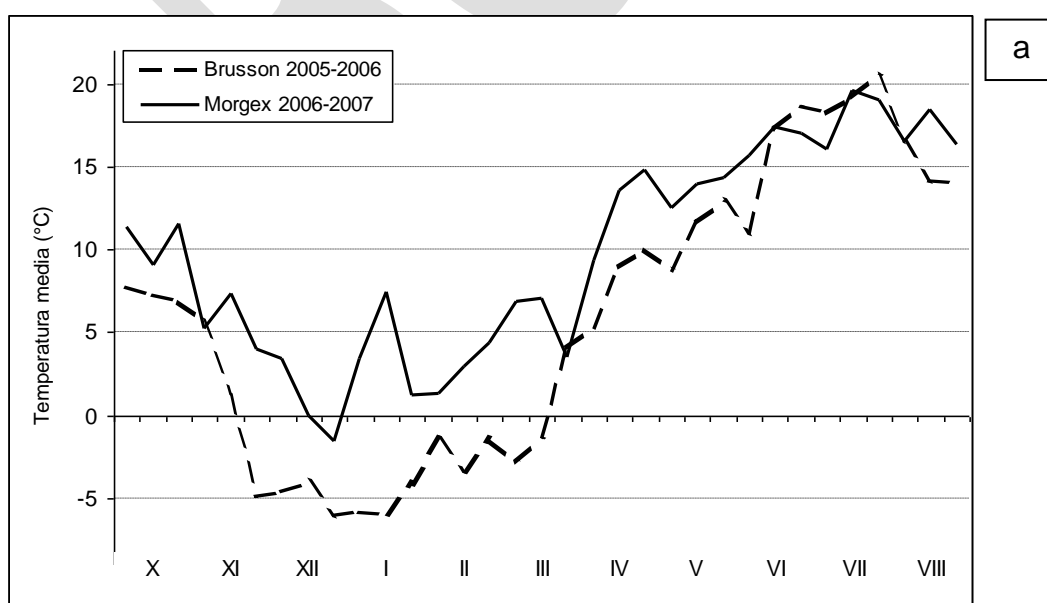
standardizzazione dei dati con il metodo dei punteggi Z, si è utilizzato il quadrato della distanza euclidea come misura di intervallo e il metodo di Ward per l'aggregazione degli ecotipi.

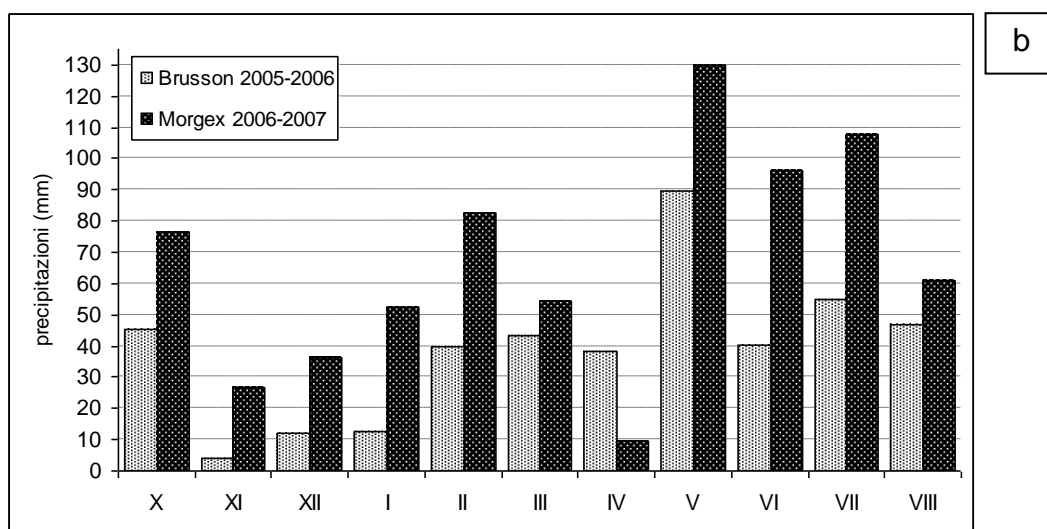
2.4 Andamento meteorologico

Per la caratterizzazione dell'andamento meteorologico si utilizzano i dati gentilmente forniti dalla Compagnia Valdostana delle Acque, stazione di rilievo di Brusson, nella stagione 2005-6, e dall'Ufficio Meteorologico della Regione Autonoma Valle d'Aosta, stazione di rilievo di Morgex, nella stagione 2006-7 (Figure 1a e 1b). Nella prima stagione colturale, anche per la differenza altimetrica, si registrarono temperature medie più basse, soprattutto in inverno, con differenze talora superiori ai 10° C rispetto a quelle dell'anno successivo. Nell'inverno 2005-6, le temperature medie restarono costantemente negative. Ciò nonostante, e malgrado l'assenza di una copertura nevosa durante la stagione fredda, alla fine dell'inverno la segale non manifestava alcun evidente danno fogliare. Più deleterio si dimostrò un repentino calo delle temperature tra la fine di maggio e l'inizio di giugno 2006, quando furono registrate minime prossime a 0° C. Gli ecotipi più precoci, che avevano già terminato la spigatura e si accingevano a fiorire, subirono notevoli danni, che si manifestarono con una sensibile riduzione del numero di cariossidi per spiga. Nel secondo anno di prova, invece, va sottolineato il decorso piuttosto freddo e piovoso dell'ultima parte della stagione colturale, con 15 giorni piovosi a maggio, 18 a giugno e 22 a luglio. Tali condizioni rallentarono la maturazione delle cariossidi e favorirono un attacco, del tutto anomalo per l'areale, di *Claviceps purpurea*.

Fig. 1: Temperature (a) e precipitazioni (b) durante la prova

Fig. 1: Temperature (a) and rainfall (b) during the trial





3 Risultati

3.1 Fenologia

Prevedibilmente, in relazione alla diversità delle condizioni tra le due stagioni, si osservò una differenza notevole nell'evoluzione fenologica degli ecotipi (Tab. 2). Alla fine del primo inverno, il 13 aprile 2006, gli ecotipi presentavano 2-3 culmi di accestimento, mentre l'anno successivo, alla data del 9 marzo 2007, ne erano presenti da 6 a 10. La levata iniziò contemporaneamente in tutti gli ecotipi ma, già negli stadi successivi, fu possibile osservare una netta differenziazione. Allorché Morgex presentava già la guaina gonfia, in Brusson, Valle d'Aosta, Vens1 e Vens2 si intravedeva appena la foglia a bandiera, mentre nei più tardivi Bellon, Rhêmes St. Georges e Pontboset si stava appena sviluppando il primo internodo basale.

Tab. 2: Data di spigatura, fioritura e maturazione fisiologica negli ecotipi a confronto (giorni dal 1° aprile)

Tab. 2: Date of heading, flowering and full ripening of the compared ecotypes (days since 1st april)

Ecotipo <i>Ecotype</i>	Spigatura <i>Heading</i>		Fioritura <i>Flowering</i>		Maturazione fisiologica <i>Full ripening</i>	
	2005-6	2006-7	2005-6	2006-7	2005-6	2006-7
Arnad	54	24	74	41	118	100
Bellon	61	35	77	49	120	107
Brusson	61	34	76	45	124	111
Champorcher	64	40	78	50	128	111
Fénis	61	34	74	45	125	107
Morgex	54	18	71	36	120	98
Pontboset	61	32	76	45	125	107
Rhêmes St. Georges	65	39	79	50	118	106
Sarriod	55	26	74	40	118	102
Valle d'Aosta	61	32	76	44	124	111
Vens1	55	24	74	38	118	101
Vens2	55	23	73	38	118	99
Media	59	30	75	43	121	105

Nel primo anno la spigatura fu raggiunta, mediamente, intorno al 29 maggio e la fioritura circa due settimane più tardi. Nel secondo anno, per entrambi gli stadi, si registrò un anticipo di circa un mese. A causa dell'andamento meteorologico sfavorevole, il periodo intercorso tra la fioritura e la maturazione fisiologica fu notevolmente più lungo nella seconda stagione e, conseguentemente, la differenza tra i due campi sperimentali si attenuò nella parte finale del ciclo produttivo: la maturità fisiologica fu raggiunta alla fine di luglio, nel 2006 e alla metà del mese, nel 2007.

Dai dati raccolti in questi due anni di prova parrebbe non esservi un legame tra somma termica e fenologia. Nella prima stagione la spigatura e la maturazione fisiologica furono raggiunte con una somma termica, rispettivamente, di 690 e 1790 gradi giorno a partire dalla semina, nella seconda stagione, le somme termiche corrispondenti ammontarono a 1140 e 2310 gradi giorno.

In entrambi gli anni, gli ecotipi Arnad, Morgex, Sarriod, Vens1 e Vens2 si mostrarono i più precoci nel raggiungere la spigatura, mentre i più tardivi furono Champorcher e Rhêmes St. Georges. Le accessioni più precoci mantennero il loro anticipo anche nel raggiungere la maturità fisiologica, ma gli ecotipi mostrarono una diversa velocità di maturazione: in entrambi gli anni, Rhêmes St. Georges fu il più rapido a chiudere il ciclo dopo la fioritura. Da queste prime osservazioni, quindi, questa accessione sembra particolarmente interessante, poiché fiorisce tardi, sfuggendo al rischio di gelate tardive, e matura presto, risentendo meno dell'eventuale siccità estiva.

3.2 Morfologia

Per le principali variabili morfologiche e produttive si registrarono delle differenze statisticamente significative in relazione al genotipo e alla stagione colturale, nonché alla loro interazione (Tab. 3).

Tab. 3: Significatività degli effetti dell'ecotipo e della stagione colturale sulle principali variabili morfologiche e produttive. + e ++ indicano, rispettivamente, significatività per $P=0,05$ e $P=0,01$. NS: differenza non significativa.

Tab. 3: Significance of the effect of ecotype and season on main morphological and yield variables. + and ++ denote significance at the probability level $P=0.05$ and $P=0.01$ respectively. NS: not significant

Variabile <i>Variable</i>	Ecotipo (E) <i>Ecotype (E)</i>	Stagione (S) <i>Season (S)</i>	Interazione ExS <i>Interaction ExS</i>
Altezza a fine fioritura <i>Height at end flowering</i>	++	++	++
Glaucoscenza della spiga <i>Glaucosity of the ear</i>	++	++	++
Pubescenza sotto la spiga <i>Hairiness below the ear</i>	+	++	+
Lunghezza della spiga <i>Ear length</i>	++	++	++
Resa <i>Yield</i>	++	++	+
Densità del popolamento <i>Crop density</i>	++	NS	+
Cariossidi/spiga <i>Grains per spike</i>	++	++	++
Peso dei 1000 semi <i>1000 grain weight</i>	++	++	NS

L'altezza è stata misurata con cadenza regolare dalla fase di levata sino all'inizio della maturazione degli individui più precoci.

Tab. 4: Altezza (media \pm deviazione standard) degli ecotipi a fine fioritura, nelle due stagioni colturali. In ciascuna colonna, medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test HSD di Tukey per $P=0,05$

Tab. 4: Height (mean \pm standard deviation) of the ecotypes at end flowering, in two seasons. In each column, means followed by the same letter are not significantly different at the probability level $P=0.05$, Tukey's HSD test

Ecotipo Ecotype	Altezza a fine fioritura Height at end flowering (cm)	
	2005-6	2006-7
Arnad	148,4 \pm 18,4 ab	142,8 \pm 14,6 abc
Bellon	131,5 \pm 13,9 d	139,7 \pm 12,4 abcd
Brusson	140,5 \pm 13,8 bcd	132,9 \pm 12,8 bcd
Champorcher	140,1 \pm 10,3 bcd	132,1 \pm 12,6 cd
Fénis	138,8 \pm 16,4 bcd	144,4 \pm 14,4 a
Morgex	143,2 \pm 20,1 bcd	141,2 \pm 11,5 abcd
Pontboset	134,3 \pm 11,0 d	140,1 \pm 11,8 abcd
Rhêmes St. Georges	134,5 \pm 15,8 cd	130,6 \pm 9,0 d
Sarriod	140,8 \pm 14,3 bcd	141,4 \pm 13,1 abcd
Valle d'Aosta	140,7 \pm 14,0 bcd	140,6 \pm 13,1 abcd
Vens1	159,6 \pm 15,7 a	134,0 \pm 15,6 abcd
Vens2	147,8 \pm 20,5 abc	144,0 \pm 15,7 ab
Media Mean	141,7 \pm 17,0	138,6 \pm 13,8

In entrambe le stagioni, l'altezza media si stabilizzò intorno ai 140 cm, raggiunti verso il termine della fioritura. Le differenze tra gli ecotipi furono più marcate nel primo anno, con una differenza di 28 cm tra il più basso e il più alto, mentre nel secondo il *range* si ridusse a 14 cm. Come previsto, trattandosi di ecotipi, all'interno delle parcelle si registrò un'elevata variabilità; il carattere, inoltre, si dimostrò poco stabile nei due anni di prova. Le accessioni più basse raggiunsero una taglia di poco superiore ai 130 cm, mentre le più alte sfiorarono i 160 cm nel primo anno e 145 cm, nel secondo. In entrambi gli anni, Arnad e Vens2 furono tra le più alte, Rhêmes St. Georges tra le più basse.

Nessuno dei dodici ecotipi presentò pubescenza dell'ultimo nodo, mentre si osservò una certa pubescenza del culmo immediatamente sotto la spiga, superiore nel primo anno (indice medio=5,12) rispetto al secondo (indice medio=3,60). Si registrò una forte variabilità entro ciascun gruppo, con coefficienti di variazione pari a 68% nel primo anno e 75% nel secondo.

Malgrado una certa variabilità, la glaucescenza della foglia a bandiera e della spiga si dimostrarono carattere capace di discriminare bene tra gli ecotipi. Comprensibilmente, i due caratteri risultarono correlati. Nell'insieme, si differenziarono tre accessioni poco glauche (Morgex e le due di Vens), due intermedie (Arnad e Sarriod) e il gruppo delle rimanenti, dotate di accentuata pruinosità (Tab. 5).

Tab. 5: Indice di glaucescenza della spiga negli ecotipi a confronto (media \pm deviazione standard). In ciascuna colonna, medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test HSD di Tukey per $P=0,05$

Tab. 5: *Glaucosity index of the ear of the compared ecotypes (mean \pm standard deviation). In each column, means followed by the same letter are not significantly different at the probability level $P=0.05$, Tukey's HSD test*

Ecotipo Ecotype	Glaucescenza della spiga Glaucosity of the ear (min=0, max=9)			
	2005-6		2006-7	
	Arnad	4,93 \pm 2,98	b	2,33 \pm 1,47
Bellon	8,87 \pm 0,51	a	6,79 \pm 1,40	a
Brusson	8,67 \pm 0,76	a	4,20 \pm 1,99	b
Champorcher	8,67 \pm 0,76	a	6,73 \pm 1,74	a
Fénis	8,87 \pm 0,51	a	5,57 \pm 1,72	ab
Morgex	2,13 \pm 2,46	c	0,90 \pm 1,27	d
Pontboset	8,60 \pm 0,81	a	6,10 \pm 1,84	a
Rhêmes St. Georges	8,40 \pm 0,93	a	5,93 \pm 1,84	a
Sarriod	4,50 \pm 2,64	b	1,73 \pm 1,68	cd
Valle d'Aosta	8,00 \pm 1,26	a	6,50 \pm 1,91	a
Vens1	1,97 \pm 2,25	c	1,17 \pm 1,51	cd
Vens2	1,03 \pm 1,69	c	0,73 \pm 1,14	d
Media Mean	6,22 \pm 3,41		4,05 \pm 2,89	

Anche i caratteri di portamento, compattezza e lunghezza della spiga presentarono significative differenze tra gli ecotipi anche se, complessivamente, risultarono poco discriminanti. Nella prima stagione le spighe misurarono mediamente 9,6 cm, con un campo di variazione da 9,0 a 10,4 cm, mentre le secondo la lunghezza media fu di 8,8 cm con un minimo di 7,6 e un massimo di 10,0 cm. Nel biennio, Vens1 e Morgex si segnarono tra le accessioni con le spighe più corte.

Tab. 6: Lunghezza della spiga negli ecotipi a confronto (media \pm deviazione standard). In ciascuna colonna, medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test HSD di Tukey per $P=0,05$

Tab. 6: *Ear length, attitude and density of the compared ecotypes (mean \pm standard deviation). In each column, means followed by the same letter are not significantly different at the probability level $P=0.05$, Tukey's HSD test*

Ecotipo Ecotype	Lunghezza della spiga Ear length (cm)			
	2005-6		2006-7	
	Arnad	9,50 \pm 1,29	abc	8,98 \pm 2,42
Bellon	10,08 \pm 1,03	ab	9,13 \pm 2,10	abcd
Brusson	10,18 \pm 1,38	ab	9,23 \pm 1,99	abc
Champorcher	10,37 \pm 1,00	a	8,65 \pm 1,77	abcd
Fénis	9,97 \pm 1,08	abc	9,95 \pm 1,35	a
Morgex	8,95 \pm 1,23	c	7,57 \pm 1,68	d
Pontboset	10,28 \pm 1,05	a	9,55 \pm 1,66	ab
Rhêmes St. Georges	9,20 \pm 0,96	bc	8,03 \pm 1,27	bcd
Sarriod	9,93 \pm 1,78	abc	7,62 \pm 2,02	d
Valle d'Aosta	8,98 \pm 1,42	c	9,50 \pm 1,66	ab
Vens1	9,00 \pm 0,95	c	7,85 \pm 2,15	cd
Vens2	9,18 \pm 1,19	bc	9,67 \pm 1,84	a
Media Mean	9,64 \pm 1,31		8,81 \pm 2,00	

3.3 Avversità

Come già anticipato, nella stagione 2005-6, il danno più grave alla produttività delle parcelle fu provocato del brusco abbassamento delle temperature sopravvenuto tra la fine di maggio e l'inizio

di giugno. Al contrario, malgrado la notevole taglia raggiunta da alcuni ecotipi e qualche evento temporalesco di una certa violenza, l'allettamento fu trascurabile. La ruggine nera (*Puccinia graminis*) fu l'unica patologia che si manifestò, soprattutto sulle accessioni più tardive, anche se in misura poco grave.

Nel secondo anno, invece, l'allettamento fu più rilevante, soprattutto a carico degli ecotipi più precoci, riducendone la resa. L'unico patogeno che si manifestò in misura preoccupante fu, come detto, *Claviceps purpurea*. Sottoposta all'analisi statistica, la varianza tra gli ecotipi rasentò la significatività statistica ($P=0,05$); le accessioni meno colpite furono Bellon, Champorcher, Valle d'Aosta e Rhêmes St. Georges, mentre Vens2 presentò il più alto livello d'infezione, avvicinandosi al limite di $0,50 \text{ g kg}^{-1}$ fissato dal Contratto 101 (Tab. 7).

Tab. 7: Livello d'infezione da *Claviceps purpurea* negli ecotipi a confronto (media \pm deviazione standard). Medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test HSD di Tukey per $P=0,05$

Tab. 7: *Claviceps purpurea* infection level of the compared ecotypes (mean \pm standard deviation). Means followed by the same letter are not significantly different at the probability level $P=0.05$, Tukey's HSD test

Ecotipo Ecotype	Sclerozi nella granella Sclerotes in grain (g kg^{-1})		
Arnad	0,16 \pm	0,06	ab
Bellon	0,05 \pm	0,06	b
Brusson	0,14 \pm	0,20	ab
Champorcher	0,05 \pm	0,06	b
Fénis	0,19 \pm	0,01	ab
Morgex	0,14 \pm	0,08	ab
Pontboset	0,18 \pm	0,18	ab
Rhêmes St. Georges	0,08 \pm	0,01	b
Sarriod	0,10 \pm	0,06	ab
Valle d'Aosta	0,06 \pm	0,04	b
Vens1	0,12 \pm	0,13	ab
Vens2	0,46 \pm	0,00	a
Media Mean	0,14 \pm	0,13	

3.4 Resa e sue componenti

Va premesso che le rese determinate sulle aree di saggio non vanno considerate una misura indiscutibile della produttività in pieno campo, ma uno dei parametri di confronto relativo tra gli ecotipi in esame. Gli ecotipi presentarono differenze statisticamente significative sia per la resa sia per ciascuna delle sue componenti; con l'eccezione della densità del popolamento, queste variabili presentarono anche differenze significative tra le due stagioni di prova.

Tab. 8: Resa negli ecotipi a confronto (media \pm deviazione standard). In ciascuna colonna, medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test HSD di Tukey per $P=0,05$

Tab. 8: Yield of the compared ecotypes (mean \pm standard deviation). In each column, means followed by the same letter are not significantly different at the probability level $P=0.05$, Tukey's HSD test

Ecotipo Ecotype	Resa Yield (g m ⁻² al 13% umidità)			
	2005-6		2006-7	
	Arnad	251,1 \pm 18,0	d	328,5 \pm 70,9
Bellon	461,6 \pm 43,8	bc	581,5 \pm 77,7	a
Brusson	509,7 \pm 34,1	ab	487,1 \pm 122,8	ab
Champorcher	490,4 \pm 55,0	ab	505,4 \pm 50,8	ab
Fénis	595,6 \pm 19,9	a	582,4 \pm 28,3	a
Morgex	225,8 \pm 31,6	d	342,8 \pm 77,9	b
Pontboset	480,9 \pm 65,9	abc	584,1 \pm 54,7	a
Rhêmes St. Georges	481,0 \pm 30,8	abc	453,3 \pm 58,2	ab
Sarriod	355,5 \pm 26,5	cd	465,4 \pm 72,8	ab
Valle d'Aosta	546,5 \pm 86,6	ab	539,4 \pm 78,5	ab
Vens1	293,5 \pm 35,8	d	418,3 \pm 72,1	ab
Vens2	228,3 \pm 35,4	d	436,7 \pm 104,0	ab
Media Mean	410,0 \pm 133,1		477,1 \pm 105,7	

La resa media di campo fu di 410 g m⁻² nel primo anno e di 477 g m⁻² nel secondo (Tab. 8). Le accessioni di Arnad e Morgex, con indici produttivi da 0,55 a 0,72, furono tra quelle con le rese più basse nel biennio; all'opposto si segnalano Fénis e Valle d'Aosta, con indici produttivi tra 1,13 e 1,45. Anche Pontboset, Bellon, Brusson e Champorcher ebbero indici produttivi sempre superiori alla media di campo.

Tab. 9: Densità del popolamento negli ecotipi a confronto (media \pm deviazione standard). Medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test HSD di Tukey per $P=0,05$

Tab. 9: Crop density of the compared ecotypes (mean \pm standard deviation). Means followed by the same letter are not significantly different at the probability level $P=0.05$, Tukey's HSD test

Ecotipo Ecotype	Densità del popolamento Crop density (n. spighe m ⁻²)	
	biennial mean	
	Arnad	657,2 \pm 274,2
Bellon	638,3 \pm 235,6	ab
Brusson	524,4 \pm 244,4	ab
Champorcher	555,6 \pm 202,0	ab
Fénis	542,2 \pm 232,4	ab
Morgex	575,6 \pm 216,4	ab
Pontboset	573,9 \pm 245,8	ab
Rhêmes St. Georges	501,1 \pm 232,7	ab
Sarriod	647,8 \pm 286,2	ab
Valle d'Aosta	480,6 \pm 182,9	b
Vens1	503,9 \pm 257,3	ab
Vens2	558,9 \pm 275,0	ab
Media Mean	563,3 \pm 245,9	

La densità, che non risultò influenzata dall'annata, si attestò su un valore medio di circa 560 spighe m⁻² e presentò elevati coefficienti di variazione. Per questa ragione il carattere non si

dimostrò molto discriminante: l'unica differenza significativa all'analisi statistica fu quella tra l'ecotipo di Arnad, con circa 660 spighe m⁻², e l'ecotipo Valle d'Aosta, con 480 spighe m⁻².

Tab. 10: Numero di cariossidi per spiga negli ecotipi a confronto (media \pm deviazione standard). In ciascuna colonna, medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test HSD di Tukey per P=0,05

Tab. 10: Number of grains per spike of the compared ecotypes (mean \pm standard deviation). In each column, means followed by the same letter are not significantly different at the probability level P=0.05, Tukey's HSD test

Ecotipo Ecotype	Cariossidi per spiga Grains per spike (n.)					
	2005-6			2006-7		
	Media	±	Lettere	Media	±	Lettere
Arnad	12,5	± 0,7	d	21,4	± 4,7	b
Bellon	23,3	± 0,7	c	26,0	± 3,2	ab
Brusson	30,0	± 2,3	ab	29,1	± 7,3	ab
Champorcher	24,4	± 4,0	bc	29,7	± 2,7	ab
Fénis	32,4	± 1,8	a	32,1	± 3,3	ab
Morgex	12,2	± 2,0	d	22,6	± 3,5	ab
Pontboset	24,4	± 1,7	bc	31,3	± 5,4	ab
Rhêmes St. Georges	27,4	± 0,8	abc	28,4	± 3,6	ab
Sarriod	15,7	± 0,7	d	25,3	± 4,3	ab
Valle d'Aosta	27,2	± 3,2	abc	34,9	± 4,7	a
Vens1	14,4	± 1,1	d	33,7	± 4,4	ab
Vens2	10,3	± 1,9	d	34,2	± 4,5	ab
Media Mean	21,2	± 7,7		29,1	± 5,7	

Nella prima annata il numero medio di cariossidi per spiga fu pari a 21, con valori particolarmente bassi per le accessioni più precoci (Arnad, Morgex, Sarriod e le due di Vens), che ebbero dalle 10 alle 16 cariossidi per spiga, mentre le accessioni con le spighe più ricche presentarono valori superiori alle 30 cariossidi. Nella seconda stagione si contarono mediamente 29 cariossidi per spiga e il campo di variazione fu più ridotto, con il valore minimo di Arnad (21 cariossidi per spiga) e il valore massimo di Valle d'Aosta (35 cariossidi per spiga).

Tab. 11: Peso dei 1000 semi negli ecotipi a confronto (media \pm deviazione standard). In ciascuna colonna, medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test HSD di Tukey per P=0,05

Tab. 11: 1000 grain weight of the compared ecotypes (mean \pm standard deviation). In each column, means followed by the same letter are not significantly different at the probability level P=0.05, Tukey's HSD test

Ecotipo Ecotype	Peso dei 1000 semi 1000 grain weight (g)					
	2005-6			2006-7		
	Media	±	Lettere	Media	±	Lettere
Arnad	28,1	± 0,8	c	25,7	± 0,2	b
Bellon	34,4	± 2,3	ab	31,9	± 0,5	a
Brusson	34,4	± 2,1	ab	30,2	± 0,6	ab
Champorcher	34,4	± 2,7	ab	32,7	± 0,7	a
Fénis	36,4	± 1,7	ab	32,4	± 0,6	a
Morgex	32,5	± 1,4	bc	26,1	± 2,3	b
Pontboset	34,7	± 2,3	ab	32,4	± 2,7	a
Rhêmes St. Georges	36,1	± 2,8	ab	31,0	± 0,5	ab
Sarriod	33,9	± 2,2	bc	29,4	± 0,6	ab
Valle d'Aosta	40,0	± 1,6	a	33,1	± 0,9	a
Vens1	35,0	± 1,7	ab	29,0	± 2,3	ab
Vens2	32,5	± 1,0	bc	29,2	± 5,1	ab
Media Mean	34,4	± 3,2		30,3	± 2,9	

L'andamento stagionale della prima annata, in corrispondenza delle fasi di maturazione, fu più favorevole al riempimento della granella: il peso dei mille semi, infatti, fu di circa 34 g (con un valore massimo di 40 g), contro i 30 del secondo anno (il valore massimo arrivò a 33 g). Le accessioni che, nel biennio, si distinsero per le cariossidi più pesanti furono Valle d'Aosta, Fénis, Pontboset, Champorcher, Rhêmes St. Georges e Bellon; all'opposto, Arnad, Morgex, Vens2 e Sarriod ebbero cariossidi particolarmente piccole e leggere. In entrambi gli anni il peso dei 1000 semi, presentando un coefficiente di variazione medio tra le accessioni pari al 5%, mostrò di essere un carattere molto stabile. La resa e il numero di cariossidi per spiga, invece, nel secondo anno presentarono una maggiore variabilità interna, con coefficienti di variazione di 15-16%, rispetto al primo anno, in cui si erano registrati coefficienti di variazione di 9-10%. La densità del popolamento, infine, si dimostrò soggetta ad una forte variabilità interna e presentò coefficienti di variazione da 36% a 51%.

Nella Tab. 12 sono presentati i coefficienti di correlazione di Pearson calcolati per la resa e le sue componenti.

Tab. 12: Coefficienti di correlazione di Pearson tra la resa e le sue componenti.

Tab. 12: *Coefficients of Pearson's correlation between yield and its components.*

	Resa <i>Yield</i>	Significatività <i>Significance</i> (P)	Densità del popolamento <i>Crop density</i>	Significatività <i>Significance</i> (P)	Cariossidi per spiga <i>Grains per spike</i>	Significatività <i>Significance</i> (P)
Densità del popolamento <i>Crop density</i>	-0,382	0,065				
Cariossidi per spiga <i>Grains per spike</i>	0,839	0,000	-0,723	0,000		
Peso dei 1000 semi <i>1000 grain weight</i>	0,400	0,053	-0,201	0,348	0,078	0,717

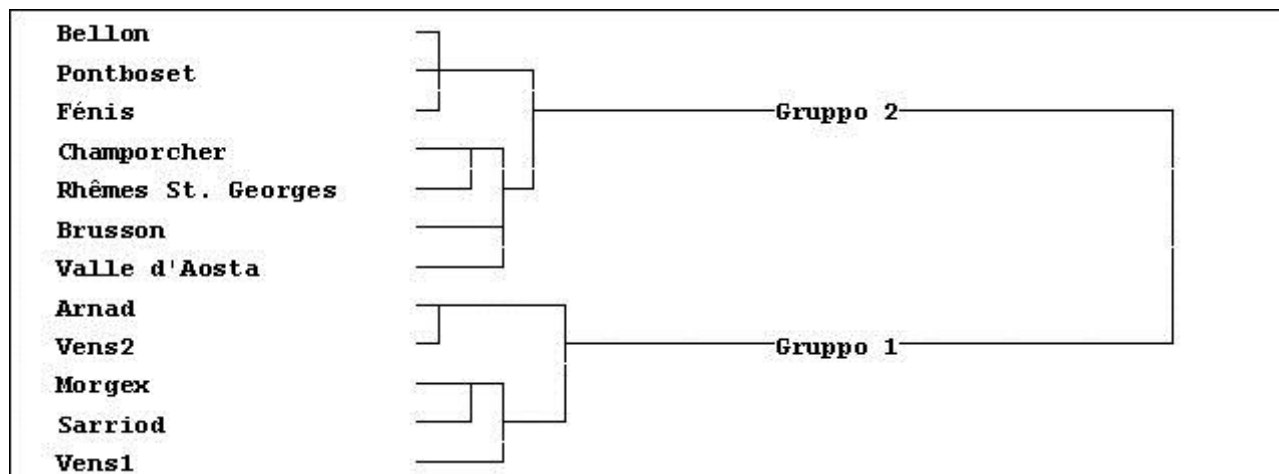
Si evidenzia un'influenza positiva della fertilità della spiga e, in secondo luogo, del peso dei semi sul livello produttivo, che è invece inversamente proporzionale alla densità del popolamento; si evidenzia anche, prevedibilmente, un legame negativo tra quest'ultima variabile e il numero di cariossidi per spiga. Nell'insieme del biennio, invece, non si è potuta cogliere alcuna correlazione significativa tra il peso delle cariossidi e le due altre componenti della resa.

3.5 Classificazione in gruppi omogenei

Sottoponendo ad analisi cluster le accessioni, sulla base delle variabili morfo-fisiologiche rilevate, si differenziano nettamente due gruppi omogenei (Fig. 2). Il primo gruppo riunisce gli ecotipi di Arnad, Morgex, Sarriod e i due di Vens, mentre tutti gli altri sono riuniti nel secondo gruppo.

Fig. 2: Dendrogramma di classificazione degli ecotipi

Fig. 2: Classification dendrogram of the ecotypes



Così come evidenziato nella tabella seguente, alla ripartizione corrispondono differenze significative non solo per quanto riguarda la maggior parte delle variabili morfo-fisiologiche, ma anche per quelle di carattere agronomico-produttivo. Il primo gruppo, che riunisce le accessioni più precoci, meno glauche, con spighe più corte e meno sensibili alla Ruggine nera, è risultato il meno produttivo, in particolare per la minor fertilità della spiga e il più ridotto peso delle cariossidi.

Tab. 13: Caratterizzazione dei due gruppi classificati secondo l'analisi cluster (media \pm deviazione standard). + e ++ indicano, rispettivamente, significatività per $P=0,05$ e $P=0,01$.

Tab. 13: Characterization of the two groups classified by the cluster analysis (mean \pm standard deviation). + and ++ denote significance at the probability level $P=0.05$ and $P=0.01$ respectively.

Variabile Variable	Gruppo 1 Group 1		Gruppo 2 Group 2		Sign.
Data di spigatura 2006 (giorni dal 1° aprile) Date of heading	53,9	\pm 1,1	61,5	\pm 2,4	++
Data di spigatura 2007 (giorni dal 1° aprile) Date of heading	23,0	\pm 3,0	35,1	\pm 3,2	++
Glaucoscenza della foglia a bandiera (min=0, max=9) Glaucosity of the flag leaf	4,79	\pm 0,55	7,31	\pm 0,39	++
Glaucoscenza della spiga (min=0, max=9) Glaucosity of the ear	2,14	\pm 1,46	7,28	\pm 1,50	++
Lunghezza della spiga (cm) Ear length	8,83	\pm 0,86	9,51	\pm 0,68	+
Sensibilità alla Ruggine nera (min=0, max=9) Sensitivity to Black Rust	1,20	\pm 0,45	2,86	\pm 0,69	++
Resa (g m^{-2} al 13% umidità) Yield	334,6	\pm 86,2	521,3	\pm 49,4	++
Cariossidi/spiga (n.) Grains per spike	20,2	\pm 8,8	28,6	\pm 3,4	++
Peso dei 1000 semi (g) 1000 grain weight	30,1	\pm 3,2	33,9	\pm 2,5	++

4 Discussione

Nel primo biennio di confronto varietale tra 12 ecotipi valdostani di segale si sono messe in evidenza numerose differenze significative, tanto a livello morfo-fisiologico quanto a livello produttivo. In entrambe le annate sono risultati più produttivi gli ecotipi più tardivi, capaci di

superare senza danni apparenti un ritorno di freddo nella tarda primavera, il primo anno, e meno soggette all'allettamento, il secondo. Riteniamo che i dati raccolti permettano una buona caratterizzazione delle accessioni ed un sufficiente livello di discriminazione al loro interno. Ulteriori confronti, in condizioni pedo-climatiche differenti, potranno arricchire il patrimonio di conoscenze e permettere di valutare se, in ambienti più marginali, ad altitudini superiori e con stagioni colturali più brevi, gli ecotipi precoci non possano manifestare un vantaggio produttivo rispetto ai più tardivi, contrariamente a quanto sin qui osservato. Per una caratterizzazione ancora più accurata degli ecotipi, inoltre, sono in corso analisi sul loro DNA.

Le attività avviate per preservare gli ecotipi valdostani di cereali vernini ed estivi hanno permesso, fino ad oggi, di recuperare oltre trenta accessioni, tra segale, frumento, mais e orzo. La prosecuzione degli approfondimenti scientifici permetterà di individuare gli ecotipi potenzialmente più interessanti per i diversi areali regionali, al fine di moltiplicarli e metterli a disposizione degli agricoltori.

5 Bibliografia

Argentier L. (2004). Leçon sur l'agriculture valdôtaine. Le Château, p. 280.

ISTAT (2000). Quinto censimento generale dell'Agricoltura.

Lancashire P. D., Bleiholder H., Van den Boom T., Langelüddeke P., Strauss R., Weber E., Witzemberger A. (1991). A uniform decimal code for the growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology*, 119, 561-601

Witzemberger A., Hack H., Van den Boom T. (1989). Erläuterungen zum BBCH-Dezimal-Code für die Entwicklungsstadien des Getreides - mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen* 41, 384-388.

6 Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare sentitamente tutti gli agricoltori e i tecnici dell'Assessorato regionale all'Agricoltura che, con la loro attività, hanno dato e danno un essenziale contributo al reperimento e alla conservazione degli ecotipi valdostani di cereali. Esprimiamo la nostra gratitudine anche al dott. G. Kleijer, della Stazione Federale di Ricerche-ACW, per la fattiva collaborazione. Rivolgiamo i nostri ringraziamenti, infine, alla Compagnia Valdostana delle Acque e all'Ufficio Meteorologico della Regione Autonoma Valle d'Aosta per averci gentilmente trasmesso i dati meteorologici delle due annate.