



Utilizzando le misurazioni dell'isotopo dell'idrogeno stabile ($\delta^2\text{H}$) delle piume fornite dai cacciatori, abbiamo determinato le probabili aree di riproduzione per il colombaccio comune (*Columba palumbus*) raccolto in Italia, Corsica e Sardegna nel 2021. Le nostre analisi hanno mostrato che le probabili regioni di riproduzione erano a nord - Europa centrale e orientale. I colombacci raccolti più avanti nella stagione hanno mostrato valori $\delta^2\text{H}$ più positivi, indicando un'origine più meridionale (cioè l'Europa centrale) rispetto agli uccelli raccolti in anticipo. Le origini isotopiche della sottospecie dal collo di cannella (*C.p. casiotus*) erano coerenti con il loro areale più a sud-est, ma si raccomanda un campionamento futuro di questo gruppo. Questi risultati aiuteranno a informare la gestione del colombaccio in Italia e altrove e aiuteranno a valutare gli effetti dei cambiamenti naturali e antropogenici previsti sulle loro popolazioni. Forniamo una mappa $\delta^2\text{H}$ della piuma del colombaccio o un isoscape che può essere utilizzato dai club di caccia per cercare le probabili origini degli uccelli che hanno raccolto e inviato per l'analisi. Forniamo inoltre una sintesi di tutti gli uccelli catturati in Italia e in Corsica/Sardegna con particolare attenzione ai tempi di raccolta. Il nostro lavoro mostra il valore dell'utilizzo di campioni di piume di cacciatori per informare sulle origini degli uccelli reclutati nel raccolto autunnale.

Di seguito è riportato un breve rapporto per l'assegnazione degli isotopi stabili utilizzando i valori di idrogeno stabile delle piume ($\delta^2\text{H}_f$) dal colombaccio comune raccolto in Italia.

Rapporto

Sfondo

Per le popolazioni raccolte, creare collegamenti tra aree riproduttive, non riproduttive e di raccolta è importante per la loro gestione e conservazione sostenibili del raccolto. In precedenza, molte informazioni sono state ottenute dall'uso dell'inanellamento, ma la maggior parte degli uccelli catturati non è contrassegnata in questo modo e quindi un marcatore intrinseco può essere estremamente utile nel fornire stime dell'origine degli uccelli catturati.

Gli isotopi stabili di vari elementi si trovano in natura e la loro misurazione nei tessuti della fauna selvatica può fornire uno strumento forense per approssimare l'origine. Questo perché gli isotopi stabili all'interno dei tessuti animali sono influenzati dalla loro dieta. I tessuti che non continuano a crescere dopo la loro formazione (ad esempio le piume) "bloccano" le firme isotopiche relative alla posizione durante la crescita del tessuto e mantengono quel segnale fino a quando il tessuto non viene sostituito. Per gli uccelli, le piume sono un utile indicatore del luogo di riproduzione/muta, a seconda della storia di vita di quella specie. Molti uccelli, come il colombaccio comune, sostituiscono le remiganti nei terreni di riproduzione, rendendo le loro penne primarie rappresentative isotopicamente del luogo in cui si riproducono. Allo stesso modo, per gli uccelli dell'anno della schiusa che hanno fatto crescere le loro prime remiganti nei loro siti natali, le loro piume rappresenteranno anche il luogo di riproduzione. Non tutti gli elementi sono utili a questo scopo, ma alcuni hanno dimostrato di produrre modelli continentali su larga scala nelle reti trofiche che possono essere utilizzati per tracciare le origini degli animali migratori (https://www.scientia.global/wp-content/uploads/Keith_Hobson/Dr-Keith-A.-Hobson.pdf).

Gli isotopi stabili dell'idrogeno sono particolarmente utili per assegnare le origini della fauna selvatica perché mostrano modelli di abbondanza noti molto distinti, guidati in ultima analisi dalle precipitazioni e questi modelli vengono trasmessi fedelmente a consumatori superiori come i colombacci. A causa dei ben noti meccanismi di come gli isotopi si comporteranno all'interno del ciclo idrologico, possiamo creare mappe previste su vaste aree (ad esempio, Figura 1). Queste mappe, che mostrano i valori degli isotopi previsti su scala geografica, sono chiamate isoscapi (cioè paesaggi isotopici).

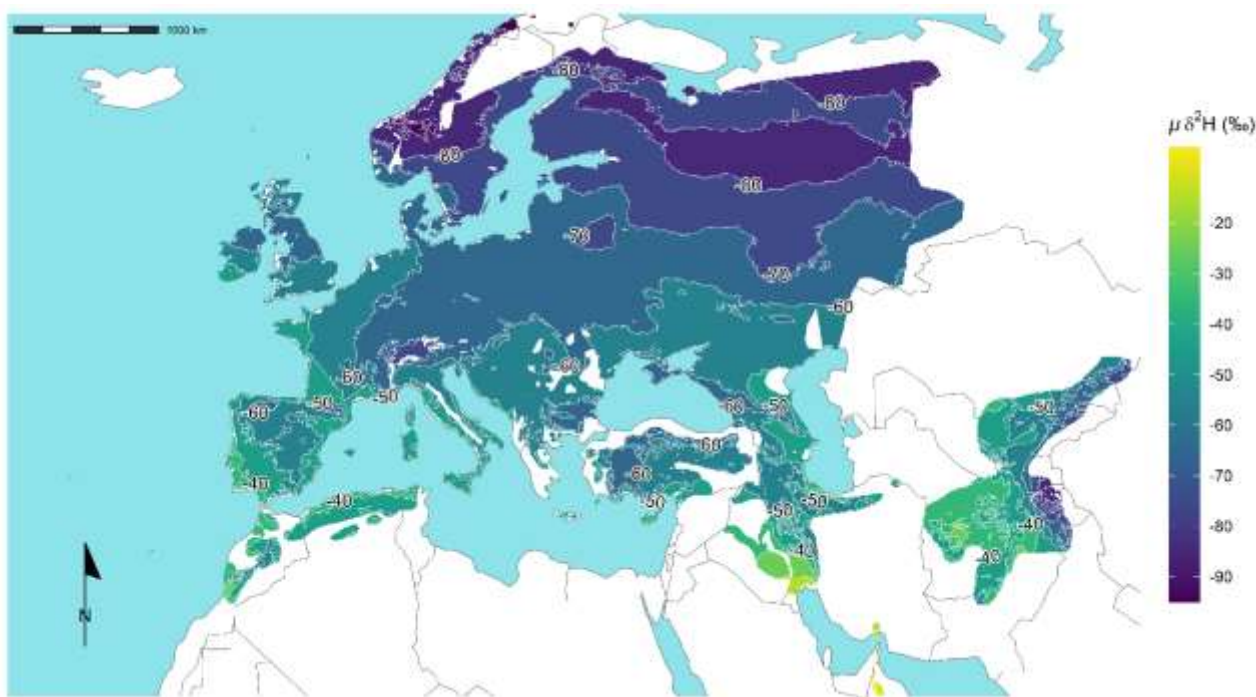


Figura 1 – Isoscapes $\delta^2\text{H}$ della piuma previsto nell'areale riproduttivo del colombaccio. Il colore mostra il valore medio $\delta^2\text{H}$ e i contorni bianchi mostrano variazioni incrementali (10 ‰) nei valori $\delta^2\text{H}$. Questa cifra può essere utilizzata per "cercare" le posizioni approssimative di qualsiasi uccello o gruppo di uccelli fornite dai singoli cerchi di caccia (Appendice).

Metodi

Figura 1 – Isoscape $\delta 2H$ della piuma previsto nell'areale riproduttivo del colombaccio. Il colore mostra il valore medio $\delta 2H$ e i contorni bianchi mostrano variazioni incrementali (10 %) nei valori $\delta 2H$. Questa cifra può essere utilizzata per "cercare" le posizioni approssimative di qualsiasi uccello o gruppo di uccelli fornite dai singoli cerchi di caccia (Appendice).

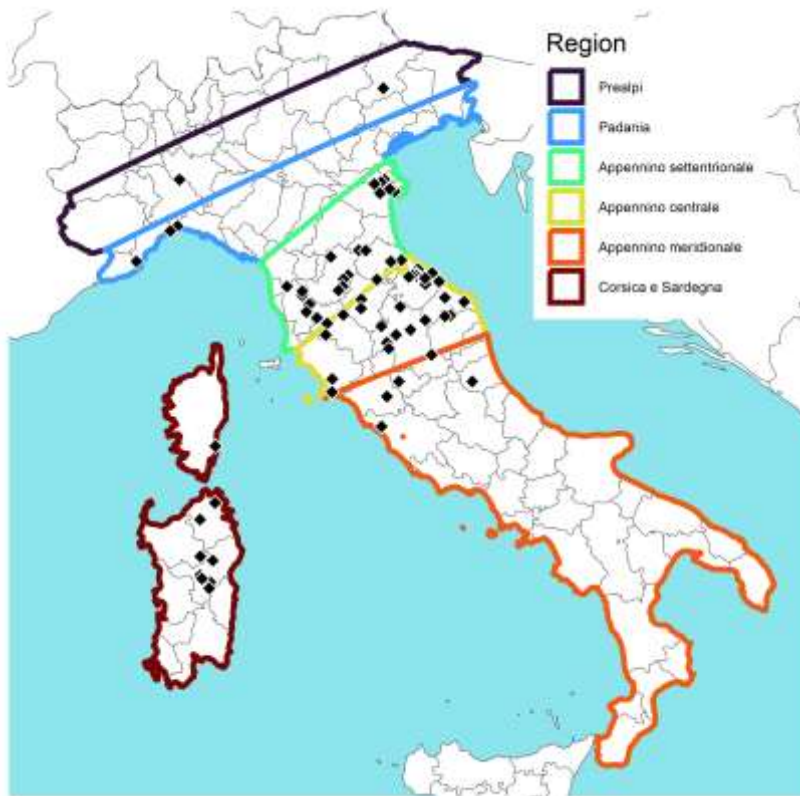


Figure 2 - Mappa che mostra le regioni di raccolta e le località di campionamento per i colombacci catturati.

Abbiamo ottenuto piume di colombacci raccolti nella penisola italiana ($n = 503$), Sardegna ($n = 46$) e Corsica ($n = 1$; Figura 1) da cacciatori appartenenti al Club Italiano del Colombaccio. I colombacci sono stati abbattuti durante l'autunno e l'inizio dell'inverno 2021. Da ogni piccione è stata prelevata una penna volante, che è stata poi elaborata per isotopi di idrogeno stabile ($\delta 2H$) presso il laboratorio di isotopi stabili a Trento, in Italia.

Per determinare la regione riproduttiva di questi colombacci raccolti, abbiamo utilizzato un metodo di assegnazione in cui abbiamo valutato la probabilità che ciascuna piuma crescesse in diversi punti dell'area riproduttiva in base ai rapporti isotopici di idrogeno previsti in quei luoghi. Utilizzando queste informazioni, abbiamo delineato una regione di probabile origine per ogni individuo e riassunto queste regioni in tutti gli individui. Vale la pena notare che guardare ogni singola superficie non ci dice molto sul raccolto, poiché il vero luogo di riproduzione potrebbe probabilmente essere ovunque all'interno di quella regione, ma la combinazione di queste superfici su molti individui ci consente di avere un'idea migliore generale delle regioni di riproduzione a livello di popolazione. Per tutte le mappe di origine illustrate di seguito, la scala è il numero di piccioni la cui probabile regione di riproduzione si sovrappone a quel pixel o cella.

Risultati

Nel complesso, la maggior parte del raccolto proveniva dall'Europa centrale e orientale (Figura 3). Nello specifico, le regioni in cui è stata assegnata la maggior parte degli uccelli sono state la Russia occidentale, la Finlandia, la Svezia, l'Estonia, la Lettonia, la Bielorussia lituana, la Polonia, nonché la Svizzera e la Francia orientale. Pochissimi uccelli hanno mostrato origini più meridionali.

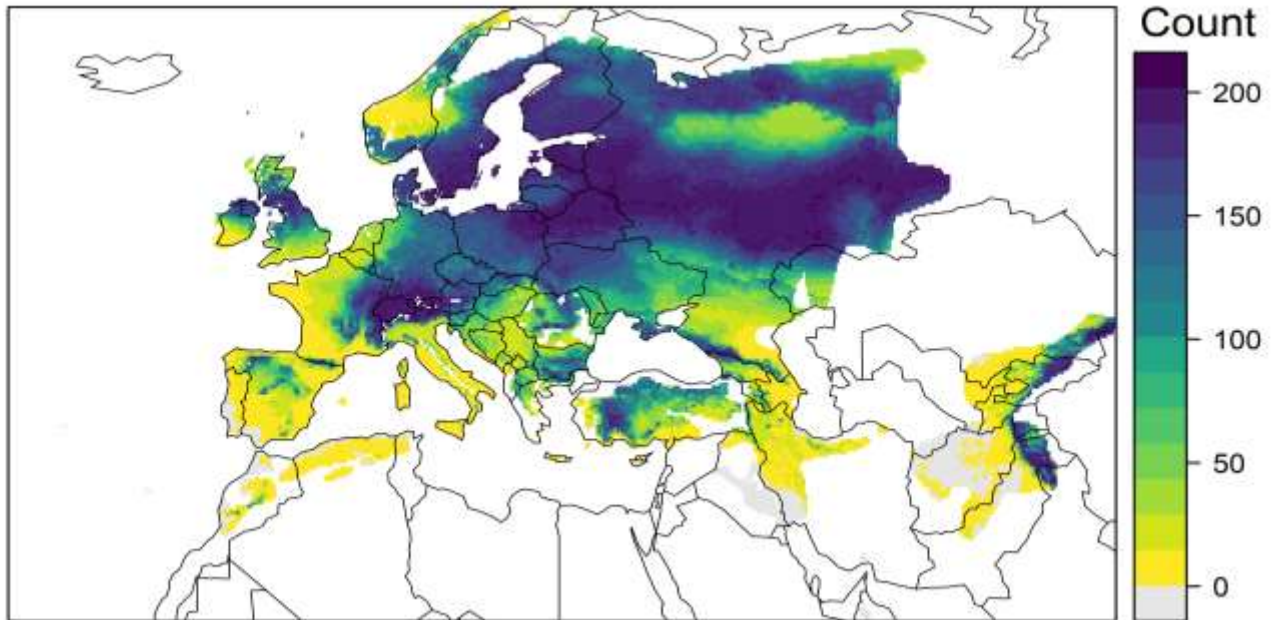


Figura 3 – Provabili origini del colombaccio ($n = 550$) catturato in Italia (2021). La scala rappresenta il numero di individui assegnati a una data cella. È importante notare che queste regioni scure sono coerenti con le origini, ma ciò non significa che gli uccelli provenissero effettivamente da tutte le aree scure (cioè questa rappresentazione è la massima estensione delle possibili origini).

Per comprendere meglio come cambia l'origine dell'allevamento nel corso della stagione, abbiamo separato il raccolto in ondate: 10-20 ottobre ($n = 249$), 23-31 ottobre ($n = 147$) e 11-27 novembre ($n = 57$). Quando abbiamo analizzato le differenze tra queste onde, abbiamo scoperto che i valori degli isotopi dell'idrogeno stabile in queste prime due onde differivano dalla terza. Nello specifico, i valori di $\delta^2\text{H}$ per il colombaccio raccolto a novembre erano relativamente più positivi, mostrando un'origine più sud-occidentale. Il colombaccio raccolto in ottobre, che rappresentava la maggior parte dei campioni, mostrava probabili origini riproduttive prevalentemente nelle foreste boreali e della taiga dell'Europa orientale e settentrionale (ad esempio, Russia occidentale, Finlandia, Svezia, Estonia, Lettonia, Lituania, Bielorussia, Polonia e Svizzera; Figura 4A). Il colombaccio raccolto a novembre ha mostrato origini riproduttive più meridionali, prevalentemente nelle foreste di latifoglie e miste dell'Europa centrale e orientale (Figura 4B). Questa è un'ampia regione che va dalla Russia/Ucraina a est alla Francia/Germania a ovest.

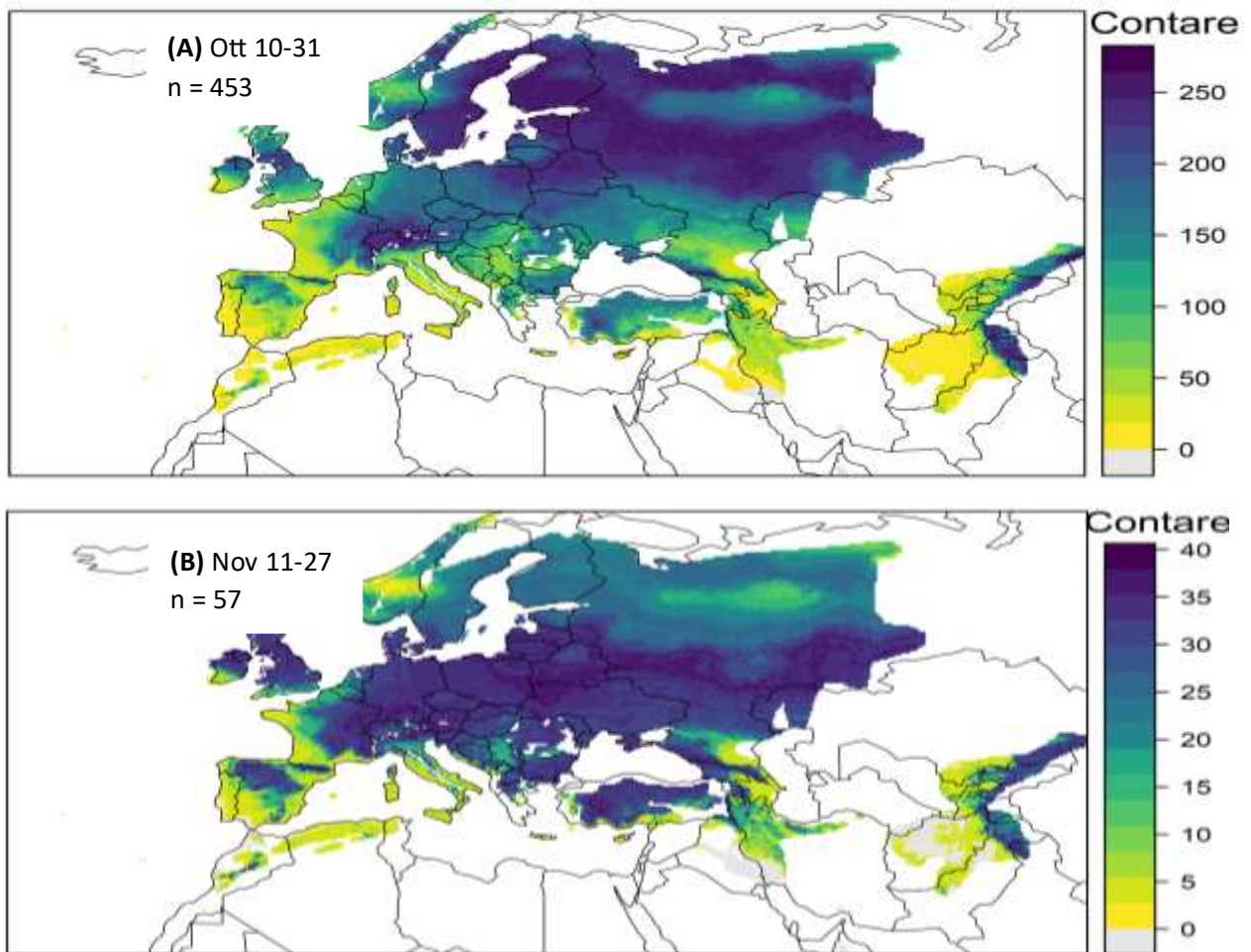


Figura 4 - Probabili origini del colombaccio catturato in Italia (2021). I tre pannelli mostrano i diversi periodi di raccolta: 10-31 ottobre (A) e 11-27 novembre (B). La scala rappresenta il numero di individui assegnati a una data cella.

Alcuni individui raccolti sono stati identificati come potenzialmente appartenenti alla sottospecie collo di cannella (*Columba palumbus casiotis*), che si riproduce nell'Asia centrale. Quando abbiamo assegnato questi individui all'area riproduttiva di questa sottospecie, la maggior parte degli uccelli mostrava origini nella parte orientale di tale area, coerente con Kazakistan, Kirghizistan, Tagikistan, Afghanistan e Pakistan (Figura 4). Isotopicamente, gli uccelli dal collo cannella non erano diversi dal resto degli uccelli catturati. Infine, non abbiamo trovato alcuna relazione tra la lunghezza dell'ala e i valori $\delta^{2}\text{H}$ degli uccelli raccolti, sebbene la lunghezza dell'ala fosse disponibile solo per un sottoinsieme degli uccelli.

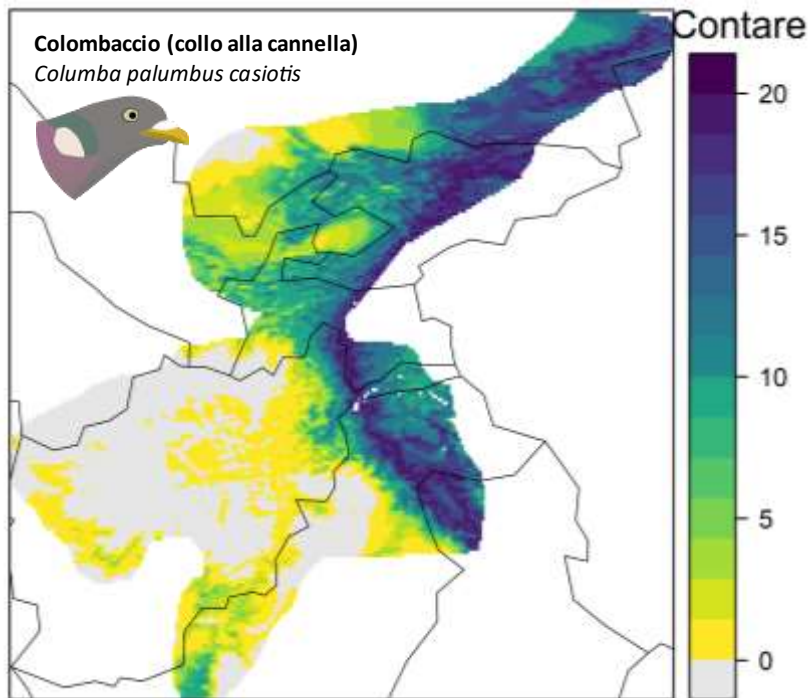


Figura 5 – Probabili origini del Colombaccio collo cannella (n = 21) raccolto in Italia (2021). La scala rappresenta il numero di individui assegnati a una data cella.

Riferimenti:

Hobson, KA, H. Lormée, SL Van Wilgenburg, LI Wassenaar e JM Boutin. 2009. Gli isotopi stabili (δD) delineano le origini e la connettività migratoria degli animali raccolti: il caso dei colombacci europei. *Giornale di ecologia applicata* 46: 572–581.

Appendice: Dati riepilogativi regionali

La tabella seguente può essere utilizzata insieme all'isoscape delle piume previsto (Figura 1) per "cercare" le posizioni approssimative di qualsiasi uccello o gruppo di uccelli fornite dai singoli circoli di caccia. I valori medi di $\delta 2H$ danno una media (centro) per il gruppo, mentre i valori di deviazione standard ci dicono quanto fossero variabili (diffusione) i valori di $\delta 2H$ per quegli uccelli. Per i 56 uccelli catturati a Genova, il valore medio è $-71,7\text{‰}$ e la deviazione standard è 9,4. Quindi, la maggior parte degli uccelli catturati a Genova aveva valori isotopici intorno a $-71,7\text{‰}$ ma è comune avere valori $\pm 9,4\text{‰}$ da quel centro. Questi valori isotopici corrispondono al bordo nord-orientale dell'intervallo vicino alla Russia orientale, alla Finlandia e alla Svezia. Nota, le regioni che sono isotopicamente simili sulla mappa isoscape non possono essere separate solo attraverso gli isotopi.

Tabella 1. Dati riassuntivi raggruppati per regione e comune di raccolta. Abbiamo calcolato la media e la deviazione standard (SD) dei valori isotopici dell'idrogeno stabile piuma ($\delta 2H$) e le dimensioni del campione (n).

Regione

Regione	Comune	Media (‰)	SD (‰)	n
Prealpi	SEDICO	-73	9.2	5
	PIOVERA	-67.6	8.2	14
Padania	ALBENGA	-67.5	6.5	15

	GENOVA	-71.7	9.4	56
	VARAZZE	-70.8	17.7	4
Appennino settentrionale	ARIANO	-66.5	12.5	11
	BIENTINA	-67.3	8.5	3
	CASOLE D'ELSA	-65	19.8	2
	CODIGORO	-87	5.7	2
	CORBOLA	-82	NA	1
	DOVADOLA	-71.5	12.3	10
	FIRENZUOLA	-74	13.9	9
	GAMBASSI	-70.4	8.1	11
	GORO	-77	6.2	3
	INCISA V.A.	-72.7	7.4	11
	LONDA	-71.4	11.5	23
	MESOLA	-76.3	6.1	3
	MODIGLIANA	-74.9	9.5	16
	PALAIA	-74	NA	1
	RIGNANO S.A.	-72.9	10.8	17
	RIVA DEL PO	-86	2.8	2
	RONCO FREDDO	-75	10	18
	RUFINA	-70.4	13.4	5
	SAN MINIATO	-52	NA	1
	TAGLIO DI PO	-90	NA	1
	VOLTERRA	-67.4	13.5	15
Appennino centrale	AMELIA	-79.2	8.2	5
	AREZZO	-74.9	8.2	12
	BELVED OSTRENSE	-86.8	9.2	9
	CAPALBIO	-69.5	14.8	6
	CINGOLI	-73	9.4	7
	CORTONA	-70	13.2	11
	FABRIANO	-64.5	9.4	8
	FANO	-72.2	2.2	4
	FILOTTRANO	-72.9	10.8	10
	FONTECORNIALE	-81.6	13.2	7
	M. VIBI. VECCHIO	-64.8	9.8	6
	MAGLIANO	-74	0	2
	MONDAINO	-72	11.1	6
	MONTECICCARDO	-77.3	10.9	9
	MONTICIANO	-66.7	13.9	6
	OFFAGNA	-79.1	10.1	23
	PANICALE	-60.1	10.1	8
	PERUGIA	-61.7	7.9	6
	PESARO	-73.1	11.2	9
	S:GIOVANNI IN M.	-74.4	13.7	5
	SALUDECIO	-74.2	10.2	23
	SELLANO	-81.2	10.6	6
	SOVICILLE	-78.5	13.3	4
	TAVOLETO	-74.5	11.4	13

	TUORO	-59	NA	1
	VALFABBRICA	-62.6	12.4	12
Appennino meridionale	CERVETERI	-64.4	10.7	11
	MONTORIO	-73.7	6.8	14
	VALENTANO	-81	NA	1
Corsica e Sardegna	ARZACHENA	-71	NA	1
	BULTEI	-74.8	17.6	4
	FONNI	-69.4	15.3	13
	FONNI	-75.3	9.5	3
	OLLOLAI	-69.2	4.9	5
	ORUNE	-66.3	10.1	9
	SARI SOLENZARA	-89	NA	1
	SARULE	-70.3	7.2	3
	TEMPIO PAUSANIA	-68.5	9.8	8

Nota: (collo di cannella), Hobson fa riferimento ai 21 campioni registrati nel database come Roscioli.