Progetto ConservaTI

Tecniche colturali rispettose del suolo in agricoltura biologica al Sud delle Alpi

Resoconto Finale di Sintesi, Valutazione Agronomica ed Economica del quinquennio sperimentale

Promosso da: AGRIDEA, Ufficio della consulenza agricola ticinese (Cantone Ticino), FiBL (Istituto di ricerche dell'agricoltura biologica)
Con il sostegno di: Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG / BLW) – Progetti di consulenza orientati alla pratica.
Sede della sperimentazione: Azienda Agricola Demaniale di Cadenazzo (Piano di Magadino, TI).

Inquadramento del quinquennio Sperimentale (2021–2025)
Il progetto ConservaTI è stato promosso per valutare l'applicabilità e la sostenibilità delle tecniche di agricoltura di conservazione (semina diretta, lavorazioni minime e coperture vegetali permanenti) nel contesto pedoclimatico del Ticino, caratterizzato da suoli sabbioso a elevata permeabilità e da precipitazioni intense.

La sfida dell'Agricoltura biologica di conservazione

Contesto e Motivazioni: L'agricoltura biologica si fonda sul rifiuto dei concimi di sintesi e dei fitofarmaci chimici, affidando la nutrizione delle colture alla fertilità naturale del suolo e alla gestione della sostanza organica. Tuttavia, il controllo delle infestanti nel biologico tradizionale si basa prevalentemente su lavorazioni meccaniche frequenti (aratura, erpicatura, sarchiatura). Tali lavorazioni, se prolungate, possono accelerare la mineralizzazione dell'humus, degradare la struttura del terreno e favorire l'erosione.

L'Innovazione ConservaTI: Il progetto ConservaTI ha testato l'integrazione tra i principi dell'agricoltura conservativa e del metodo biologico, combinando l'assenza o la drastica riduzione delle lavorazioni del terreno con l'impiego continuativo di cover crop (sovesci) e prati temporanei per proteggere e rigenerare la struttura del suolo al Sud delle Alpi.

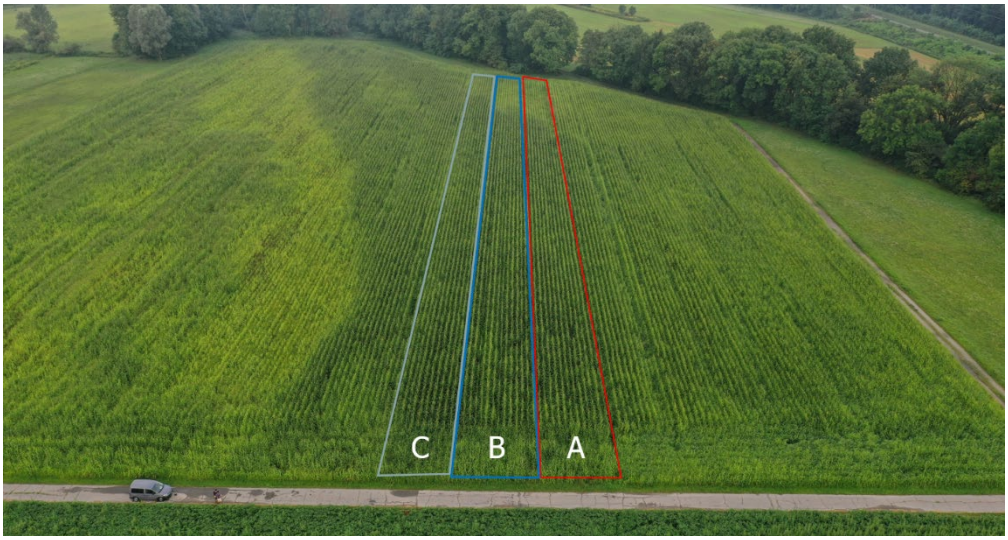


Figura 1: Parcelle di prova del progetto ConservaTI, costituite da bande di ca. 2000 mq disposte in una zona omogenea all'interno di un campo

www.agridea.ch • info@agridea.ch
Lindau Eschikon 28 • 8315 Lindau • +41 52 354 97 00
Lausanne Jordils 1 • CP 1080 • 1001 Lausanne • +41 21 619 44 00
Bern Belpstrasse 26 • 3007 Bern • +41 52 354 97 00
Cadenazzo A Ramél 18 • 6593 Cadenazzo • +41 91 858 19 66

1. Design sperimentale e le strategie a confronto

Localizzazione e Disegno Sperimentale: La sperimentazione si è svolta presso l'Azienda agricola cantonale di Gudo (Piano di Magadino) su una superficie rappresentativa della piana alluvionale ticinese. Il design sperimentale ha messo a confronto tre varianti gestionali principali, affiancate da una parcella di supporto per il completamento delle prove.

- **Rotazione Quinquennale (2021–2025):** La successione ha alternato colture da granella a forte rendimento (Mais, Frumento invernale, Soia, Sorgo) con coperture vegetali temporanee autunno-venine di graminacee-leguminose e colture di copertura o intercalari estive (sorgo, guizotia).
- **Parcella D (Flessibilità e Ripetizione):** Parcella parallela utile per garantire la flessibilità del design, consentendo la ripetizione delle prove colturali (es. frumento e soia) e completando la raccolta di dati.

Strategia / Variante	Intensità Lavorazioni	Caratteristiche e Copertura Suolo
	Semina Diretta Prevalente (Nessuna lavorazione)	Semina su terreno sodo, principalmente su cover crop rullata/abbattuta. Copertura vegetale continuativa.
	Lavorazioni Minime (Superficiali <= 10 cm)	Alternanza di lavorazioni superficiali (erpice a dischi/ancore) e semina diretta. Cover crop intermedie.
	Gestione Tradizionale (Lavorazioni meccaniche)	Lavorazioni meccaniche classiche (erpicatura, preparazione letto di semina, sarchiature frequenti).

> **Il ruolo chiave delle Cover Crop**
> La rotazione su terreno sabbioso ha dimostrato che il successo della semina diretta biologica dipende strettamente dalla capacità di produrre un'elevata biomassa della cover crop prima della semina. La massa vegetale rullata agisce come pacciamatura naturale, regolando la temperatura e conservando l'umidità del suolo.

2. Biologia del suolo, lombrichi e Struttura

Monitoraggio Integrato della Fertilità: Il monitoraggio della qualità biologica e strutturale del terreno è stato condotto confrontando i dati di inizio quinquennio (2021) con i rilievi intermedi (2023) e finali (2025), impiegando sia indicatori biologici (popolamento dei lombrichi, Indice QBS-e) sia test diagnostici di campo (test della vanga BodenDok, misurazioni penetrometriche).

Evoluzione dei Bioindicatori Biologici (2021–2025)

- **Popolamento dei Lombrichi:** La densità media della popolazione di lombrichi nella Variante A è raddoppiata nel corso del quinquennio, passando da 210 individui/m^2 nel 2021 a oltre 420 individui/m^2 nel 2025. Nel testimone C, la popolazione si è mantenuta stabile a livelli inferiori (205–220 ind/m^2).
- **Indice QBS-e:** L'Indice di Qualità Biologica del Suolo basato sui lombrichi distinti per categorie ecologiche (QBS-e) ha registrato un avanzamento significativo nella Variante A, evolvendo da una classe di qualità 'Discreta' (2021) ad 'Ottima' (2025), a testimonianza della formazione di microhabitat stabili in assenza di aratura.



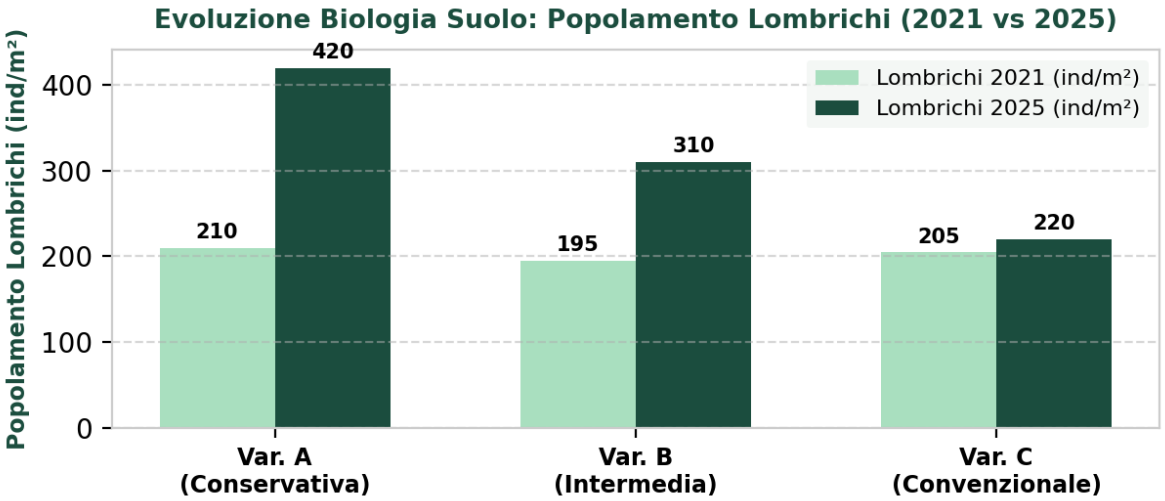


Figura 2: evoluzione della presenza di bioindicatori (lombrichi) nel suolo nel periodo 2021-2025 e confronto tra le diverse varianti gestionali.

4. Restituzione di Biomassa, Bilancio Humico e Carbonio

Bilancio del Carbonio: La massimizzazione delle coperture vegetali e la restituzione integrale dei residui colturali hanno modificato radicalmente i bilanci di sostanza organica del sistema agricolo.

INDICATORE AGRONOMICO E AMBIENTALE	VARIANTE A (CONS.)	VARIANTE B (INTERM.)	VARIANTE C (CONV.)
BIOMASSA EPIGEA RESTITUITA (T SS/HA)	28.07	27.30	12.15
RESIDUI RADICALI STIMATI (T SS/HA)	17.17	16.24	13.04
TOTALE BIOMASSA RESTITUITA (T SS/HA)	**45.24**	**43.54**	**25.19**
CARBONIO ORGANICO RESTITUITO (T C/HA)	**20.36**	**19.59**	**11.34**
CO_2 EQUIVALENTE ASSOCIATA (T CO_2/HA)	**74.7**	**71.8**	**41.6**

Sintesi dei Dati: Come evidenziato dalla tabella, le Varianti A e B hanno restituito al terreno quasi il doppio della biomassa organica e del carbonio rispetto al testimone convenzionale C (+79.6% di biomassa in A rispetto a C). Ciò si traduce in una fissazione potenziale di +33.1 t CO_2/ha aggiuntive trattenute nel suolo.

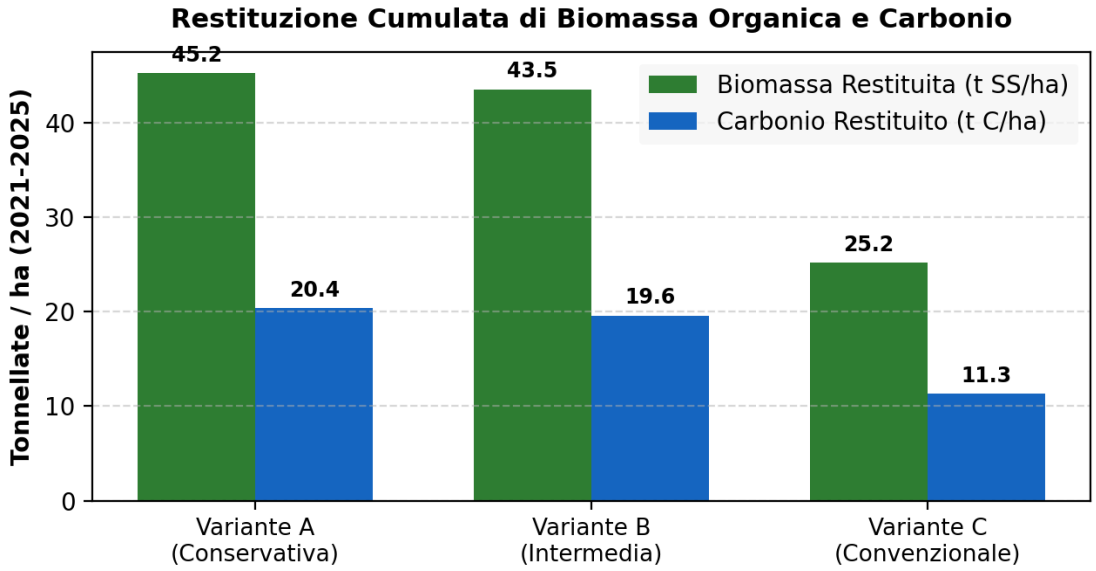


Figura 3: Restituzione cumulata di biomassa e carbonio organico nel quinquennio 2021–2025.

Fissazione del Carbonio e Bilancio Humico
L'applicazione del modello di bilancio humico svizzero (HumusBilanz / Agroscope) dimostra che la Variante A ha generato un accumulo netto di +3'600 kg humus/ha in 5 anni, raddoppiando il saldo rispetto alla Variante C (+1'700 kg/ha). La semina diretta ha inoltre consentito di fissare 74.7 t/ha di CO_2 equivalente potenziale (+33.1 t CO_2 eq/ha rispetto al testimone).

4. Evoluzione delle Proprietà Fisico-Chimiche del Suolo

Analisi di Laboratorio (2021 vs 2025): Il confronto tra le analisi di laboratorio dei campioni di suolo prelevati nel 2021 e nel 2025 offre una visione dettagliata della dinamica chimica dei terreni sottoposti alle tre diverse intensità di lavorazione.

Sostanza Organica (MO) e Variabilità Spaziale Intra-Parcellare

Interpretazione Agronomica: I valori medi di sostanza organica registrati nel 2025 sono stati pari al 2.53% nella Variante A, 2.30% nella B e 2.27% nella C (a fronte di valori iniziali 2021 pari a 2.60% in A e 2.20% in B e C). Le analisi evidenziano un'elevata variabilità spaziale intra-parcellare (con oscillazioni individuali tra 2.1% e 2.8%). In accordo con le direttive Agroscope, un quinquennio rappresenta un orizzonte temporale breve per rilevare variazioni statisticamente significative del tenore di sostanza organica totale mediante le tradizionali analisi chimiche per via umida.

Struttura, Compattazione e Capacità di Scambio Cationico (CEC) e Reazione del Terreno (pH)

Struttura del Suolo: I test della vanga e i rilievi penetrometrici (0–50 cm) confermano che la semina diretta non ha generato suole di compattazione dannose. Al contrario, la rete di macropori biogenici creati dalle radici e dai lombrichi ha migliorato la portanza e la capacità di infiltrazione dell'acqua.

Capacità di Scambio Cationico: Le analisi di laboratorio del 2025 rivelano un aumento rilevante della Capacità di Scambio Cationico (CEC) nelle tesi conservative (Variante A: 11.97 meq/100g; Variante B: 11.47 meq/100g; Variante C: 10.87 meq/100g). Questo incremento riflette la maggiore reattività organica del suolo e la sua accresciuta capacità di trattenere elementi nutritivi.

Stabilità del pH: I valori di pH si sono mantenuti stabili nell'intervallo 6.43 – 6.57 in tutte le varianti, confermando l'assenza di fenomeni di acidificazione e preservando condizioni ottimali per la nutrizione di mais, frumento e soia.

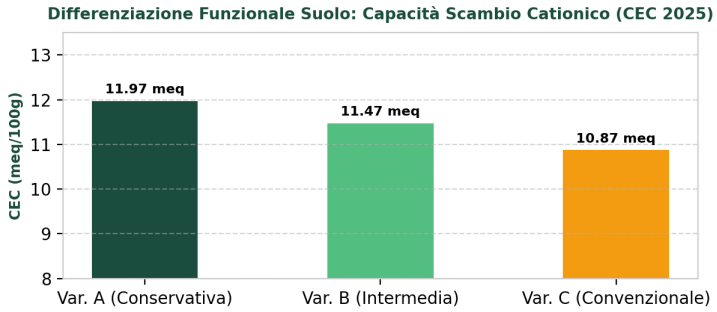


Figura 4: a fine esperimento è stata misurata una lieve differenza nella Capacità di Scambio Cationico tra le differenti parcelle direttamente proporzionale all'aumento delle pratiche conservative.

Test della vanga 2025, confronto tra parcelle a diversa conduzione

Parcella A	Parcella B	Parcella C
		

5. Lezioni Agronomiche: Gestione delle Colture e Cover Crop

Valutazione delle Colture in Rotazione: L'esperienza quinquennale del progetto ConservaTI ha permesso di delineare con precisione la fattibilità tecnica delle principali colture biologiche al Sud delle Alpi in regime di semina diretta:

COLTURA	ESITO ED EFFICIENZA	OSSERVAZIONI AGRONOMICHE E RACCOMANDAZIONI
MAIS BIOLOGICO	Ottimo Successo (★★★★★)	La semina diretta su cover crop rullata (es. vetch/avena o sorgo) ha garantito rese elevate e un ottimo controllo delle infestanti grazie all'effetto pacciamante.
FRUMENTO INVERNALE	Buona Riuscita (★★★★☆)	Buona emergenza e sviluppo in semina diretta su terreno sodo dopo prati o sovesci. Importante la regolazione della seminatrice da sodo per garantire il contatto seme-suolo.
SOIA BIOLOGICA	Elevata Criticità (★★☆☆☆)	Rappresenta la sfida principale. La lenta copertura iniziale della soia e la forte pressione delle infestanti estive richiedono lavorazioni minime o pettinature superficiali.

Gestione delle Infestanti e Scelta dei Sovesci

Gestione delle Cover Crop: L'impiego del sorgo multisfalcio e dei miscugli invernali (OH-Hiverna-Fix-Legumina + pisello) ha garantito produzioni di biomassa di 5.5–7.0 t SS/ha, sopprimendo le infestanti annuali ed evitando l'erosione superficiale.

Flora Infestante: Mentre la semina diretta controlla egregiamente le malerbe annuali, nei sistemi no-till continuativi (Variante A) si assiste ad un progressivo accumulo di graminacee perenni. La Variante B (lavorazioni minime strategiche) ha dimostrato di contenere questo fenomeno mantenendo un ottimo controllo della flora spontanea.

> **Raccomandazioni Pratiche per gli Agricoltori del Sud delle Alpi**
> 1. Massimizzare la biomassa delle cover crop come elemento chiave per il controllo biologico delle infestanti.
> 2. Integrare la semina diretta con lavorazioni minime flessibili nelle colture più critiche (es. soia).
> 3. Valorizzare i benefici economici del minor consumo di carburante e tempo lavoro.



Figura 2: confronto tra semina diretta di mais su coltura di copertura cereali-leguminose (dx) e su suolo lavorato

1.1 6. Analisi delle Rese e Sostenibilità Economica Globale

Valutazione Integrata: Un aspetto fondamentale per la reale trasferibilità delle tecniche conservative riguarda il confronto tra le rese commerciali ottenute e la struttura dei costi di lavorazione. Per valutare la sostenibilità globale del sistema, è necessario verificare se il minor costo d'esercizio della semina diretta compensi eventuali contrazioni produttive.

Produzione Cumulata di Granella (2021–2025)

VARIANTE DI GESTIONE	FRUMENTO 2022 (Q/HA)	MAIS 2023 (Q/HA)	MAIS 2025 (Q/HA)	TOTALE GRANELLA (Q/HA)
VARIANTE A (CONSERVATIVA)	16.0	87.7	46.4	**150.1 q/ha**
VARIANTE B (INTERMEDIA)	35.0	91.9	29.6	**156.5 q/ha**
VARIANTE C (CONVENZIONALE)	**35.0**	**61.4**	**100.4**	**196.8 q/ha**
NOTE TECNICHE	*Stima da perdita malerbe in A*	*A e B superano C*	*C favorito da sarchiature/N*	***Anno 2024: Soia colpita da grandine***

Dinamiche di Resa: L'analisi delle singole annate mostra una marcata oscillazione delle produzioni: la Variante C ha registrato la maggiore produzione cumulata (196.8 q/ha) trainata dall'eccezionale resa del mais 2025 (100.4 q/ha), dovuta alla maggior mineralizzazione dell'azoto stimolata dalle sarchiature. Le Varianti A e B hanno invece mostrato prestazioni superiori nel mais 2023 ma una contrazione nel 2025 a causa della competizione delle malerbe.

Costi Meccanici ed Efficienza Economica 'Resa Netta'

VARIANTE	PRODUZIONE CUMULATA (Q/HA)	COSTI LAVORAZIONI (CHF/HA)	RISPARMIO VS C (%)	RESA NETTA (Q / 100 CHF)
VARIANTE A (CONSERVATIVA)	**150.1 q/ha**	**1'550 CHF**	**-48.3 %**	**9.7 q / 100 CHF**
VARIANTE B (INTERMEDIA)	156.5 q/ha	1'950 CHF	-35.0 %	**8.0 q / 100 CHF**
VARIANTE C (CONVENZIONALE)	196.8 q/ha	3'000 CHF	Riferimento (0%)	**6.6 q / 100 CHF**

Capovolgimento dell'Efficienza: Introducendo l'indicatore della 'Resa Netta del Sistema' (quantità di granella prodotta per ogni 100 CHF spesi nelle lavorazioni), il quadro economico si capovolge a favore del sistema conservativo: la Variante A genera ben 9.7 q di granella per 100 CHF di lavorazione, contro gli 8.0 q della Variante B e i soli 6.6 q del testimone C (+47% di efficienza economica per A rispetto a C).

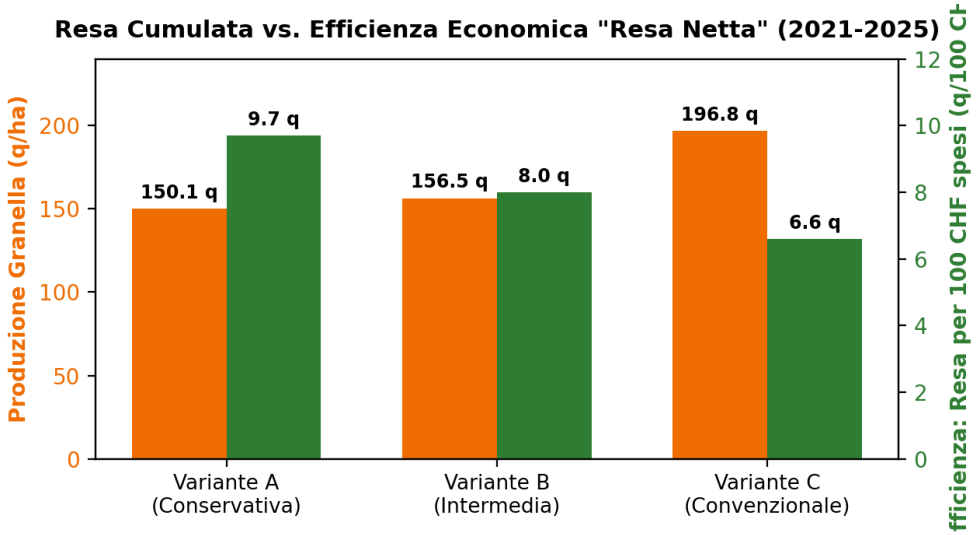


Figura 5: Confronto tra produzione cumulata di granella e indice di efficienza netta (q / 100 CHF spesi).

7. Trasferimento Tecnologico, Divulgazione e Prospettive Future

Divulgazione e Impatto sul Territorio: Il trasferimento delle conoscenze acquisite al mondo agricolo regionale ha rappresentato un pilastro centrale del progetto ConservaTI. Tra le principali iniziative svolte nel quinquennio si annoverano:

- **Incontri di Campo:** Organizzazione di visite periodiche per agricoltori del Cantone Ticino e della Svizzera interna.
- **Collaborazioni Didattiche:** Coinvolgimento degli studenti di HEPIA (Ginevra) Lullier e del CPV di Mezzana (Ticino).
- **Giornate di divulgazione:** giornata Cantonale della Fertilità del suolo e il corso sul Test della vanga di Agridea.
- **Rapporti intermedi, posters, brochures e schede tecniche e video divulgativi**

Il materiale informativo è pubblicato su Agripedia link.

È possibile consultare altro materiale disponibile sul sito di AGRIDEA link e sugli altri canali di comunicazione come YouTube

8. Conclusioni e prospettive future

Valutazione Quinquennale: Al termine del quinquennio 2021–2025, il progetto ConservaTI offre un bilancio chiaro ed articolato sull'adozione dell'agricoltura conservativa biologica nel contesto del Sud delle Alpi:

INDICATORE GLOBALE PROGETTO	VARIANTE A (CONSERVATIVA)	VARIANTE B (INTERMEDIA)	VARIANTE C (CONVENZIONALE)
SOSTANZA ORGANICA FINALE 2025 (%)	**2.53 %**	2.30 %	2.27 %
BIOMASSA TOTALE RESTITUITA (T SS/HA)	**45.24 t**	**43.54 t**	**25.19 t**
BILANCIO HUMICO STIMATO (KG/HA)	**+3'600 kg**	**+3'100 kg**	**+1'700 kg**
COSTI OPERATIVI LAVORAZIONI (CHF/HA)	**1'550 CHF**	**1'950 CHF**	**3'000 CHF**
PRODUZIONE CUMULATA GRANELLA (Q/HA)	**150.1 q**	156.5 q	196.8 q
EFFICIENZA ECONOMICA (Q / 100 CHF)	**9.7 q / 100 CHF**	**8.0 q / 100 CHF**	**6.6 q / 100 CHF**

Conclusione finale dall'esperienza ConservaTI

> *La variante C ha ottenuto la maggiore produzione cumulata di granella durante il periodo di prova. Tuttavia, tale risultato è stato accompagnato dai costi di lavorazione più elevati e dalla minore restituzione di sostanza organica al sistema. Le varianti A e B hanno prodotto quantità complessive di granella inferiori, ma hanno restituito al terreno circa il doppio della biomassa organica, presentando al contempo costi operativi sensibilmente ridotti.*
>
> *Considerando congiuntamente produzione, costi delle lavorazioni, bilancio humico e restituzione di carbonio, la variante A emerge come il sistema più efficiente dal punto di vista agroecologico ed economico nel medio-lungo periodo, mentre la variante B rappresenta un valido compromesso tra conservazione del suolo e capacità produttiva.*
>
> *Dall'esperienza effettuata finora, si evidenzia un ampio margine di miglioramento tecnico e tecnologico: affinando la scelta delle attrezzature di semina e la gestione delle concimazioni, si potranno stabilizzare ed elevare le rese, consolidando la sostenibilità economica dell'agricoltura conservativa biologica al Sud delle Alpi.*