

Indicatori agroecologici

Sostenibilità

“Una forma di sviluppo sostenibile che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i loro”

- Sostenibilità ambientale
- Sostenibilità sociale
- Sostenibilità economica

Sostenibilità ambientale

“Il mantenimento dell'ecosistema sia in quanto fonte di input, sia in quanto ricettacolo di rifiuti”

I sistemi agricoli sono coinvolti in entrambi questi aspetti e gli agricoltori sono i guardiani della campagna, dell'ecosistema e del paesaggio rurale (European Commission, 2001)

Agro-ecosistema

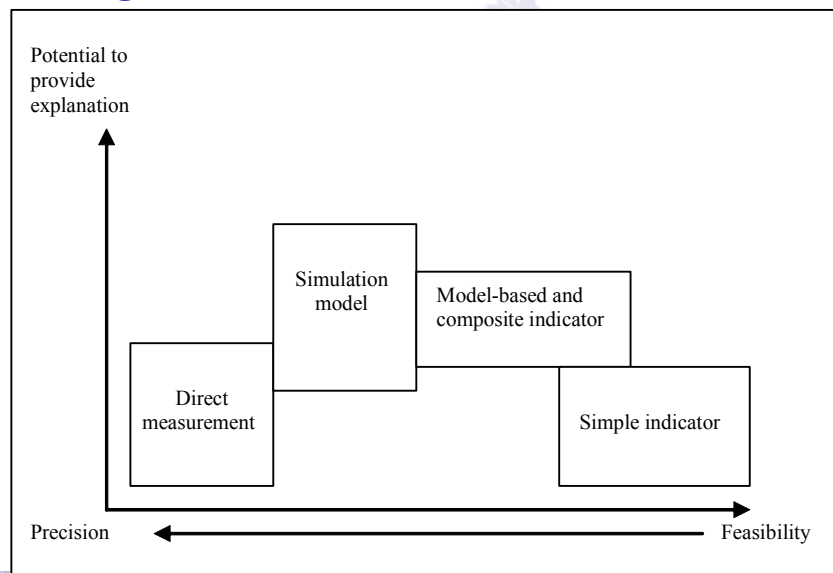
“Un ecosistema costituito da molte popolazioni di organismi che interagiscono tra loro e con fattori ambientali ed antropici; l'uomo gestisce gli equilibri di questo sistema al fine di favorire la crescita di poche specie animali e vegetali interessanti dal punto di vista economico” (Borin, 1999)

Agro-ecosistemi e sostenibilità

Valutazione della sostenibilità degli agroecosistemi:

- Misure dirette
- Modelli di simulazione
- Indicatori

Agro-ecosistemi e sostenibilità



Agro-ecosistemi e sostenibilità

Ragionare su quanto segue tenendo presente il concetto di "scala"

- Misure dirette: onerose in termini di denaro e di tempo
- Modelli di simulazione: richiedono molti input e spesso non sono validati per un ampio range di condizioni

Indicatori

"Una variabile che fornisce informazioni su altre variabili alle quali è difficile accedere"

Gli indicatori forniscono, in un tempo relativamente breve, una sintesi su processi e relativi impatti a diverse scale

Indicatori

Sono strumenti utili per la valutazione e per il supporto alle decisioni in quanto forniscono indicazioni sintetiche su sistemi complessi.

Possono essere utilizzati per valutare il raggiungimento di obiettivi agronomici, economici ed ambientali

Indicatori

Diversi indicatori forniscono informazioni analizzando il sistema da punti di vista differenti



Può essere utile ed efficace aggregare più indicatori per valutare il sistema in modo "completo"

Indicatori - proprietà.1

E' necessario tenere presenti alcune proprietà degli indicatori in quanto in grado di influenzarne il "funzionamento" (EC, 2001)

- Legame più o meno diretto con un livello di scala
- Robustezza: capaci di funzionare correttamente in presenza di eventi estremi o non comuni
- Accuratezza
- Precisione

Indicatori - proprietà.2

- Responsiveness: capaci di cogliere rapidamente gli effetti di perturbazioni sul sistema
- Misurabilità: in grado di funzionare con dati già disponibili o facilmente ottenibili
- Facilmente interpretabili: capaci di comunicare informazioni univoche e semplici da interpretare
- Economicamente vantaggiosi: ovviamente in rapporto all'informazione derivata

Indicatori

A rigore, gli indicatori non forniscono valutazioni assolute ma relative (confronti tra entità diverse, confronti prima-dopo)

Gli input per il calcolo degli indicatori spesso sono diversi: spesso un approccio semi-quantitativo può essere necessario per integrazioni che portano a singoli valori (grandezze identificabili con unità di misura) o giudizi (informazioni qualitative)

Indicatori

In genere, si ritiene utile convertire i risultati in scale (es. da 0 a 10) in modo da facilitare sia il confronto che la valutazione del valore ottenuto. A tal fine sono spesso forniti dei valori di soglia per gli indicatori

Indicatori

Anche in Italia sono utilizzati per valutare sistemi culturali/aziendali

Forniscono indicazioni facili da interpretare e in grado di guidare il miglioramento dei sistemi agricoli

Indicatori - esempi

Alcuni esempi di indicatori che saranno discussi:

- Indicatore di efficienza energetica
- Indicatore di diversità culturale
- Indicatore di successione culturale

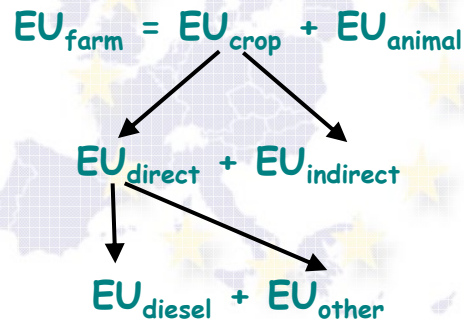
Indicatore efficienza energetica (Ie) (Dalgaard et al., 2000)

Problemi legati a:

- Emissione CO₂ e NO_x
- Limitatezza delle fonti energetiche
- Costi

Indicatore efficienza energetica (Ie)

Richiesta energetica (EU; MJ)



Indicatore efficienza energetica (Ie)

EU_{diesel} rappresenta l'uso di gasolio per le varie operazioni colturali

$$EU_{diesel} = \sum_{i=1}^{N_{oper}} C_i \cdot D_i \cdot k$$

Indicatore efficienza energetica (Ie)

N_{oper} è il numero totale di operazioni per una coltura

C_i (ha) è l'area trattata o la quantità di un input (t) o il peso di un raccolto (t) o la distanza dal campo (km) sul quale l'i-esima operazione è stata condotta

D_i è il consumo normale per l'i-esima operazione (L ha⁻¹ per operazioni colturali, L km⁻¹ per trasporti, L t⁻¹ per rimozione di prodotti

K è un coefficiente energetico specifico (35.9 MJ L⁻¹ per gasolio)

Indicatore efficienza energetica (Ie)

EU_{other} rappresenta altre forme di energia direttamente consumate in azienda, come lubrificazione, essiccamento e irrigazione

$$EU_{other} = \sum_{i=1}^{N_{oper}} C_i \cdot D_i \cdot L + \sum_{j=1}^{N_{dry}} (AD_j \cdot PD_j \cdot R) + \sum_{k=1}^{N_{irr}} (AI_k \cdot I)$$

Indicatore efficienza energetica (Ie)

L è l'energia per la lubrificazione per unità di carburante utilizzato (3.6 MJ L⁻¹gasolio)

N_{dry} è il numero totale di operazioni di essiccazione

AD_j è la biomassa colturale essicata (t, fresco)

PD_j è la percentuale di essiccazione (t acqua rimossa t⁻¹biomassa fresca)

R è l'energia richiesta per l'essiccazione (5000 MJ t⁻¹acqua rimossa)

N_{irr} è il numero totale di irrigazioni

AI_k è la quantità di acqua del k-esimo intervento irriguo (mm)

I è l'energia consumata per unità di volume di acqua applicata (52 MJ mm⁻¹)

Indicatore efficienza energetica (Ie)

$EU_{indirect}$ rappresenta l'energia utilizzata nella produzione di input, come **macchinari**, **fertilizzanti e pesticidi**

$$EU_{indirect} = \sum_{n=1}^{N_m} CD_n \cdot M + \sum_{i=1}^5 AE_i \cdot E_i$$

Indicatore efficienza energetica (Ie)

N_m è il numero di macchine usate in azienda

CD_n è il gasolio consumato (L)

M è l'energia incorporata nelle macchine

(necessaria per la costruzione, mediata per unità di gasolio consumato, 12 MJ L⁻¹gasolio)

AE_i E_i rappresenta l'energia per 5 diversi tipi di input esterni: azoto (i=1), fosforo (i=2), potassio (i=3), calce (i=4), pesticidi (i=5)

AE_i è la quantità totale di input usati

E_i è l'energia necessaria per la produzione dell'input (50-12, 7, 40 MJ kg⁻¹ per N-P-K e per erbicidi, insetticidi e fungicidi, 30MJ t⁻¹ per calce)



Indicatore efficienza energetica (Ie)

$$EU_{\text{animal}} = EU_{\text{direct}} + EU_{\text{indirect}}$$

Energia utilizzata direttamente per
l'allevamento: alloggiamento + riscaldamento

$$EU_{\text{direct}} = (S + H) \cdot LSU$$

S rappresenta le operazioni necessarie per
l'alloggiamento (luce, ventilazione, mungitura,
conserv. latte, produzione/gestione foraggio)

H è l'energia necessaria per il riscaldamento

LSU = Livestock Unit



Indicatore efficienza energetica (Ie)

$$EU_{\text{indirect}} = B \cdot LSU + F \cdot SFU + O \cdot SFU$$

B è l'energia richiesta per il mantenimento di stalla
e magazzino

F è l'energia per l'importazione di foraggio (5.7 MJ
SFU⁻¹, Scandinavian Feed Unit = 12 MJ di energia
metabolizzabile = valore del foraggio di 1 kg
orzo)

O è il consumo energetico per foraggio
autoprodotta (EUcrop/yield, MJ SFU⁻¹)

Indicatore efficienza energetica (Ie)

Dopo aver calcolato gli input energetici (combustibili fossili), è possibile calcolare il contenuto energetico di piante e animali (si trovano coefficienti in letteratura; e.g. Biondi et al., 1989; Volpi et al., 1992).

Rapporti output/input forniscono indicazioni sulla sostenibilità di un determinato sistema agricolo

Indicatore ripartizione (CDI)

L'indicatore di ripartizione culturale premia le aziende con appezzamenti di superfici "ridotte" e dove vengono coltivate diverse specie

$$CDI = k \times NC \times D \times T$$

Indicatore ripartizione (CDI)

$$k = \begin{cases} 2 & NC < 4 \\ 5.0587 \times NC^{-0.6757} & NC \geq 4 \end{cases}$$

NC è il numero di colture presenti in azienda

Indicatore ripartizione (CDI)

D assegna valori alti quando molte colture sono presenti in azienda e quando queste sono equamente distribuite (max. si raggiunge quando le colture occupano la stessa superficie)

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{NC} [p_i \times \ln(p_i)]}{\ln\left(\frac{1}{NC}\right)} \quad p_i = \frac{S_i}{S_t}$$

$$S_t = \sum_{i=1}^{NC} S_i$$

S_i rappresenta la superficie occupata dall'i-esima coltura

Indicatore ripartizione (CDI)

$$T = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{NA} (c_i \times Sa_i)}{Sa_t} \quad Sa_t = \sum_{i=1}^{NA} Sa_i$$

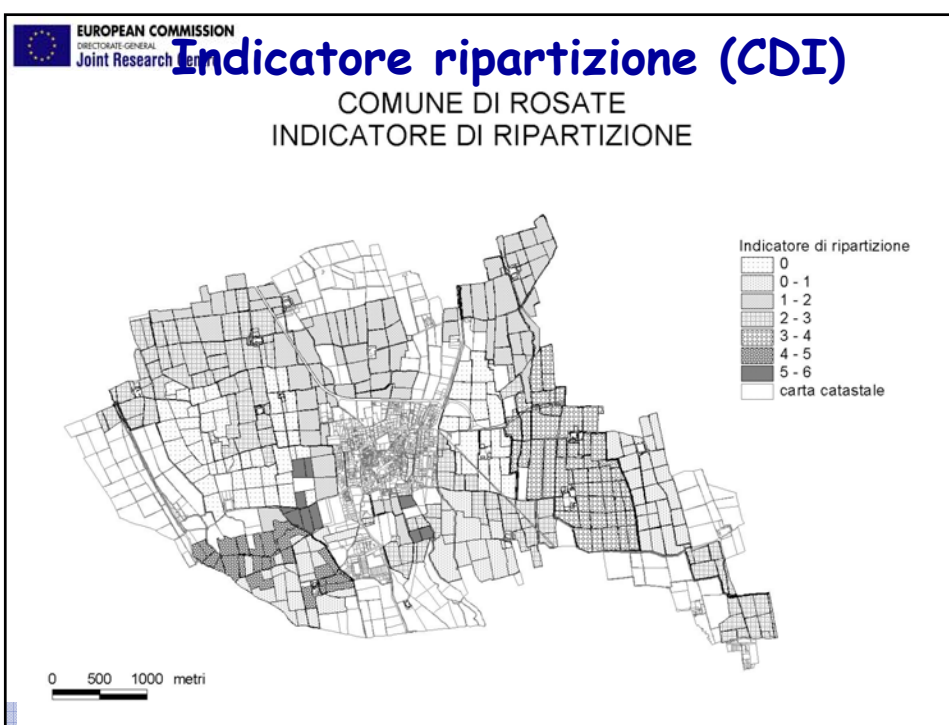
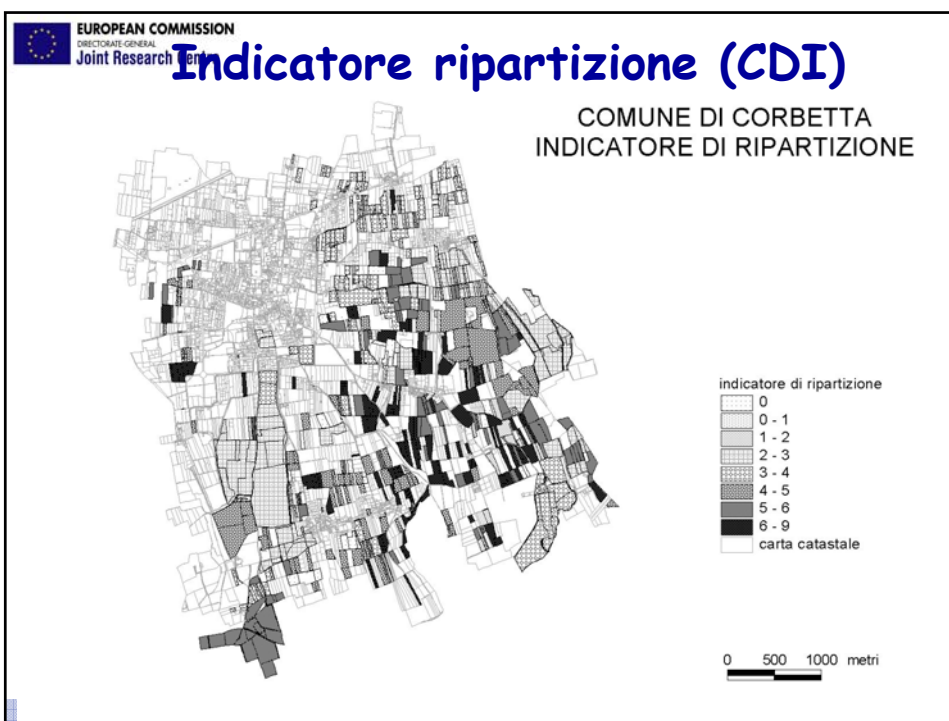
NA è il numero di appezzamenti
Sa_i rappresenta la superficie dell'i-esimo
appezzamento

Indicatore ripartizione (CDI)

$$c_i = \begin{cases} 0 & Sa_i \leq L \text{ inf} \\ \left(\frac{1}{L \text{ sup} - L \text{ inf}} \right) \times Sa_i - \left(\frac{L \text{ inf}}{L \text{ sup} - L \text{ inf}} \right) & L \text{ inf} < Sa_i \leq L \text{ sup} \\ 1 & Sa_i > L \text{ sup} \end{cases}$$

Lsup (ha) è il limite oltre il quale un appezzamento
è da considerarsi "grande" (15 ha?)

Linf (ha) è il limite sotto il quale un appezzamento
è da considerarsi "piccolo" (5 ha?)



Indicatore successione (CSI)

L'indicatore di successione colturale valuta gli effetti di una coltura sulla successiva.

Considera:

- gli effetti sulla struttura del suolo, sulle malattie, sui parassiti, sulle infestanti e sull'azoto (residui);
- il numero di colture in rotazione negli ultimi 4 anni;
- i tempi di ritorno delle colture in successione

Indicatore successione (CSI)

$$CSI = \frac{kd \times \sum_{i=1}^{NC} (kp_i \times kr_i)}{NC}$$

NC è il numero di colture in rotazione

Indicatore successione (CSI)

$$kd = \begin{cases} 1 & NC \leq 2 \\ 0.2 \times NC + 0.6 & 2 < NC \leq 4 \\ 1.4 & NC > 4 \end{cases}$$

Indicatore successione (CSI)

$$kr = \begin{cases} 0.23 \times \text{delta_}t + 0.99 & \text{delta_}t \leq 1 \\ 1.2 & > 1 \end{cases}$$

$$\text{delta_}t = t - tr$$

t è il tempo di ritorno della coltura nell'intervallo di tempo considerato
 tr è il tempo di ritorno consigliato per la stessa coltura

Indicatore successione (CSI)

kp pesa, per ogni coltura, l'effetto del precedente (1 - 6) usando le informazioni in tabella:

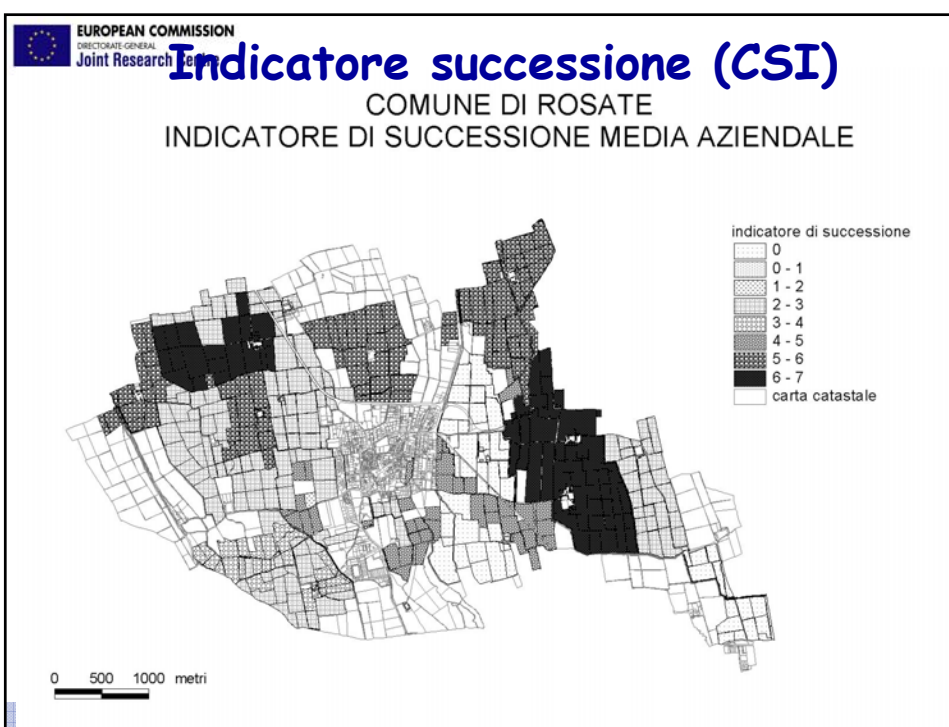
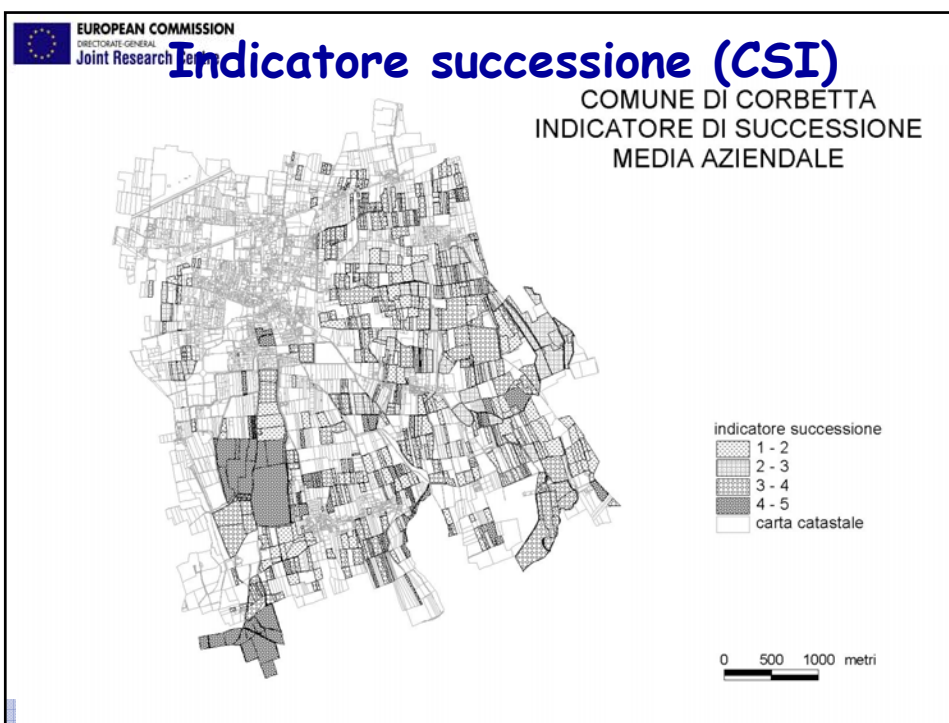
Effect on:	Score
Soil structure	from -1 to +1
Diseases	from -3 to +1
Parasites	from -2 to +1
Weeds	from -2 to +1
Nitrogen in residues	from -1 to +1

Indicatore successione (CSI)

La somma (S) di tutti i valori ottenuti utilizzando la tabella del precedente viene convertita in valori di kp utilizzando le seguenti regole:

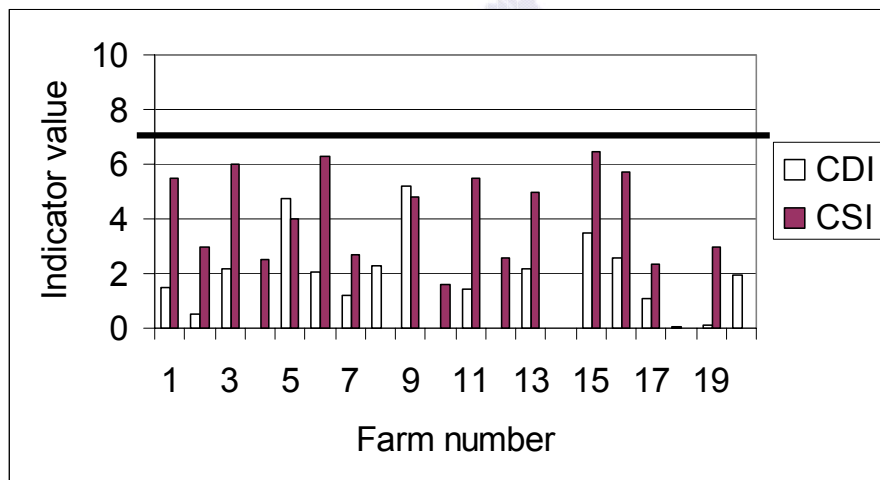
S	<= -4	-3	-2	-1	0	>= +1
kp	1	2	3	4	5	6

I valori di CSI calcolati per ogni rotazione possono essere mediati per ottenere il valore aziendale



Risultati per Rosate

Joint Research Centre

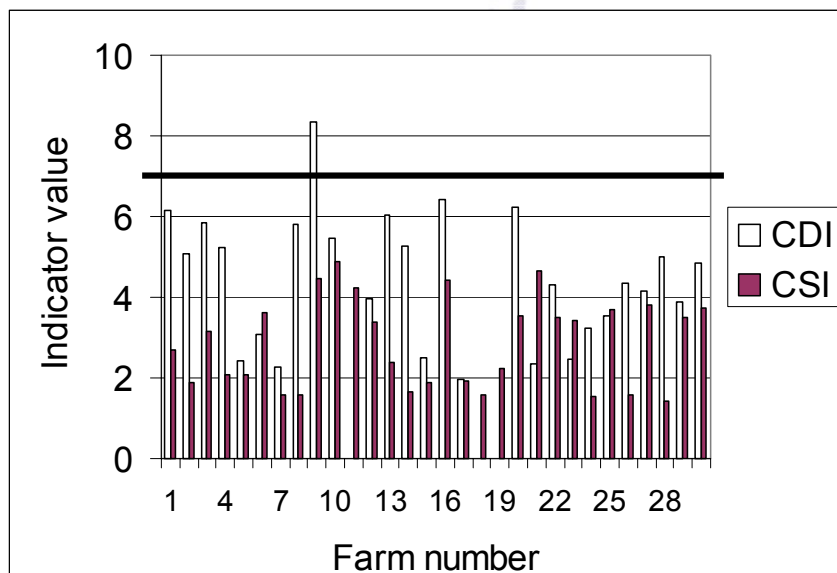


JRC - Ispra

43

Risultati per Corbetta

Joint Research Centre



JRC - Ispra

44

