

Metodologia sperimentale in agricoltura

Principi di disegno sperimentale

Andrea Onofri

January 2, 2012

Contents

1	Introduzione	1
2	Trattamenti	2
3	Unità sperimentali	3
4	Esperimenti efficaci	4
5	Esperimenti in campo	5
6	Come scrivere un progetto di ricerca	6

Abstract

Questa lezione ha lo scopo di introdurre lo studente ai principi del disegno sperimentale, con particolare riferimento alla sperimentazione di pieno campo.

1 Introduzione al disegno sperimentale

Sir Ronald Fisher

1. 7 Febbraio 1890 - 29 Luglio 1962
2. Laurea nel 1912, lavora come statistico per il comune di Londra
3. Diviene socio della Eugenics Education Society of London, fondata nel 1909 da Francis Galton, cugino di Charles Darwin.
4. Con la fine della guerra, Karl Pearson gli propone un lavoro presso il rinomato Galton Laboratory. Ma non accetta a causa della profonda rivalità esistente tra lui e Pearson.
5. Nel 1919 viene assunto presso la Rothamsted Exp. Station.
6. Nel corso dei successivi 7 anni, definisce le basi del disegno sperimentale ed elabora la sua teoria della "analysis of variance".

7. Il suo libro più importante: "The design of experiment" è del 1955.
8. E' sua la definizione delle tre componenti di base del disegno sperimentale: controllo locale, replicazione e randomizzazione.

Progetto di ricerca ed esperimento

Definition 1. PROGETTO DI RICERCA: uno sforzo ORGANIZZATO eseguito dal ricercatore o da un gruppo di ricercatori per acquisire conoscenze in relazione ad un fenomeno naturale o industriale. Può richiedere diverse fasi e diversi esperimenti.

Definition 2. ESPERIMENTO: Processo investigativo, con il quale vengono realizzate una serie di circostanze secondo un adeguato protocollo, al fine di osservare e valutare la risposta prodotta nei soggetti coinvolti.

Definition 3. DISEGNO SPERIMENTALE: è la metodica di organizzazione di un esperimento.

Tipi di esperimenti

Definition 4. ESPERIMENTO DISEGNATO: Le circostanze scientifiche vengono realizzate con l'imposizione di uno o più trattamenti sperimentali, su una serie selezionata di soggetti, il più uniformi possibile in partenza.

Definition 5. ESPERIMENTO OSSERVAZIONALE: Le circostanze scientifiche non sono imposte dal ricercatore, che seleziona invece soggetti che già si trovano naturalmente o accidentalmente in quelle circostanze.

L'esperimento disegnato è certamente migliore per lo studio delle relazioni causa-effetto, ma è spesso poco pratico o addirittura non etico.

2 Trattamenti o tesi sperimentali

Ipotesi scientifica \Rightarrow tesi/trattamenti sperimentali

La scelta dei trattamenti sperimentali è una logica conseguenza dell'ipotesi scientifica che sta alla base di un esperimento.

1. L'ipotesi è che alcuni erbicidi siano più efficaci di altri verso *Solanum nigrum*. I trattamenti sperimentali sono composti dai cinque erbicidi presumibilmente più efficaci più quello tradizionalmente usato.
2. L'ipotesi è che la presenza di un erbicida 'compagno' ostacola la degradazione del phenmedipham e ne incrementa la semivita. I trattamenti sperimentali sono dati dal phenmedipham da solo e in presenza di un altro erbicida.
3. L'ipotesi è che non tutte le varietà di girasole hanno la stessa base genetica e quindi alcune di questo sono più adattabili agli ambienti umbri. I trattamenti sperimentali sono costituiti dalle principali varietà di girasole.

Controllo = trattamento di riferimento

- nessun trattamento
- placebo
- pratica usuale (di riferimento)

Trattamenti qualitativi e quantitativi

Definition 6. Un FATTORE SPERIMENTALE è un gruppo di trattamenti definiti LIVELLI. ATTENZIONE, qualche volta si utilizza il termine trattamento come sinonimo di fattore sperimentale e quindi non solo per intendere un particolare livello del fattore sperimentale!

Quando il fattore sperimentale è quantitativo, si parla di COVARIATA.

Definition 7. Se in un esperimento vi è più di un fattore sperimentale, si parla di ESPERIMENTO FATTORIALE, nel quale i trattamenti sperimentali nascono dalla combinazione di tutti i possibili livelli di ciascun fattore.

3 Unità sperimentali e repliche

Unità sperimentali

Definition 8. L'unità sperimentale è il soggetto fisico esposto al trattamento sperimentale, INDEPENDENTEMENTE da ogni altro soggetto.

L'INDIPENDENZA è fondamentale! E' ciò che permette ad una unità di 'contare per uno'!

Repliche

Ogni esperimento dovrebbe avere più repliche indipendenti. Ciò permette:

1. di dimostrare che i risultati sono riproducibili
2. di assicurare che eventuali circostanze aberranti casuali non provochino risultati distorti
3. di misurare l'errore sperimentale, come variabilità di risposta tra repliche trattate nello stesso modo
4. incrementare la precisione dell'esperimento (più sono le repliche più l'esperimento è preciso)

L'altra faccia della medaglia è che le repliche aumentano il costo dell'esperimento!

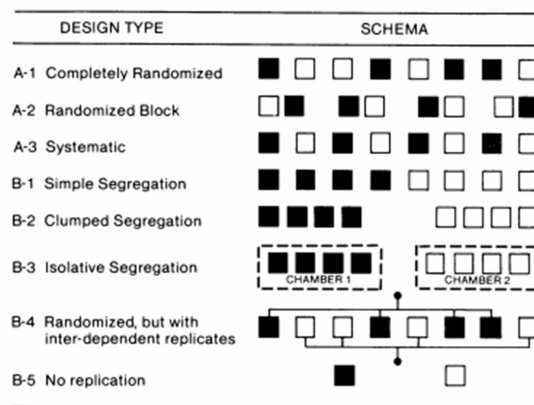
Randomizzazione

1. Le unità sperimentali debbono essere scelte a caso e quindi debbono costituire un CAMPIONE casuale e rappresentativo della POPOLAZIONE di interesse
2. I trattamenti sperimentali debbono essere assegnati alle unità sperimentali a caso.

La RANDOMIZZAZIONE assicura l'indipendenza tra unità sperimentali che è basilare, per un esperimento scientificamente valido!!!!

La randomizzazione può essere 'vincolata' per motivi pratici giustificati o giustificabili.

Pseudoreplicazione (mancanza di indipendenze)



from Hurlbert, 1984

4 Come organizzare esperimenti efficaci/efficienti

Fonti di errore o 'bias'

1. Metodi poco accurati
2. Unità sperimentali eterogenee
3. Eterogeneità ambientale
4. Eterogeneità temporale
5. 'Intrusioni'

Controllo locale degli errori

- Utilizzare metodi accurati
- Selezionare unità sperimentali uniformi (ma sempre comunque rappresentative della popolazione 'target')
- Aumentare il numero di repliche
- Randomizzare accuratamente
- Inserire controlli adeguati
- Inserire COVARIATE per poter spiegare parte della eterogeneità di soggetti/spazio/tempo
- *Blocking*

Blocking

Definition 9. Le unità sperimentali vengono divise in gruppi omogenei, in modo che i trattamenti sperimentali possano essere confrontati all'interno di ogni gruppo, quindi in un 'ambiente' più omogeneo.

Il raggruppamento si esegue per:

1. vicinanza spaziale (campi, parcelle, stalle ...)
2. caratteristiche fisiche (età, peso, sesso ...)
3. vicinanza temporale
4. gestione dei compiti (tecnico, valutatore, giudice ...)

5 Esperimenti in campo

Esperimenti in campo

- Prove varietali
- Tecnica colturale (tempi, modi e frequenze delle operazioni colturali)
- Fertilizzazione
- Fitofarmaci
- Rotazioni
- Pascoli e pascolamento
- Colture perenni

Fonti di variabilità in campo

- Variabilità individuale delle piante
- Effetto 'bordo'
- Variabilità del suolo
- Fattori climatici
- 'Demonic' intrusion

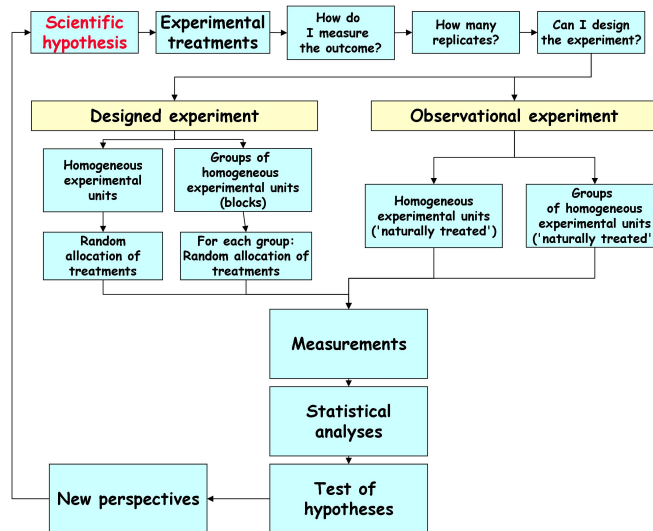
Ridurre la variabilità in campo

- Precedere l'esperimento con una coltura di 'omogeneizzazione'
- Diminuire la dimensione delle parcelle, ma aumentare il numero delle repliche
- Scelta appropriata della localizzazione dell'esperimento
- Blocchi disposti seguendo i gradienti di fertilità
- Evitare di raccogliere l'intera parcella, per evitare l'effetto 'bordo'
- Seminare a densità più alte e diradare

Gli anzidetti artifici fanno sì che un esperimento di campo sia sempre più produttivo di quello che accade in realtà!

6 Come scrivere un progetto di ricerca

Experimental design: workflow



Elementi del progetto di ricerca

Un progetto di ricerca deve sempre contenere

- Titolo della ricerca
- Descrizione del problema e background scientifico
- Ipotesi scientifica, motivazioni e obiettivi
- Tipo di esperimento e durata
- Disegno sperimentale: trattamenti sperimentali (tesi) a confronto con dettagli relativi all'applicazione
- Unità sperimentali e criteri per la loro selezione. Dettagli su repliche e randomizzazione
- dettagli su eventuali tecniche di blocking
- Variabili da rilevare
- Dettagli su come le variabili saranno rilevate
- Risorse e informazioni disponibili in letterature

Il lavoro scientifico

Un lavoro scientifico deve contenere esattamente tutti gli elementi del progetto di ricerca. Ovviamente deve essere in grado di convincere il lettore (e il refero) della validità scientifica dei risultati ottenuti. Sono importanti i seguenti aspetti:

- Ogni media e/o parametro stimato deve essere accompagnato da un indicatore di probabilità
- Ogni affermazione è su base probabilistica e deve essere accompagnata dal livello di probabilità di errore

Parte I: Summary

Contents

Per approfondimenti

- Hurlbert, S., 1984. Pseudoreplication and the design of ecological experiments. *Ecological Monographs*, 54, 187-211
- LeClerg, E.; Leonard, W. & Clark, A., 1962. *Field Plot Technique*. Burgess Publishing Company, (CHAPTER 3)
- Kuehl, R. O., 2000. *Design of experiments: statistical principles of research design and analysis*. Duxbury Press (CHAPTER 1)