

On-Farm Research Training Workshop

te Pak Hap Hotel, 22 april, 2008

door Dr. Bert Meertens

REMS, Suriname/Guyana

EU/CARIFORUM Rijstproject



Waarom On-Farm Research ?

- On-station is eenvoudiger; faciliteiten voor onderzoek en de benodigde onderzoekers zijn normaal gesproken beschikbaar
- On-station is goedkoper; veel minder kosten voor transport nodig om de onderzoeksvelden te bezoeken
- On-station geeft betere resultaten; regelmatige observaties/toezicht en een tijdige oogst

Voordelen On-Farm Research

- De enige manier om te testen of nieuwe, on-station ontwikkelde technologieën net zo goed zullen werken op de zeer verschillende boerenvelden
- Betrekt de boeren veel meer bij het onderzoeksproces (doelstellingen, observeren en evalueren)
- De verhoogde participatie van de boeren leidt tot meer adoptie, adaptatie (veld-specifiek), en innovatie van landbouwtechnologieën door de boeren.

Enkele Basisprincipes voor OFR

- *Keep it real:* De experimenten moeten gaan over problemen die belangrijk zijn voor de boeren
- *Keep it simple:* Veel experimenten zijn te ingewikkeld omdat ze te veel verschillende behandelingen bevatten
- *Go step by step:* Boeren nemen gewoonlijk stap voor stap componenten van een technologie over. Daarom moet het on-farm onderzoek niet te veel nieuwe stappen tegelijk bevatten.
- *Remain objective:* Wees bereid om negatieve resultaten te accepteren en ervan te leren

Typen On-Farm Research

- *Type 1*: researcher-designed en -managed trials; Doel is het bepalen van de prestatie van de nieuwe technologie onder verschillende biofysische omstandigheden
- *Type 2*: researcher-designed en farmer-managed trials; Doel is het verkrijgen van feedback van de boeren op specifieke prototypen en het uitvoeren van een economische analyse
- *Type 3*: farmer-designed en -managed trials, waarbij elke boer zelf experimenteert; Doel is het bepalen van de innovatie en adoptie door de boeren

Stakeholders van On-Farm Trials

- De *boeren* die de cliënten zijn voor de verkregen resultaten
- De *voorlichters* die de boeren moeten helpen met het overwinnen van hun problemen en het verbeteren van hun economische situatie
- De *onderzoekers* die veelbelovende on-station resultaten moeten toepassen onder boerencondities voordat de technologie wordt overgedragen aan de voorlichtingsdienst
- De *beleidsmakers* die interesse hebben voor een efficiënte en participatieve technologieontwikkeling , omdat andere, meer top-down benaderingen niet gewerkt hebben

Belangrijke voorwaarden in OFR

- Prikkels om deelname van boeren te stimuleren moeten achterwege gelaten worden; te veel gratis inputs vervalsen het economische aspect van de activiteit
- Men moet de voorlichters meteen vanaf het begin betrekken bij de planning, uitvoering, het monitoren en de evaluatie van de on-farm onderzoeksactiviteiten
- Onderzoekers moeten voldoende tijd doorbrengen op de velden en moeten zich inspannen om de boeren, hun omstandigheden en hun belangen te begrijpen
- Men moet de beleidsmakers in ieder geval bij het begin van het on-farm onderzoeksproces betrekken

Het ontwerpen van een on-farm experiment bevat normaal gesproken de volgende stappen:

- *Stel je doel en doelstellingen vast*
- *Bepaal welke behandelingen je gaat gebruiken en wat je controlebehandeling zal zijn*
- *Selecteer een locatie*
- *Bepaal hoe je het beste de behandelingen kunt indelen op de geselecteerde locatie*
- *Bepaal welke gegevens je gaat verzamelen en hoe je ze gaat verzamelen*
- *Bepaal hoe je de gegevens gaat evalueren*
- *Bepaal hoe je de gegevens gaat delen met anderen*

Stel je doel en doelstellingen vast

- Onderwerpen voor eventueel on-farm onderzoek moeten voorgesteld worden door de boeren
- Het is zeer belangrijk om de doelstellingen van het onderzoek duidelijk te omschrijven
- Mogelijke oplossingen voor problemen van de boeren kunnen geëvalueerd worden volgens een aantal criteria om de meest geschikte te selecteren

Criteria om oplossingen te evalueren

- ✓ *kans dat de technologie zal functioneren*
- ✓ *winstgevendheid*
- ✓ *verenigbaarheid met het landbouwsysteem*
- ✓ *bijdrage aan het verminderen van risico*
- ✓ *behoefte aan institutionele ondersteuning (voorlichting, toevoer inputs, krediet)*
- ✓ *mate van gemak bij het onderzoeken door boeren*
- ✓ *gemak bij de uitvoer van de on-farm onderzoeksactiviteit*

Keuze van Behandelingen

- Het doel van het onderzoek zal bepalen welke behandelingen het onderzoek zal bevatten.
- Behandelingen moeten voldoende van elkaar afwijken om verschillen visueel en/of bij het bepalen van de oogst te kunnen waarnemen.
- Gebruik altijd een geschikte controlebehandeling. Dit zal je een basis geven voor vergelijking.
- In on-farm experimenten is de controlebehandeling vaak de gebruikelijke boerenpraktijk.

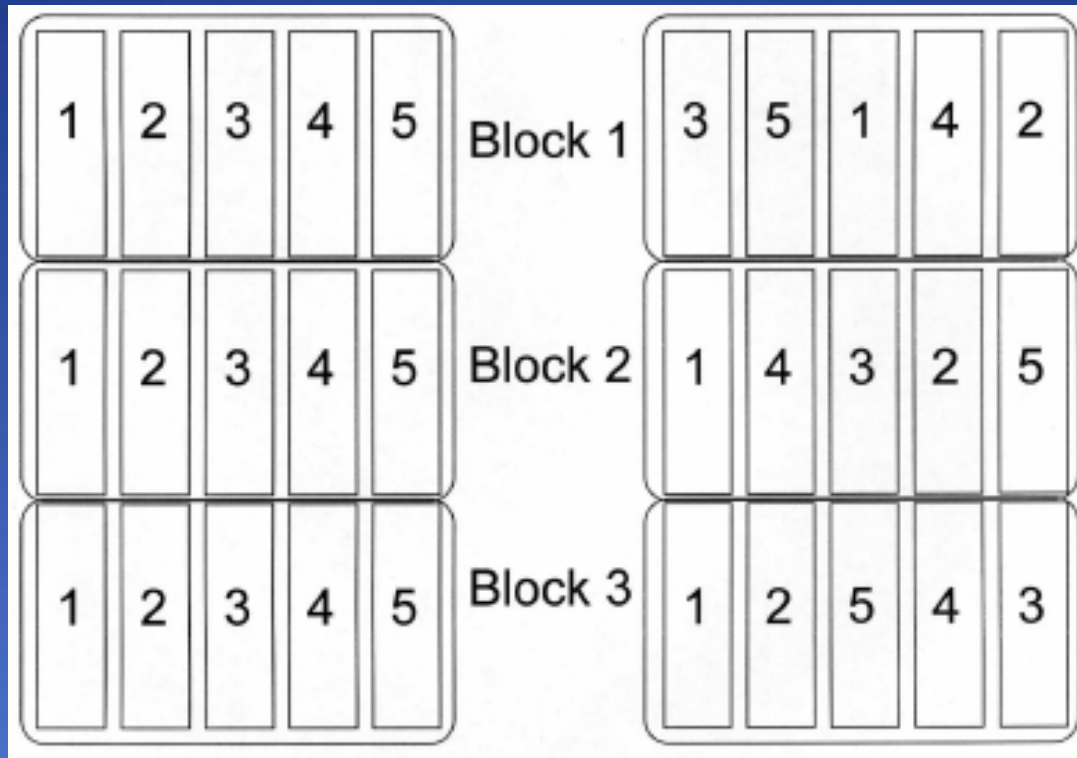
Opdracht 1 Keuze van Behandelingen

	Onderzoeker A <input checked="" type="checkbox"/>	Onderzoeker B <input type="checkbox"/>	Onderzoeker C <input type="checkbox"/>
Behandeling	N – P ₂ O ₅ - K ₂ O	N – P ₂ O ₅ - K ₂ O	N – P ₂ O ₅ - K ₂ O
1	84 – 15 – 15	0 – 0 – 0	84 – 15 – 15
2	107 – 15 – 15	53.5 – 7.5 – 7.5	107 – 15 – 15
3	122 – 30 – 30	107 – 15 – 15	91.5 – 22.5 – 22.5
4	145 – 30 – 30	160.5 – 22.5 – 22.5	99 – 30 – 30

Basis statistische principes

- Wanneer je twee of meer behandelingen vergelijkt, zijn eenvoudige gemiddelden niet voldoende; je zult moeten uitzoeken of de verschillen een gevolg zijn van de behandelingen of van de natuurlijke variatie.
- *Herhalingen, randomization, en gebruik van een controlebehandeling* zijn essentieel in het ontwerpen van een experiment want zij helpen bij het uit elkaar houden van het effect van de behandelingen en het normale niveau van de achtergrondvariatie.
- Herhaling of replicatie betekent dat afzonderlijke behandelingen op meer dan een perceel toegediend zijn.
- Randomization is een procedure voor het verdelen van behandelingen op een manier dat elk experimenteel plot dezelfde kans heeft op het verkrijgen van om het even welke behandeling.

Randomization Voorbeeld



Test plots links zijn niet randomized.

Plots rechts zijn wel randomized.

De nummers (1-5) stellen de vijf behandelingen in deze test voor

Selectie van de Locaties

- Boeren hebben allemaal verschillende omstandigheden maar het is onmogelijk om voor iedere boer een aparte aanbeveling te maken.
- Onderzoekers moeten een middenweg zoeken door groepen van boeren te identificeren met vergelijkbare ecologische en/of socio-economische omstandigheden. Zo'n groep boeren wordt een **recommendation domain** genoemd.
- Kies onderzoeksvelden met de grootst mogelijke uniformiteit.
- Bij de keuze van een veld dient men te letten op de geschiedenis van de vorige seizoenen, drainage, bodemtextuur, egaalheid, voorkomen van plagen, aangrenzende invloeden en toegang tot het veld.

Keuze van statistisch ontwerp

- Een experimenteel ontwerp is een manier om behandelingen in een veld te rangschikken zodat fouten en vertekeningen verminderd worden en de gegevens nauwkeurig, statistisch geanalyseerd kunnen worden.
- Wanneer een experiment een slecht ontwerp heeft, kun je geen vertrouwen hebben in de interpretatie van de verkregen data.
- Voor on-farm experimenten waarbij slechts twee niveaus van een behandeling worden vergeleken, kan men het **paired-comparison design** gebruiken.
- Voor on-farm experimenten met meer niveaus van behandelingen, kan men een **randomized complete block design** of **split plot design** gebruiken.

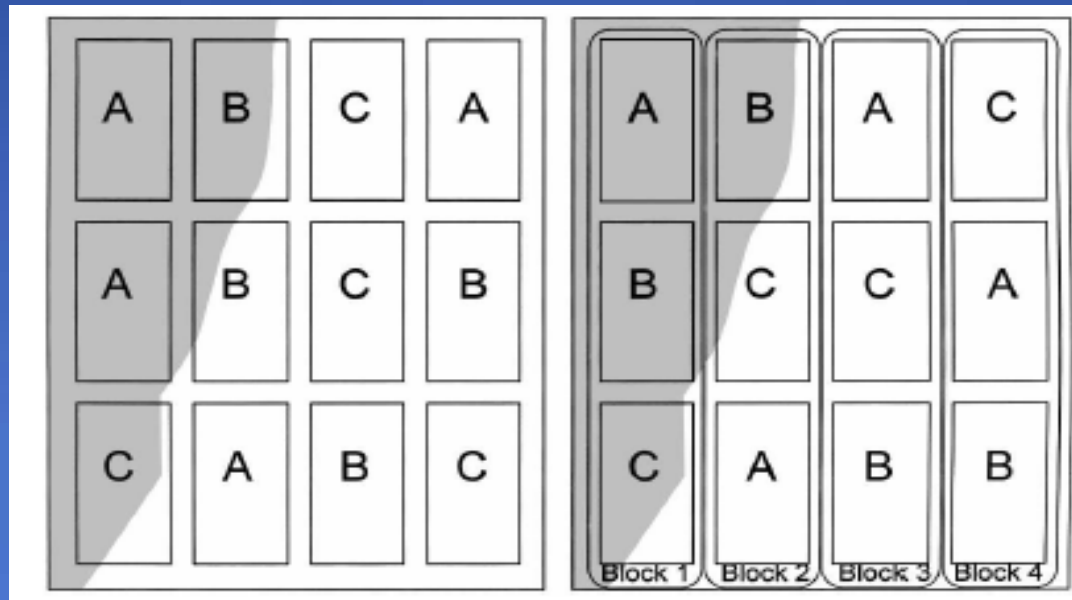
Het paired-comparison ontwerp

- Een **paired-comparison** experiment kan veel doelen van on-farm onderzoek vervullen; het is simpel en gemakkelijk uit te voeren en te analyseren .
- Het paar van behandelingen is tenminste zes keer herhaald in het veld om toevallige verschillen in het veld te elimineren.
- The volgorde van de twee behandelingen in elk paar is willekeurig gekozen om ongewenste neveneffecten te voorkomen

Mulch	No Mulch	No Mulch	Mulch	Mulch	No Mulch	No Mulch	Mulch	Mulch	No Mulch	No Mulch	Mulch
-------	----------	----------	-------	-------	----------	----------	-------	-------	----------	----------	-------

Randomized complete block design

- Meest gebruikte ontwerp in landbouwkundig veldonderzoek
- Behandelingen worden toegewezen aan percelen binnen een blok op een willekeurige wijze



Het schaduwgebied stelt een gebied in het veld voor dat verschillend is van het gebied zonder schaduw

Het split-plot ontwerp

- Speciaal ontwerp dat soms wordt gebruikt bij factoriële opstellingen van behandelingen
(experiment waarbij twee of meer factoren tegelijkertijd getest worden, inclusief alle combinaties van alle factoren).
- Dit ontwerp wordt vaak gebruikt wanneer het niet mogelijk is om de behandelingen willekeurig te rangschikken in een randomized complete block design.
- Benodigde herhaling van een split-plot experiment kan veel meer ruimte in het veld vereisen.
- Het analyseren van de data van een split-plot experiment kan enigszins complex zijn.

Voorbeeld Split Plot Ontwerp

A en B stellen de twee niveaus van een factor voor, en de nummers 1-5 staan voor de vijf niveaus van een tweede factor

3 A	5 B	1 B	4 B	2 A	1 A	4 A	3 B	2 B	5 A	Block 1
2 A	5 B	4 B	2 B	4 A	3 A	1 A	1 B	3 B	5 A	Block 2
1 A	3 B	4 B	5 B	3 A	4 A	2 A	2 B	1 B	5 A	Block 3

Factorial Arrangement of Treatments in a Randomized Complete Block Design

5 A	2 A	1 A	4 A	3 A	1 B	3 B	5 B	4 B	2 B	Block 1
5 B	3 B	1 B	2 B	4 B	4 A	3 A	2 A	1 A	5 A	Block 2
4 A	3 A	5 A	1 A	2 A	2 B	1 B	3 B	5 B	4 B	Block 3

Factorial Arrangement of Treatments in a Split-Plot Design

Verzamelen van gegevens

- Een gedegen planning zorgt er voor dat je de juiste gegevens verzamelt om het doel van je on-farm onderzoek te verwezenlijken.
- Vaak worden er te veel gegevens verzameld die nooit geanalyseerd worden. Echter, nog vaker worden er te weinig data verzameld in plaats van te veel.
- In on-farm experimenten, worden er nog steeds vaak te veel on-station type metingen gedaan in plaats van het meten van variabelen die misschien een deel van de variatie in de gegevens kunnen verklaren.
- Een participatief on-farm experiment moet de belangrijke bijdragen en meningen van de boeren registreren.
- Het is zeer belangrijk om onbevooroordeelde gegevens te verzamelen.

Analyse van de Resultaten van On-Farm Onderzoek

- Veel kan men leren van het simpel bekijken van de gegevens zonder het gebruik van statistische methoden.
- Statistiek is een aanvullend middel om gegevens te bekijken om te bepalen of gemeten verschillen te wijten zijn aan de behandelingen en niet aan de normale variabiliteit.
- Gewoonlijk worden analyses uitgevoerd met een 95% betrouwbaarheidsniveau; een 95% kans dat de gemeten verschillen te wijten zijn aan de behandelingen in plaats van aan willekeurige variatie of fouten.
- Er is 5% kans dat de analyse fout is. In de wetenschappelijke literatuur wordt dit aangeduid met $p = 0.05$ (kans is 5% dat de analyse niet bestaande verschillen oppikt of bestaande verschillen niet registreert).

De t-test

- Een simpele statistische analyse, de t-test, kan gebruikt worden bij de data van een **paired-comparison** om significante verschillen te ontdekken.
- Elk paar data geeft een verschil. Deze verschillen kunnen geanalyseerd worden om de Least Significant Difference (**LSD**) te berekenen waarmee men een experiment met twee behandelingen evalueert.
- Wanneer het verschil tussen de behandelingsgemiddelden in een experiment gelijk of groter is dan de LSD, dan is het verschil statistisch significant en wordt verondersteld dat dit te wijten is aan het behandelingseffect en niet de normale variabiliteit in het veld.

Analyse van variantie

- Statistische analyse van de randomized complete block design en de split-plot design wordt berekend door gebruik te maken van een analysis of variance (ANOVA)
- Een ANOVA kan voor elk afzonderlijk aspect berekend worden of voor de totale opbrengst gemeten in alle onderzoeksplots.
- De ANOVA geeft een schatting van de experimentele fout en de variatie tussen de herhalingen.
- De ANOVA levert ook een methode om de significantie te bepalen van de gemeten verschillen tussen de behandelingen.

Voorbeeld van ANOVA

Bron	Graad van Vrijheid	Som Kwadraat	Gemiddeld Kwadraat	F waarde	P waarde	
Totaal	17	18,30	1,08			
Behandelingen	5	16,16	3,23	15,37	0,02 %	Significant
Herhalingen	2	0,04	0,02	0,09	91,72 %	Niet signif.
Fout	10	2,10	0,21			
Benodigde F	3,33	<i>RCBD Voorbeeld</i> <i>Betrouwbaarheidsniveau 5%</i> <i>Behandelingen 6</i> <i>Herhalingen/Blocks 3</i>				
Correctie Factor	239,15					
Standaard Afwijking	0,46					
Coëfficiënt van Variatie	12,58 %					
LSD 5%	0,83					

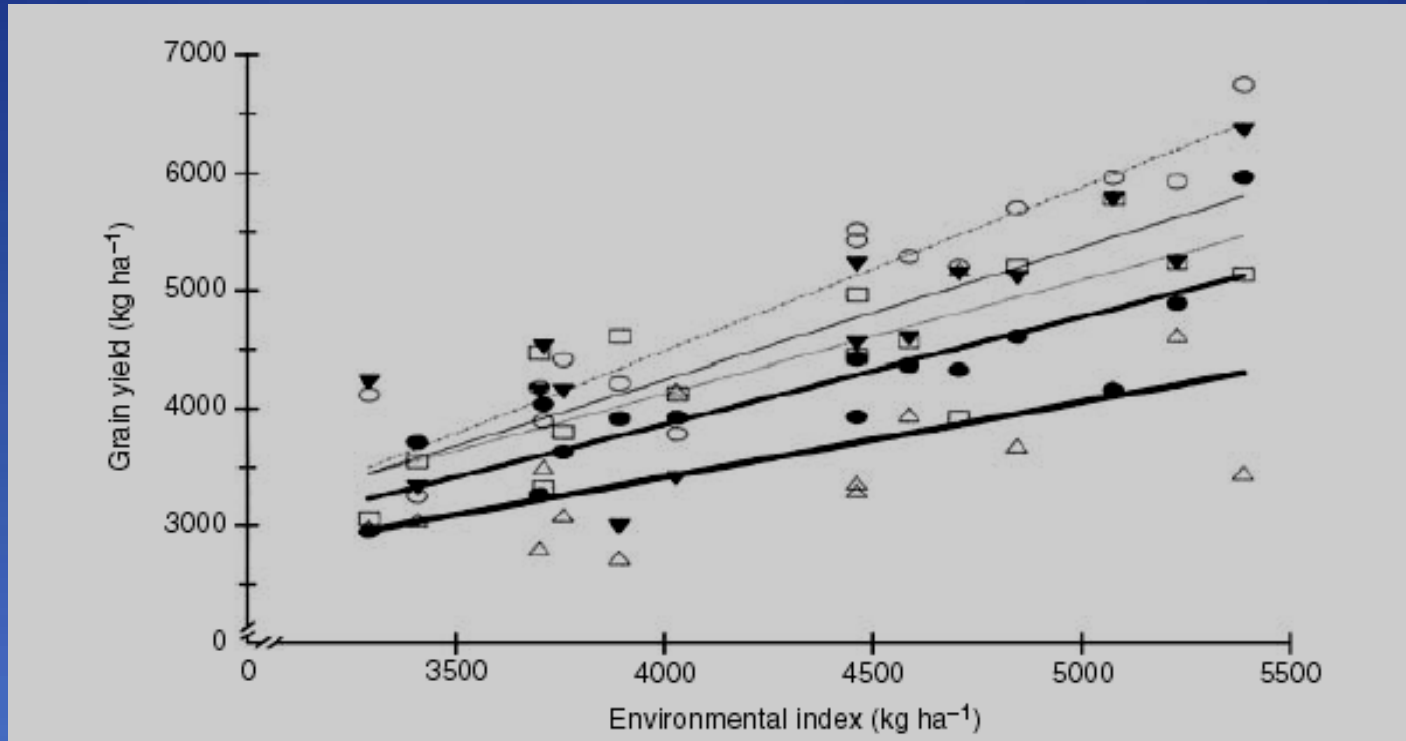
De F waarde wordt berekend door het gemiddeld kwadraat van de behandelingen of blocks/herhalingen te delen door het gemiddeld kwadraat van de fout.

De P waarde geeft het percentage kans dat een bepaalde berekende F waarde voor kan komen vanwege normale willekeurige variatie (fout).

Gecombineerde statistische analyse

- On-farm experimenten met voldoende herhalingen per locatie kunnen in eerste instantie afzonderlijke analyses per locatie hebben gevolgd door een gecombineerde analyse.
- Dit is normaal gesproken alleen het geval bij researcher-designed en managed experimenten.
- Bij on-farm experimenten verwachten we een interactie tussen locatie en behandeling; een van de doelen van on-farm experimenten is vaak het bestuderen van deze interactie.
- In on-farm experimenten met slechts een herhaling per locatie kan er geen gecombineerde analyse over locaties uitgevoerd worden. Men kan dan adaptability analyse toepassen om te bekijken of behandelingseffecten significant verschillen per locatie.

Voorbeeld van Adaptability Analyse



Alle behandelingsopbrengsten per locatie worden vergeleken met de environmental index, wat de gemiddelde opbrengst van alle behandelingen is op die locatie

Toetsen of verschillen in regressie van de behandelingen op de environmental index significant zijn

Economische Analyse

- Een economische analyse van de resultaten van on-farm experimenten wordt vaak niet uitgevoerd door de technische onderzoekers
- Een economische analyse is echter erg nodig want het opbrengstvoordeel van een behandeling kan teniet gedaan worden door het kostenverschil tussen de behandelingen!
- Een van de economische methoden om de economische voordelen van technologieën te vergelijken is **partial budget analyse**
- In de partial budget analyse worden alleen de kosten die beïnvloed worden door de gekozen behandelingen, of met andere woorden de kosten die variëren, opgenomen

Voorbeeld partial budget analyse

	Hand wieden	Herbicide
Gemiddelde opbrengst (kg/ha)	2.000	2.400
Aangepaste opbrengst (kg/ha)	1.800	2.160
Bruto winst in het veld (\$/ha)	3.600	4.320
Kosten van herbicide (\$/ha)	0	500
Kosten van arbeid om herbicide toe te dienen (\$/ha)	0	100
Kosten van arbeid voor het hand wieden (\$/ha)	400	0
Totale kosten die variëren (\$/ha)	400	600
Netto winst (\$/ha)	3.200	3.720

Dominantie analyse

Het proces van het verwijderen van gedomineerde behandelingen van verdere analyse wordt dominantie analyse genoemd.

Een gedomineerde behandeling heeft eenzelfde of een lagere netto winst dan andere behandelingen met lagere totale variabele input kosten

Treatment	Weed control	Seeding rate (kg/ha)	Total costs that vary (\$/ha)	Net benefits (\$/ha)
1	None	120	2,400	10,360
3	None	160	3,200	10,136 D
2	Herbicide	120	3,875	11,765
4	Herbicide	160	4,675	11,965

Marginale analyse

Alhoewel de berekening van de netto winst rekening houdt met de kosten die variëren, is het nodig om de extra (of marginale) kosten te vergelijken met de extra (of marginale) netto winst. Een hogere netto winst is misschien niet aantrekkelijk wanneer dit veel hogere kosten met zich meebrengt.

Treatment	Costs that vary (\$/ha)	Marginal costs (\$/ha)	Net benefits (\$/ha)	Marginal net benefits (\$/ha)	Marginal rate of return
1	2,400	1,475	10,360	1,405	95%
2	3,875		11,765		
4	4,675	800	11,965	200	25%

De marginal rate of return (MRR) is een verhouding van de verandering in netto winst tot de verandering in totale variabele input kosten tussen behandelingen.

Opdracht 3 Economische Analyse

Behandeling	Kosten die variëren	Marginale kosten	Netto winst	Marginale netto winst	Marginal rate of return
No	0		310.718		
N30 <input checked="" type="checkbox"/>	20.405	20.405	336.409	25.691	126 %
N60	40.810	20.405	339.654	3.245	16 %
N60P17.5	67.748	26.938	327.250	gedomineerd	n/a
N120	79.930	39.120	343.018	3.364	9 %

Dus Behandeling 2, N30, is het meest economisch.

Boerenbeoordeling

- Ook met een positieve economische evaluatie is er geen garantie dat de technologie toegepast zal worden door de boeren
- Technologieën die veelbelovend lijken te zijn zowel agronomisch als economisch kunnen andere nadelen hebben die alleen boeren kunnen vaststellen
- Boeren houden bijvoorbeeld vaak rekening met de factor risico wanneer zij de netto winsten van verschillende behandelingen evalueren
- De boerenbeoordeling is zeer belangrijk; het zijn de boeren die uiteindelijk het laatste woord hebben

Rapportage On-Farm Onderzoek

- Rapportage moet gedaan worden voor alle betrokken deelnemers, maar vooral voor de medewerkende boeren.
- Het documenteren stelt anderen in staat om jouw experiment te herhalen en te bevestigen, en het geeft jou een verslag waar je op terug kunt kijken wanneer je aan het uitzoeken bent wat er mis of goed ging.
- Het on-farm onderzoeksrapport bevat idealiter beschrijvingen van doelstellingen, behandelingen en gekozen ontwerp, onderzoeksvelden, gedane observaties, agronomische/statistische/economische analyses en boerenbeoordeling.

Succes met jullie on-farm onderzoek in de toekomst

