


El fuego sagrado de la innovación



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



**Manejo de captación
de agua
agrícola**



Manejo de captación de agua agrícola

John Williams
Comisión de recursos naturales



Agradecimientos

Phil Price, Andrew Campbell, Don Blackmore, Kevin Goss,
Denis Saunders, Brian Keating, Chris Smith, Kirsten Verburg
Warren Bond, Richard Stirzaker, Ted Lefroy, Hamish Cresswell,
Glen Walker, Mervyn Probert, Peter Ross, Keith Bristow
Bob Mc Cown, Ray Isbell, Pat Walker, David Smiles



© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY GREGORY HEATH



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY WILLEM VAN AKEN



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY GREGORY HEATH



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY WILLEM VAN AKEN



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY GREGORY HEATH



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid

Daño a los bienes ambientales

- degradación de los nutrientes del suelo
- acidificación del suelo
- deterioro estructural del suelo
- deterioro biológico del suelo
- salinización por secano y riego
- erosión hídrica y eólica
- contaminación con residuos de productos químicos agrícolas

Daño a los bienes ambientales

- pérdida de hábitat y biodiversidad**
- procesos de los ríos y flujos ambientales**
- nutrientes, sales y contaminantes de pantanos, ríos y cuerpos de agua**
- contaminación del agua subterránea con nutrientes, sales y contaminantes**
- daño en la vegetación ripariana remanente y disminución de árboles rurales**
- disminución de las pasturas nativas y el valor ambiental de las pasturas**



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid

Erosión suelo

© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY GREGORY HEATH



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



Erosión eólica

© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY GREGORY HEATH

Salinidad

© W van Aken, CSIRO



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid

Salinidad

© W van Aken, CSIRO



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



Salinidad

© W van Aken, CSIRO



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



6 noviembre 2002
Riverina

6 noviembre 2002
Riverina...10 minutos más tarde



**Loxton SA: Lluvia anual 273mm
2002 – 106mm (Decil 1)**

Sequía en 2002

2002: - Cultivo excesivo

- Sin protección de rastrojos
- Cultivos perdidos este año
- Pérdida de suelo y nutrientes
- Restauración principal requerida

Cultivo excesivo

Gentileza de David Roget de CSIRO

**Waikerie SA: Lluvia anual 252mm
2002 – 110mm (Decil 1)**

Sequía en 2002

Cultivos intensivos con labranza cero

2002: - Cultivo intensivo con Labranza cero

- algunos cultivos (flujo de caja)**
- Cultivos perdidos este año**
- suelo estable (el cultivo de este año y el rastrojo de los años anteriores)**
- listo para cultivar el año próximo**

Gentileza de David Roget de CSIRO





© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY GREGORY HEATH



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



Entonces, ¿cuál el problema?




La ironía australiana

- **mientras nuestra productividad agrícola está limitada por la falta de agua y nutrientes**
- **la causa fundamental de gran parte de la degradación del suelo es el exceso del agua y la pérdida de nutrientes en períodos clave del año.**

Un criterio de diseño esencial de producción sustentable es garantizar que los flujos de agua, nutrientes, carbono y energía actuales se ajustan a la magnitud de estos flujos que evolucionaron para adaptarse al modo en que funciona nuestro relieve.



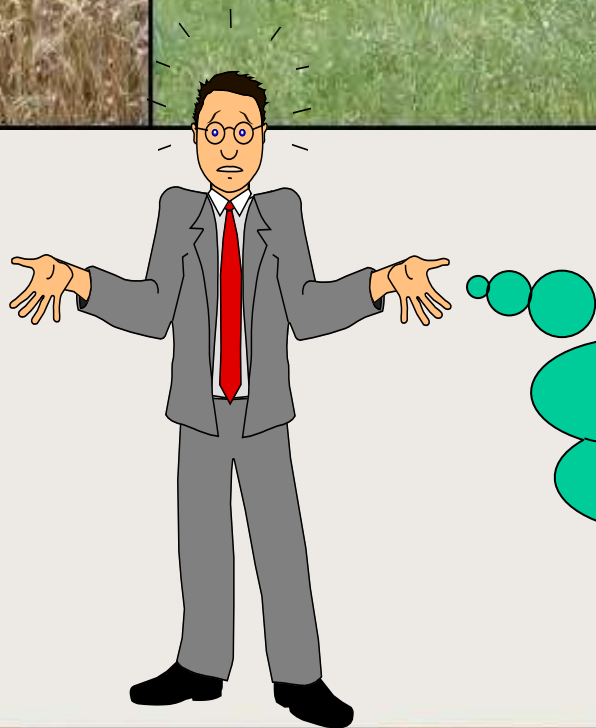


La fuga de agua conduce a la
lixiviación de nutrientes y
acelera la acidificación

© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY WILLEM VAN AKEN

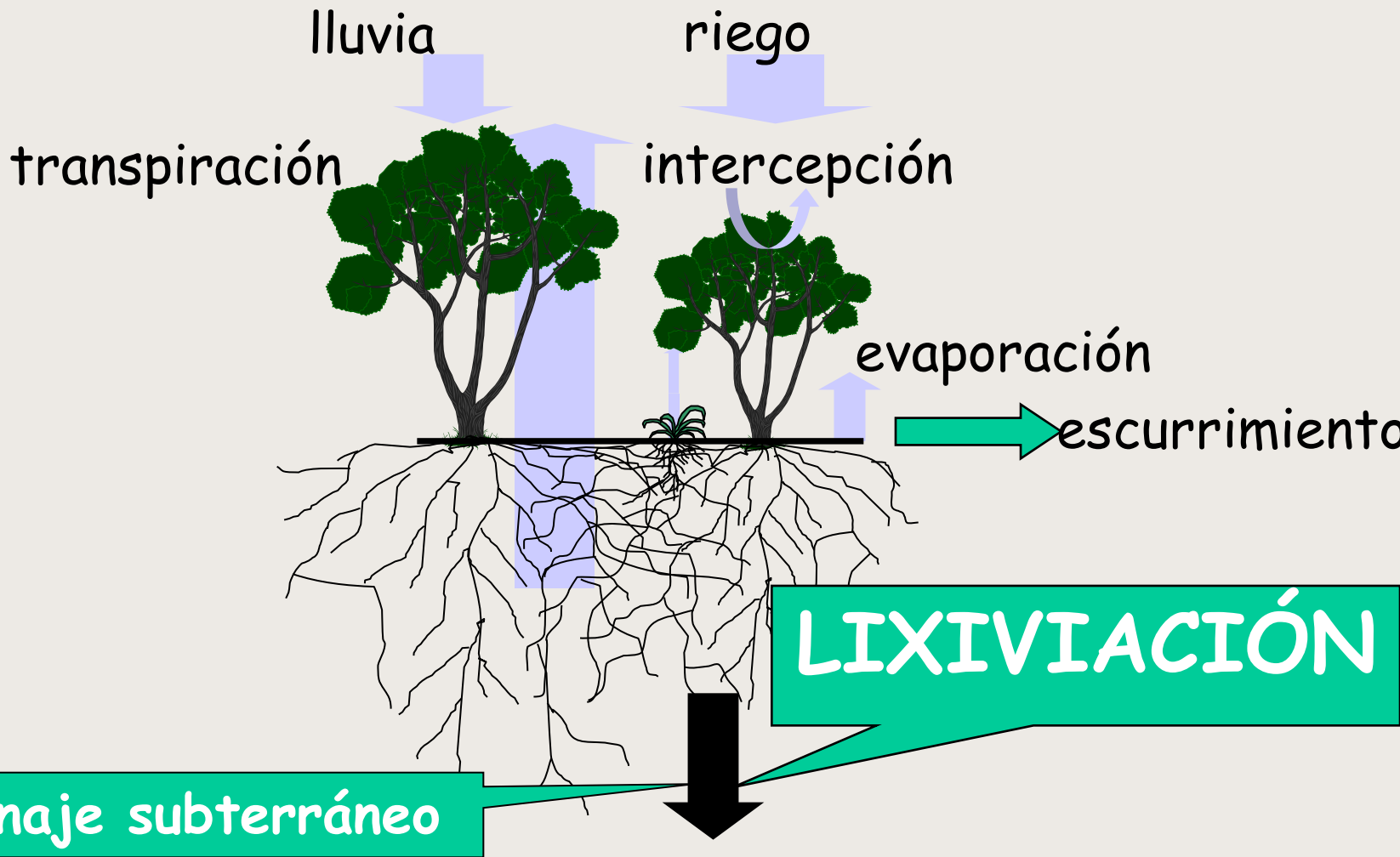


El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



Ciencia para calcular
y medir los flujos
en agroecosistemas





Gentileza de David Roget de CSIRO



Bristow y col., 1986 J Agric & For Meteor,36,193-214

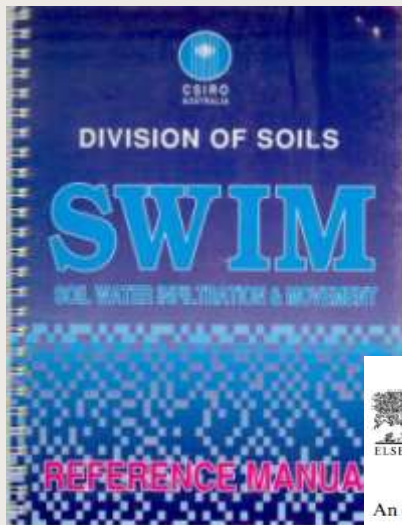
TABLE II

Cumulative precipitation, and simulated evaporation
period 1 September 1981 to 31 August 1982.

	Residue-covered surface (m)	Bare surface (m)
Precipitation	0.645	0.645
Evaporation	0.300	0.475
Drainage	0.270	0.097
Storage	0.073	0.071

Drenaje subterráneo

la cubierta vegetal/el residuo
puede aumentar el drenaje y la lixiviación



Europ. J. Agronomy 18 (2003) 267–268

European
Journal of
Agronomy

www.elsevier.com/locate/eja

An overview of APSIM, a model designed for farming systems simulation

B.A. Keating^{a,*}, P.S. Carberry^a, G.L. Hammer^b, M.E. Probert^a,
M.J. Robertson^a, D. Holzworth^a, N.I. Huth^a, J.N.G. Hargreaves^a,
H. Meinke^b, Z. Hochman^a, G. McLean^b, K. Verburg^c, V. Snow^c,
J.P. Dimes^{a,d,e}, M. Silburn^a, E. Wang^b, S. Brown^a, K.L. Bristow^d,
S. Asseng^f, S. Chapman^{b,g}, R.L. McCown^a, D.M. Freebairn^a, C.J. Smith^e

^a CSIRO Sustainable Ecosystems (PSU), 120 Meiers Road, Indigo, Vic. 3606, Australia

^b Department of Primary Industries (APSRU), Toowoomba, QW, Australia

^c CSIRO Land and Water (APSWU), Canberra, Australia

^d ICRISAT, Bulawayo, Zimbabwe

^e Department of Natural Resources and Rural Affairs (APSRU), Toowoomba, Australia

^f CSIRO Plant Industry, Perth, Australia

Abstract

The Agricultural Production Systems Simulator (APSIM) is a modular modelling framework that has been developed by the Agricultural Production Systems Research Unit in Australia. APSIM was developed to simulate biophysical process in farming systems, in particular where there is interest in the economic and ecological outcomes of management practice in the face of climatic risk. The paper outlines APSIM's structure and provides details of the concepts behind the different plant, soil and management modules. These modules include a diverse range of crops, pastures and trees, soil processes including water balance, N and P transformations, soil pH, erosion and a full range of management controls. Reports of APSIM testing in a diverse range of systems and environments are summarised. An example of model performance in a long-term cropping systems trial is provided. APSIM has been used in a broad range of applications, including support for on-farm decision making, farming systems design for production or resource management objectives, assessment of the value of seasonal climate forecasting, analysis of supply chain issues in grain-based activities, development of waste management guidelines, risk assessment for government policy making and as a guide to research and education activity. An extensive citation list for these model testing and application studies is provided.

© Crown Copyright © 2002. Published by Elsevier Science B.V. All rights reserved.

Keywords: Farming systems modelling; APSIM; Simulation model

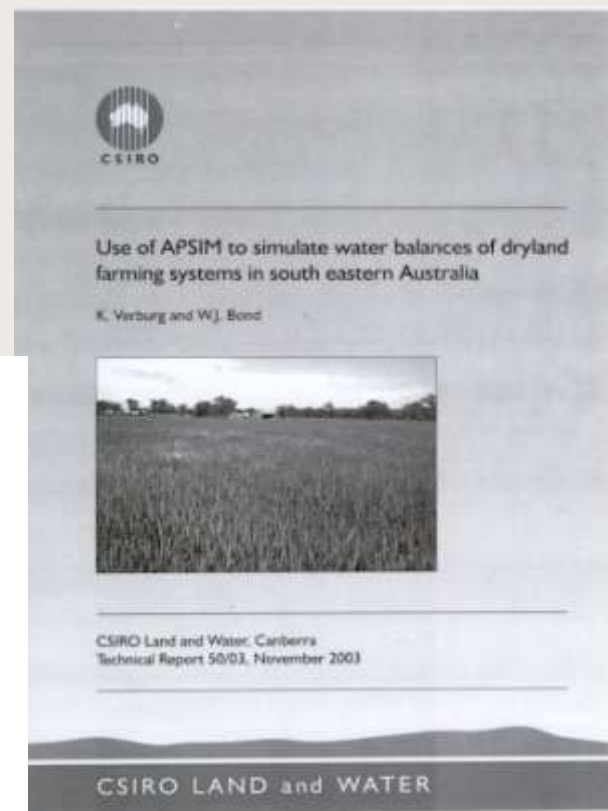
1. Introduction

* Corresponding author. Tel.: +61-7-32142373; fax: +61-7-32142368.

E-mail address: brian.keating@pse.csiro.au (B.A. Keating).

Agricultural Production Systems Simulator (APSIM) is a modelling framework that allows

1161-4002/02/\$ - see front matter. © 2002. Published by Elsevier Science B.V. All rights reserved.
PII: S1161-4002(02)00108-9



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



Agricultural Systems **50** (1996) 255–271
Elsevier Science Limited
Printed in Great Britain.
0308-521X/96/\$15.00

0308-521X(94)00055-7

APSIM: a Novel Software System for Model Development, Model Testing and Simulation in Agricultural Systems Research

R. L. McCown, G. L. Hammer, J. N. G. Hargreaves,
D. P. Holzworth & D. M. Freebairn



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid

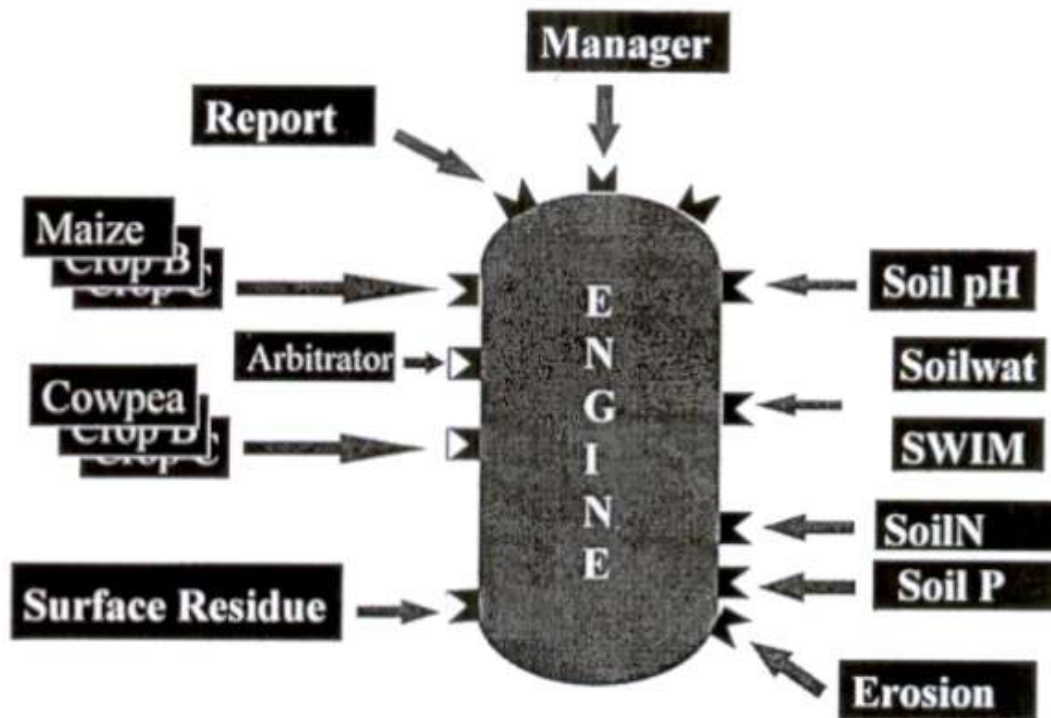


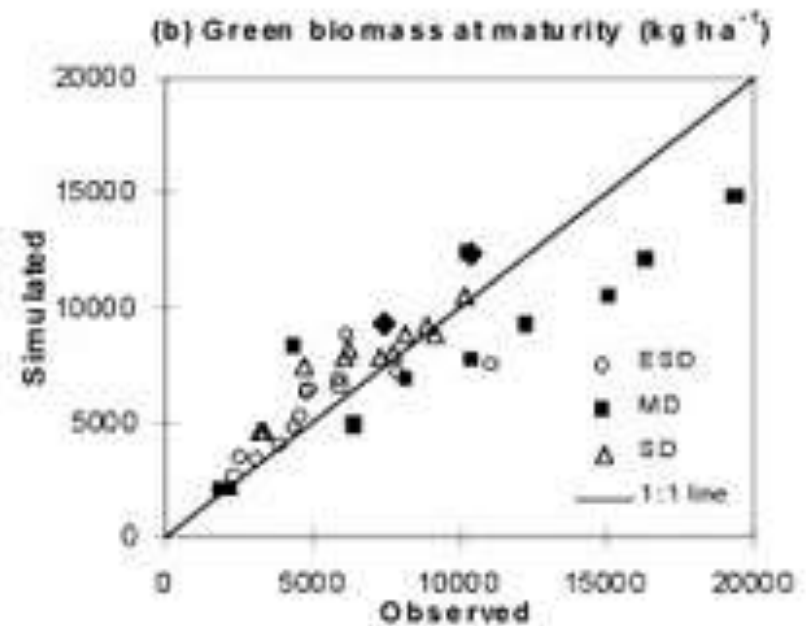
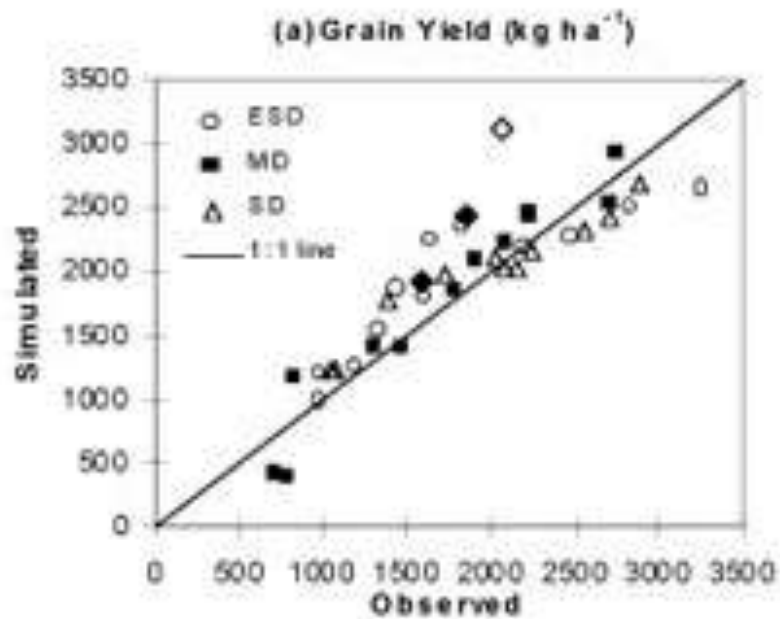
Fig. 1. Diagrammatic representation of the APSIM simulation

Keating y col., (2003)-Europ. J. Agronomy 18:267-288

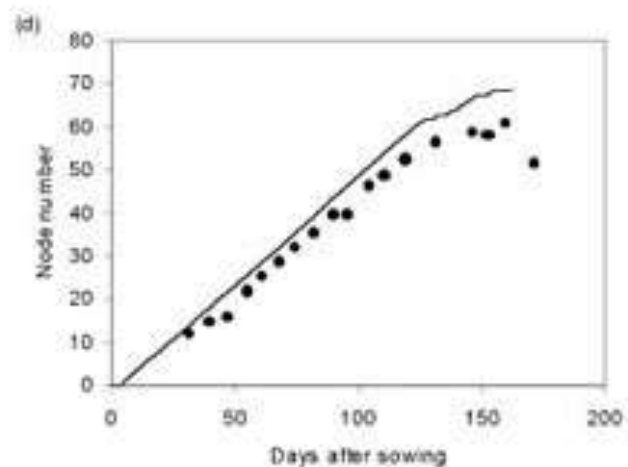
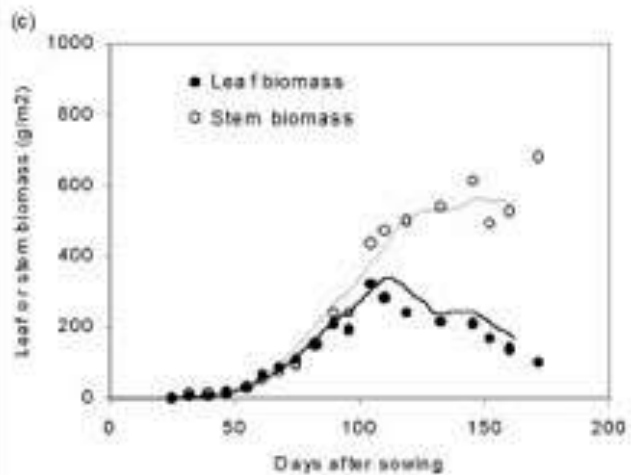
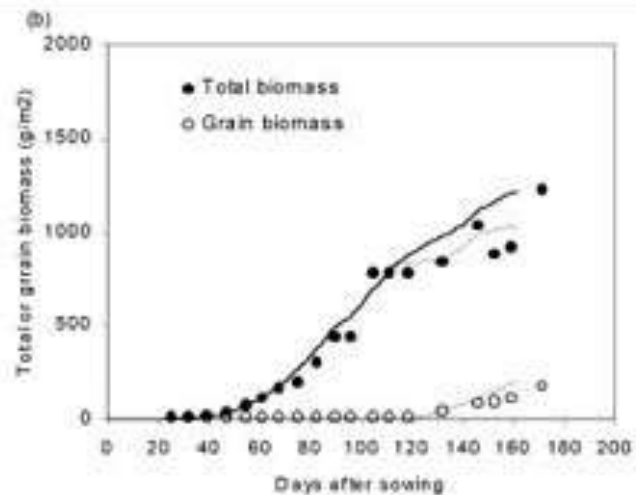
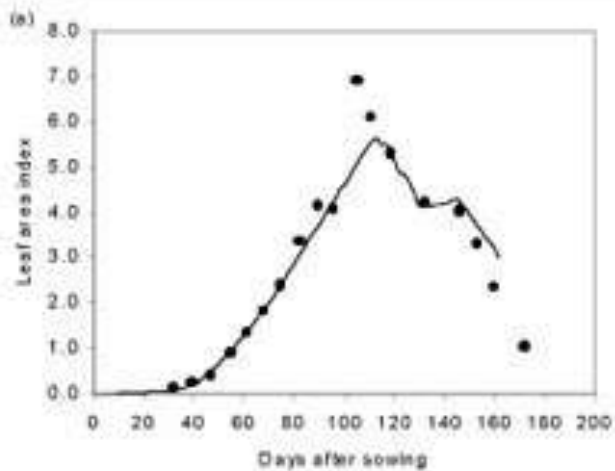
TABLE 1
List of Current APSIM Modules and Their Origins

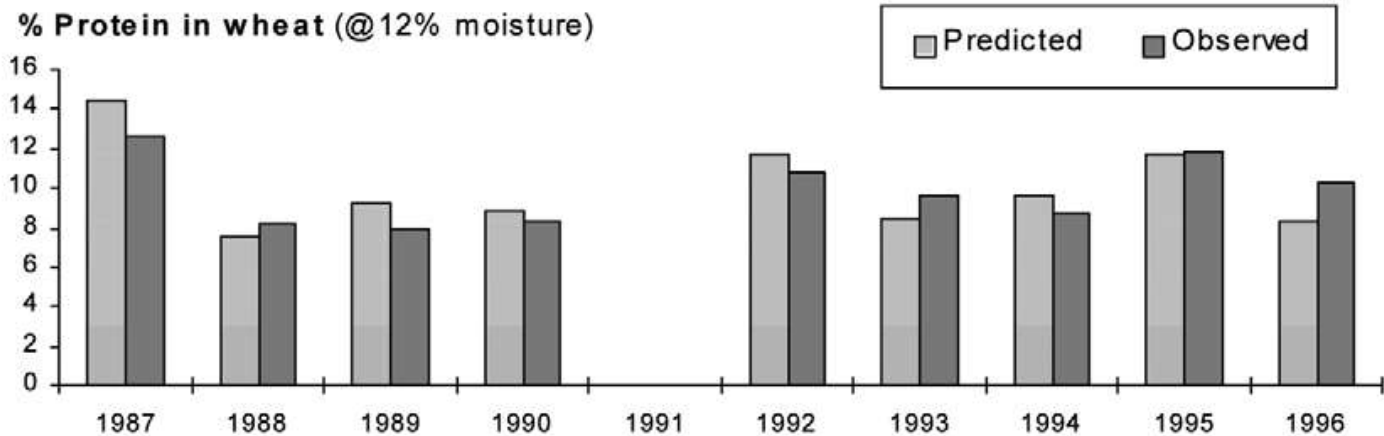
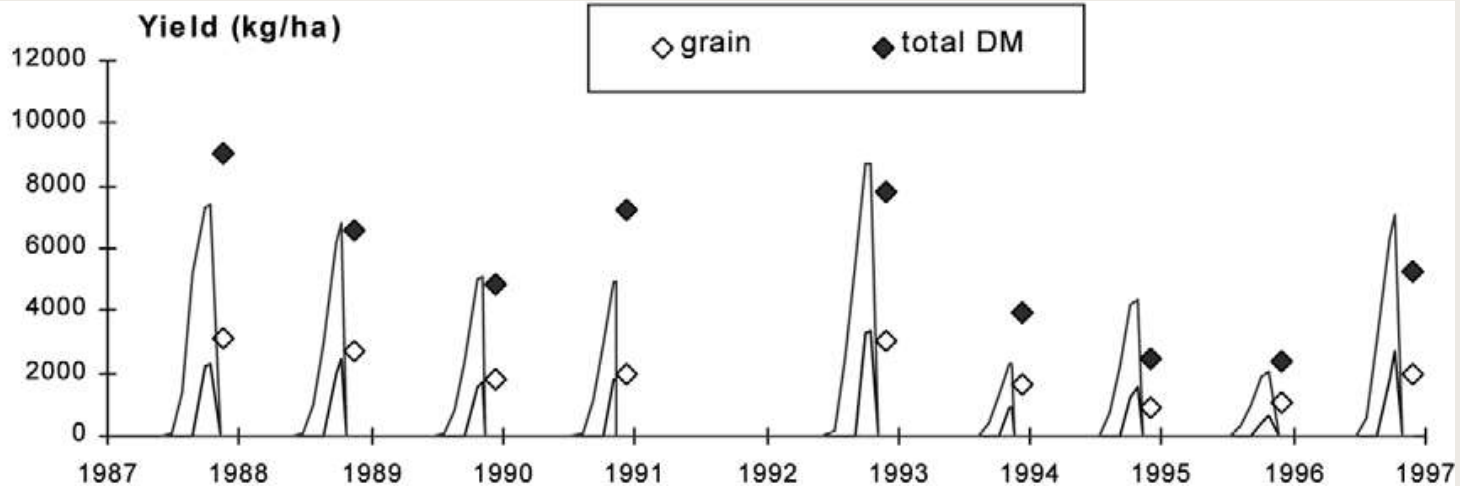
<i>Group</i>	<i>APSIM module</i>	<i>Original model</i>	<i>Reference</i>
Crop	Cotton ^a	OZCOT	Hearn & Da Rosa, 1985
	Cowpea	ASPIM-Cowpea	Adiku <i>et al.</i> , 1993
	Maize	AUSIM-Maize	Carberry & Abrecht, 1991
	Peanut	QNUT	Hammer <i>et al.</i> , 1992
	Sorghum	QSORG	Hammer & Muchow, 1991
		AUSIM-Sorghum	Carberry & Abrecht, 1991
	Sunflower	QSUN	Chapman <i>et al.</i> , 1993
	Wheat1	Woodruff-Hammer	Hammer <i>et al.</i> , 1987
	Wheat2	CERES-Wheat	Ritchie <i>et al.</i> , 1988
Tropical grass pasture	GRASP ^a	GRASP	McKeon <i>et al.</i> , 1990
Temperate pasture	GRAZPLAN ^a	GRAZPLAN	Moore <i>et al.</i> , 1991
Soil water	SoilWat	CERES	Ritchie, 1985
		PERFECT	Littleboy <i>et al.</i> , 1992
	APSWIM ^a	SWIM	Ross, 1990 ^a
Soil nitrogen	SoilN	CERES	Godwin & Jones, 1991
Soil erosion	Erosion	PERFECT	Littleboy <i>et al.</i> , 1989

^aIntellectual property remains that of the original developer.

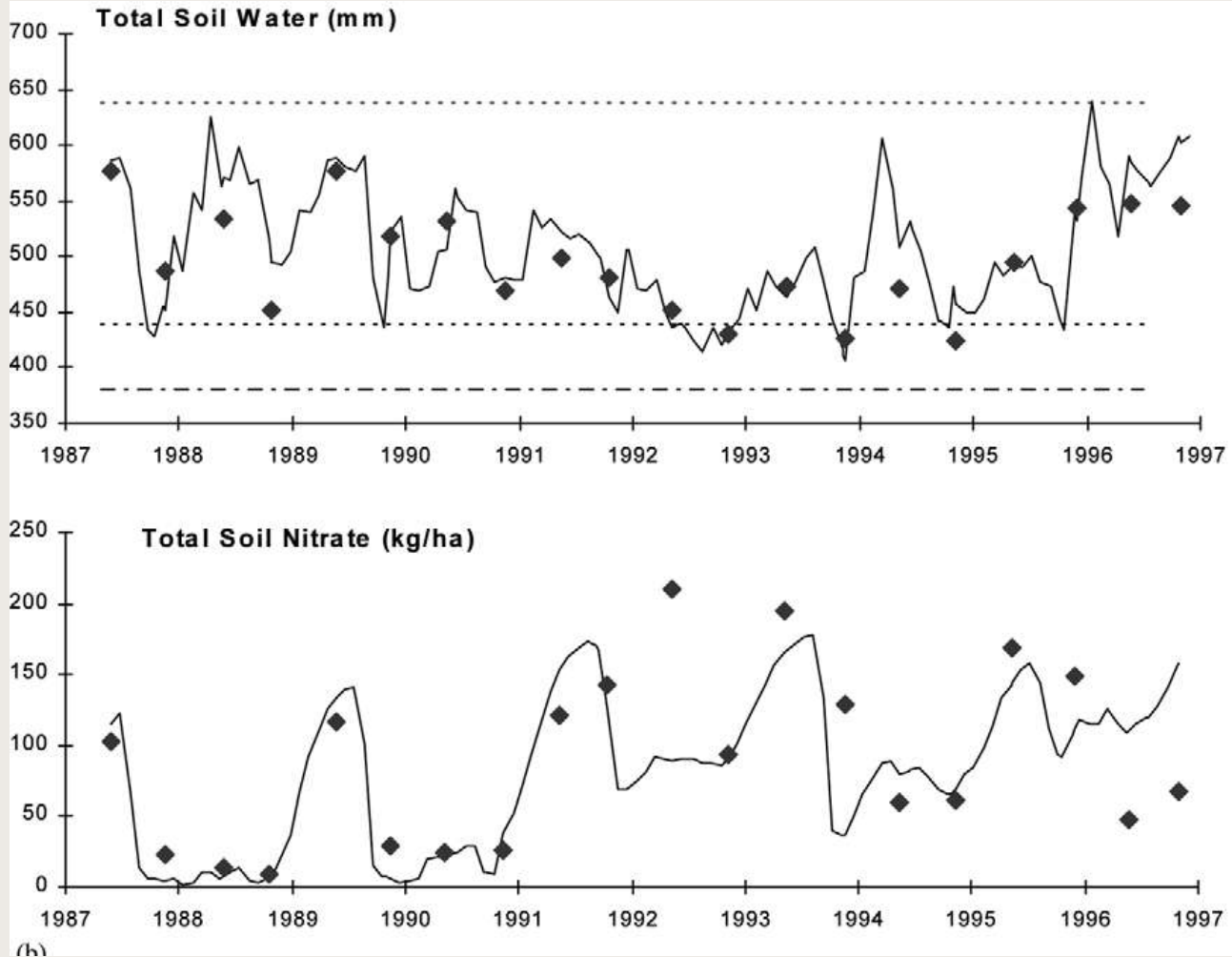


<http://www.icrisat.cgiar.org/what-we-do/agro-ecosystems/aes-rb-pigeonpea.htm>





Keating y col., (2003)-Europ. J. Agronomy 18:267-288



Keating y col., (2003)-Europ. J. Agronomy 18:267-288

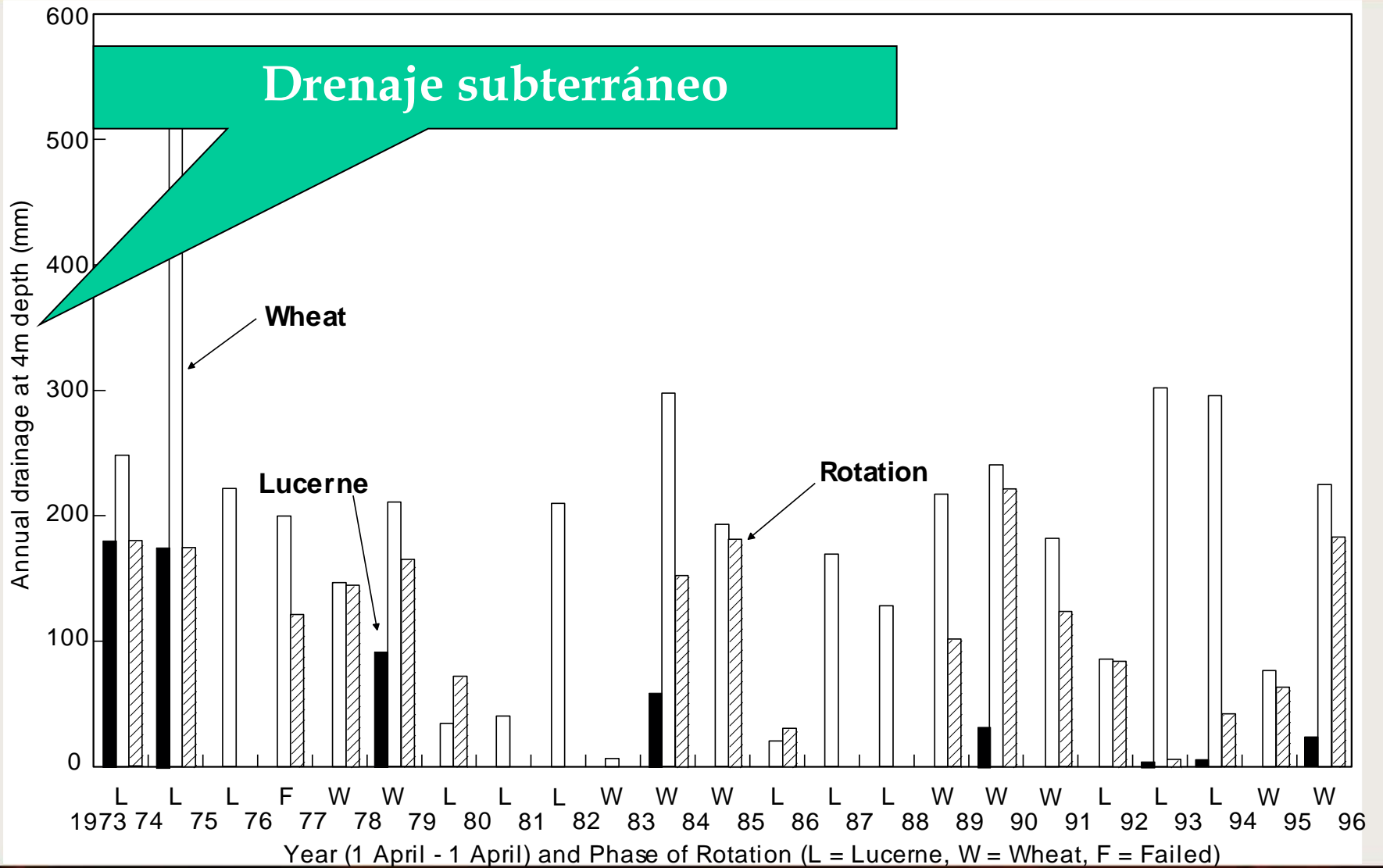
Drenaje subterráneo

Tabla 1. Comparación de balances de agua anual promedio simulados en un Red Kambosol en Wagga Wagga (1973-1996) para trigo continuo, forraje de alfalfa y una rotación de trigo/alfalfa de tres años

Sistema	Lluvia (mm)	Escorrentamiento (mm)	ET (mm)	Drenaje a 4m (mm)	Drenaje a 1m (mm)
Trigo	611	15	411	185	223
Rotación	611	15	507	89	181
Alfalfa	611	15	579	25	134

(Fuente: Dunin, Williams, Verburg & Keating 1999)

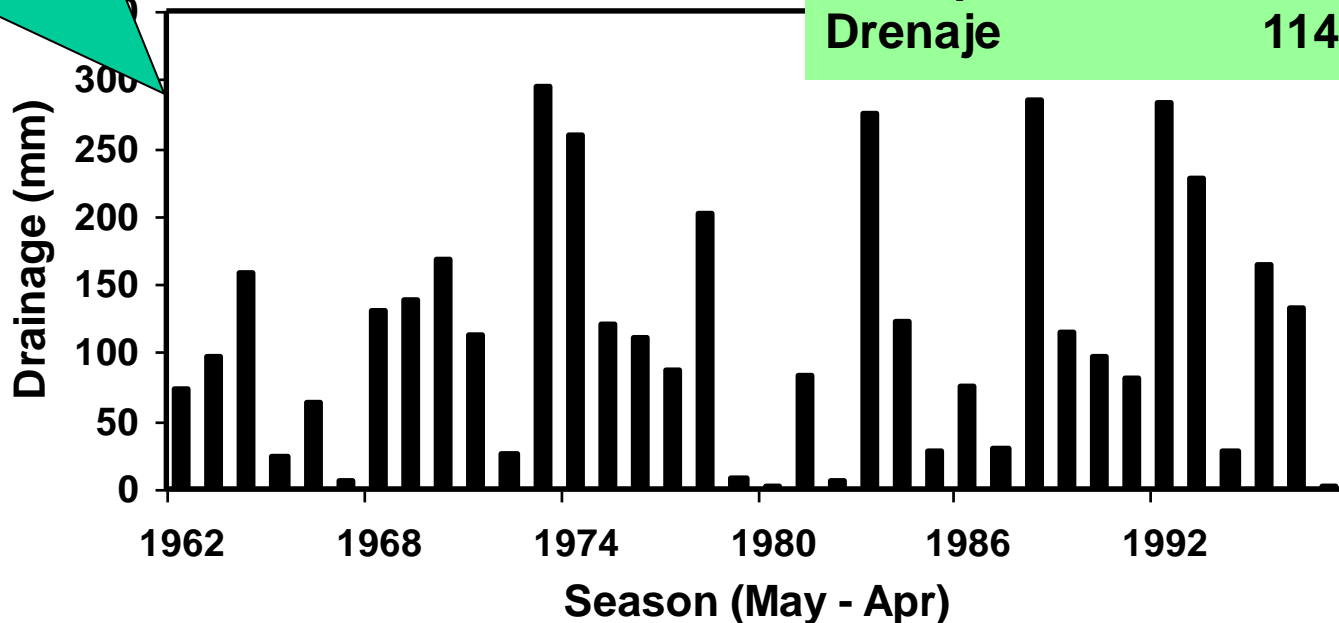
Drenaje subterráneo



Balance de agua promedio - trigo

Drenaje subterráneo

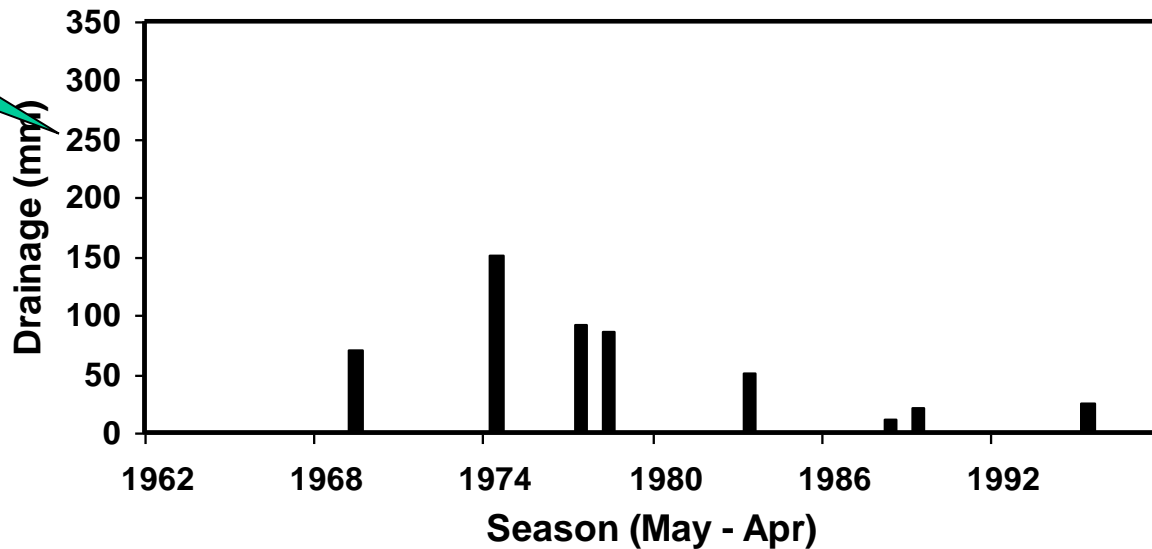
Lluvia	591 mm
Evaporación	278
Transpiración	202
Drenaje	114



De: Verburg, Keating and Smith et al. (1999)-RAAL Workshop Perth

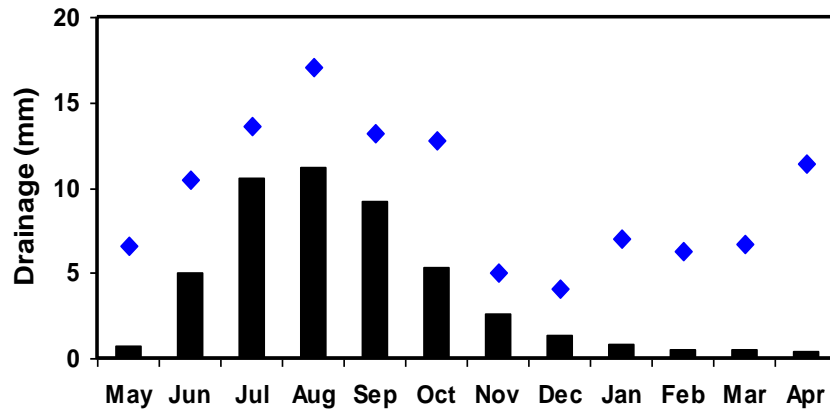
Drenaje subterráneo

	1°	2°	3°	CW
Lluvia	591	591	591mm	591 mm
Evaporación	336	269	303	278
Transpiración	290	314	212	202
Drenaje	81	14	16	114
Almacenamiento D	-116	-6	+60	

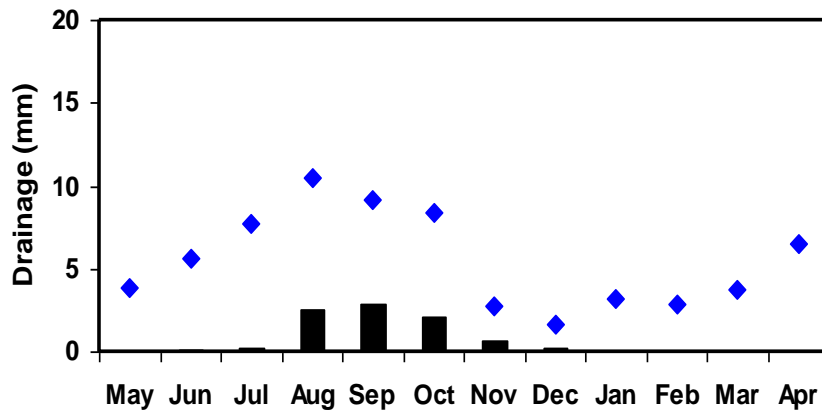


De: Verburg, Keating and Smith et al. (1999)-RAAL Workshop Perth

Patrón de drenaje



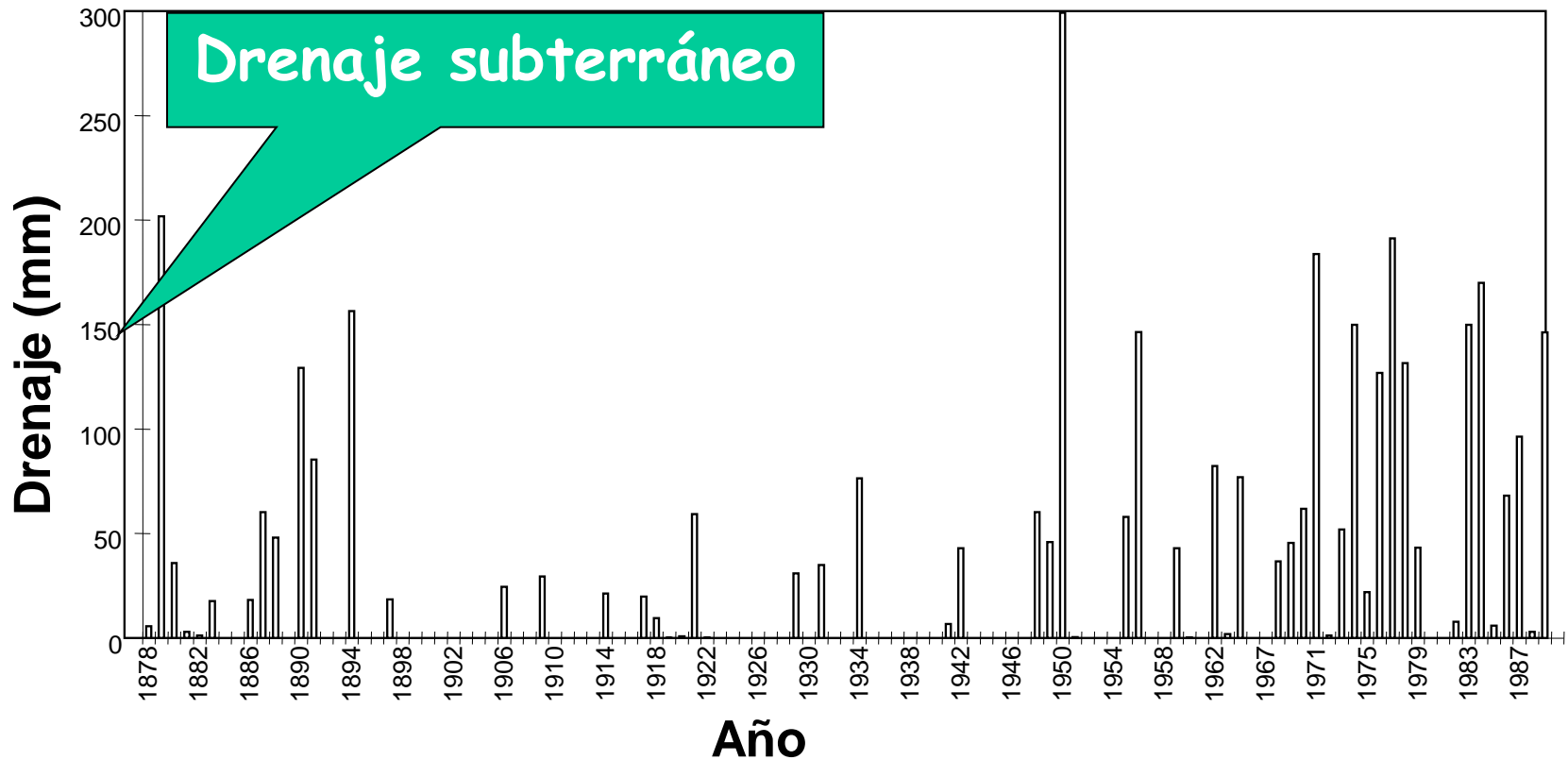
Trigo continuo



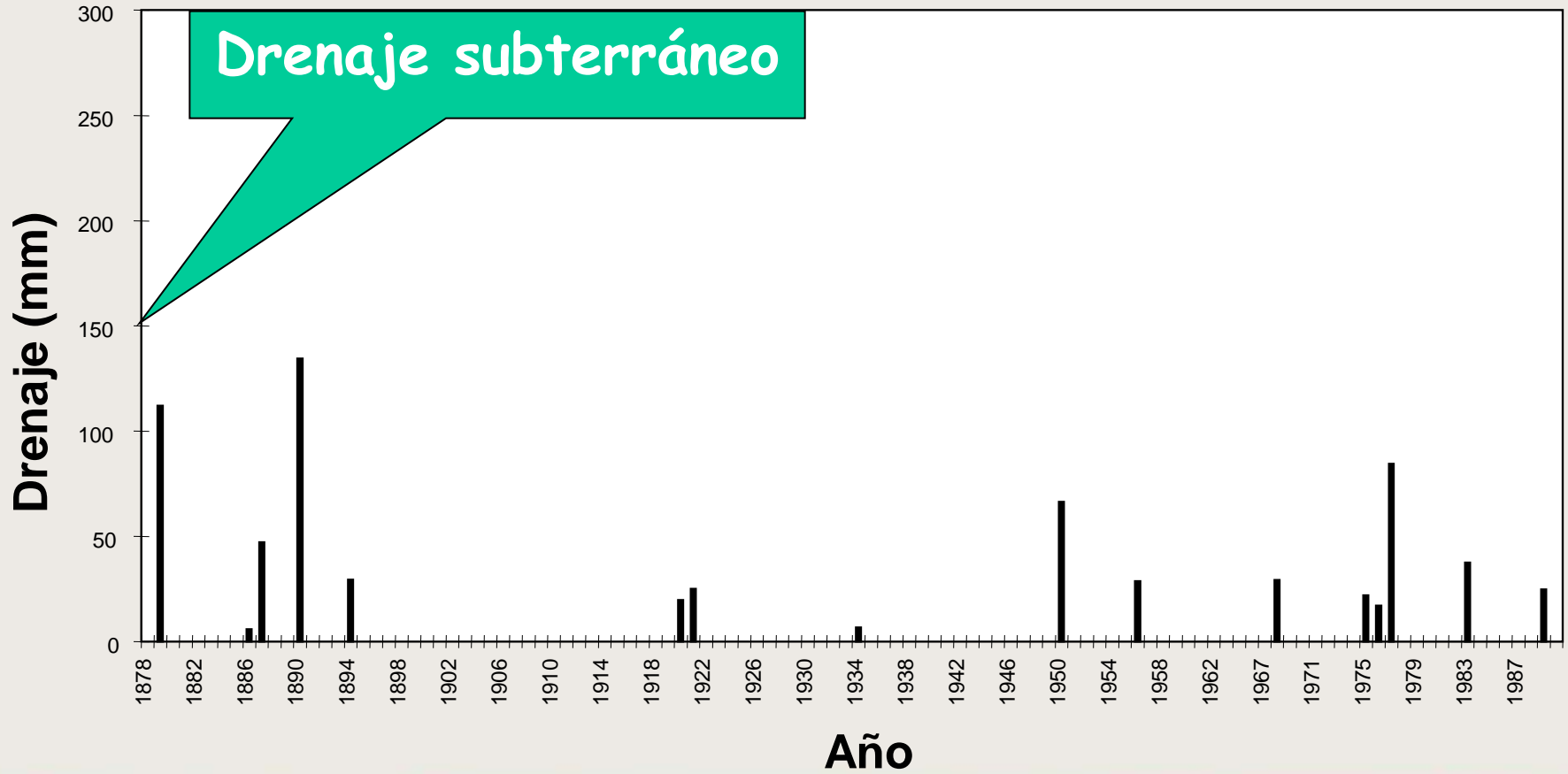
**Rotación con
alfalfa quitada
en diciembre**

De: Verburg, Keating and Smith et al. (1999)-RAAL Workshop Perth

Drenaje profundo simulado por 100 años en Gunnedah bajo una rotación de trigo/barbecho prolongado/sorgo (Cresswell & Keating, 1996)



Drenaje profundo simulado por 100 años en Gunnedah bajo una rotación oportunistista de trigo/sorgo



Almacenamiento de agua del suelo

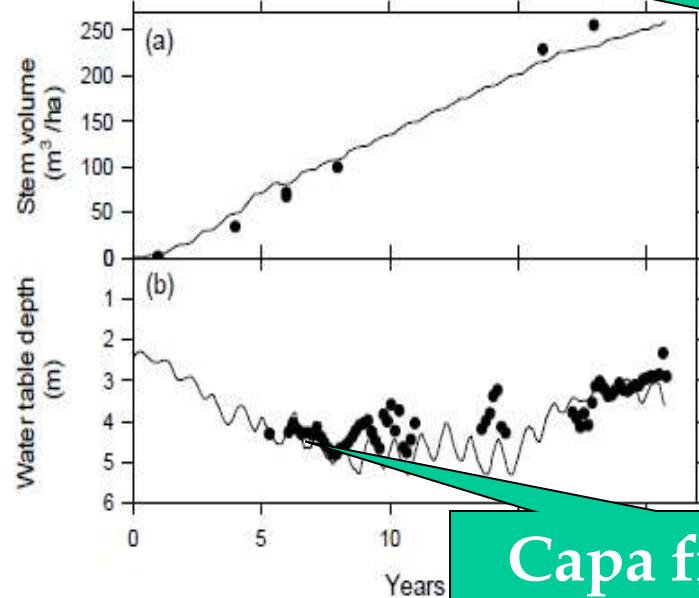


Figure 3. Stem volume (a) and water table depth (b) data for *E. grandis* grown over a shallow groundwater table at Kyabram. Observed data shown as symbols and simulations results as lines.

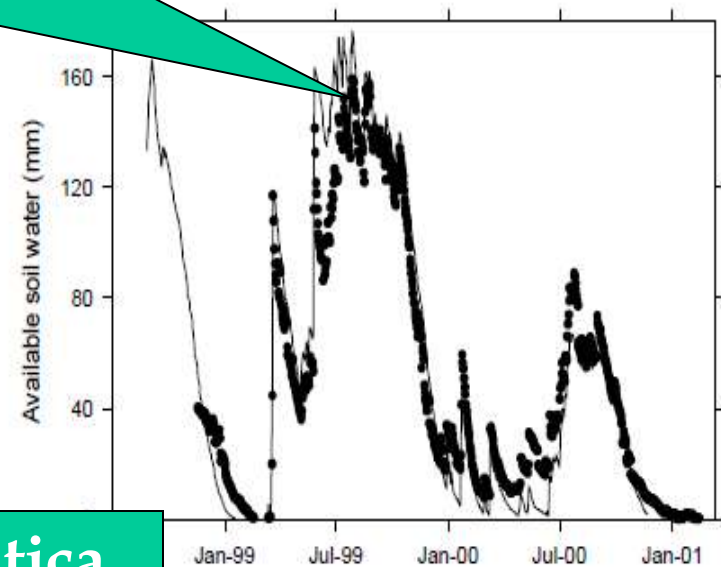


Figure 4. Data (symbols) and simulation results (lines) of plant-available soil water storage to a depth of 4.5 m at Moora under *Banksia* woodland.

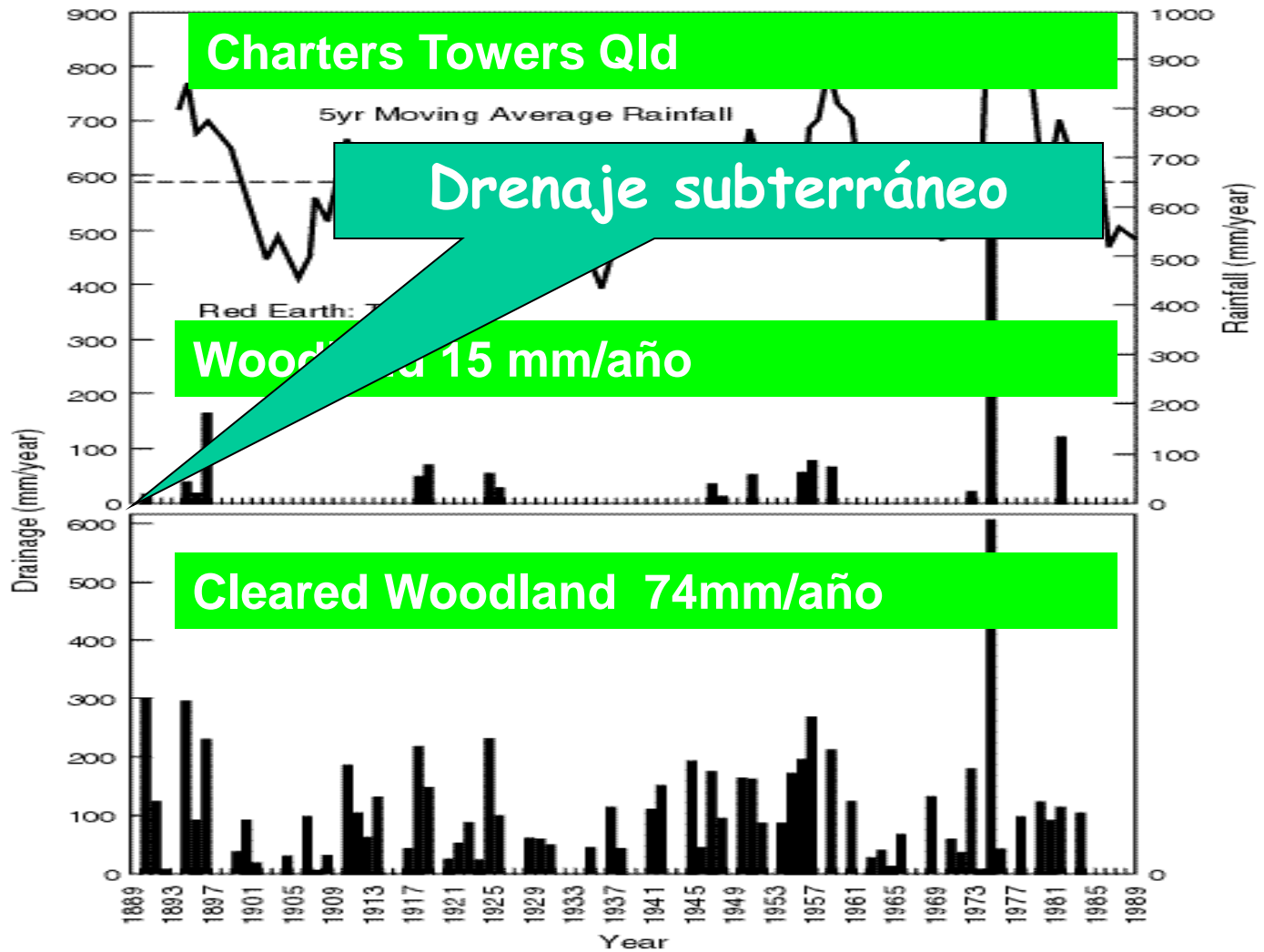
Integrating a Forest Modelling Capability into an Agricultural Production Systems Modelling Environment - Current Applications and Future Possibilities

S. L. Huisk^a, V. O. Snow^b and B. A. Keating^a

^a CSIRO Sustainable Ecosystems/LAPSRU, 120 Meiers Road, Indooroopilly, Brisbane Qld 4068, Australia. (mail_huisk@ese.csiro.au)

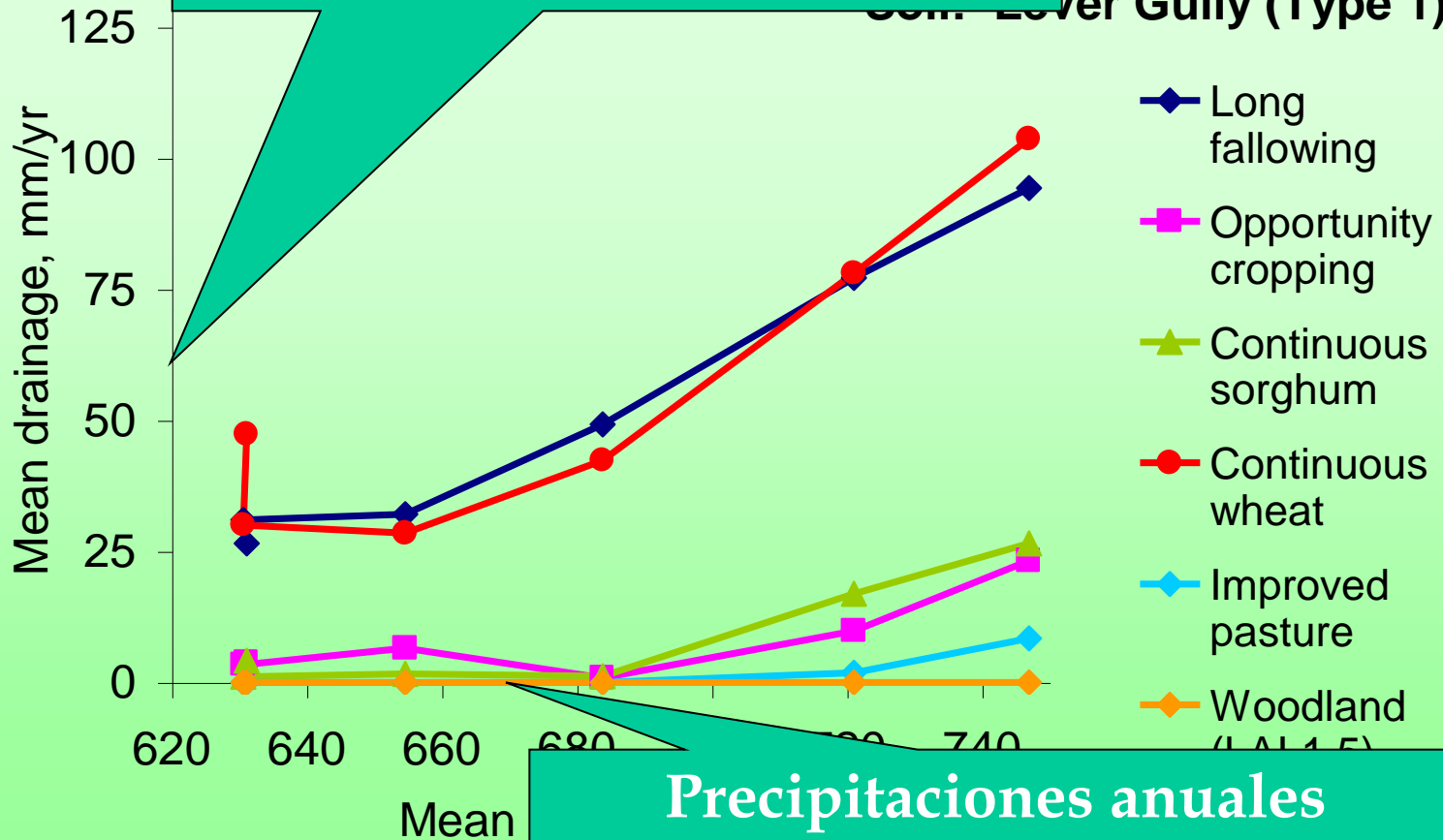
^b CSIRO Land and Water, GPO Box 1666, Canberra ACT 2601, Australia.





Drenaje subterráneo

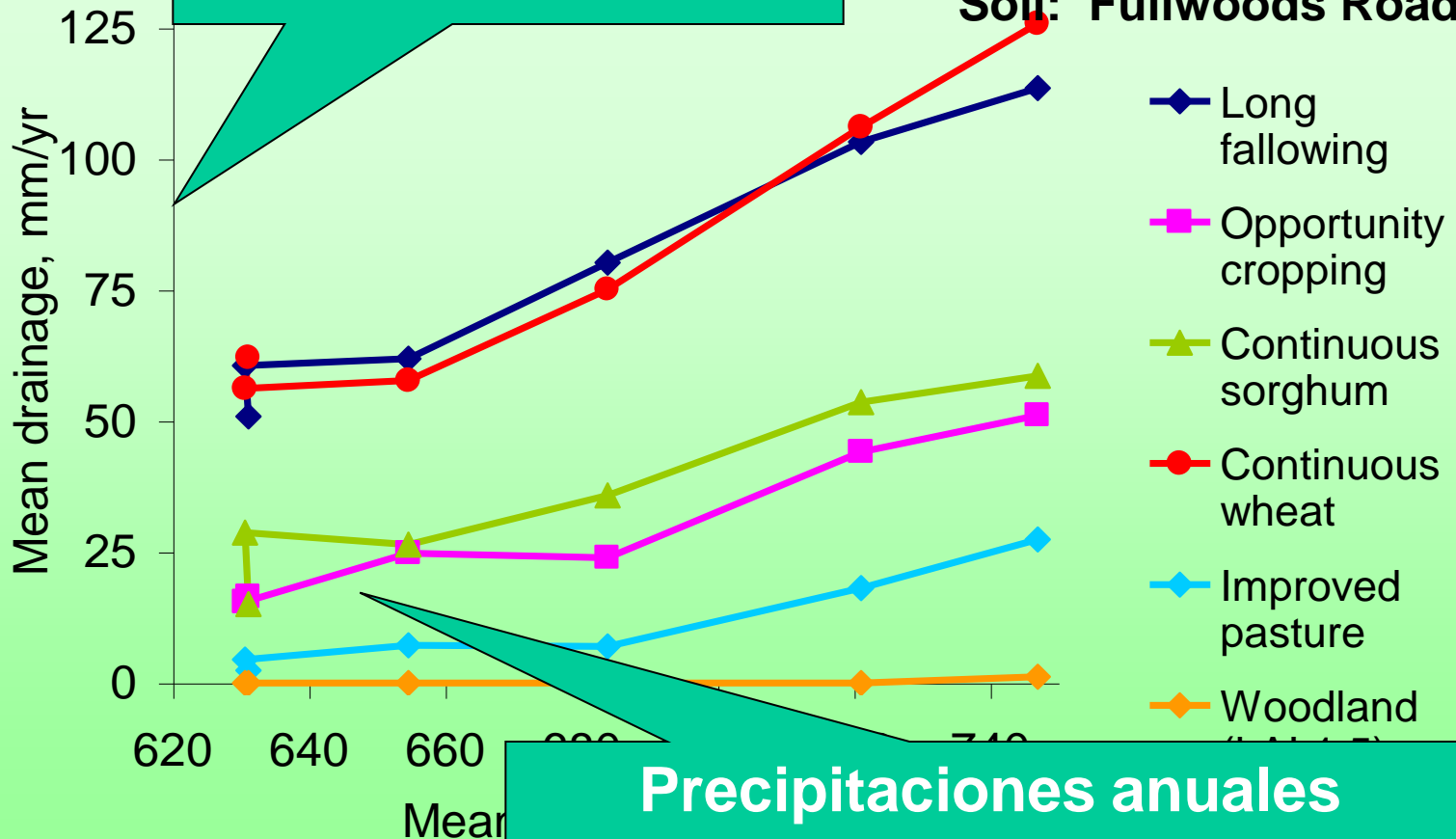
Soil Erosion Gully (Type 1)



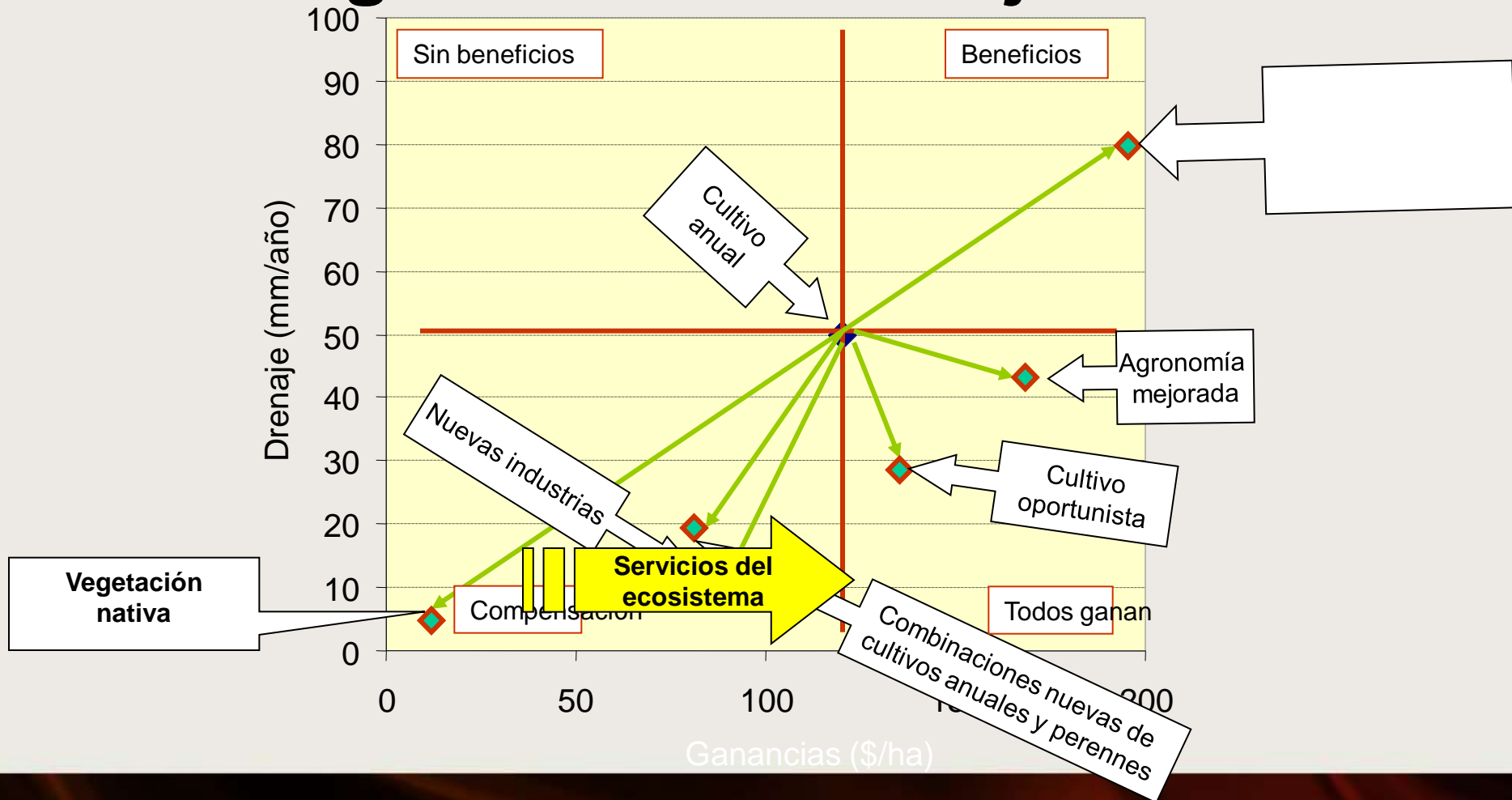
Precipitaciones anuales

Drenaje subterráneo

Soil: Fullwoods Road



Matriz ganancias - drenaje

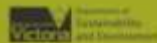


Department of
Sustainability and
Environment

LAND STEWARDSHIP



Ecosystem Services through
Land Stewardship Practices:
Issues and Options



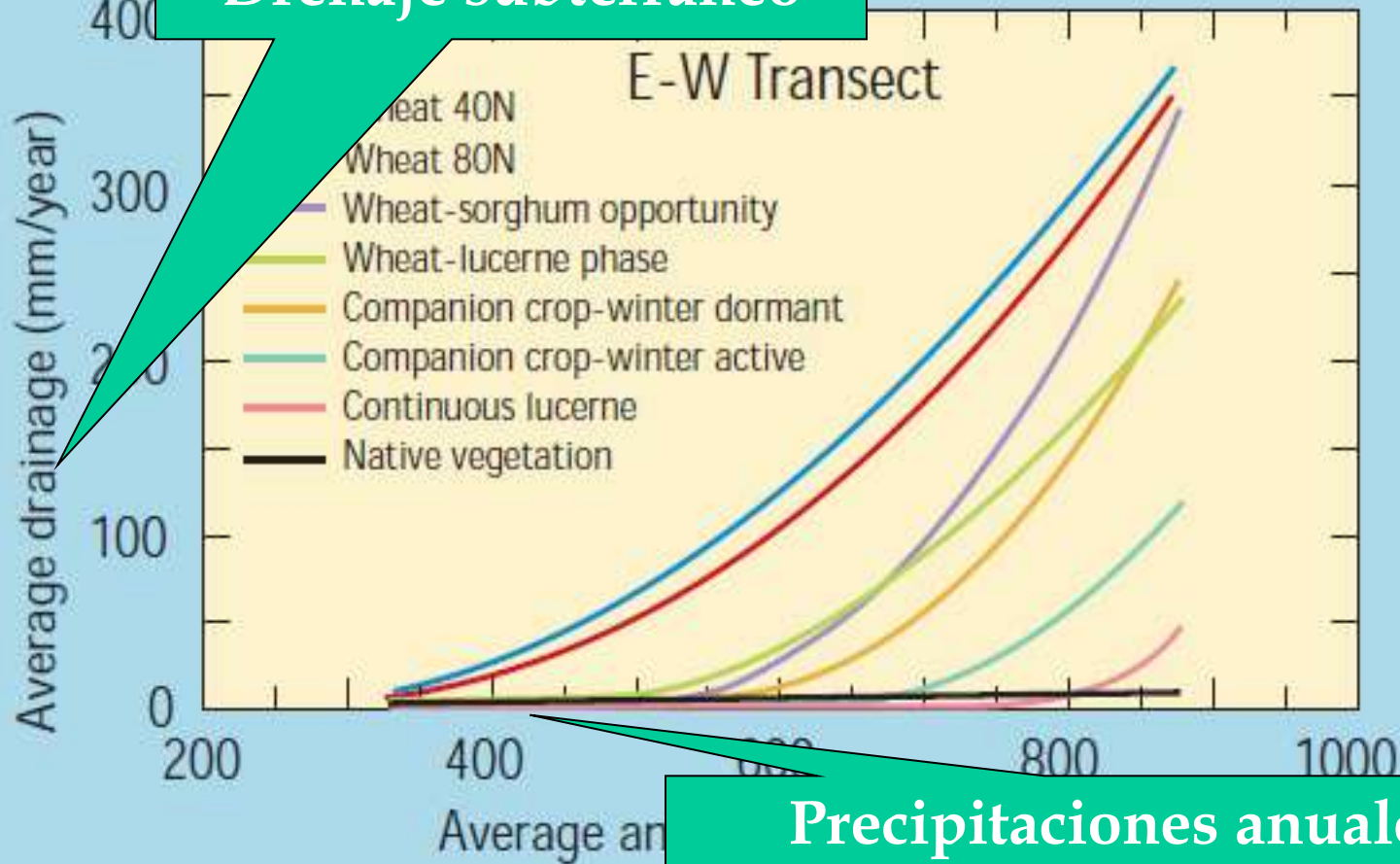
LAND STEWARDSHIP Market-like Policy Options



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



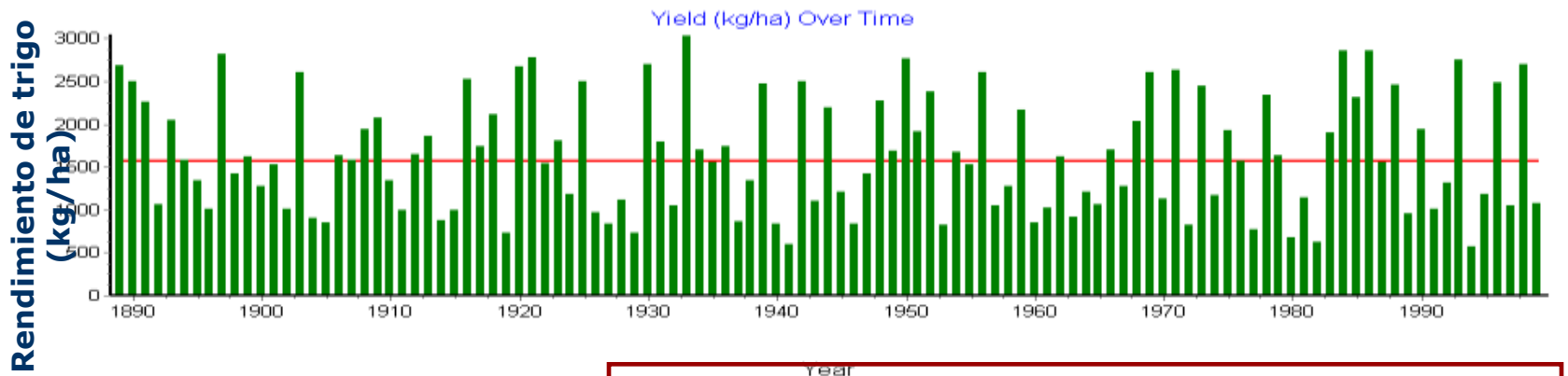
Drenaje subterráneo



Precipitaciones anuales

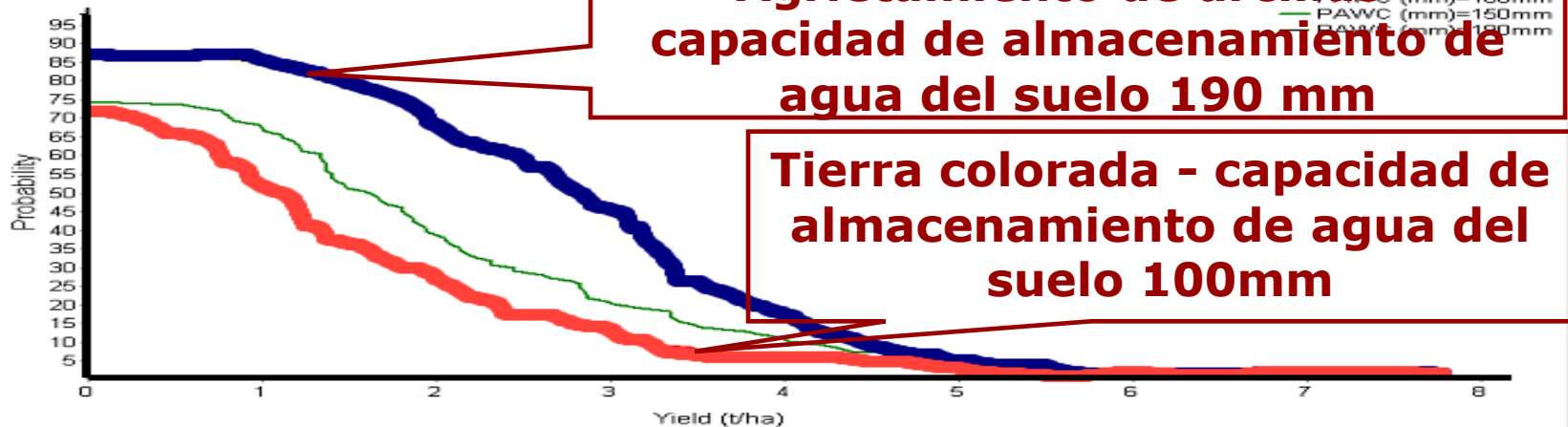
<http://www.clw.csiro.au/publications/general2003/revolution/index.html>

Rendimiento de trigo

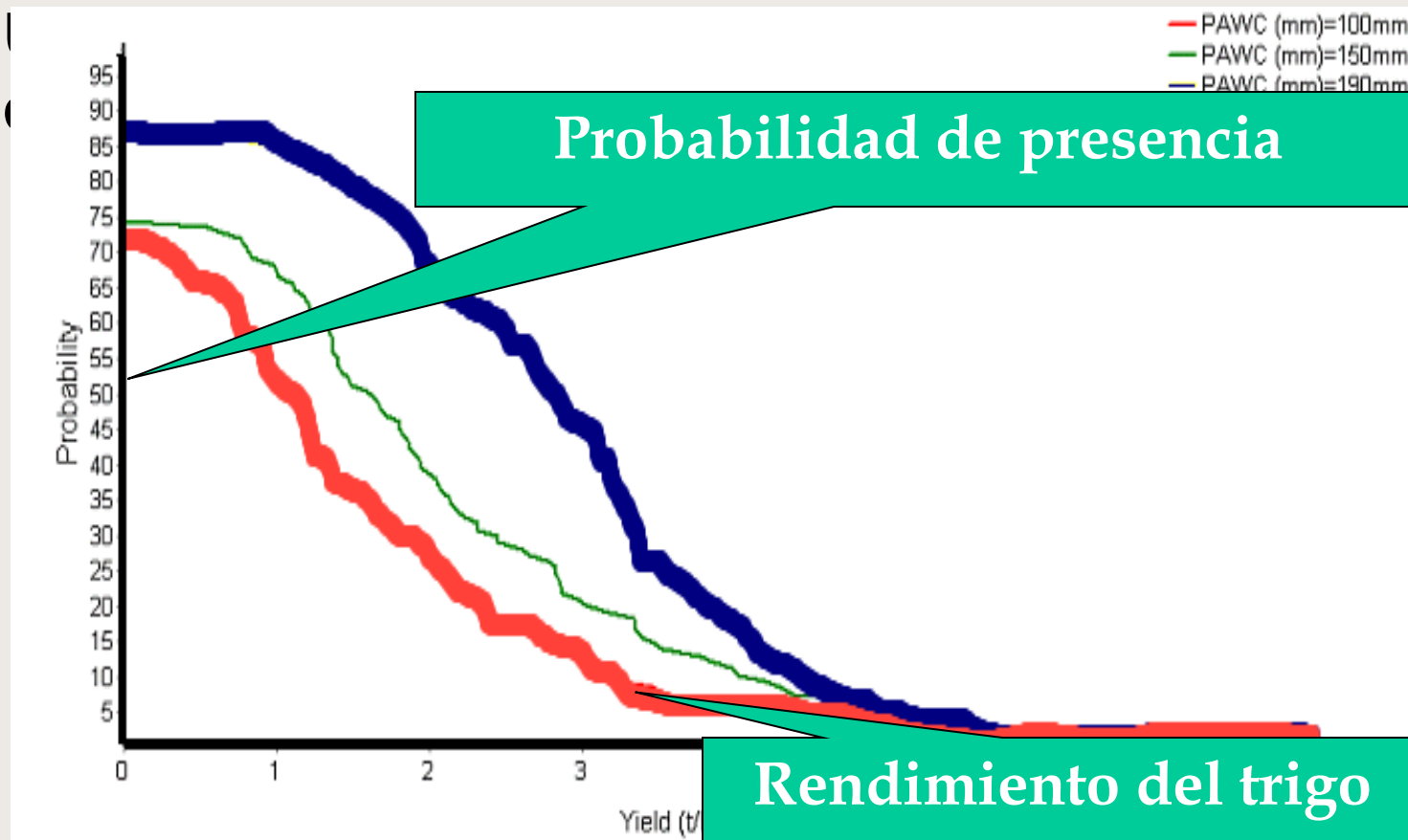



Agrietamiento de arcillas - capacidad de almacenamiento de agua del suelo 190 mm

Tierra colorada - capacidad de almacenamiento de agua del suelo 100mm



Valoración de riesgos de la agricultura de secano actual



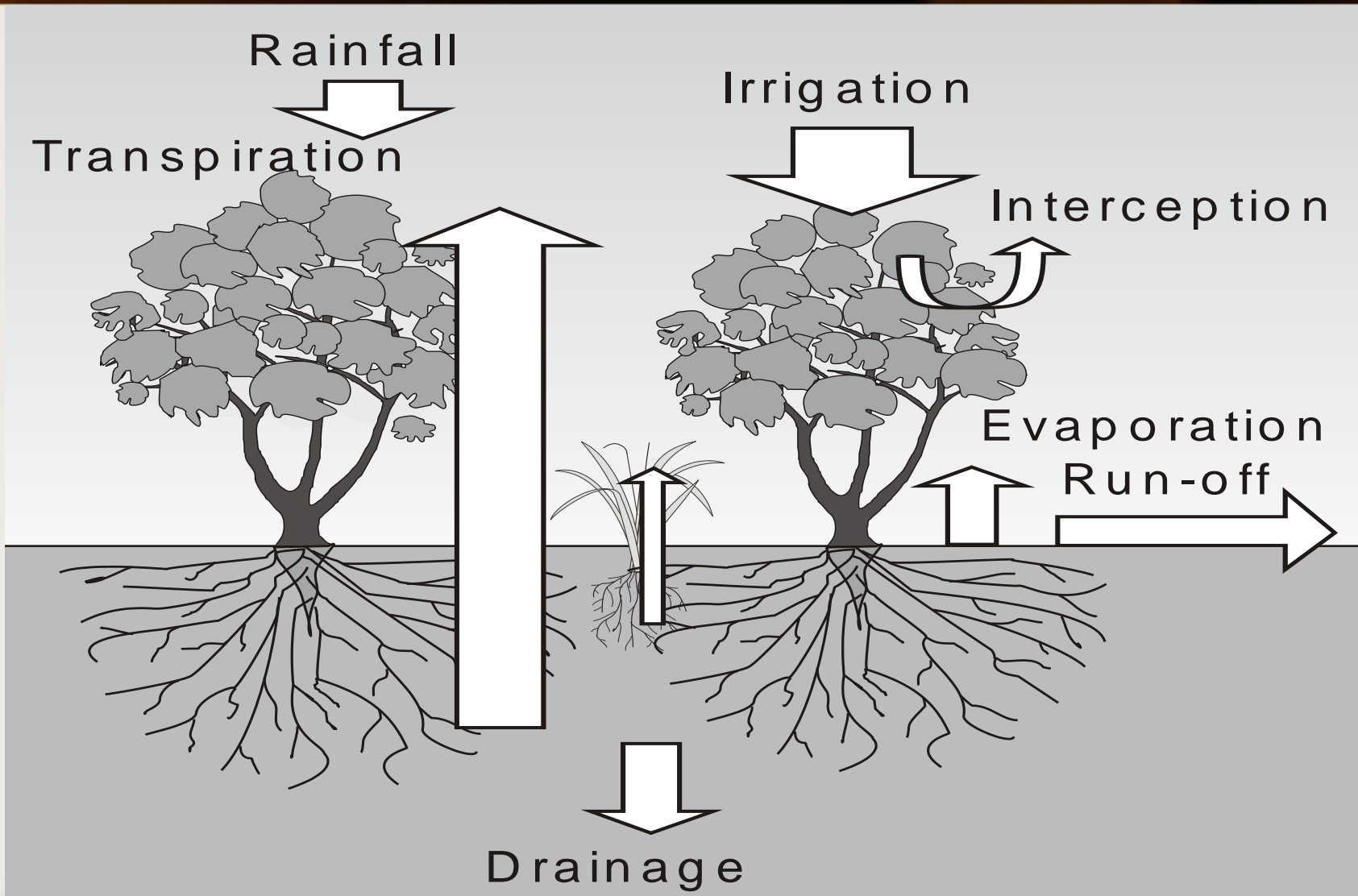
A cartoon illustration of a man in a grey suit, white shirt, and red tie, standing with his arms outstretched. He has a surprised or thoughtful expression. Above his head is a large, teal, cloud-like thought bubble containing the text. Three smaller teal circles lead from the man's head to the bubble. The background is a photograph of a rural landscape with rolling green hills, a line of trees, and a hazy sky.

**Conectar los flujos de los
agro-ecosistemas con los del
relieve**

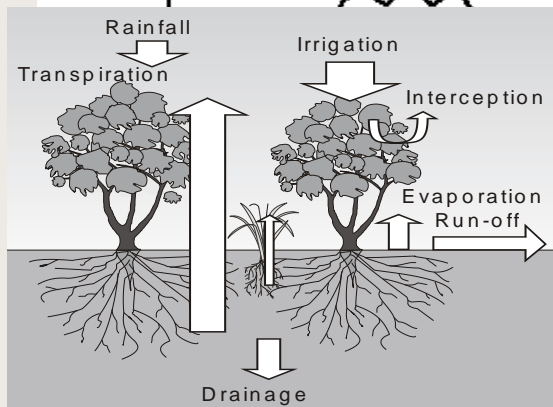
© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY WILLEM VAN AKEN



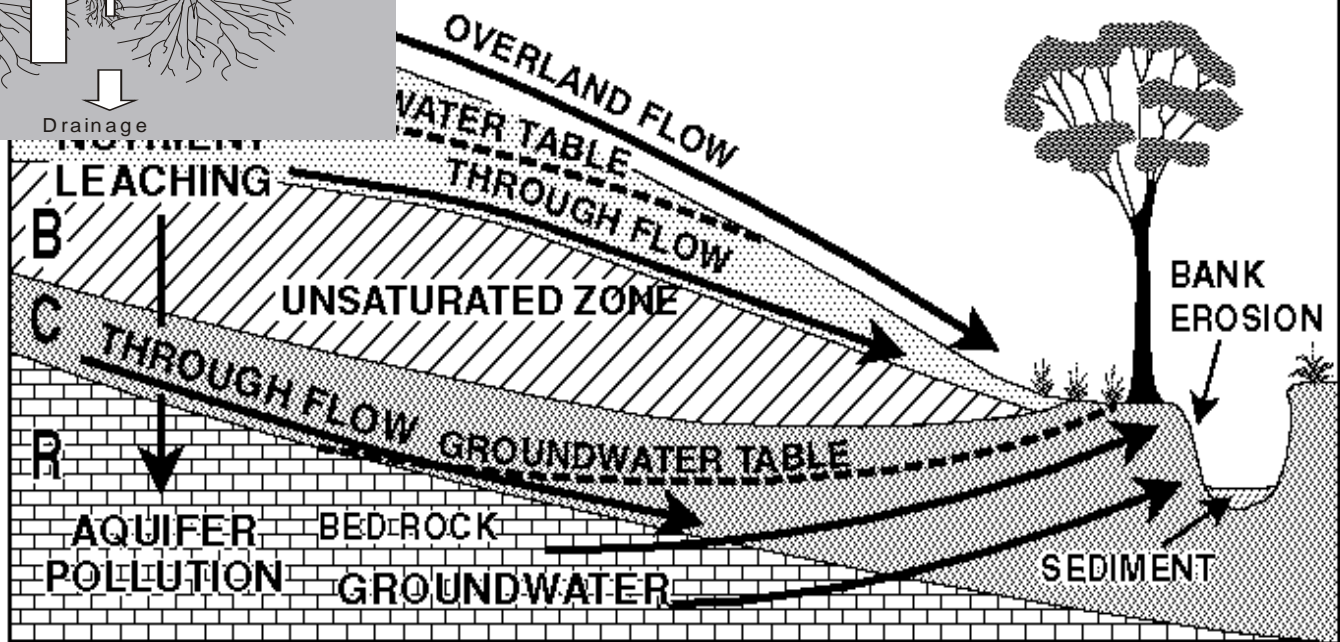
El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



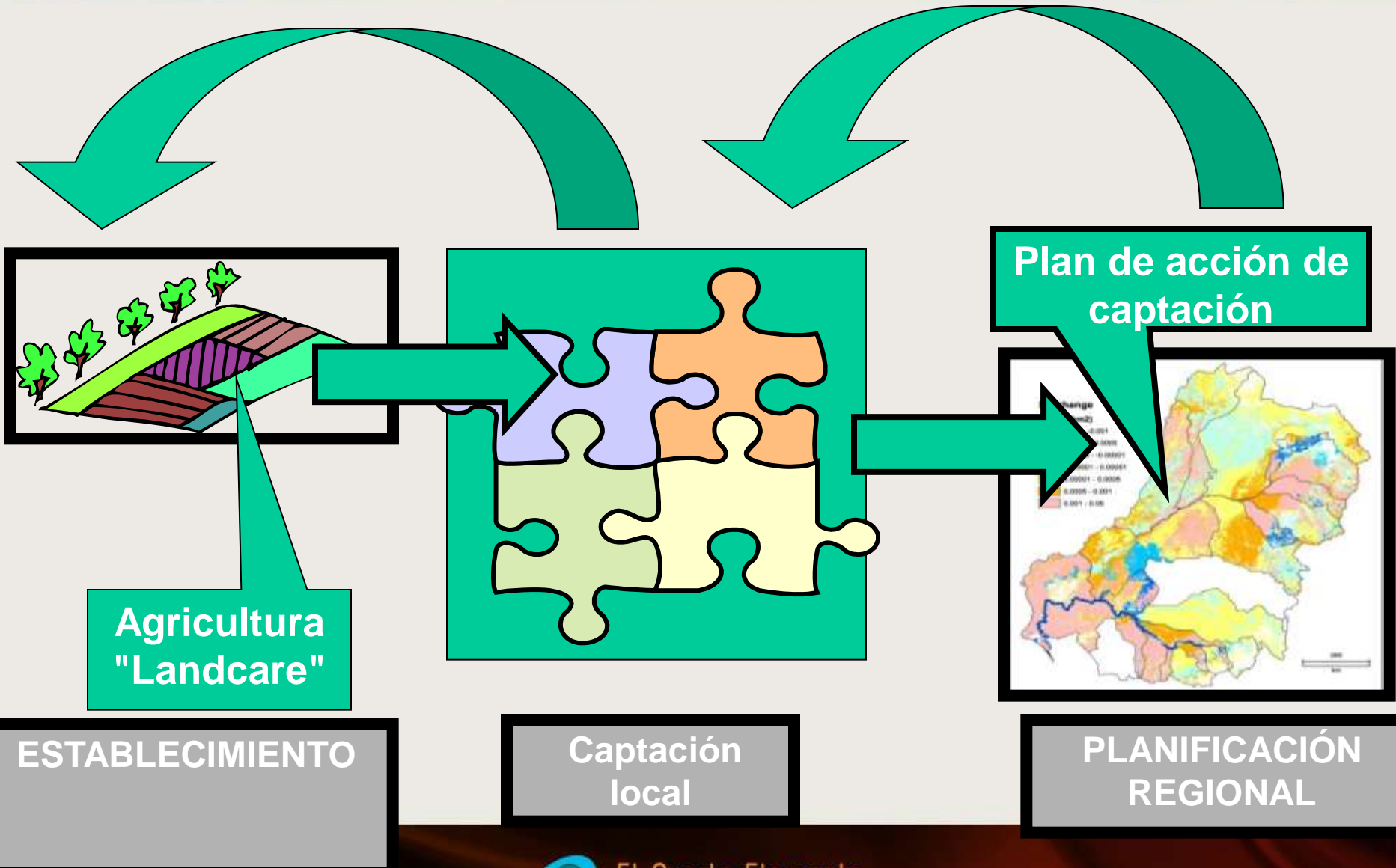
GENERALISED NUTRIENT TRANSPORT IN CATCHMENTS



NUTRIENT RETENTION & DIFFERENTIAL FLOW



Williams, figure 2.



Plan de acción de captación

Agricultura "Landcare"

ESTABLECIMIENTO

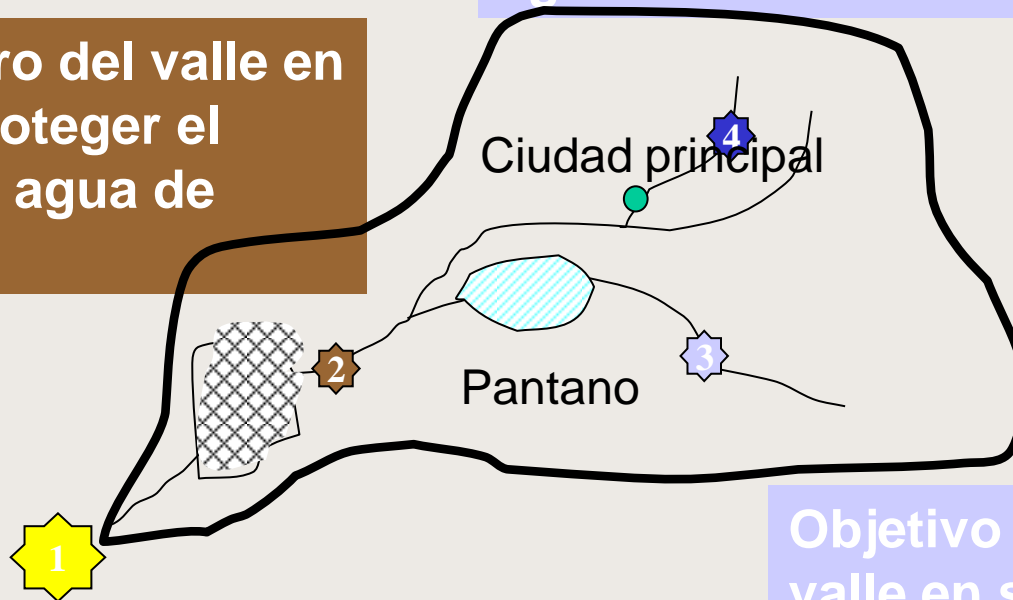
Captación local

PLANIFICACIÓN REGIONAL

Ejemplos de objetivos de captación

Objetivo dentro del valle en sitio 2 para proteger el suministro de agua de riego

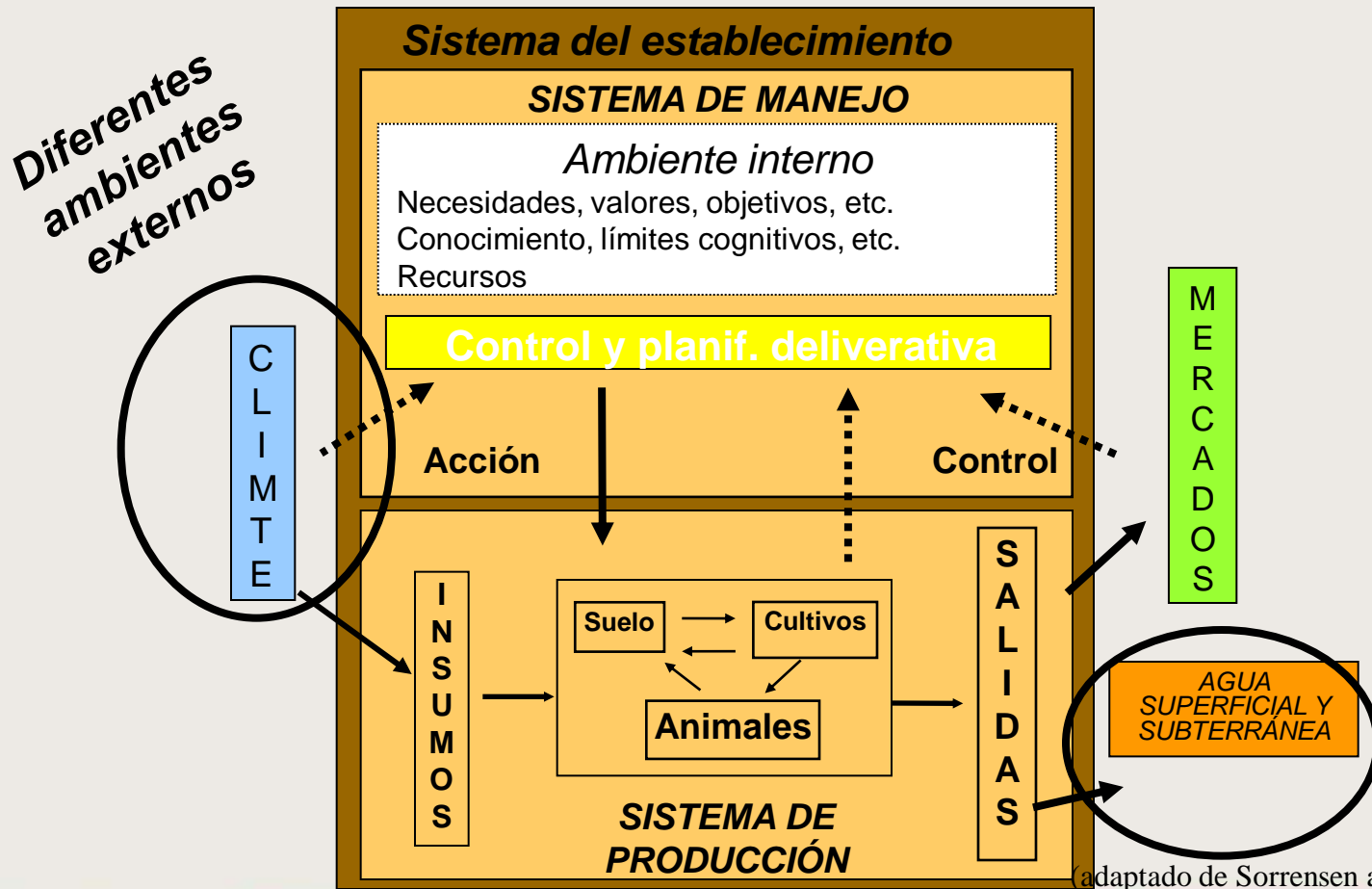
Objetivo dentro del valle en sitio 4 para proteger el suministro de agua de la ciudad



Objetivo dentro del valle en sitio 3 para proteger el ecosistema del pantano

Objetivo al final del valle en sitio 1 para proteger la salud de la cuenca

Práctica a campo y en el establecimiento



De McCown, 2

adaptado de Sorrensen and Kristensen, 1

Sistemas de mercados nacionales e internacionales
- instituciones, comercio, políticas del gobierno, etc.

Sistemas regionales
- infraestructura, comunidades

Sistema de captación

Biología

Hidrología

Sistema del

SISTEMA DE MANEJO

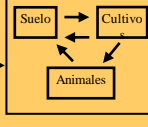
Ambiente interno
Necesidades, valores, objetivos, etc.
Conocimiento, límites cognitivos, etc.
Recursos

Control y planificación
deliberativa

Acción

Control

I
N
S
U
M
O
S

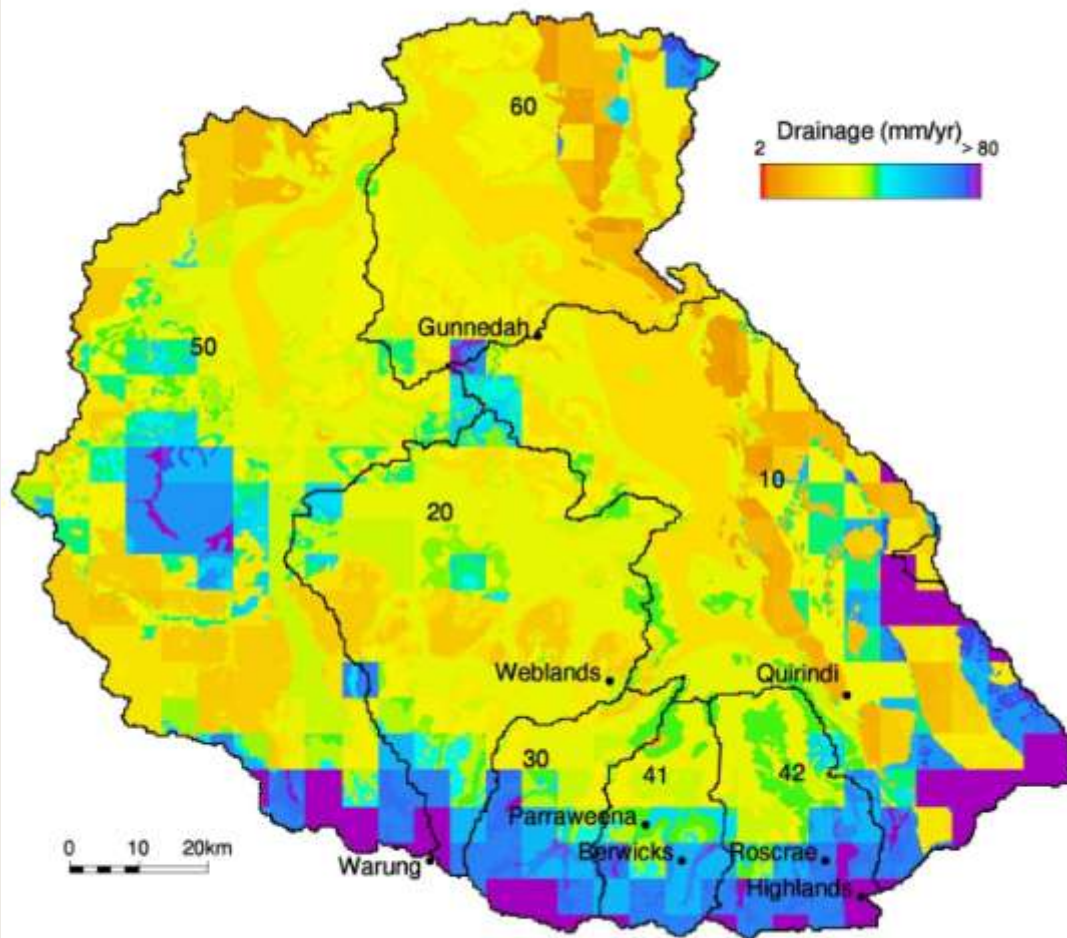


S
U
M
O
S

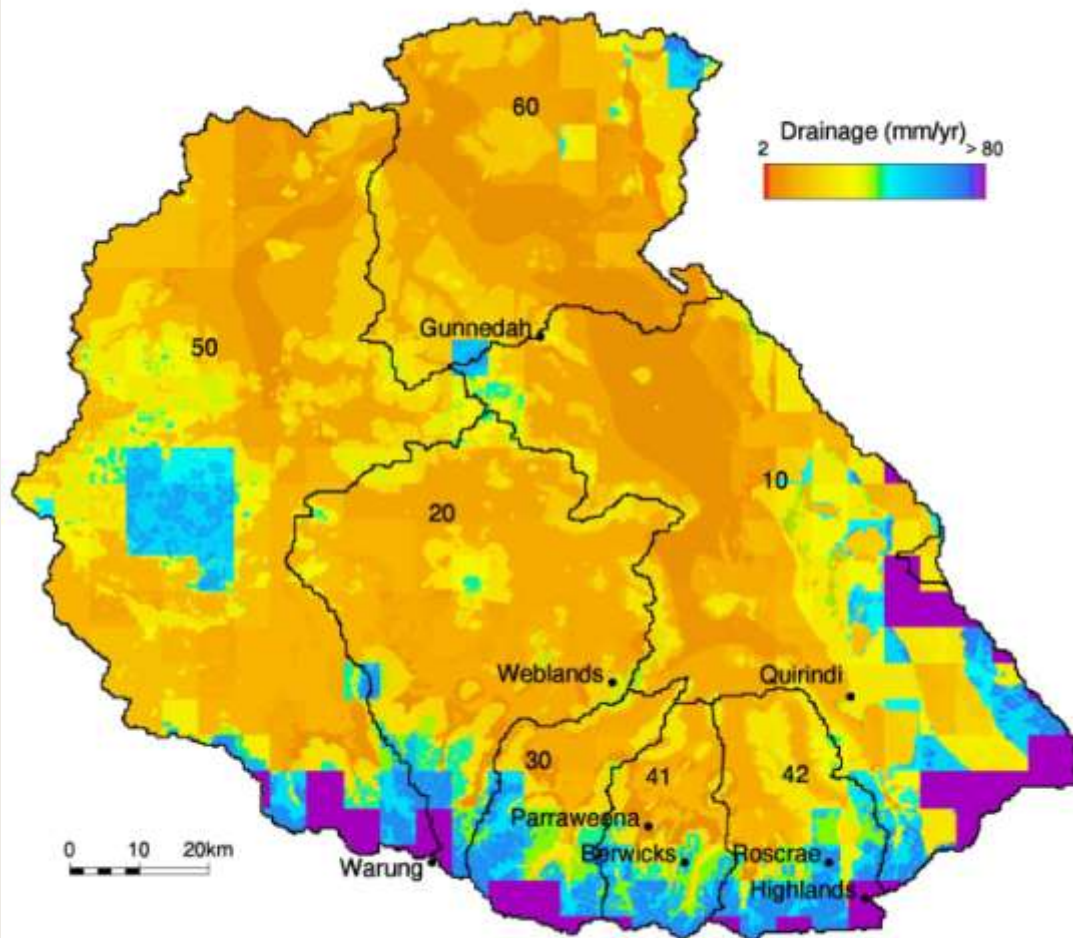
SISTEMA DE
PRODUCCIÓN



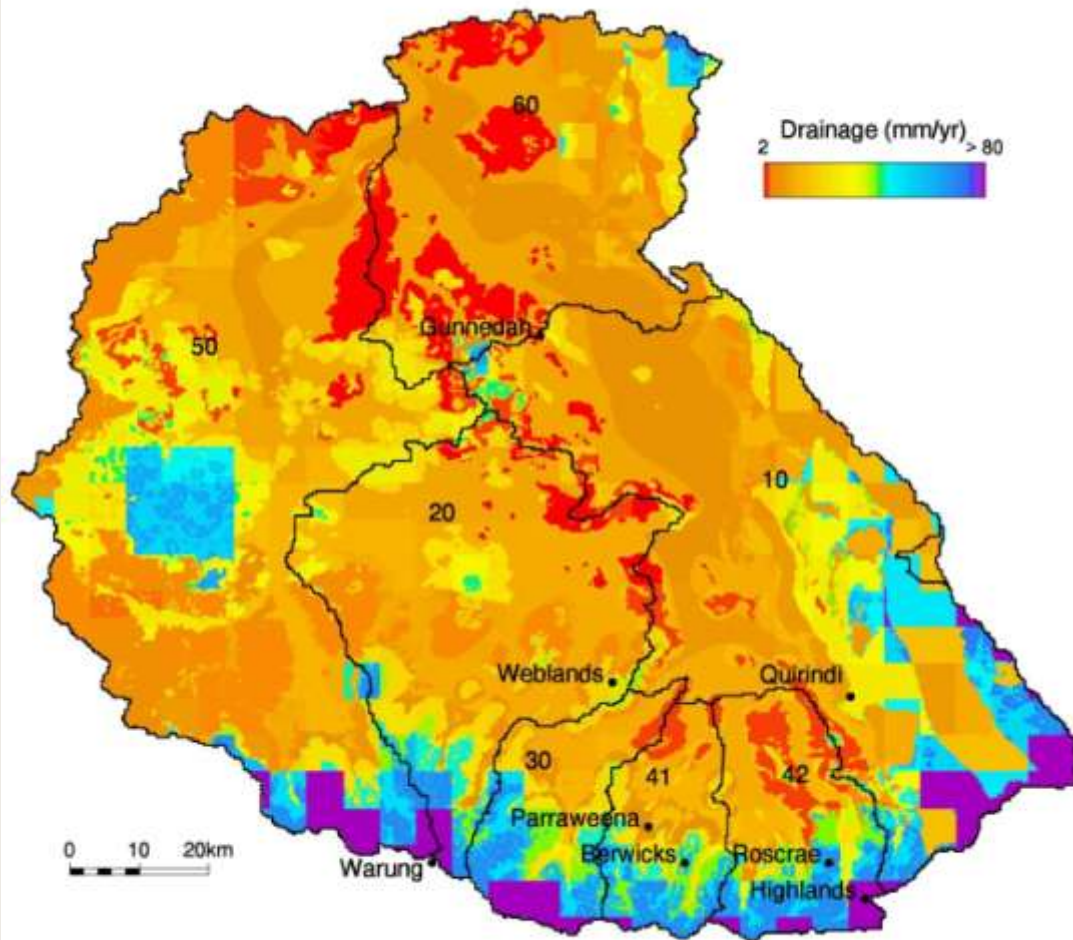




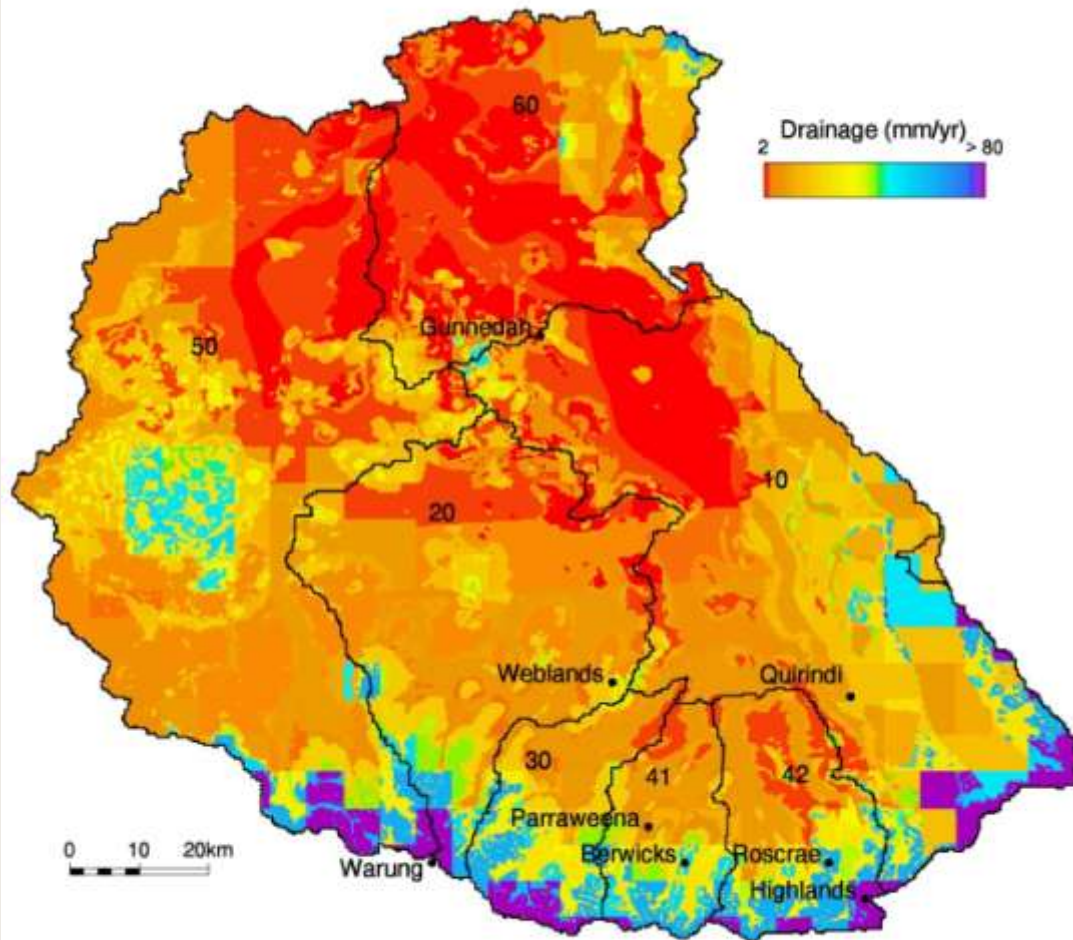
Drenaje estimado
anual promedio
con
uso de suelo
actual



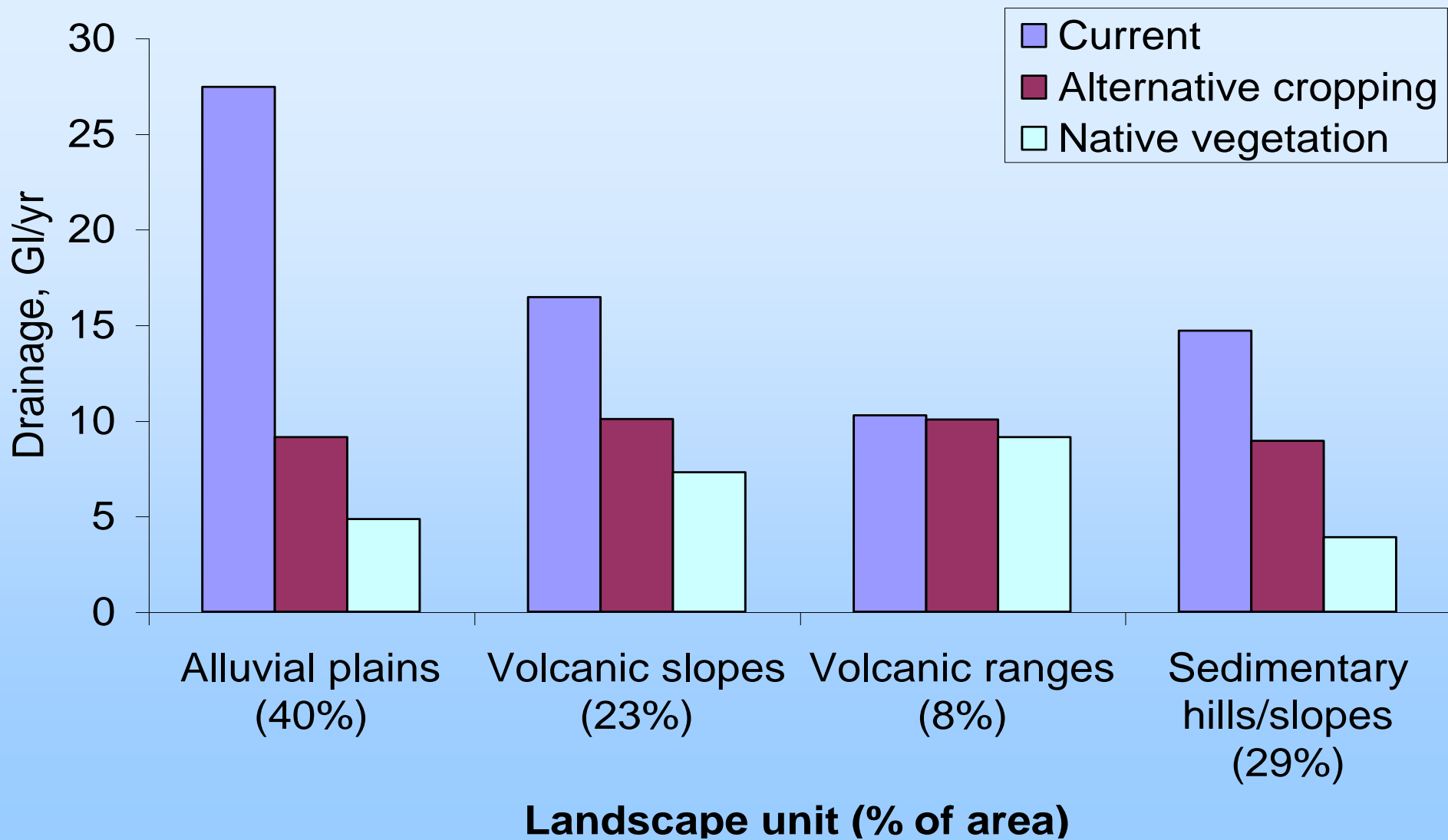
Drenaje
estimado
anual
promedio con
sistemas de
cultivo
alternativos
(cultivos oportunistas o
sorgo continuo)

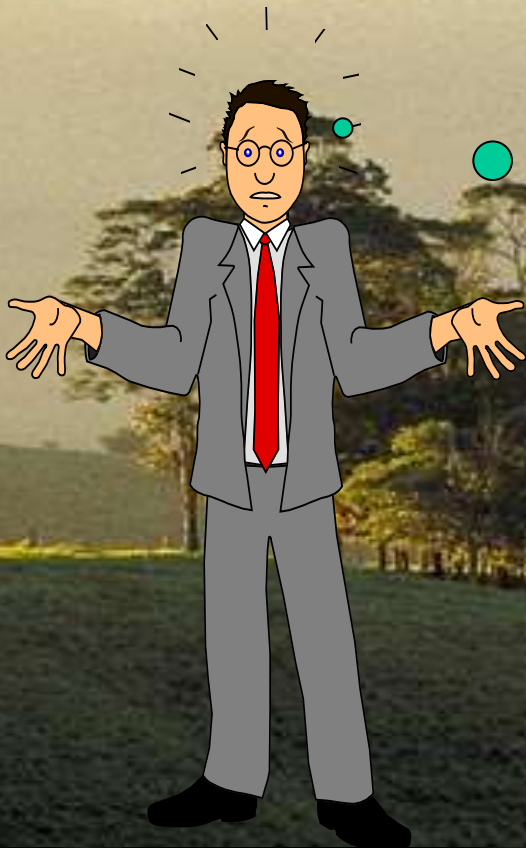


Drenaje
 estimado
 anual
 promedio con
 sistemas de
 cultivo
 alternativos
 +
 forestación en
 colinas y lomas
 sedimentarias



Drenaje
estimado anual
promedio con
vegetación
nativa





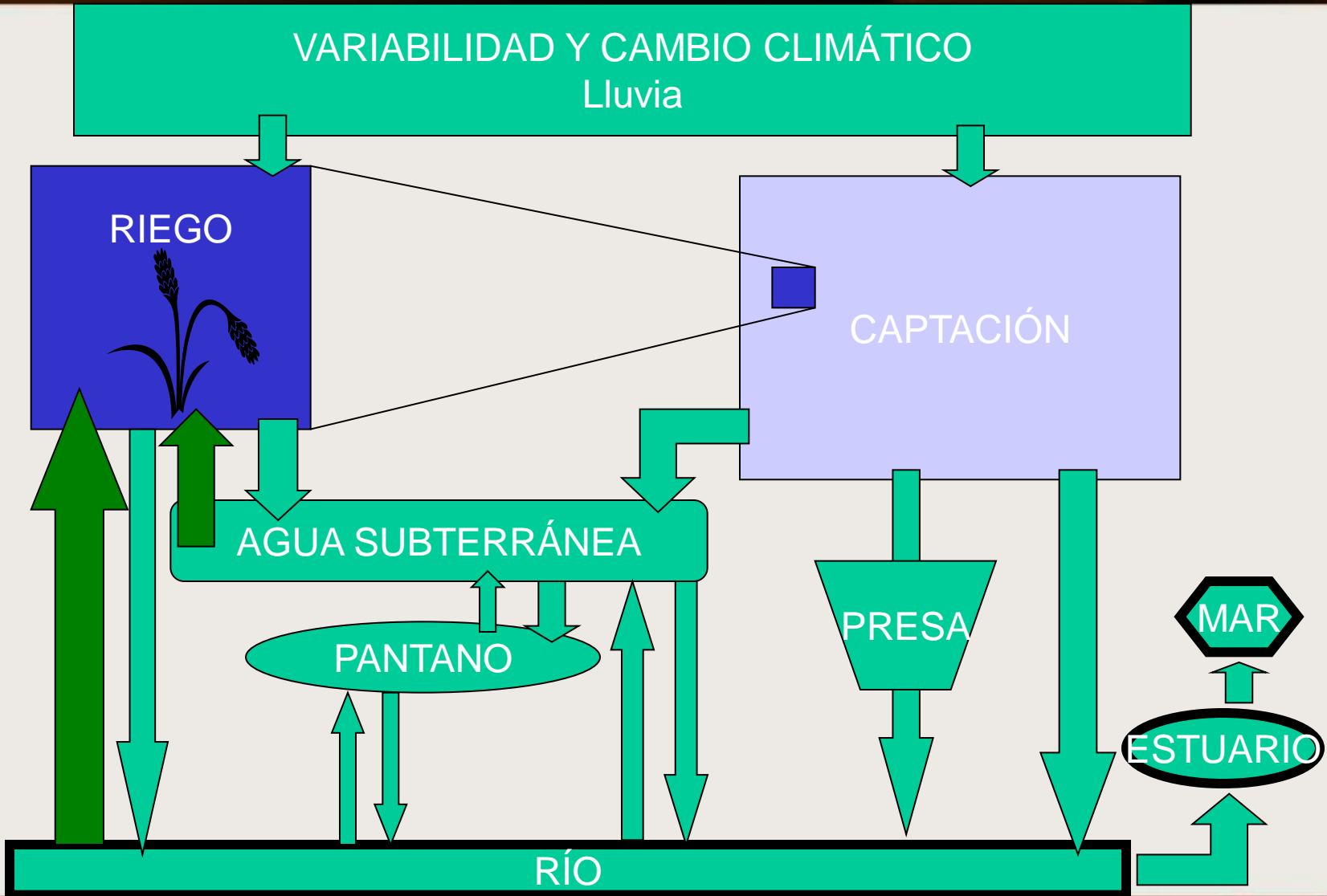
**Conectar los flujos de
los agro-ecosistemas
con los del relieve**

© CSIRO LAND AND WATER
PHOTOGRAPHY BY WILLEM VAN AKEN



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid





Tension between water extraction and water for river health



CSIRO LAND and WATER



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid



© W van Aken, CSIRO



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid

Servicios del ecosistema

"... las condiciones y los procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los forman, sostienen y llenan la vida humana"

Daily (1997)

Servicios del ecosistema



¿O?



Polinización como servicio del ecosistema

las plantas nativas producen **néctar**



las **abejas** se alimentan del néctar



las abejas **polinizan** los cultivos sin costo alguno para los productores



girasol
alfalfa
trébol
calabaza
cereza
manzana
pomelo
ciruela
damasco

Todos >70% dependientes de polinizadores

VALOR DE LOS PRODUCTOS: \$1.2b pa

La forma futura de la agricultura sustentable



COMMODITY	BUSINESS SHARE %	CLIENT
WHEAT	40	WORLD MARKET
WOOL	15	WORLD MARKET
TIMBER	10	PULP WOOD, BIOMASS ENERGY, SPECIALTY TIMBER
CARBON CREDITS	7.5	STEEL MILL
SALINITY CREDITS	7.5	COST SHARING FOR CATCHMENT MANAGEMENT
WATER SUPPLY MANAGEMENT	15	WATER SUPPLY COMPANY
BIODIVERSITY CREDITS	5	PUBLIC/PRIVATE TRUSTS





"... de las pequeñas cosas crecen cosas grandes"



El Cuarto Elemento
XVIII Congreso Aapresid