



# Adaptación al Cambio Climático: Experiencias y reflexiones

*Roberto Quiroz*

**La Ceiba, Junio 22, 2017**

# Contenido

- Cambio climático y Agricultura
- Elementos críticos para la ISSA Familiares
- Explorando sinergias entre saberes
- Reflexiones y retos

# I. Cambio climático y agricultura

- El cambio Climático



- Los eventos extremos



- El desafío y la solución propuesta



## II. Elementos críticos para ISSA Familiares

- Conocimiento de los sistemas, credibilidad, confianza (Sinergia entre saberes/ciencias)
  - Holístico, participativo, inclusivo, orientado a la acción
  - Portafolio de opciones tecnológicas, probadas
    - Seguridad alimentaria y nutricional
    - Generación de empleo e ingresos
  - Análisis cuantitativo de las opciones tecnológicas
  - Asistencia técnica de calidad (agricultor-agricultor ?)
  - Crédito oportuno y flexible
  - Papel definido del sector privado– ONGs, agroindustrias, agroexportadores
- 
- Algunos resultados
- 
- Métricas para estimar sostenibilidad

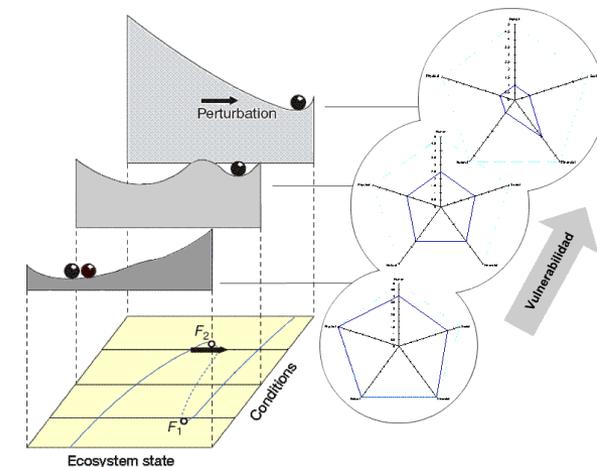


# III. Explorando sinergias entre saberes

- Pronósticos climáticos locales: ciencia y retos 
- Estrategias locales para enfrentar amenazas climáticas 
- Ciencia e innovación para ISSA: ejemplos 
- Modelos matemáticos: evaluando el impacto de cambios climáticos 

## IV. Reflexiones y retos

- La experiencia indica que los sistemas de producción familiar pueden producir más alimento y de mejor calidad de una manera eficiente y amigable con el ambiente, en condiciones cambiantes de clima
- Para enfrentar futuros retos impuestos por un clima cambiante se requiere de una evaluación formal del saber local y, desde la ciencia formal, llenar los vacíos de conocimiento, tecnologías e innovaciones
- La ISSA Familiares en un clima cambiante va a requerir de la agricultura de precisión. Puede FONTAGRO liderar un análisis integral de su viabilidad?
- La única manera conocida para evaluar el impacto esperado de la variabilidad y cambio climáticos en la agricultura es con el uso de la modelación de procesos.





# CIP

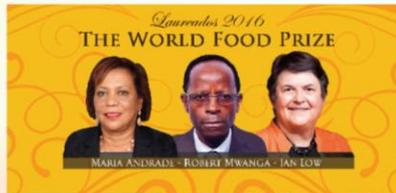
CENTRO  
INTERNACIONAL  
DE LA PAPA

UN CENTRO DE INVESTIGACION DEL CGIAR

# MIL MILLONES DE PERSONAS

comen papa en más de  
140 países en todo el mundo

## Laureados 2016



El Premio **World Food Prize** es otorgado a científicos del CIP

Lima  
PERU



45 años con sede en Lima, Perú



3<sup>er</sup>

## PAPA

El cultivo más importante



6<sup>to</sup>

## CAMOTE

cultivo más importante en el mundo

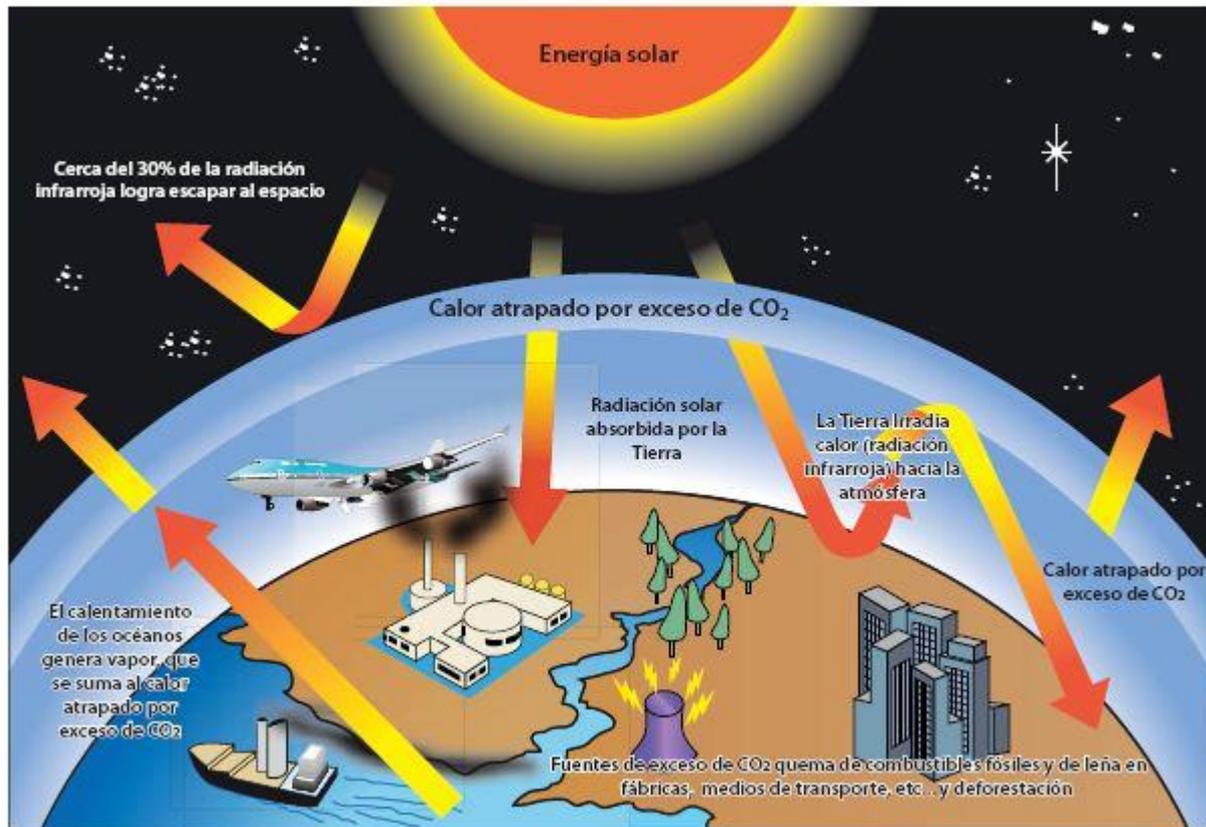
Presencia Global  
Proyectos en **23** países

Oficinas en **18** países



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN SOBRE Raíces, Tubérculos y Banano

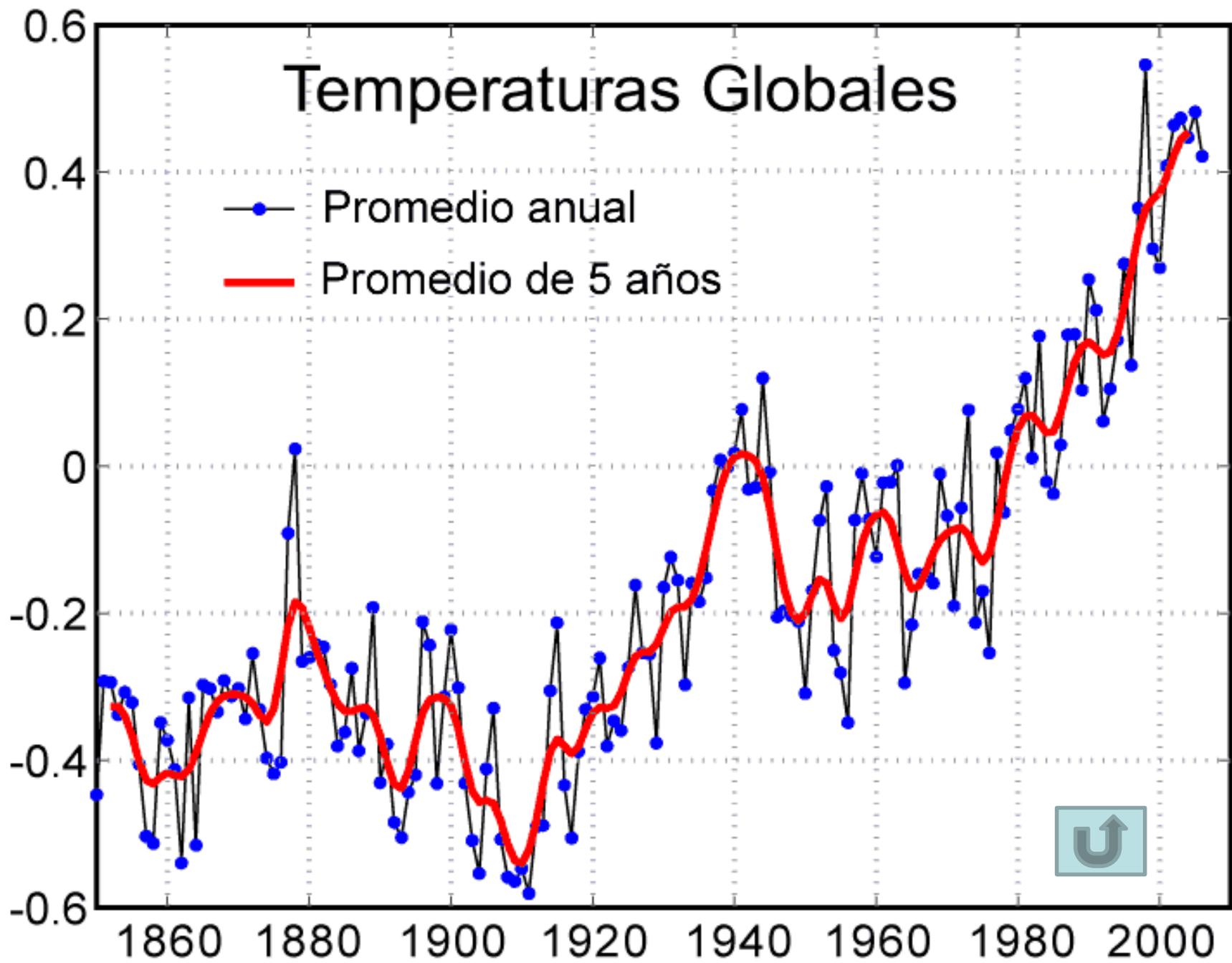
# CALENTAMIENTO GLOBAL



# Temperaturas Globales

Variación de temperatura (°C)

- Promedio anual
- Promedio de 5 años





PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

# IMPACTO DE EVENTOS EXTREMOS: "EL NIÑO COSTERO"

## OTROS DAÑOS

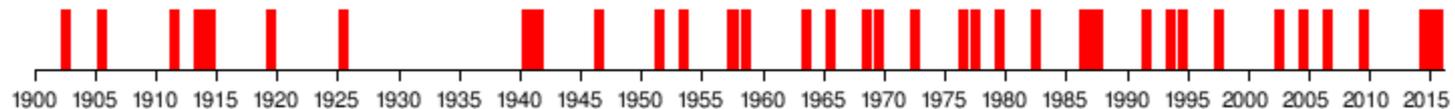


## AGRICULTURA



19,454 ha perdidas

4,470 Km. de canales de riego



Línea de Tiempo: Episodios El Niño 1900 - 2016



# Desafío

Producir más alimentos para una población creciente, sin ampliar la frontera agrícola y reduciendo la huella de carbono... en un clima cambiante



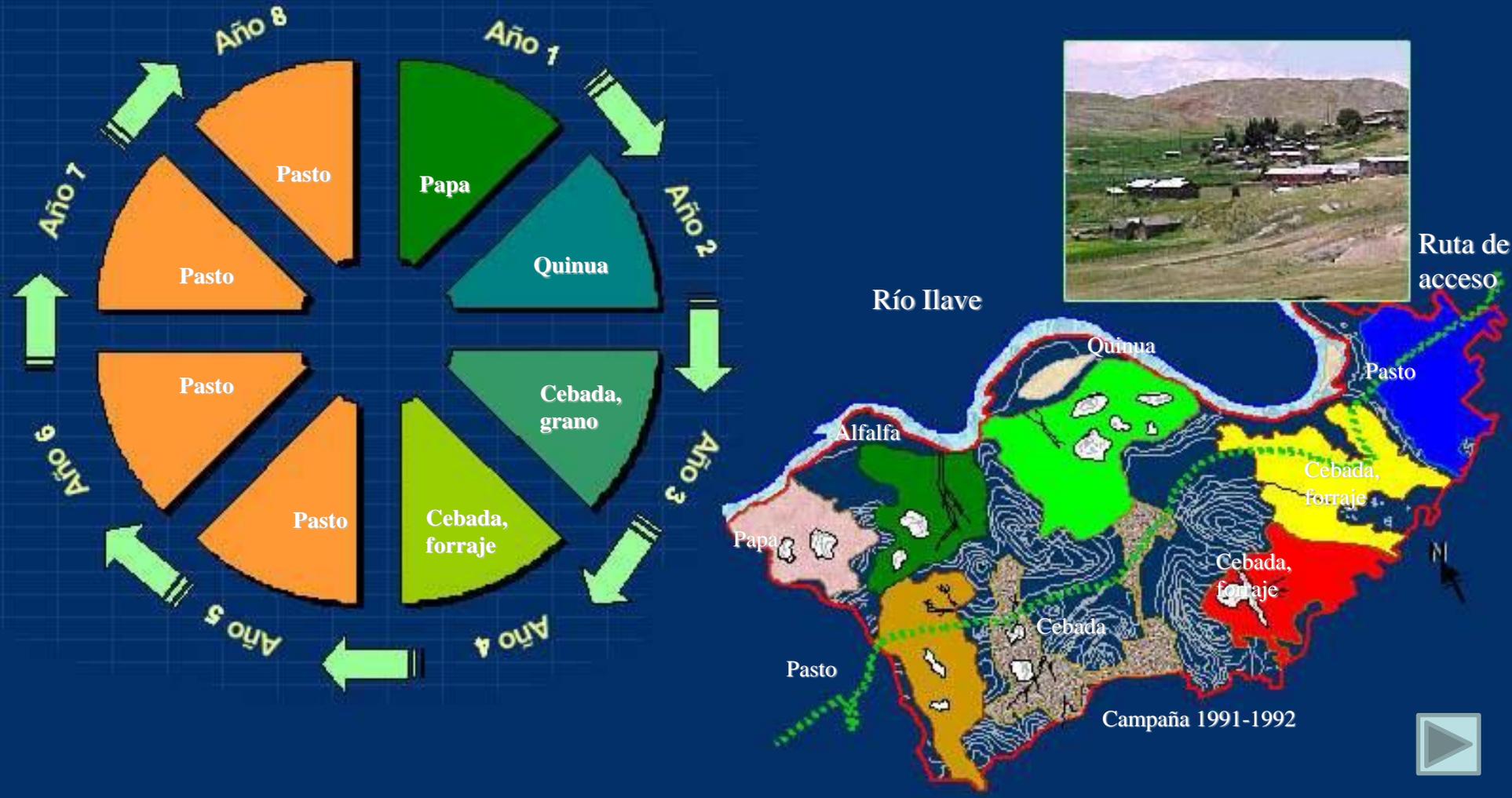
## Solución propuesta

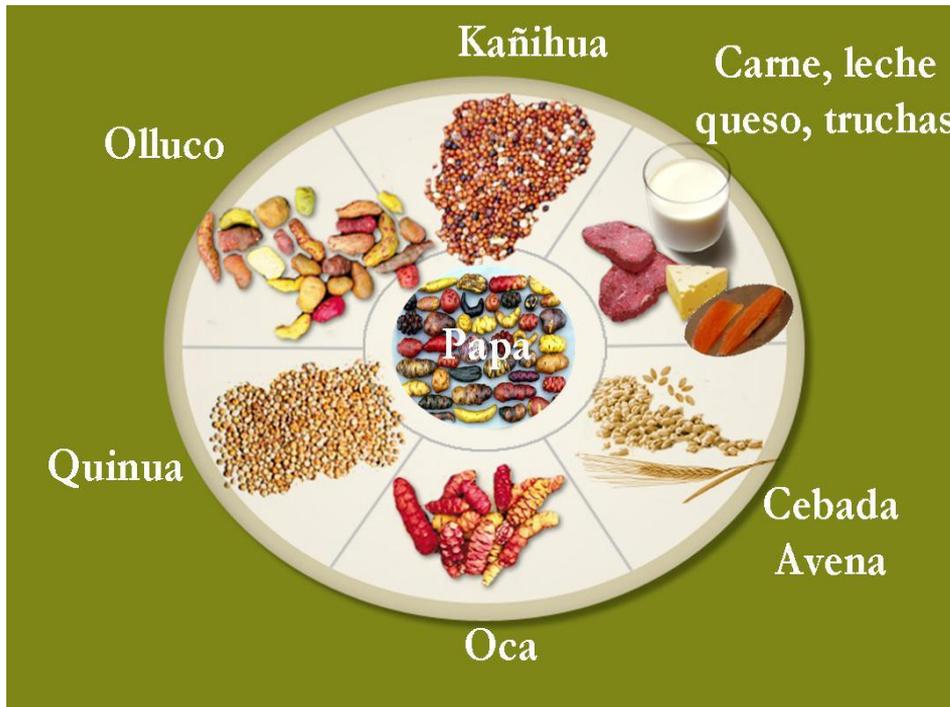
La intensificación sostenible de los sistemas agropecuarios (ISSA)

- Visión holística
- Indicadores
- Métricas adecuadas



# Los agroecosistemas son complejos con interacciones en tiempo y espacio





**Centro Internacional de la Papa, CIP**

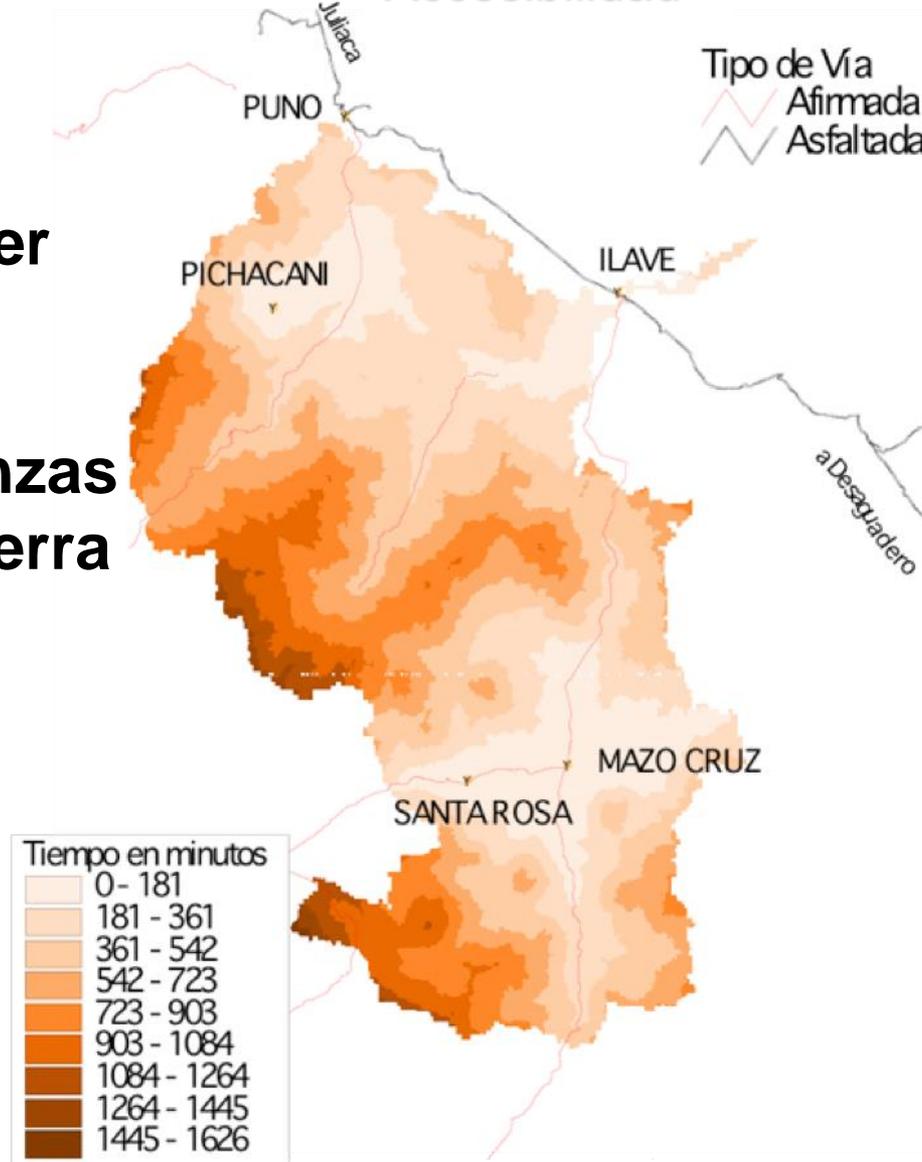
**PROYECTO ALTAGRO**  
**CIP - CIDA**  
 Financiado por la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, ACIDI, Canadá

**Proyecto de Agricultura Andina en el Altiplano**  
*"Achieving sustainable rural development in the Peru-Bolivia through the improvement of Andean agriculture"*

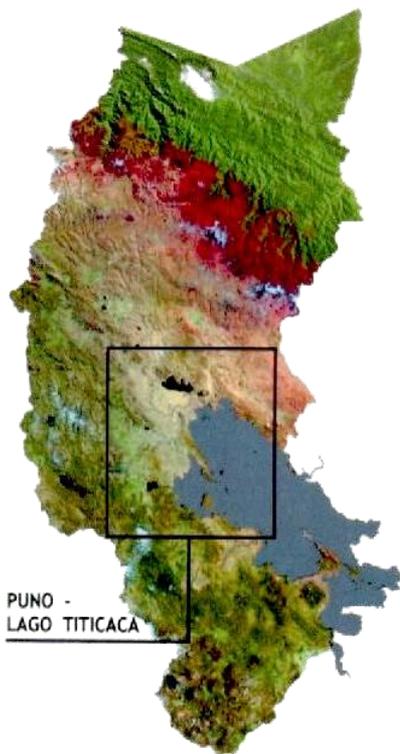
- Zonas Agroecológicas
- IDH
- Esperanza de vida al nacer
- Alfabetismo
- Ingreso familiar
- Producción cultivos crianzas
- Conflictos de uso de la tierra
- Accesibilidad

Categoría	%
 Producción de cultivo y pastura	4
 Producción ganadera intensiva	25
 Producción ganadera extensiva	60
 Tierra improductiva	11

## Accesibilidad



# Agricultura Familiar y ventajas competitivas de sus productos: Altiplano Perú-Bolivia



Producto	Mercado
Papa	Local - Regional
Quinoa	Regional - Internacional
Ganadería (leche – carne)	Regional
Alpacas (carne - fibra)	Regional - Internacional
Oca	Regional
Trucha	Regional - Internacional



## **Quinua**

- 335 productores con certificación orgánica y 210 ha en producción
- 3X rendimiento e Ingreso Neto Quinua orgánica 223-983/\$ha.

## **Lecheria**

- 317 productores de leche organizados
- incremento de producción de leche 60 – 120% BN y \$27/mes
- 12 plantas queseras; rentabilidad 17%.

## **Artesanías**

- 294 mujeres organizadas en 13 asociaciones;
- Grupos Avanzados obtuvieron ingresos de \$ 1.45 / día

## **Truchicultura**

- 7 asociaciones con 84 asociados;
- Sector privado -Exportación 250 t/año

## **Hortalizas**

- 57 invernaderos para 132 familias
- Invernaderos escolares: 32 para 2414 alumnos

## **Nutrición escolar**

- 310 familias con mejoras substanciales

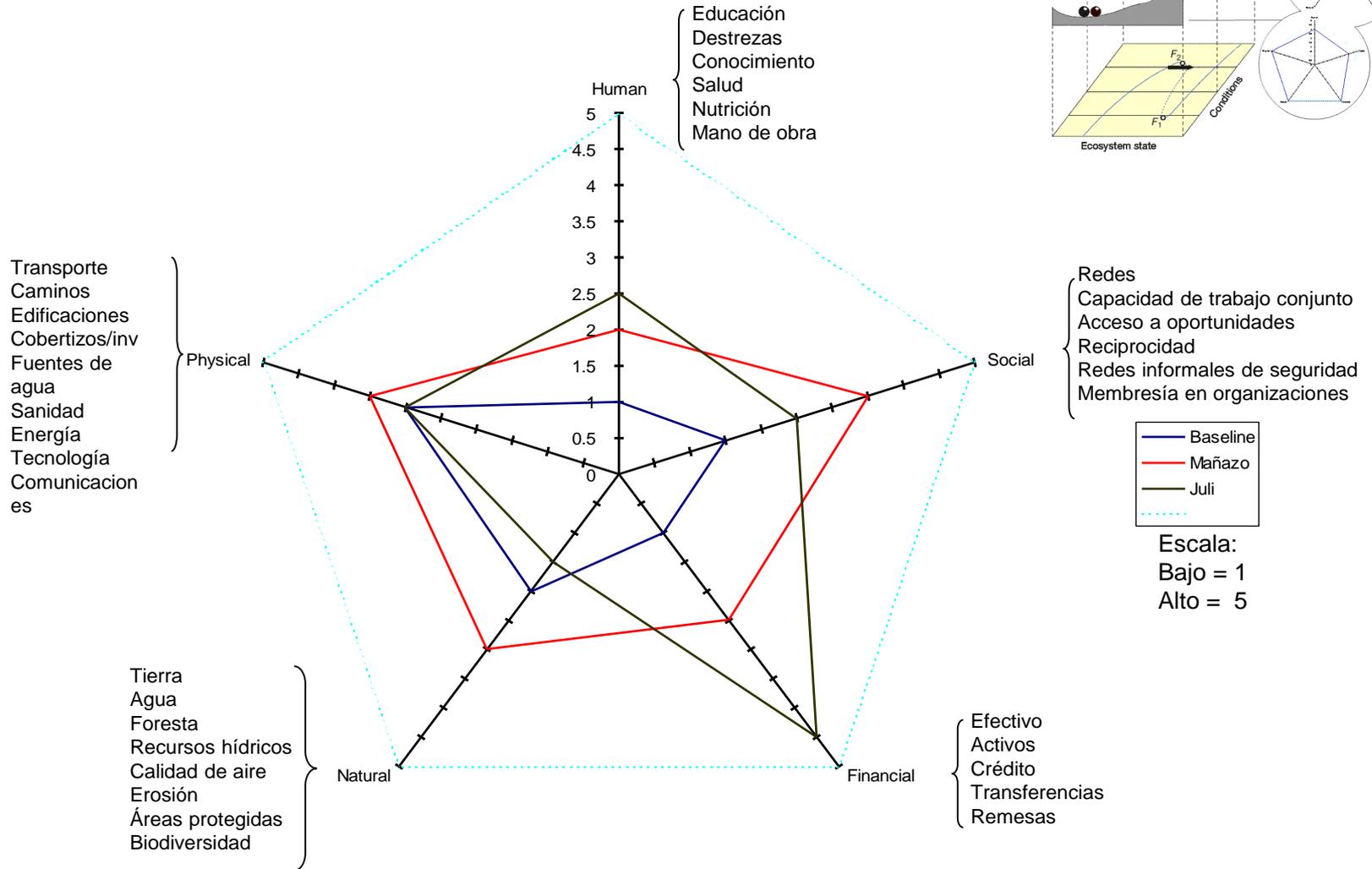
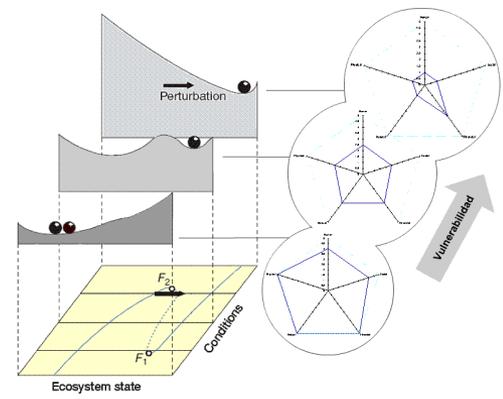
## **Capacitación**

- 3,584 eventos de capacitación con 17,534,768 personas; 53 % de ellos mujeres

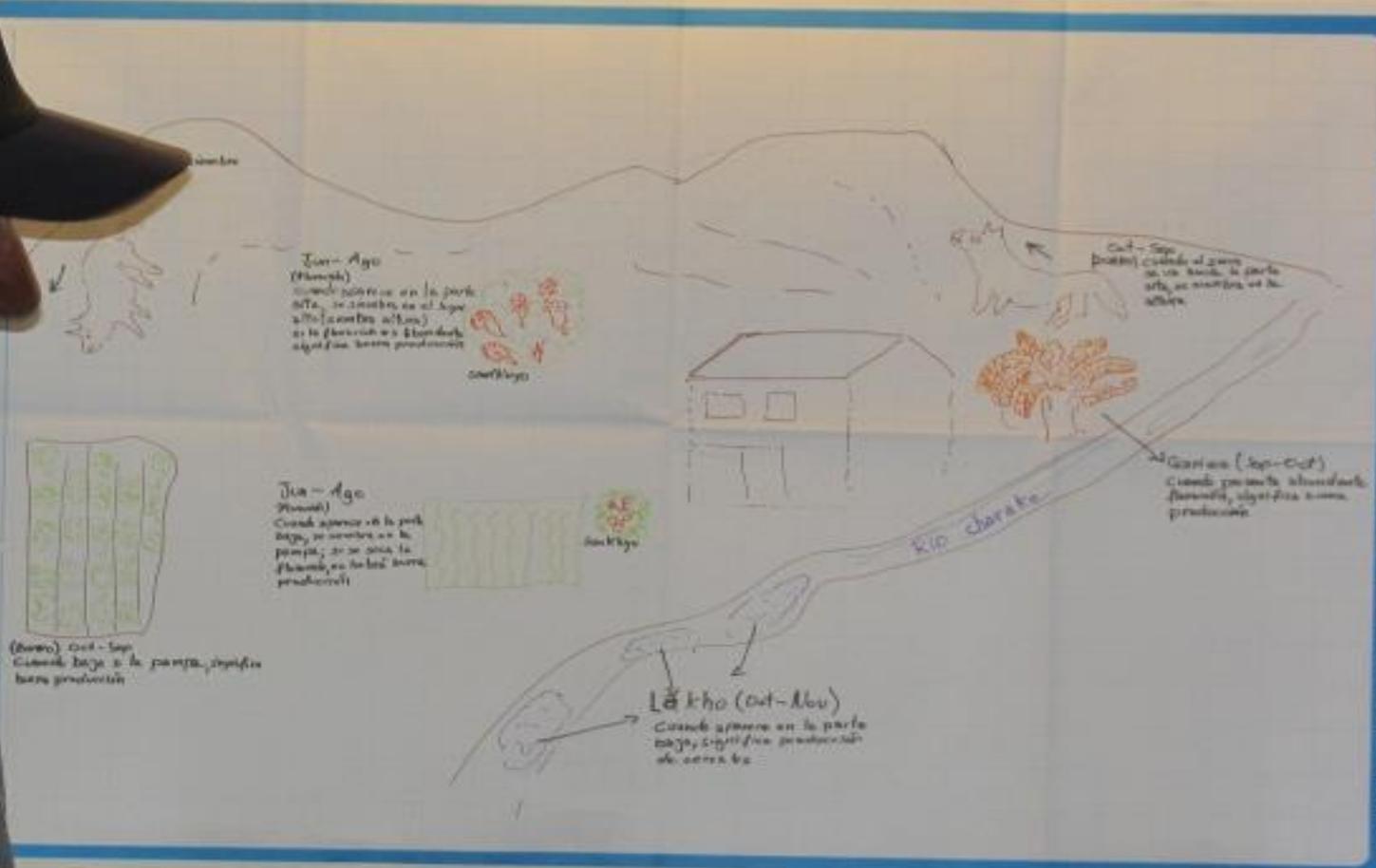
***62 Comunidades campesinas  
2,982 Familias participantes  
8,103 Beneficiarios***



# METODOLOGIA CAPITALES



# Pronósticos locales



PEDRO POMA

# Forecasting Andean rainfall and crop yield from the influence of El Niño on Pleiades visibility

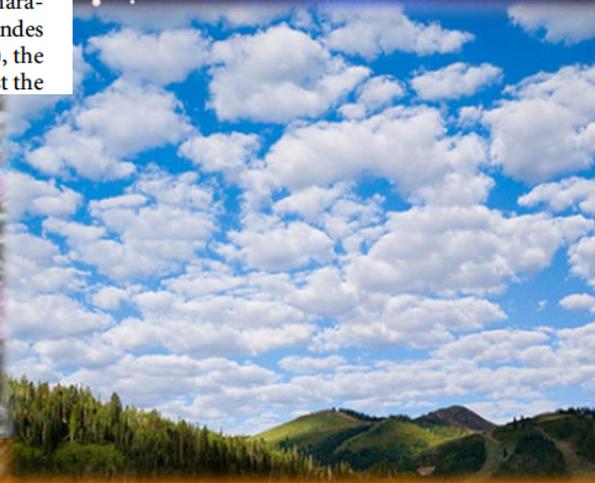
Benjamin S. Orlove\*†, John C. H. Chiang† & Mark A. Cane†

\* Department of Environmental Science and Policy, University of California, Davis, California 95616, USA

† Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, New York 10964, USA

Farmers in drought-prone regions of Andean South America have historically made observations of changes in the apparent brightness of stars in the Pleiades around the time of the southern winter solstice in order to forecast interannual variations in summer rainfall and in autumn harvests. They moderate the effect of reduced rainfall by adjusting the planting dates of potatoes, their most important crop<sup>1</sup>. Here we use data on cloud cover and water vapour from satellite imagery, agronomic data from the Andean altiplano and an index of El Niño variability to analyse this forecasting method. We find that poor visibility of the Pleiades in June—caused by an increase in subvisual high cirrus clouds—is indicative of an El Niño year, which is usually linked to reduced rainfall during the growing season several months later. Our results suggest that this centuries-old method<sup>2</sup> of seasonal rainfall forecasting may be based on a simple indicator of El Niño variability.

We reviewed anthropological accounts of indigenous Aymara- and Quechua-speaking farmers of the Peruvian and Bolivian Andes (hereafter central Andes). In 12 villages<sup>3–16</sup> (see Fig. 1a, Table 1), the inhabitants observe the Pleiades in late June in order to forecast the





# Entendiendo y sistematizando el conocimiento local



# Reglas de inferencia en el uso de bio-indicadores en la predicción del clima en los Andes.

No	Bio-indicador	Bio-indicador	Alta (A), Media (M), Baja (B)	Prediccion	Codigo	ESTRATEGIA
1	En el solsticio de invierno (23-24 Junio), media noche despejada y amanecer nuboso	BLL1	M	LL_tard	E9	
2	En Ago-Set floración de Qariwa es abundante	BLL2	A	LL_reg + LL_tie	E1 + E8	
3	En Ago -Set la floración es abundante de Qariwa	BLL3	A	LL_reg + LL_tie	E1 + E8	
4	En Set cuando la floración del Sankayo es abundante	BLL4	A	LL_reg + LL_tem	E1 + E7	Se siembra en ese momento tuberculos
5	En Oct - Nov el Lakho es abundante	BLL5	M	LL_esc	E2 + E4 + E6	Debe sembrar cereales
6	En fines de Ago zorro aulla	BLL6		LI_tem	E7	Siembra temprana de cualquier cultivo
7	En Set zorro aulla	BLL7		LI_tie	E8	Siembra en tiempo normal de cualquier cultivo
8	En Oct el cuerpo del moscardón tiene manchas amarillas	BLL8		LL_reg	E8	Esperar segunda siembra de tuberculos
9	El 24 de Jun a las 4am la estrella de Qutu (pleyades) son grandes y brillantes	BLL9		LL_reg	E8	Siembra en tiempo normal
10	En agosto la planta de lirio brota	BLL10		LL_exc	E1 + E5 + E7	
11	En setiembre la planta de lirio no brota	BLL11		LL_esc	E2 + E4 + E6	
12	En ago y set el tallo floral del lirio es torcido y tiene pocas flores	BLL12		LL_esc	E2 + E4 + E6	
13	Antes del 3 de mayo cruz del sur aparece brillante	BLL13		LL_tem	E7	
14	Alrededor del 10 de mayo la CRUZ DEL SUR aparece brillante	BLL14		LL_tar	E9	
15	En Agosto el LEQUE LEQUE cabizbajo (como enfermo)	BLL15	AA	LL_esc	E2 + E4 + E6	
16	En 1era quincena de Set el sitio donde el zorro camina y aulla	BH1	A	H_lev	E5 o E6 o E5+E6	Debe sembrarse en zona alta/zona baja todos cultivos
17	En Ago - Nov Thola crece hacia el oeste	BH2		H_fue	E3 + E66	
18	En ... viento viene del oeste (lago peruano), no trae nubes y hay hormigas aladas	BH3		H_fue	E3 + E66	
19	En set cantidad lagartos que pierden cola	BH4	A	H_fue o H_lev	E3	



# Portafolio agrícola diversificado



Ejemplo en diferentes zonas agroecológicas del Altiplano

Zona Agro- ecológica	Comunida d	Altitud (m)	Papa		Quinoa		Haba		Cañihua		Oca		Olluco		Isaño		Cebada	
			% HH	Ha	% HH	Ha	% HH	Ha	% HH	Ha	% HH	Ha	% HH	Ha	% HH	Ha	% HH	Ha
<b>Orillas del lago N=107 hh</b>	<b>Juli</b>	3835 - 3860	100.0	<b>0.7</b>	90.7	<b>0.4</b>	76.6	<b>0.2</b>	5.6	<b>0.4</b>	4.8	<b>0.2</b>	4.5	<b>0.2</b>	3.6	<b>0.1</b>	44.9	<b>0.3</b>
Suni A N=86 hh	Vilque, Manazo, Atuncolla	3860 - 3890	91.9	0.7	91.9	0.6	24.4	0.1	20.9	0.2	4.0	0.04	4.0	0.04	3.2	0.02	96.5	1.1
Suni B N=139 hh	Cabana, Cabanilla, Cabanillas	3890 - 3910	98.8	0.8	95.3	0.6	36.5	0.3	25.9	0.2	3.5	0.02	3.3	0.04			92.9	0.9
Altiplano N=16 hh	Achaya	3910 - 4000	85.2	0.6	98.1	0.4	11.1	0.1	33.3	0.3							87.0	0.9

# Uso de mezcla de variedades nativas

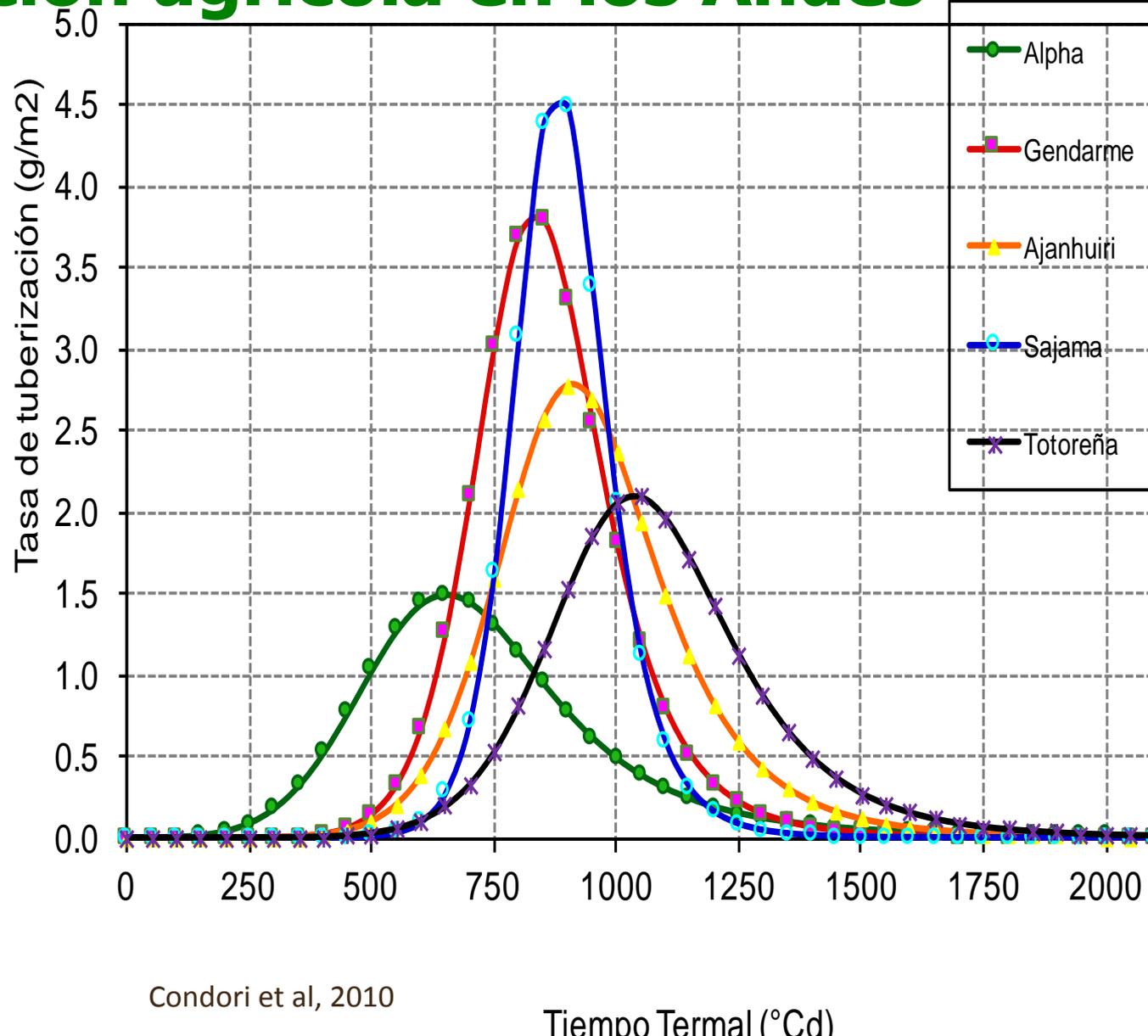
Mezcla de variedades usadas en la comunidad de Churo (orillas del lago)

No	Tipo variedad	Variedad nombre	Número de hogares																Veces variedades son usadas por estación
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Variedades nativas	Cheara Chok'e																1	1
2		Papa seca											1						1
3		Phinocco																1	1
4		Sutamary	1																1
5		Tollc'a c'oc'o	1	1															1
6		C'ac'a Imilla	1	1															2
7		Llujtapara				1				1									2
8		C'oillo										1				1		1	3
9		Huaycha		1					1						1				3
10		Wila Imilla	1								1					1			4
11		Lola	1	1	1	1			1			1	1	1					6
12		Janc'o Imilla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
13		Sacampaya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
		Number	6	5	3	3	2	3	4	2	3	2	5	2	3	3	2	2	
14	Variedades mejoradas	Florcita		1														1	
15		Puneñita			1													1	
16		Tomasa T. Condemayta											1					1	
17		Alcatarma	1					1										2	
18		San Juanito	1	1				1		1								3	
19		Yungay	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	
20		Andina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	
		Number	3	3	2	2	2	3	1	3	2	3	1	2	1	1	0	0	
21	Nativas mejoradas	Ccompí					1	1	1	1	1	1	1	1			1	5	
22		Peruanito	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	
23		Chasca	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	
24		Cheara Imilla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	
		Number	2	2	3	3	4	2	2	2	2	2	1	2	2	1	3	3	
Total Número variedades/hogar/estación			11	10	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	5	5	5	



Source: ALTAGRO 2009.

# Uso de la diversidad como estrategia de adaptación agrícola en los Andes



Condori et al, 2010

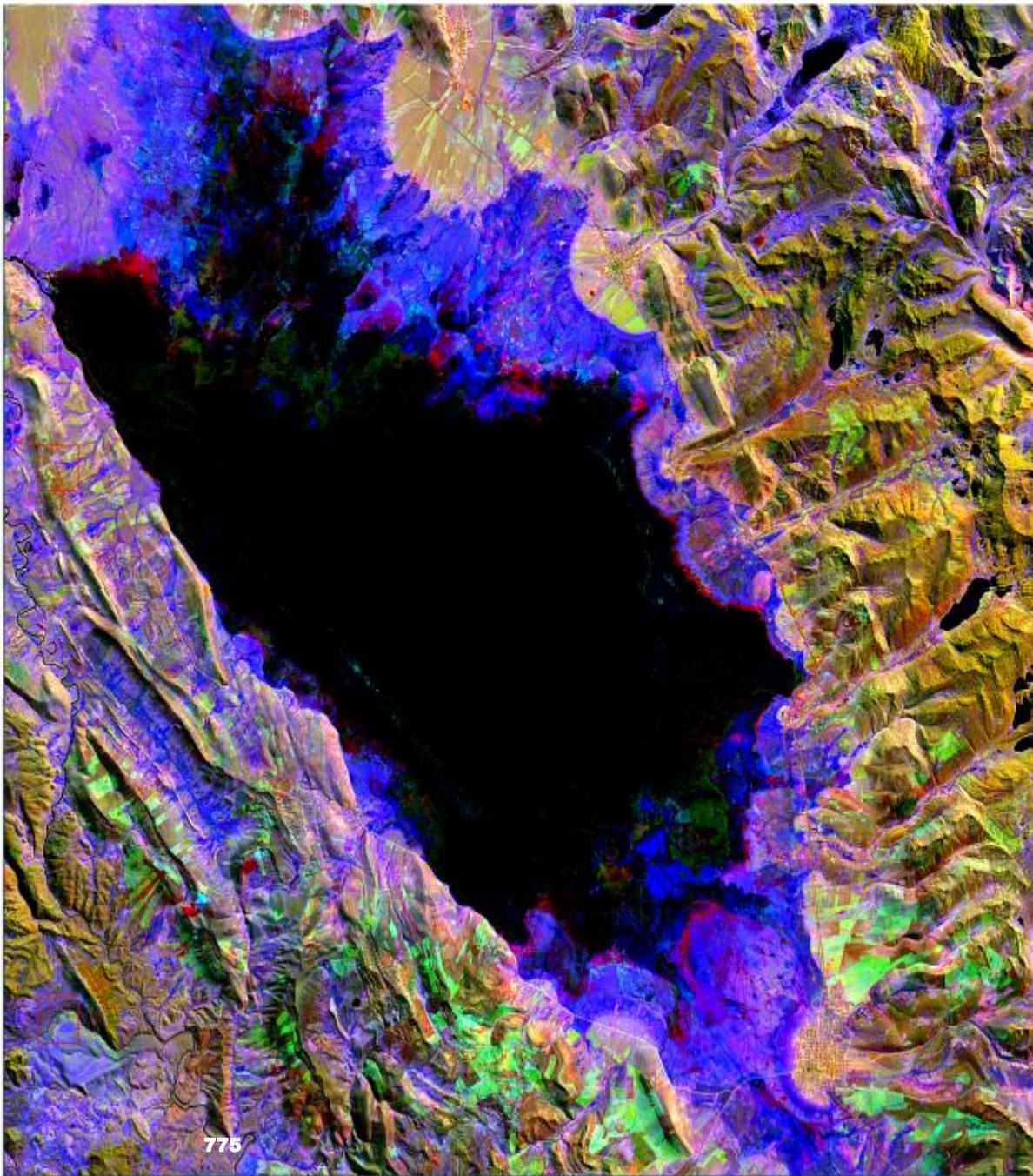
Tiempo Termal (°Cd)

# Siembra escalonada

Zona Agro-ecologica	Circunlacustre (Santa Maria) 52 hh				Suni (Anccaca) 55 hh			
Momento de siembra	Temprana	Normal	Tardía	Tres momentos	Temprana	Normal	Tardía	Tres momentos
Numero de hogares	27	20	1	4	15	25	14	1
Rendimiento alto	21	12	0	2	9	12	5	0
Rendimiento regular	5	7	1	1	4	12	7	1
Rendimiento bajo	1	1	0	1	2	1	2	0

Source: NOAA 2002





775

## **Ampliación de la frontera agrícola**

**Imágenes LANDSAT**

- 5 de Junio 1987
- 8 de Julio del 2015

**En color verde claro,  
se tienen las áreas  
cubiertas con cultivo  
en Julio de 2015, y que  
en 1987 fueron  
Pastizales.**

Uso de Suelos	Reservas de carbono (tons/ha <sup>-1</sup> )
Humedales temporales - Altiplano	301.7
Bofedales - Altiplano	228.9
Alfalfa (bajo irrigación)	91.9
Café bajo sombra (Amazonas)	91.3
Bosque primario	75.2
Aguacates (intercultiivos)	68.2
Uva	65.2
Papa	55.6
Maíz	42.4
Oliva	38.1

**Importante conservar zonas altas, mejorar producción en zonas actuales y evitar usar suelos que actualmente son humedades y bofedales**





Medrano et al. — Regulation of Photosynthesis of  $C_3$  Plants Under Drought

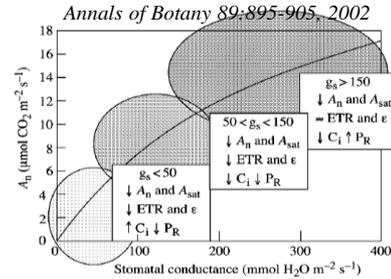
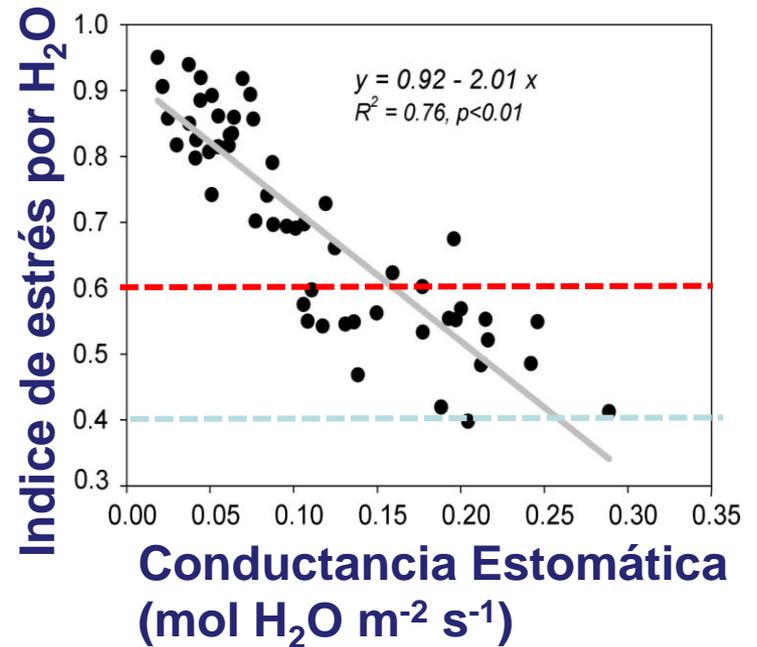


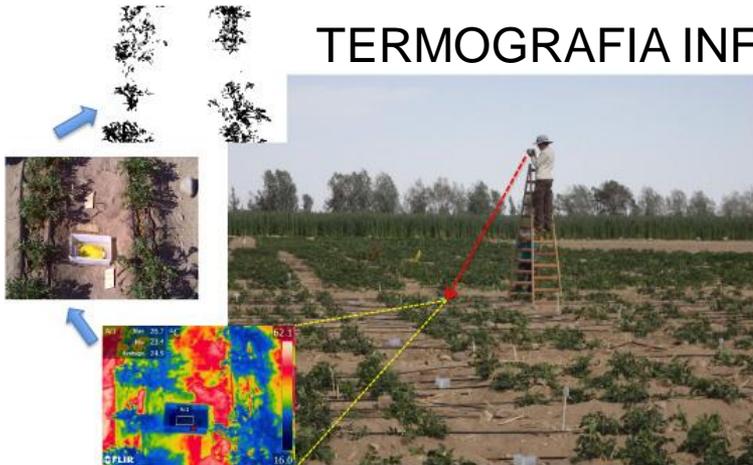
FIG. 3. Schematic pattern of response of photosynthesis in grapevines to drought, using  $g_s$  as a reference parameter. Three main regions are distinguished, and the down-regulation of different photosynthetic parameters is indicated for every region.

## Detección Temprana de Estrés Hídrico con propósitos de riego

--- Umbral de Riego  
--- Umbral de Severidad



## TERMOGRAFIA INFRAROJA



# Uso Efectivo del Agua

## Riego Convencional



## Desecado Parcial de Raíces (DPR)



↑ Eficiencia en el Uso del agua \*

30-50% de ahorro de agua \*

↑ tubérculos de tamaño idóneo

*Shahnazari et al. (2007)*

↑ N disponible en suelo

*Shahnazari et al. (2008)*

↑ Anti-oxidantes en tubérculos

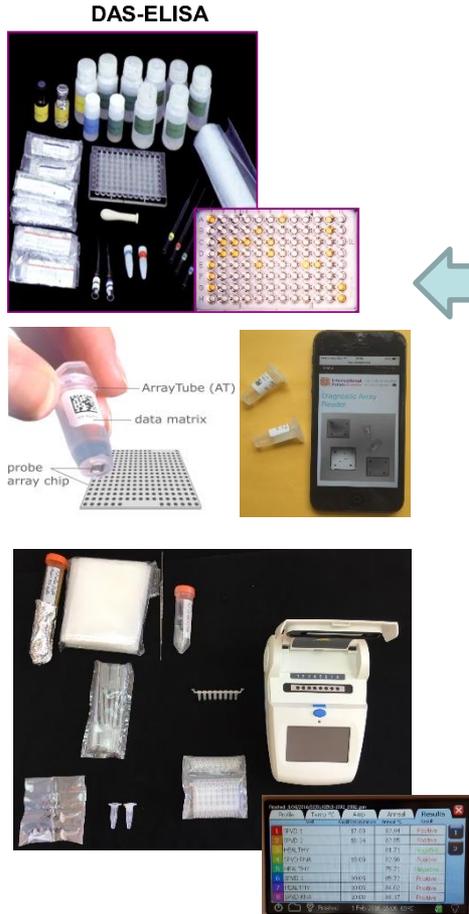
*Jovanovic et al. (2010)*

Resultados del DPR aplicado en Papa

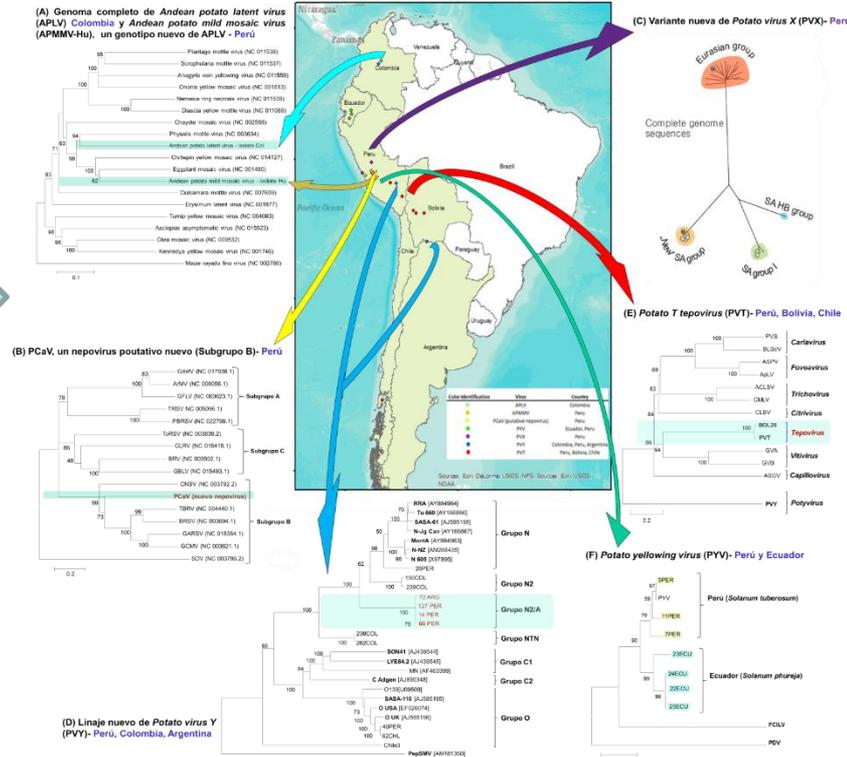
\* [Jovanovic et al., 2010](#); [Liu et al., 2006](#); [Saeed et al., 2008](#); [Shahnazari et al., 2007](#); [Xie et al., 2012](#)

# Mejor entendimiento y diagnóstico de enfermedades

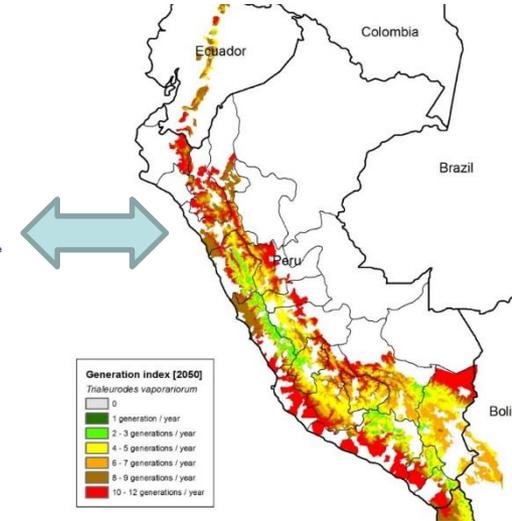
Métodos diagnósticos apropiados



Caracterización y prospección de enfermedades nuevas y emergentes



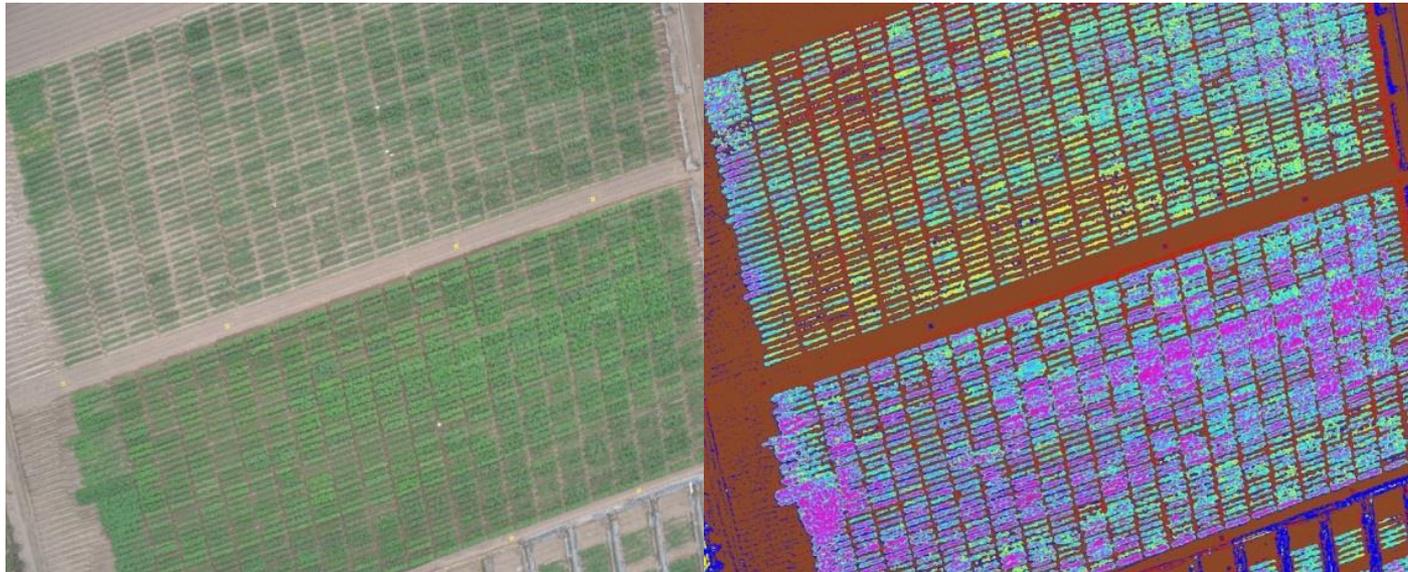
Predicción de riesgos



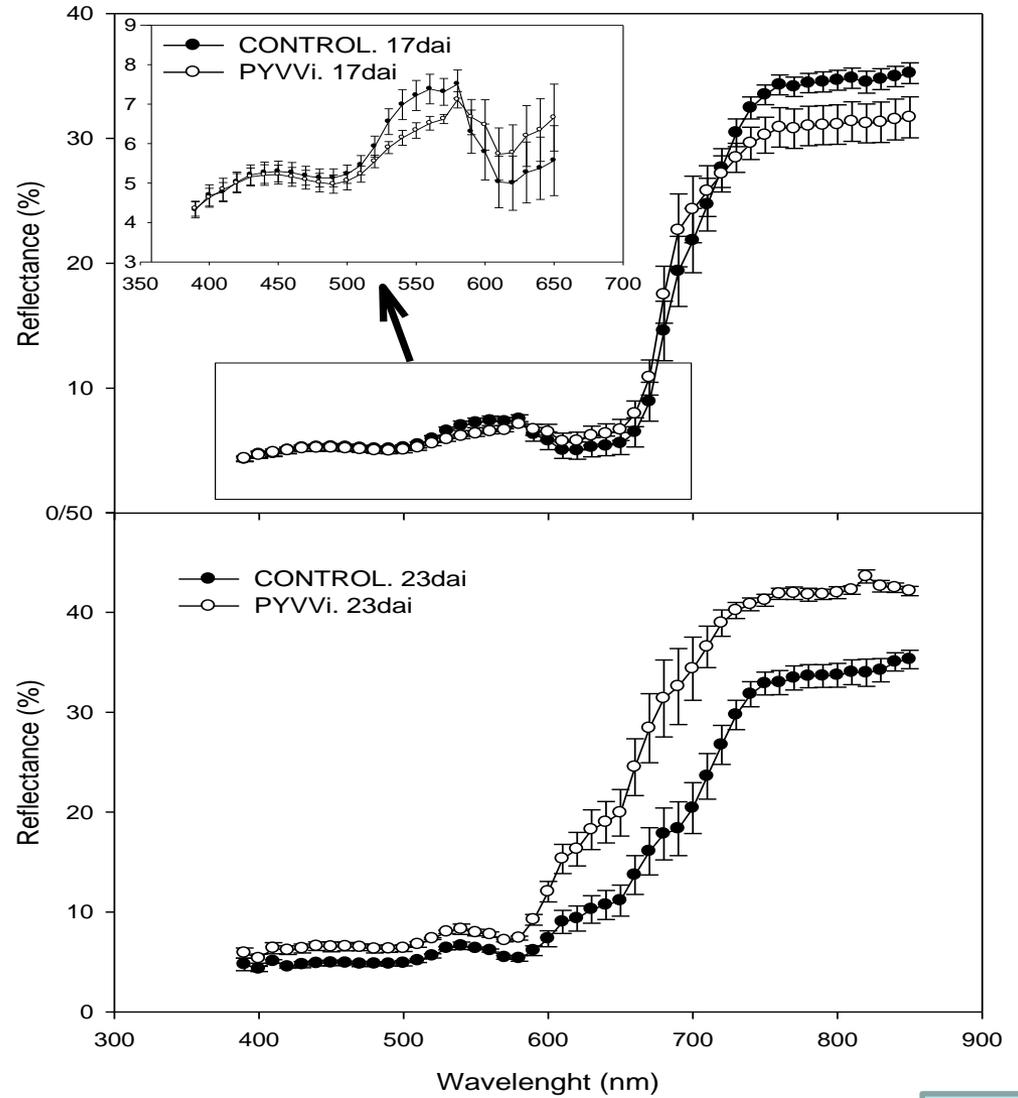
Manejo de enfermedades  
Intercambio de germoplasma  
Mejoramiento genético

# Percepción remota basada en drones

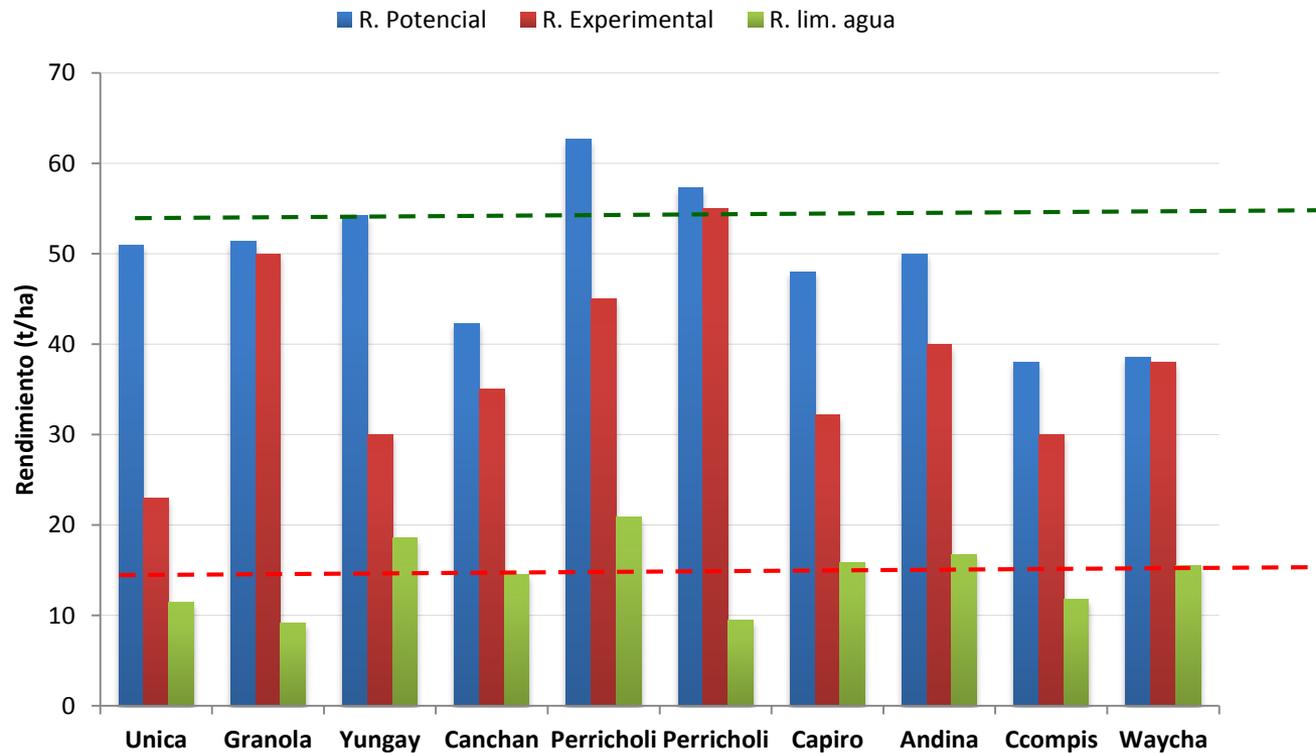
- **El uso de cámaras especiales que pueden diferenciar cultivos, deficiencias de aguas, nutrientes, etc.**



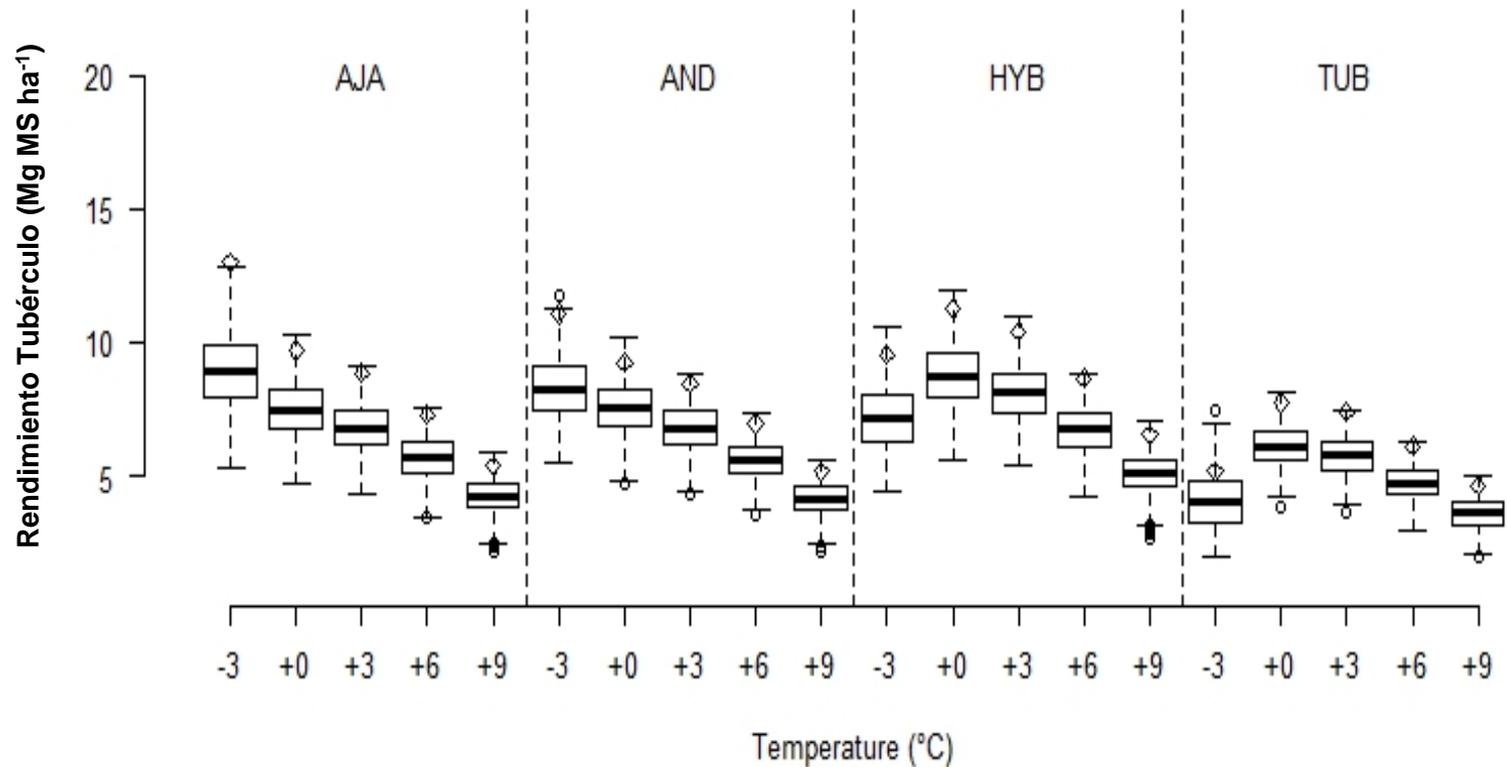
- **Estadísticas agrarias**
- **Predicción de rendimiento**
- **Detección temprana de problemas: falta de agua, enfermedades**
- **Agricultura de precisión**



# Estimación de Brecha de Rendimiento

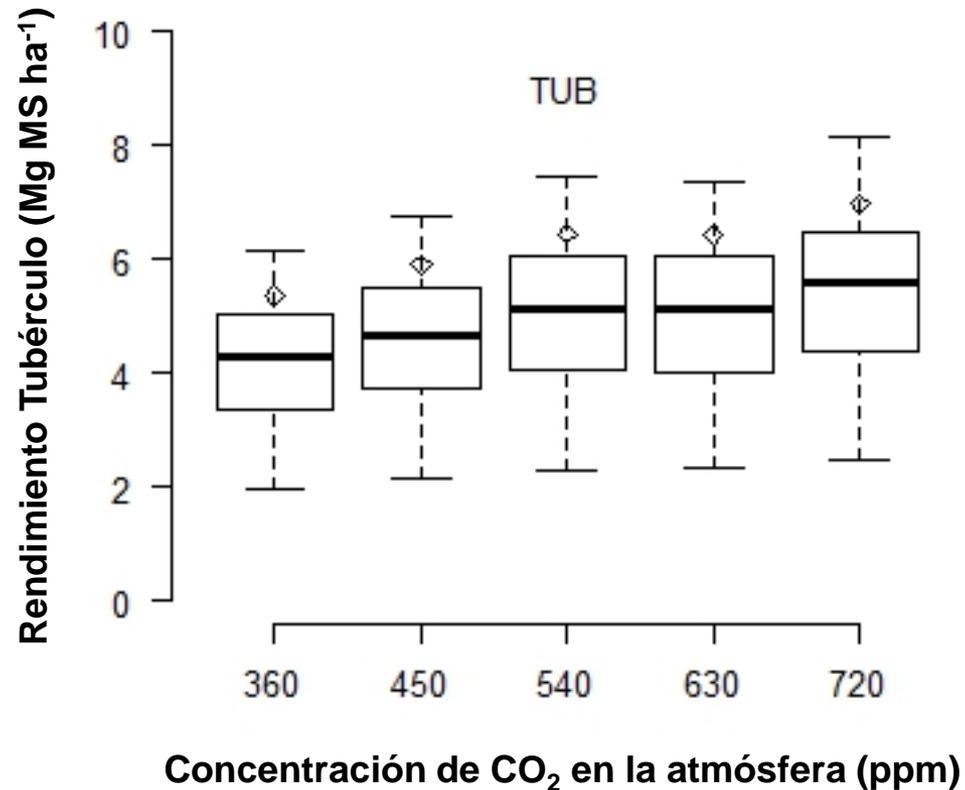


# Calentamiento y reducción de rendimiento



Condiciones de Secano  
30 años simulados

# Aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico y su efecto sobre rendimiento de papa

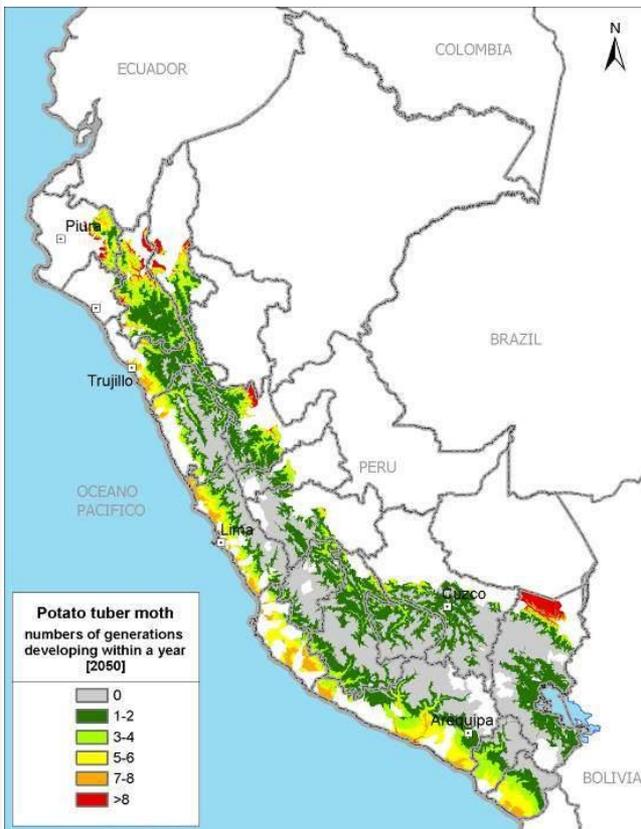


Condiciones de Secano  
30 años simulados

# MODELAMIENTO

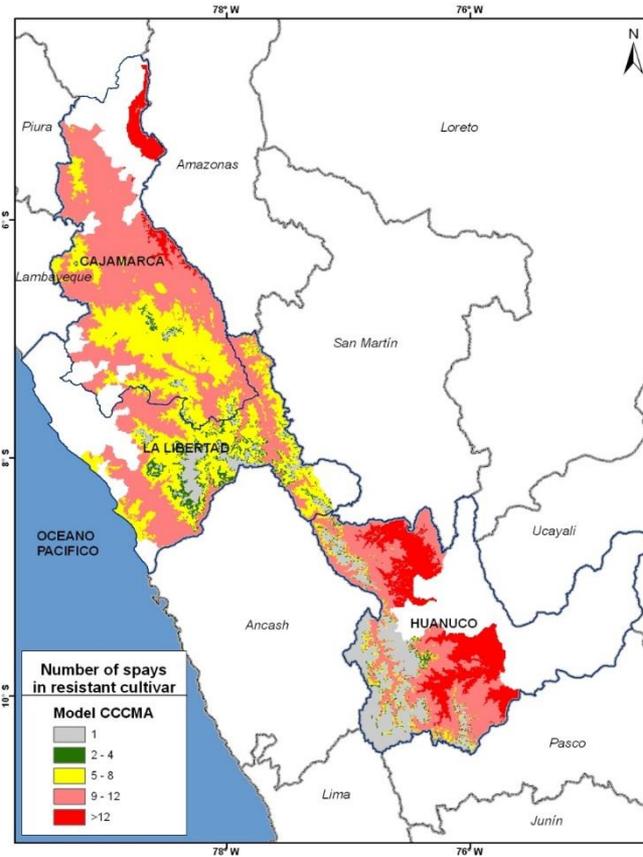
Investigación científica para enfrentar cambios futuros

## Caso de la polilla de la papa en Perú

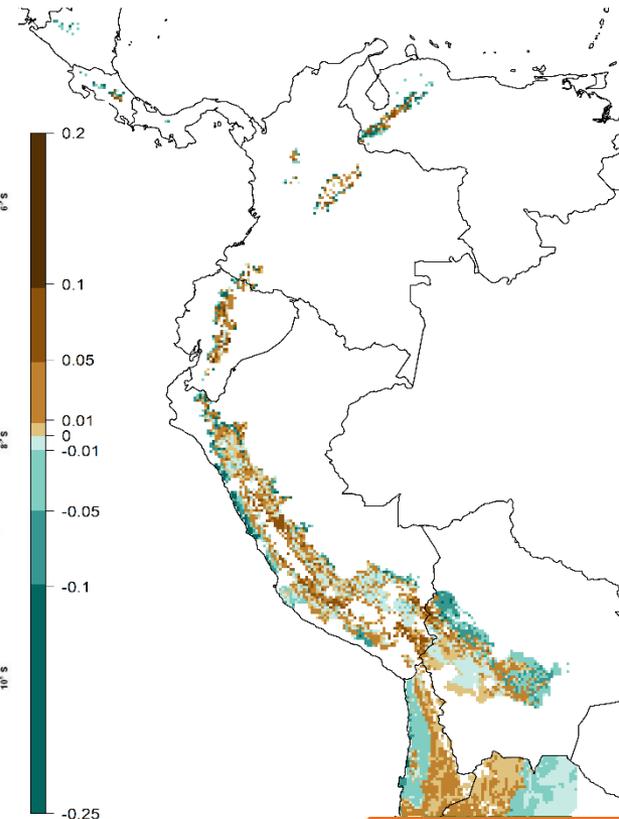


## Control del tizón tardío

### Resistente



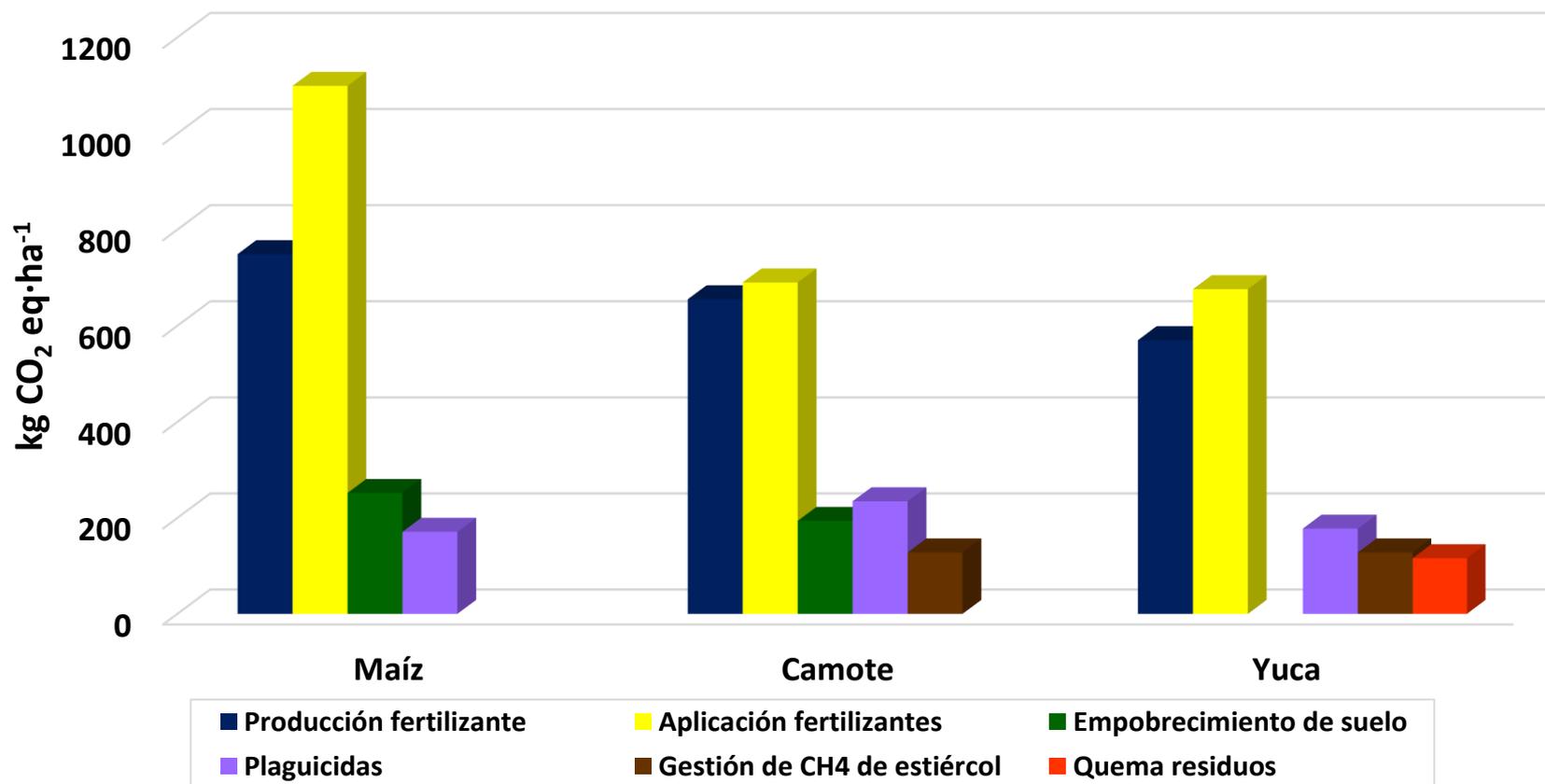
## Avance del Virus de amarillamiento de las nervaduras



# Estimando la Huella de Carbono en fincas de productores.

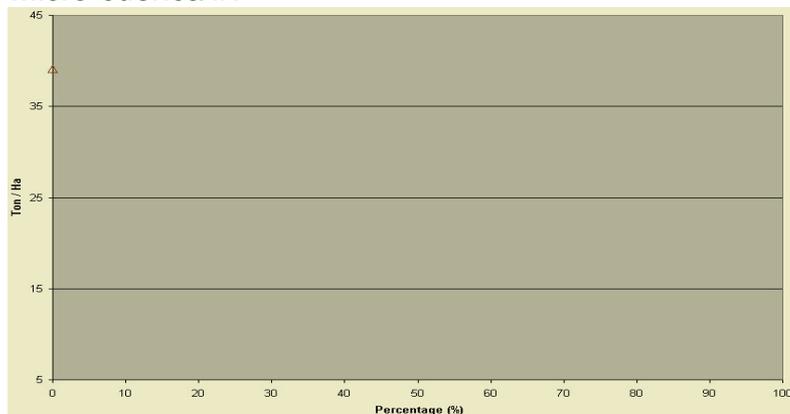


Emisión CO<sub>2</sub> en maíz, camote y yuca. Ensamble de modelos CCAFS-MOT y CFT



# Escenarios control de Erosion: Panamá

Micro-cuenca #7



Todas las micro-cuencas

