



Our
Commitment:
Results



75 YEARS OF INNOVATION FOR MORE
PRODUCTIVE, SUSTAINABLE AND
INCLUSIVE AGRICULTURE
IN THE AMERICAS

Efecto del Cambio Climático sobre la Producción de Semillas

Kurt Manrique Klinge, PhD

Especialista Técnico en IICA Trinidad & Tobago

“III Congreso Paraguayo de Semillas, III Expo Semillas y la III Expo Ciencia y Tecnología de Semillas”
Ciudad del Este, Alto Paraná, Paraguay
Julio 25 y 26 de 2019

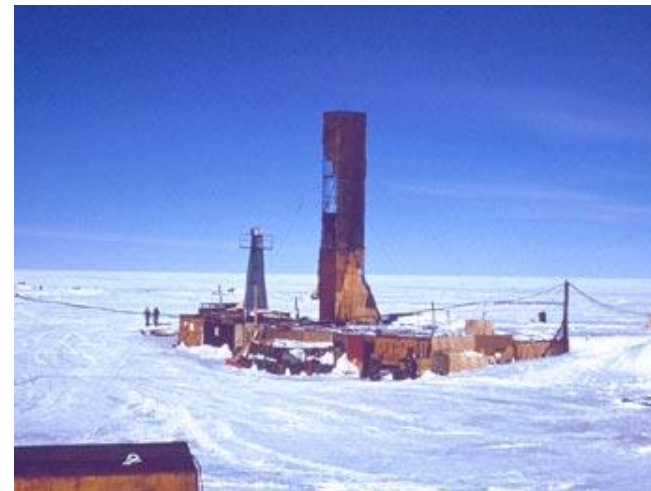
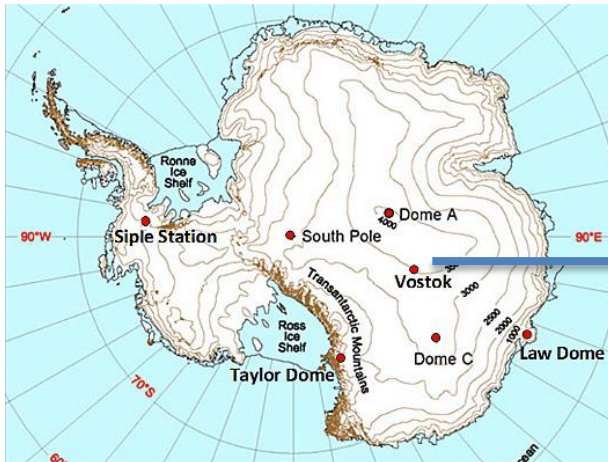
“El fútbol es lo más importante entre las cosas menos importantes”

J. Valdano

Es el Cambio Climático lo menos importante entre las cosas más importantes..??!!

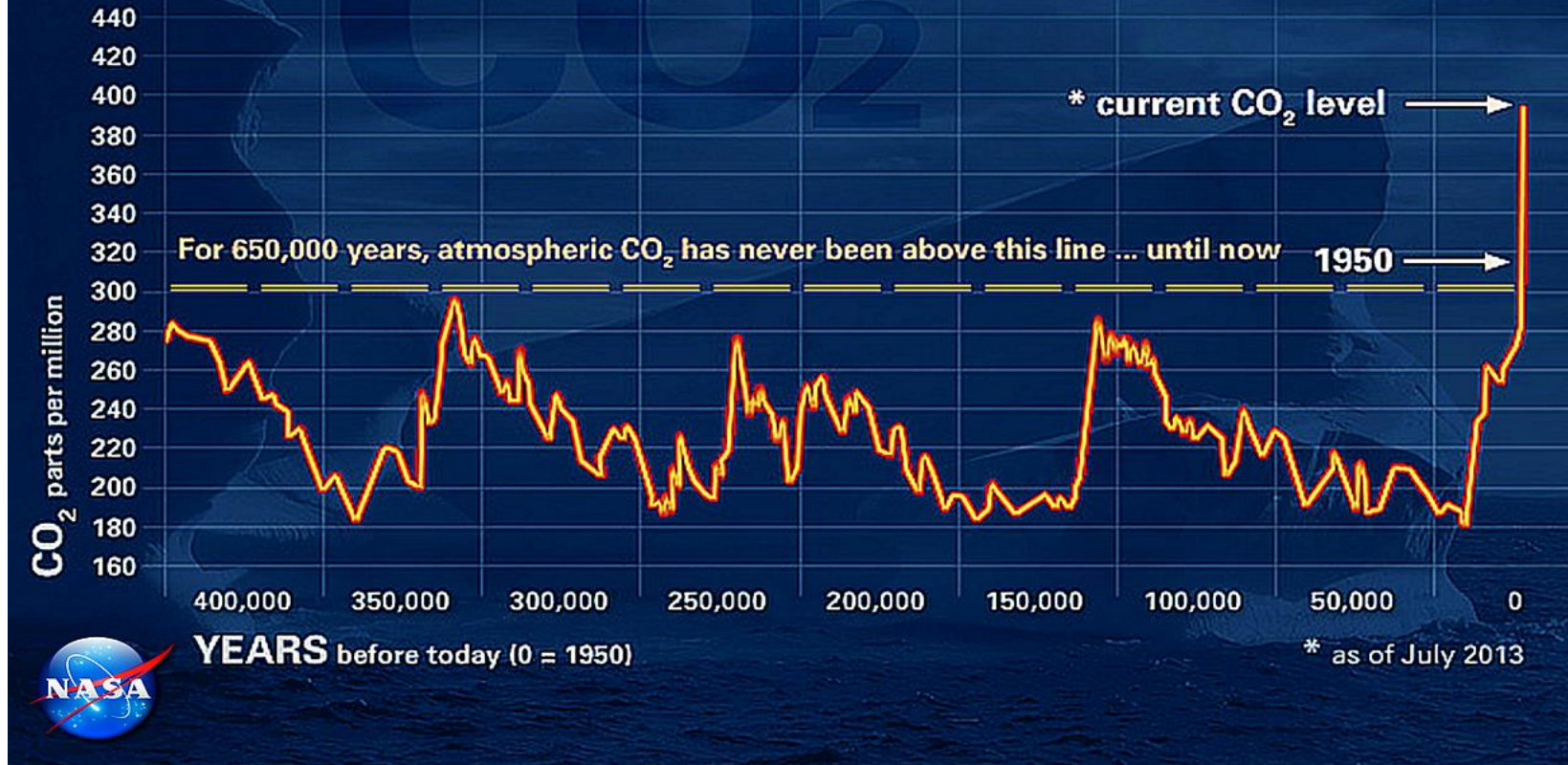
Contenido

- Introducción
- Los nuevos escenarios que trae el Cambio Climático
- Retos para la agricultura en el Siglo XXI
- Efectos del CC en el sistema de producción de semillas
- Estrategias de adaptación
- Sistemas formales vs informales de semillas, y sistemas no convencionales
- Conclusiones

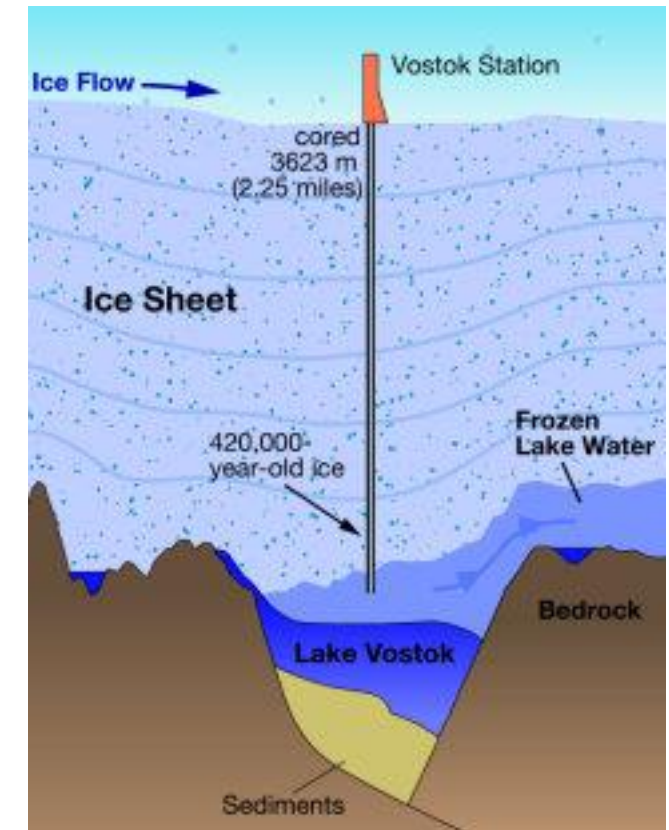


Estación rusa Vostok en la Antártida

Global CO₂ Levels



Estación Vostok



Nivel de CO₂ atmosférico

(Julio 22, 2019)

411 ppm

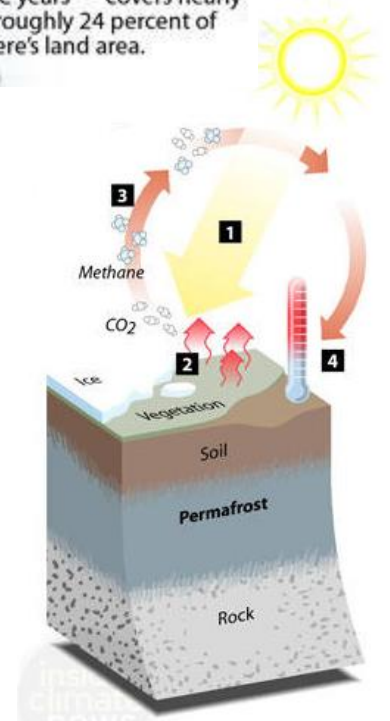
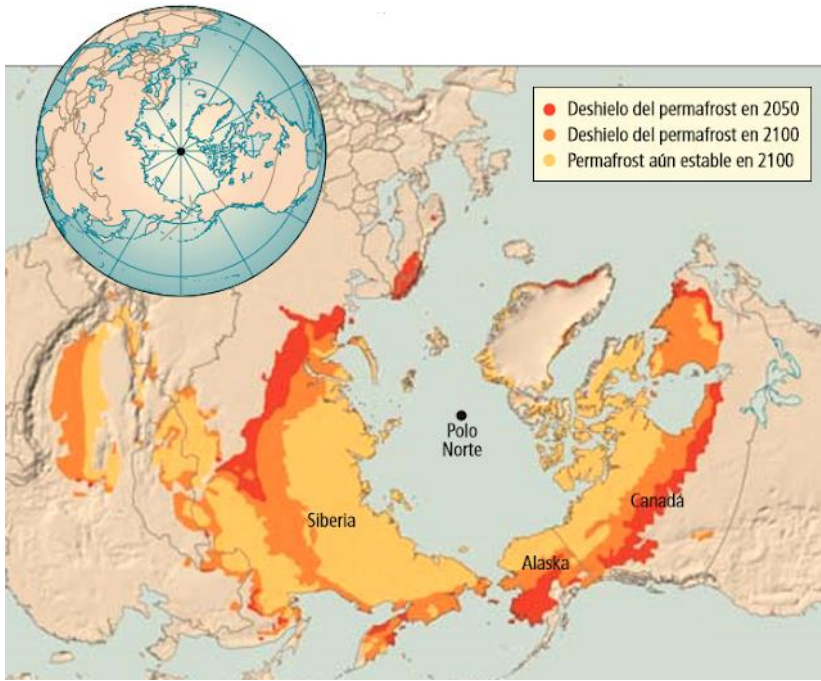
Daily CO₂ status

<https://www.co2.earth/daily-co2>



- Perforaciones iniciaron en los 70s, y en 2012 alcanzaron 3720m de profundidad.
- Las muestras de hielo datan de 420,000 años
- Lago Vostok permanenció sellado por 15 millones de años

Descongelamiento del Permafrost, y su efecto en el calentamiento global

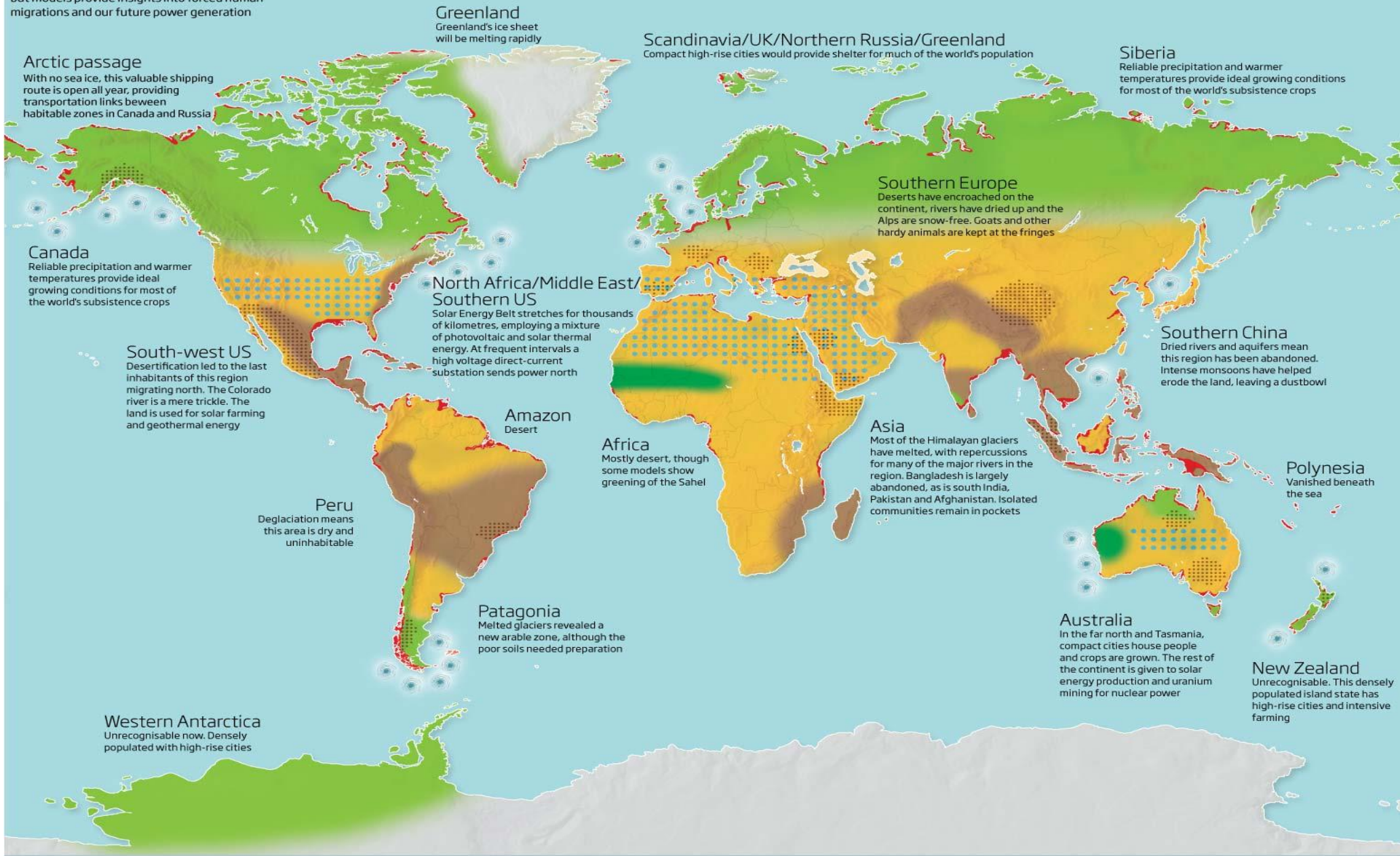


- Permafrost ocupa el 25% del hemisferio norte
- Se formó en el Pleistoceno (1.8 millones de años hasta Era Glacial)
- Contiene el doble del carbon de la atmosfera
- El deshielo liberara metano, CO₂ y nuevas bacterias y virus
- La T° global aumentará entre 4° a 7°C hacia fines del 2100

The world: 4°C warmer

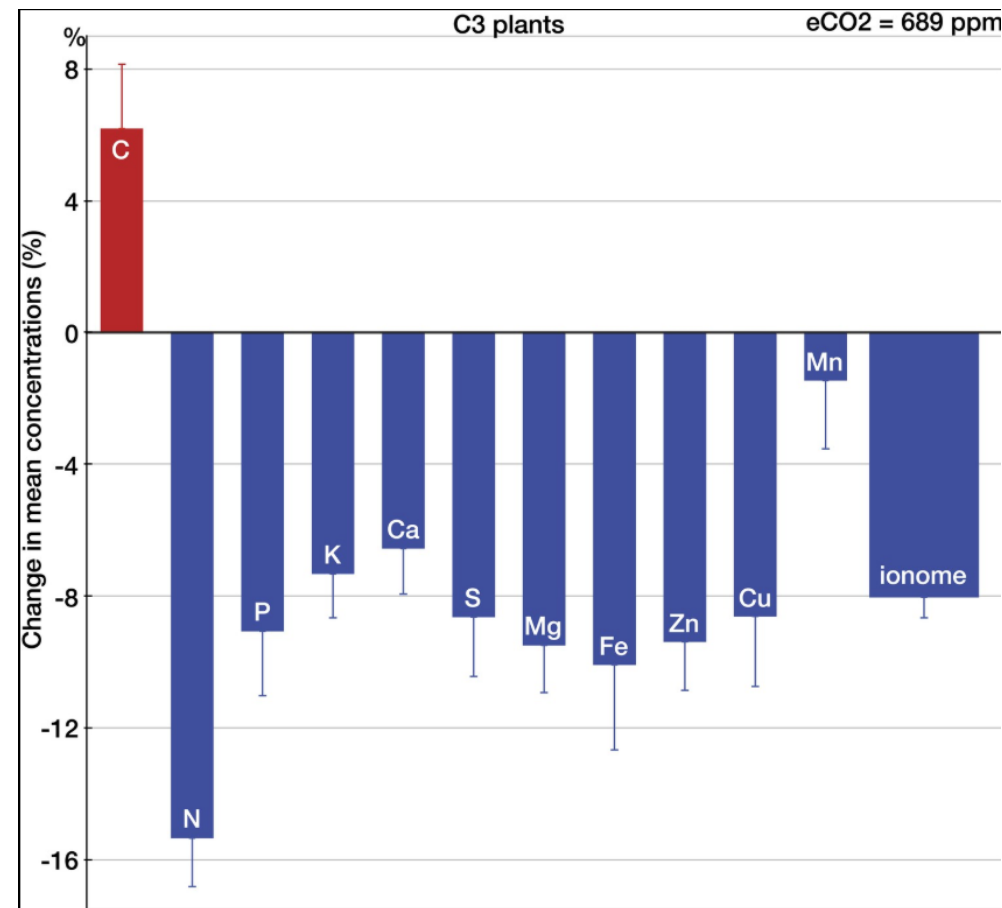
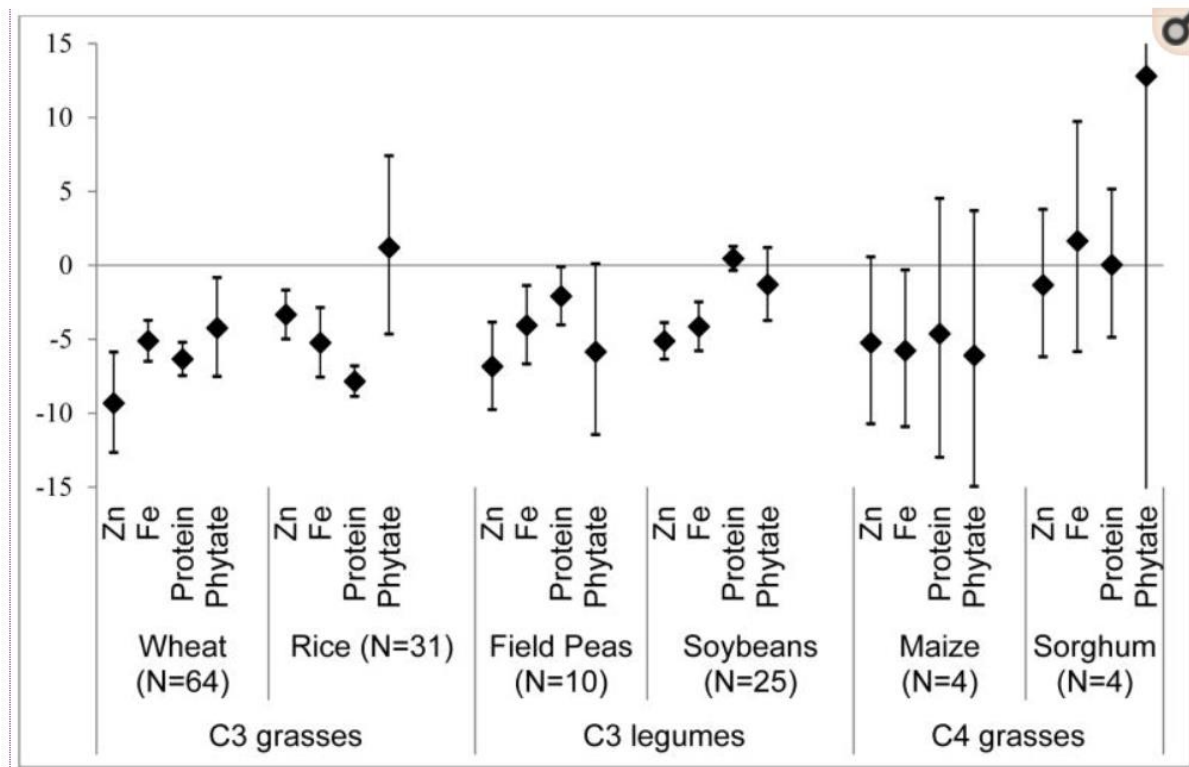
No one knows exactly what this world will look like, but models provide insights into forced human migrations and our future power generation

<https://wonderfulengineering.com/world-4-degrees-celsius-warmer/>



Food-growing zones / Compact high-rise cities Uninhabitable desert Uninhabitable due to floods, drought or extreme weather Potential for reforestation Land lost due to rising sea levels, assuming a 2-metre rise Solar energy Geothermal energy Wind energy

Incremento en la concentración de CO₂ en la atmósfera afecta contenido de nutrientes en los cultivos



Percent change in nutrient content at elevated [CO₂] relative to ambient [CO₂]

Contenidos de Zn, Fe y proteína en trigo, arroz y arverjas es reducido.

Contenido de proteína no es afectado en soja y sorgo

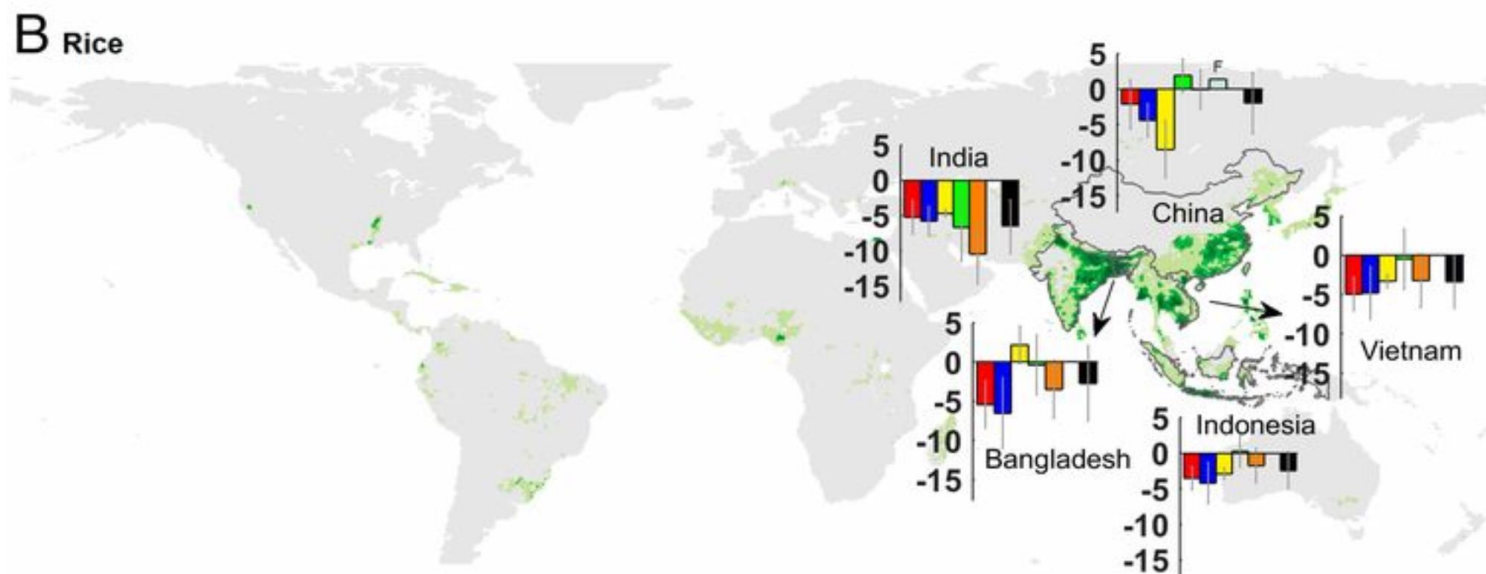
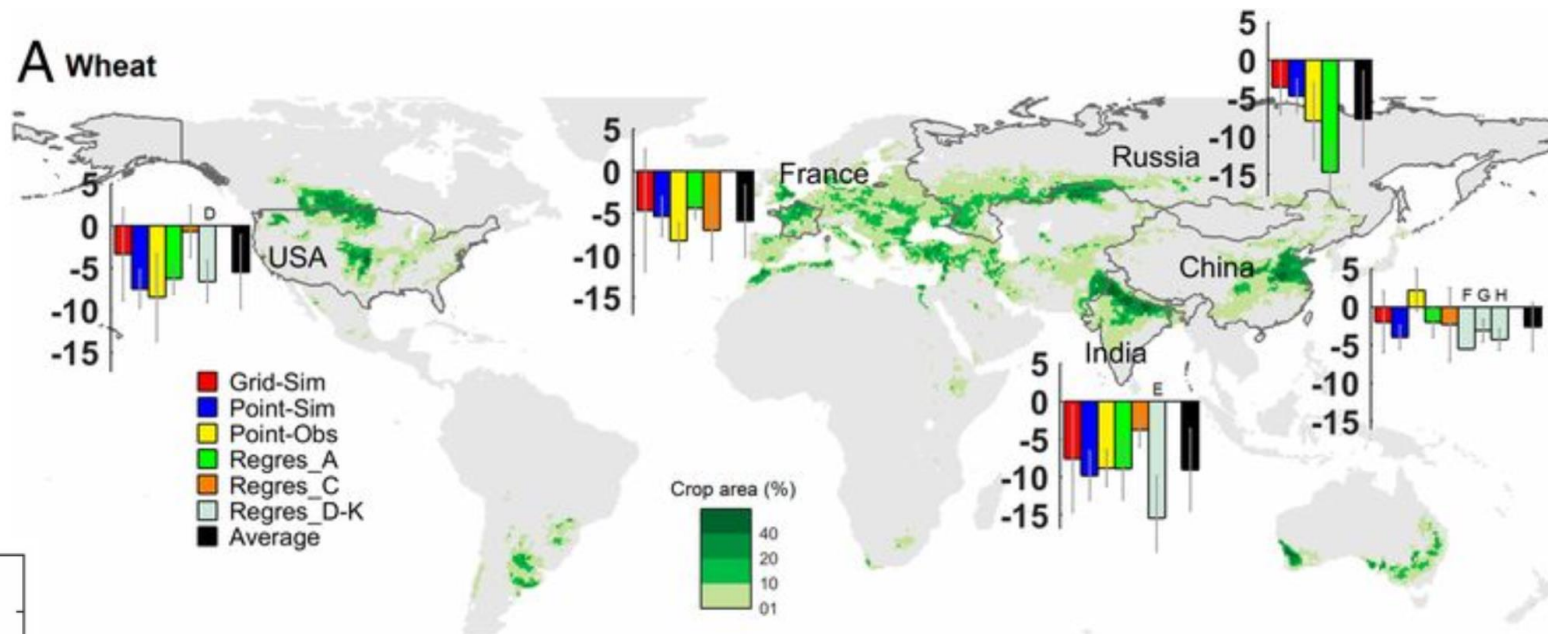
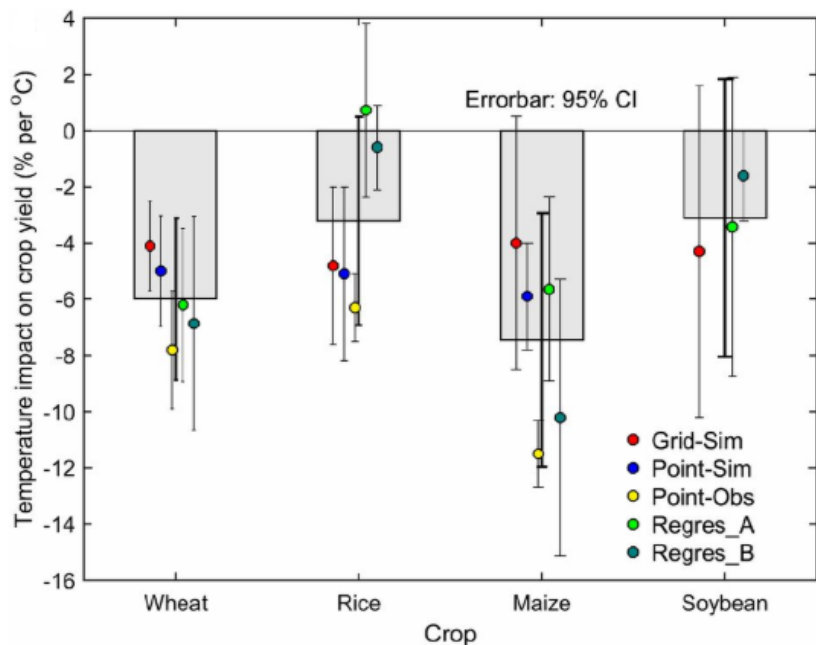
Myers, et al 2014. *Nature*. 2014 Jun 5; 510(7503): 139–142.

Efecto de CO₂ elevado en elements en plantas C3 (trigo y arroz) Loladze, eLife2014 <https://elifesciences.org/articles/02245>

Pérdida en rendimiento por cada grado Celsius de incremento de temperatura global, en los principales cultivos.

Fuente: Zhao, Ch. et al. 2017

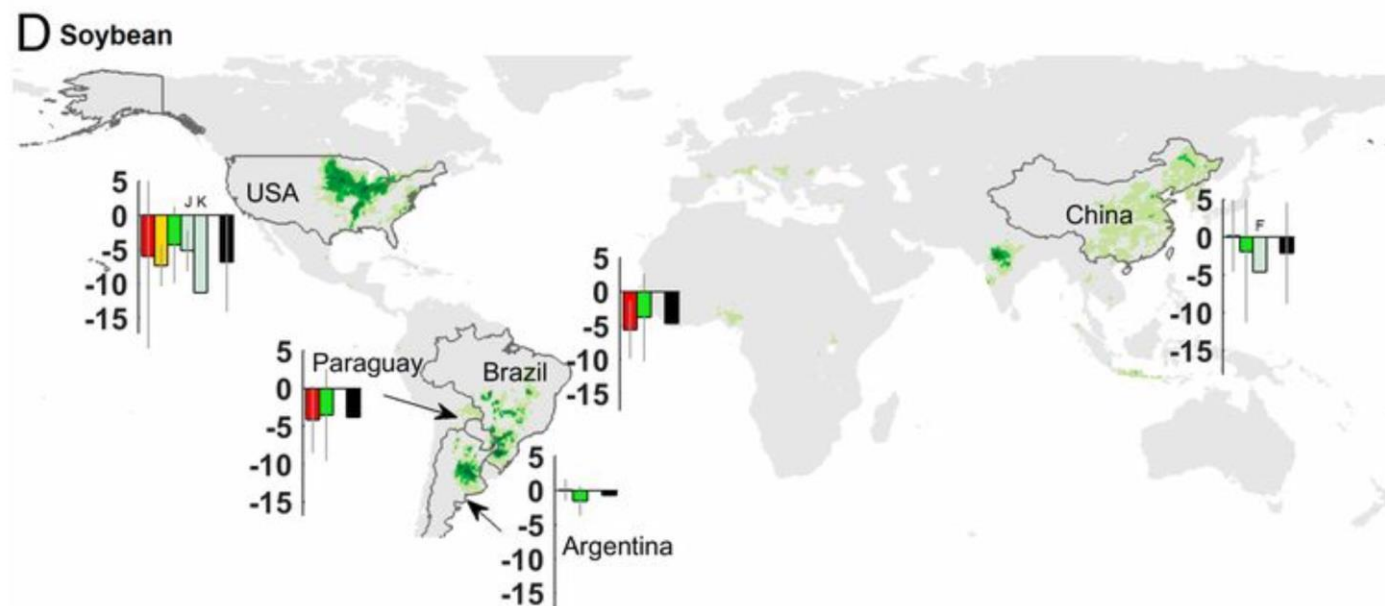
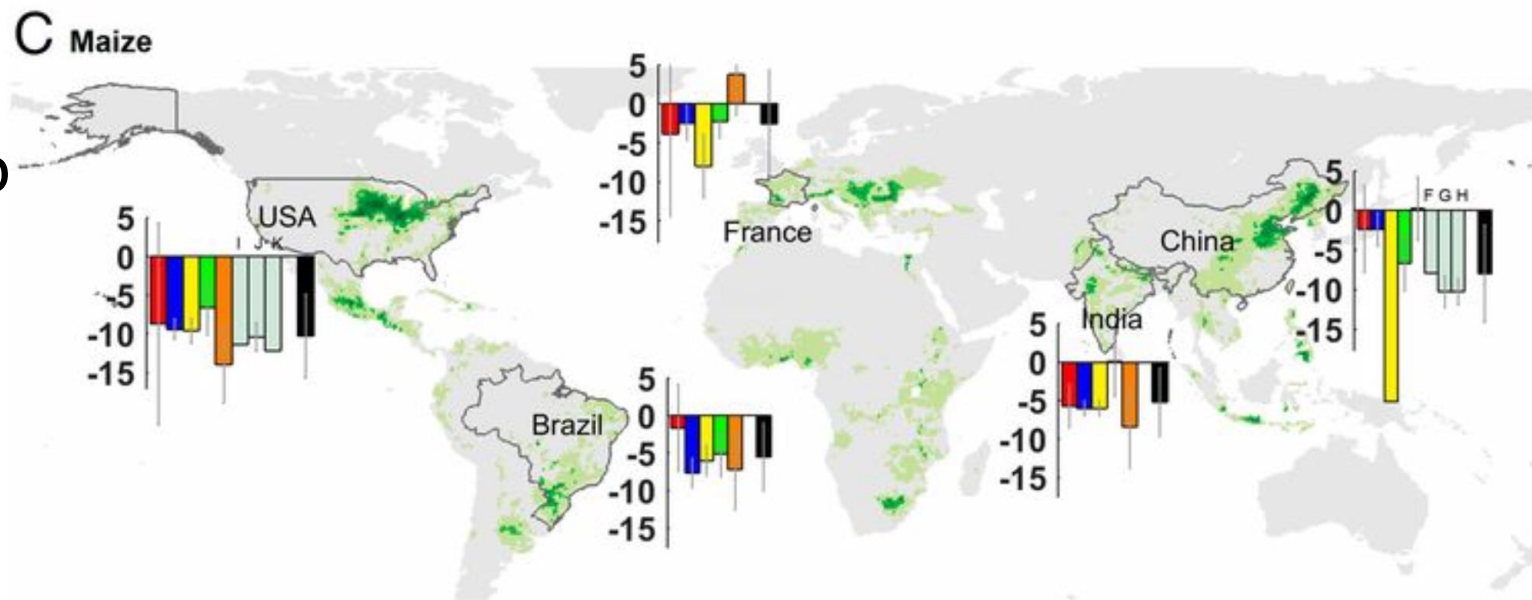
<https://www.pnas.org/content/114/35/9326>



Impacto negativo en rendimiento por el aumento en un grado ($^{\circ}\text{C}$) de temperatura:
maíz 7.4%, trigo 6%, arroz 3.2% y soya 3.1%

Resultados muestran alta heterogeneidad entre cultivos y regiones geográficas.

<https://www.pnas.org/content/114/35/9326>



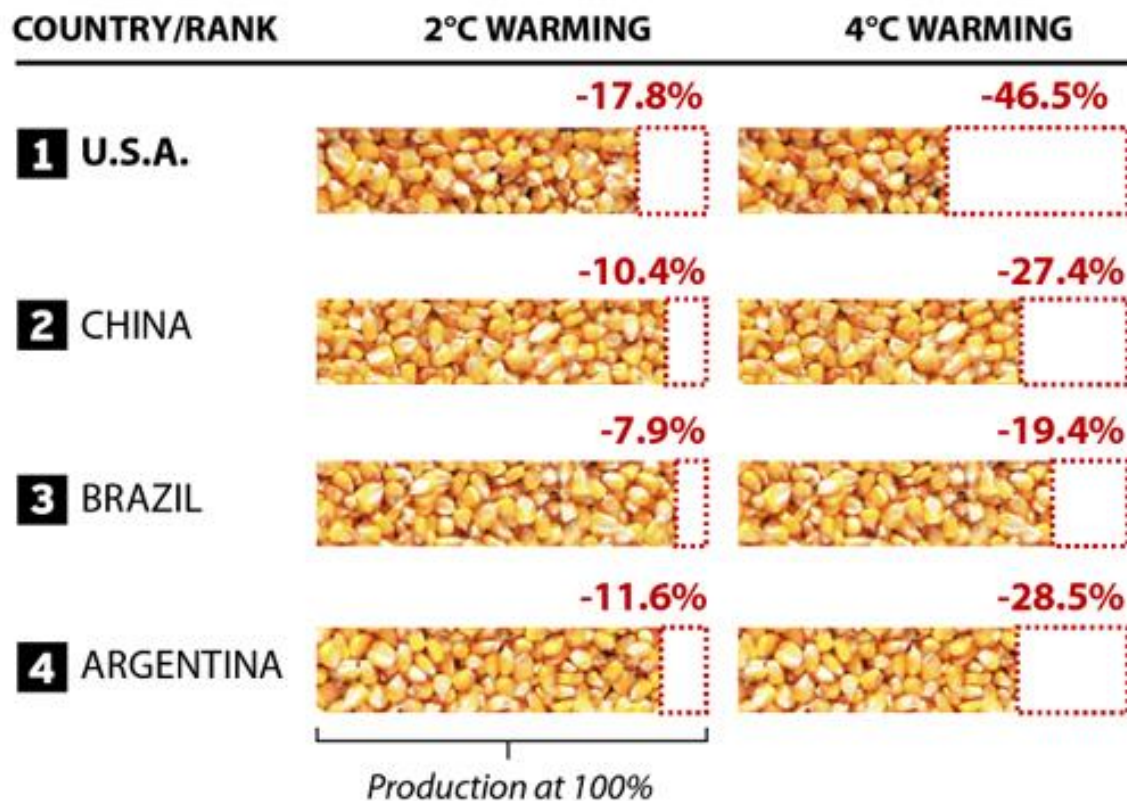
Climate Change Raises Risks to Corn

New research projects that rising global temperatures will reduce yields in the world's largest corn-producing regions and could lead to food shortages.



MAIZE PRODUCTION PROJECTIONS

Projections under different warming scenarios, top producers, mean figures



SOURCE: Tigchelaar et al., 2018

PAUL HORN / InsideClimate News

CC originaría graves pérdidas en las grandes regiones maiceras del mundo

<https://insideclimatenews.org/news/11062018/climate-change-research-food-security-agriculture-impacts-corn-vegetables-crop-prices>

Lo que demuestra:

- *La variabilidad geográfica del impacto y/o efecto del CC.*
- *Pérdidas en rendimiento y en contenido nutricional de los cultivos.*
- *Necesidad de investigación GxE en adaptación a una diversidad de condiciones de sequia y calor.*
- *Necesidad de investigación del efecto en rendimiento a condiciones de mayor concentración de CO₂*

Cuáles son los retos para la Agricultura en el Siglo 21..?

- Agricultura ocupa aproximadamente 40% de la superficie Agricultura
- Es responsable del 30% de emisiones de gases efecto invernadero
- La población mundial crecerá de 7.200 millones a cerca de 10,000 millones 2050
- El mundo necesitará producir 56% mas calorías en 2050, que en 2010
- Meta internacional: mantener la temperature global debajo 1.5°C para reducir efectos del calentamiento global y CC (COP 2015, Paris Agreement)

Conclusiones:

- No se podrá alcanzar esa meta si no hay grandes cambios en los sistemas de producción de alimentos
- Más agricultura intensiva sin usar más tierra (agricultura inteligente/sostenible)

IICA BUSCA CONTRIBUIR A TRAVES DE LA COOPERACION TECNICA

Efectos del CC en los procesos reproductivos de las plantas

Tiempo de floración y órganos florales:

- Aumento de calor y $[CO_2]$ puede influir en la cantidad de flores.
- Adelantar o retrasar floración, y/o causar asincronía en el desarrollo de los órganos masculino y femenino
- Reducida receptividad del estigma

Nectar y polen:

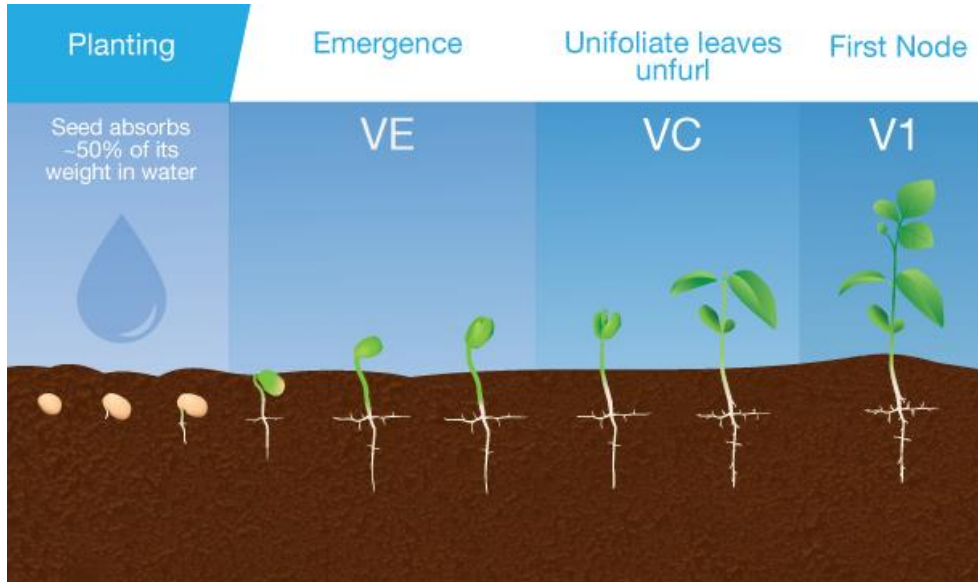
- Mayor $[CO_2]$ altera tasa azúcares en el néctar, => altera la atracción e interacción agentes polinizadores
- Producción y calidad de néctar es afectada
- Aumento de temperatura afecta el desarrollo del tubo polínico => producción de semilla afectada e hibridación natural

Agentes polinizadores

- Las abejas pueden cambiar su conducta según la temperatura se incremente y afecte su entorno.
- En el trópico los agentes polinizadores serán mas afectados, porque viven al limite de su tolerancia al calor, su capacidad de adaptación es menor.



Efectos del calor y CO₂ en la Calidad de la semilla (Hampton et al. 2013)



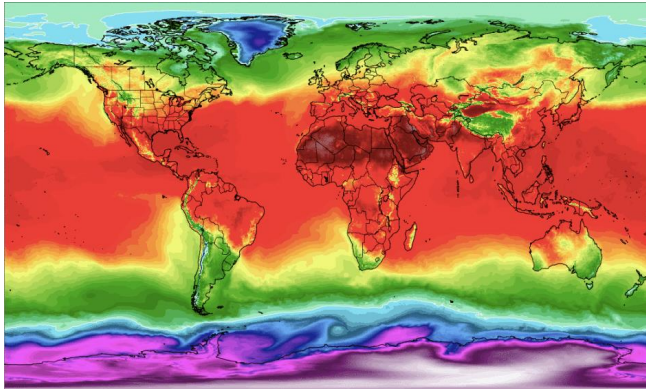
Germinación y vigor

- No se conoce mayormente el efecto del CO₂, pero el stress de calor si tiene efectos negativos significativos.
- Puede ser reducida si la provisión de nutrientes necesarios para la síntesis de compuestos necesarios en el proceso de germinación, es limitada por el calor excesivo.
- Lo que reduce el contenido de proteína de la semilla, y la provisión de aminoácidos necesarios para sintetizar la proteína durante el crecimiento del embrión.
- El stress de calor antes de la madurez fisiológica de la semilla puede afectar su vigor y germinación.

Pureza Genética

- El CC puede afectar la producción de semilla en cultivos de polinización abierta y semilla híbrida F1
- Stress de calor y mayor [CO₂] puede influir en la sexualidad del material progenitor, afectando mecanismos de auto-incompatibilidad y esterilidad masculina

Opciones para la adaptación de la producción de semillas



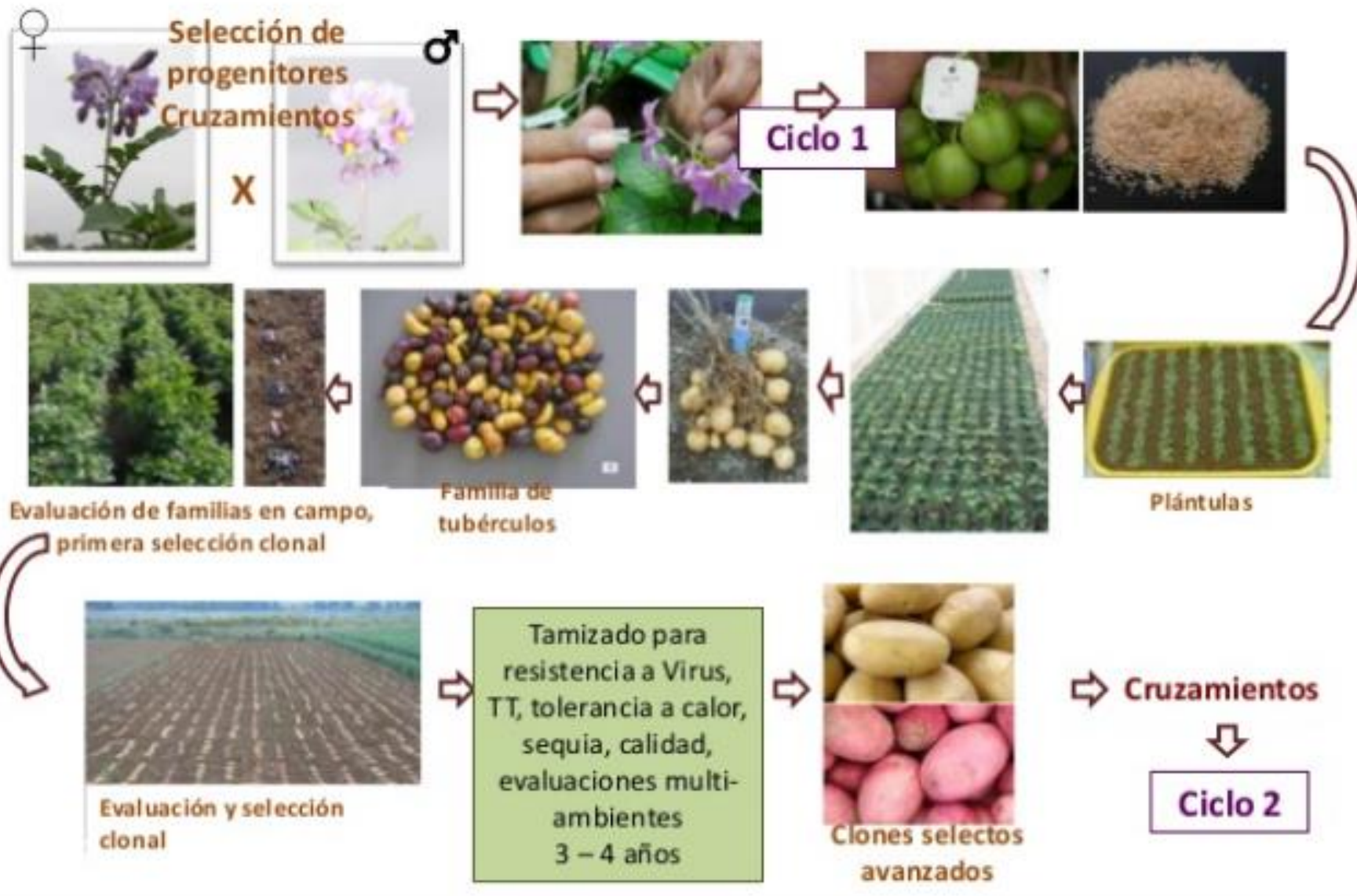
Mudar las zonas de producción de semillas:

- Llevando los semilleros a zonas mas altas o al sur, procurando temperaturas mas adecuadas y disponibilidad de agua.
- Siembras temprana, evitando épocas mas propensas a stress de calor en llenado del grano

Mejoramiento genético para Cambio Climático

- Seguirá siendo la mejor opción técnica para enfrentar el CC con nuevas variedades
- Caracteres de interés: tolerantes al calor, sequía y salinidad; resistencia a plagas y enfermedades,
- Combinar herramientas convencionales, moleculares y transgénicos para acelerar mejoramiento (ejm. marcadores moleculares, CRISPR, GMO)
- Retos:
 - Aprovechar la biodiversidad y los bancos de germoplasma existentes
 - Investigación colaborativa y ensayos multilocacionales <- acelerar procesos de selección
 - Asisitir a la pequeña agricultura
 - Financiamiento

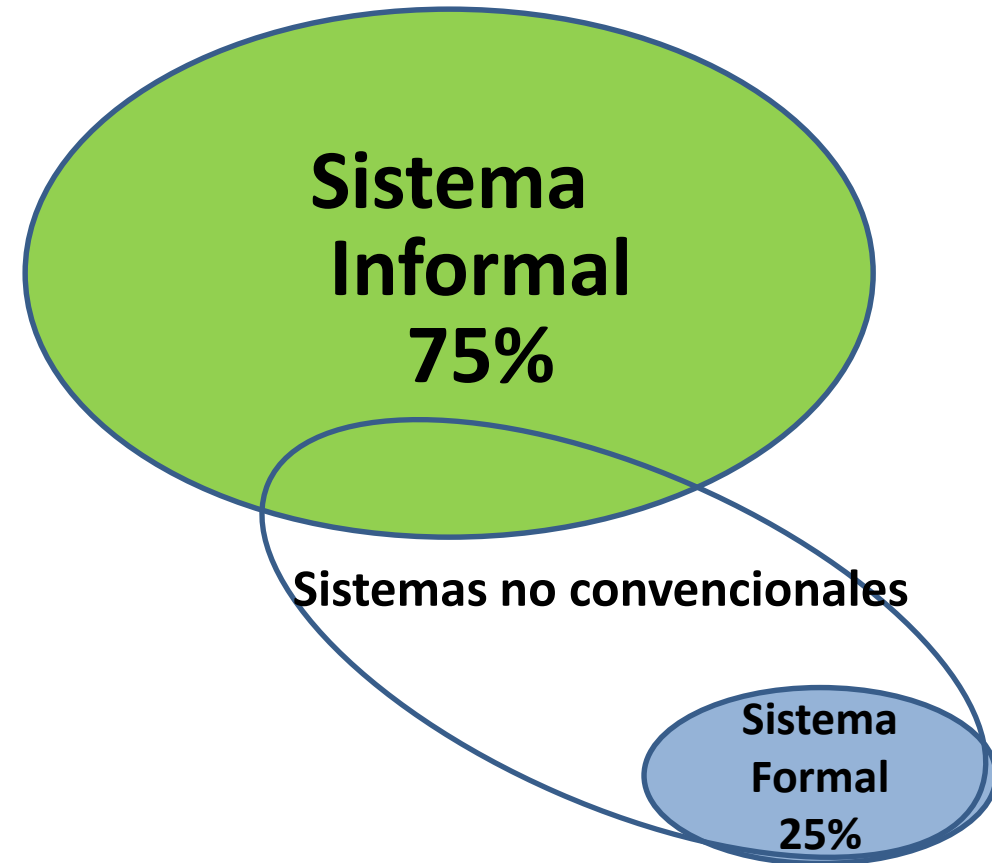
Mejoramiento genético de papa en CIP para adaptación al Cambio Climático



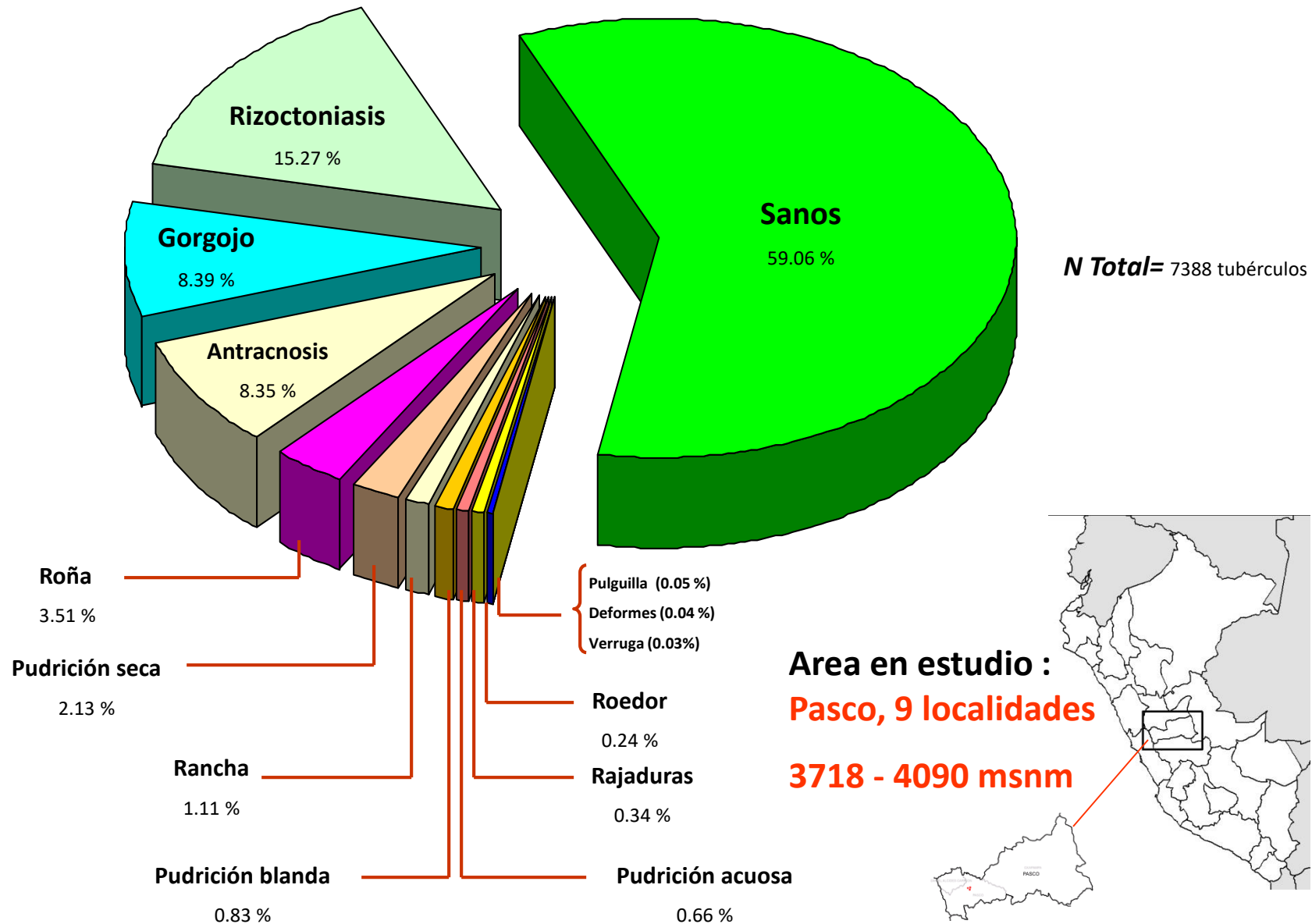
Entrega en Jamaica de plantulas de papa in-vitro de 33 clones adaptados al trópico (Junio 6, 2019)

Sistemas informales de semillas y sistemas no convencionales, como alternativa? (Wattnem T., 2016)

- **Sistema Formal:** sistema regulado de certificación, variedades registradas
- **Sistema Informal:** no regulado, variedades nativas o no registradas, basado en conocimiento ancestral
- Según FAO, los sistemas informales provee el 75% de la semilla (Santilli, 2012)
- **Sistema no convencional:** es un sistema alternativo, que busca incorporar estándares de calidad a los sistemas informales (ejm. QDS de FAO <http://www.fao.org/3/a-a0503s.pdf>)



Incidencia de plagas en tubérculos de papas nativas durante la cosecha en Cerro de Pasco, Perú Campaña (2009-2010)

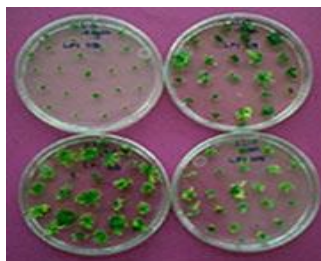
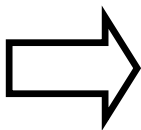


Esquema de producción de semilla certificada de la asociación “El Yanacanchino” Departamento de Cerro de Pasco, Perú

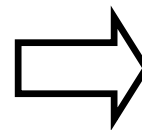
Laboratorio
(INIA Sta. Ana)



In-vitro



Propagación en
placas Petri



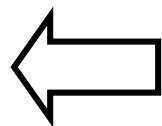
Bandeja de propagacion



Invernadero y
campo semillero
de agricultores



Semillero en lotes aislados, para producir
semilla básica 1 y autorizada.
Se aplica la selección positiva por 3 ciclos.
Monitoreo y certificación a cargo de



Producción de semilla Pre-básica en módulo
de Aeroponia (60-70 tub./planta).
Monitoreo y certificación a cargo de

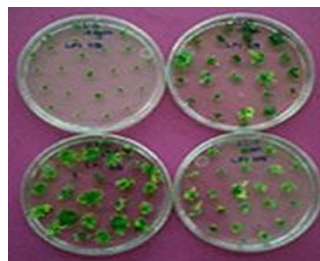
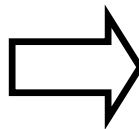


Esquema de producción de semilla de calidad en Chicche y Pomamanta (Proyecto Innovandes, Perú)

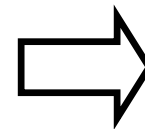
Laboratorio
(INIA Sta. Ana)



In-vitro



Propagación en
placas Petri

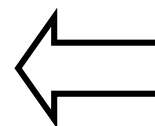


Bandeja de propagación



Invernadero y
campo semillero de
agricultores

Semillero en lotes aislados,
los agricultores semilleros
socios que aplican la
selección positiva por 3
años (semilla común 1,2,3)



Las plántulas se siembran en
invernadero s de Chicche y Pomamanta
para la producción de semilla básica I

Producción de semilla de papa nativa de calidad para productores articulados a una cadena de valor

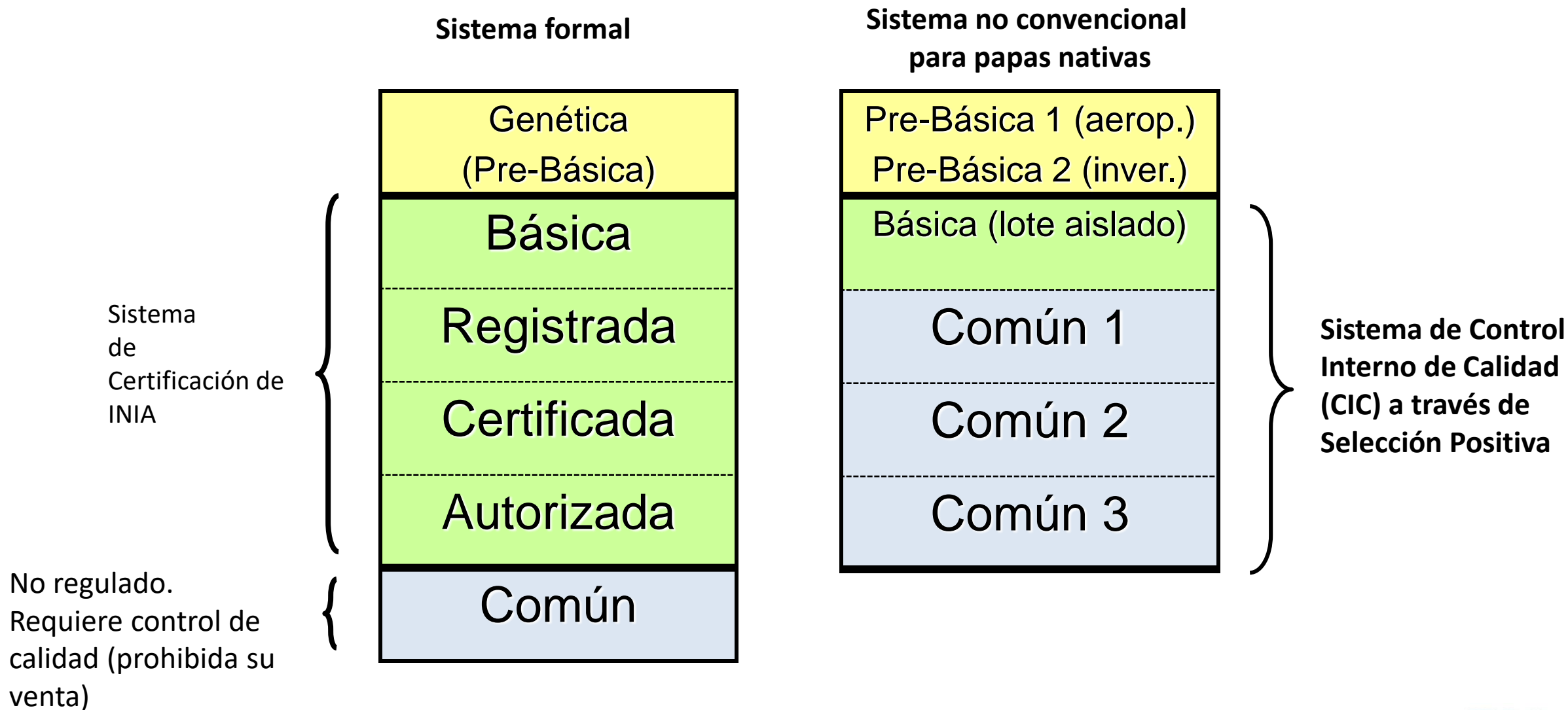
(Proyecto Innovandes, Perú: CIP – NZAid - FOVIDA)

- Se desarrolló en 4 comunidades de Junin y Huancavelica
- Objetivo: producir semilla de calidad y fortalecer las capacidades de gestión de las comunidades.
- Actividades desarrolladas:
 - ❖ Producción y mantenimiento de semilla de calidad en invernadero y campo semillero.
 - ❖ Capacitación en manejo de invernadero, multiplicación rápida, pasantía en INIA Cusco.
 - ❖ ECA para control de rancha y gorgojo, y selección positiva.

Chicche, Pomamanta,
Chuquitambo, Aymara
3,800 a 4,050 msnm



Esquema de producción de semilla de calidad con el sistema no convencional y su equivalente con el sistema formal



Establecimiento de la “casas de semillas” por CONAMURI en tres localidades en Itapúa y Caaguazú (Paraguay)



- Plan de “rescate de saberes” (PIAF/ IICA) para la conservación, reproducción, distribución y reutilización de semillas de cvs. nativos y criollos.
- Capacitación de comités semilleros en: administración de la casa de semillas, secado, conservación y estableciéndose reglamentos internos.
- Bancos comunales de semillas de: maíz, arroz, poroto, soja, mandioca y yerba mate

Mejoramiento de la producción de semillas, plántulas y plantones de café de alta calidad sanitaria en Nicaragua (PIAF/IICA 2017)



- 35 organizaciones de pequeños productores cafeteros orgánicos de CNCJ
- Visita de expertos de la Junta Nacional de Café (Perú), difusión del esquema de selección positiva en semilleros
- Producción de un manual de producción de plantones de calidad de café
- Esquema mejorado de producción compatible con QDS

Conclusiones (1)

- El CC es la amenaza más grande al que la humanidad se está enfrentando, y obligará a una innovación radical hacia una agricultura mas sostenible, para responder al reto de producir mas alimentos para 10 mil millones de habitantes a fines de este siglo.
- Los gobiernos deben proveer apoyo técnico diferenciado a los diferentes tipos de agricultores (desde la pequeña AF hasta la gran agricultura industrial) para mitigar las amenazas del CC.
- El mejoramiento genético será la opción mas eficaz para enfrentar el CC, pero será necesario más investigación colaborativa para acelerar la generación de nuevas variedades con mejores características.

Conclusiones (2)

- Los sistemas formales de semillas están mejor posicionados para enfrentar los desafíos del CC.
- El CC puede afectar los factores de calidad de la semilla, como son los mecanismos de reproducción y el proceso de fertilización, vigor, producción de flores, viabilidad de polen, la polinización y el llenado y tamaño de granos, así como la dormancia y el rendimiento.
- Los sistemas ancestrales y la resiliencia de las comunidades nativas se verán amenazados por el CC. Los sistemas no convencionales pueden ser una opción para los pequeños productores

DEFORESTATION

1-2 ACRES RAINFOREST
ARE CLEARED
EVERY MINUTE


ANIMAL AGRICULTURE
IS RESPONSIBLE FOR

91% →
OF AMAZON DESTRUCTION



CLIMATE CHANGE

GLOBAL
GREENHOUSE
GAS EMISSIONS

51%  DUE TO LIVESTOCK AND
THEIR BYPRODUCTS

13%  DUE TO TRANSPORT (ROAD,
RAIL, AIR & MARINE)

WATER USE



= **660**
GALLONS
WATER



EQUIVALENT TO
SHOWERING FOR
2 MONTHS



WASTE FROM A FARM
OF 2500 DAIRY COWS



WASTE FROM A CITY
OF 411000 PEOPLE



WASTE