

**Simposio Internacional FAO**  
**Cadena de valor: Situación actual y perspectivas**  
**Santiago de Chile – Chile**  
**6 de noviembre 2009**

---

**Investigación, Desarrollo e  
Innovación en Arroz**

**Patricio Méndez del Villar**  
**Centre de Coopération Internationale en**  
**Recherche Agronomique pour le**  
**Développement (CIRAD – Francia)**

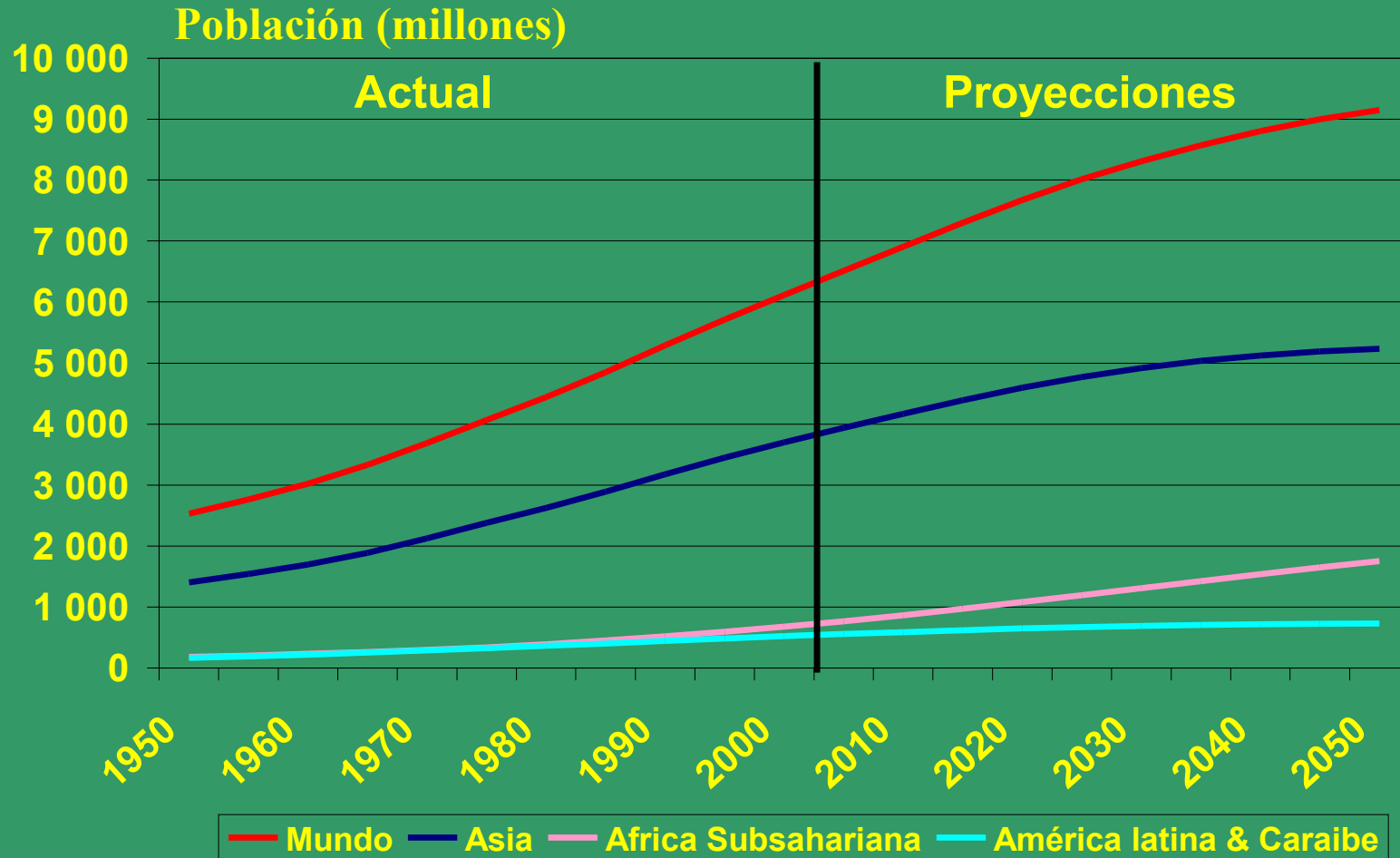
# Situación actual y perspectivas en arroz

- 1. Crecimiento demográfico y seguridad alimentaria
  - Hacia nuevas crisis alimentarias ?
- 2. Evolución del mercado mundial del arroz
  - Volatilidad de los precios e incertidumbres
- 3. Impactos tecnológicos en los últimos 50 años
  - Incremento de la producción arroceras
  - Orientaciones investigación en mejoramiento varietal
- 4. Nuevos retos para la investigación en un contexto de limitación de recursos
  - Cambios ambientales y climáticos
  - Desafíos para la investigación

# Crecimiento demográfico y seguridad alimentaria

- La **población mundial crecerá en un 50%** en 40 próximos años (grafico)
- Necesidad de **incrementar de 70% la producción** para el 2050 (FAO, 2009) 1,5% /año. Hoy crecimiento de 1% (grafico)
- **¿La seguridad alimentaria mundial en peligro?**
  - La crisis de 2008. Una presión suplementaria frente a una situación ya preocupante (cronología)
  - Origen de la crisis : una situación precaria de la producción y existencias (grafico indicadores fundamentales) – balance arrocerero
  - Mercado mundial: volatilidad de los precios mundiales e incertidumbres sobre postura de los actores del comercio (factores estructurales mercado marginal, prioridad al suministro interno)

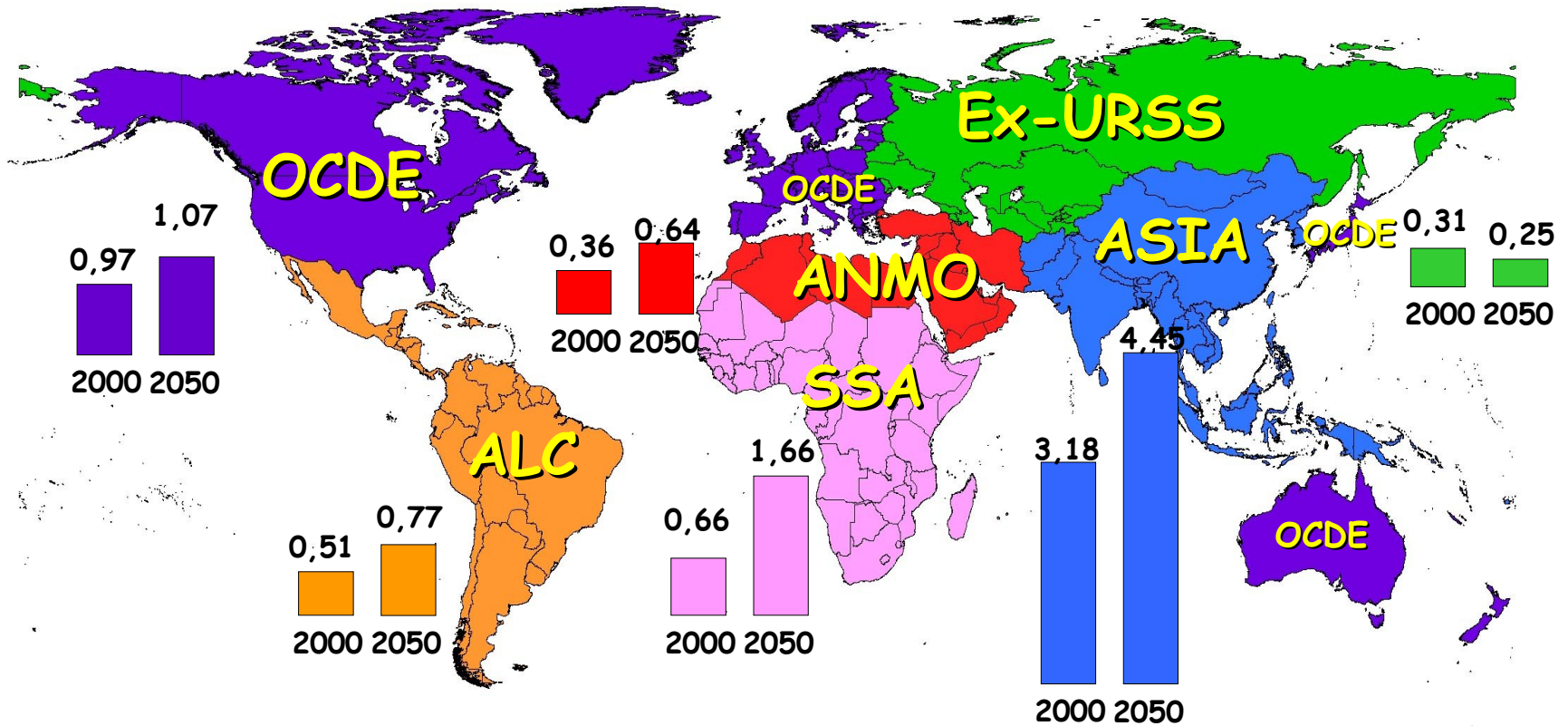
# Proyecciones demográficas



# Crecimiento demográfico: un desafío planetario

- Crecimiento demográfico 1,7%/año
  - 6 billones de hab. en 2000. → 9 billones en 2050
  - población mundial multiplicada por 1,5
  - + 50 millones de consumidores / año
- Demografía por grandes regiones
  - Asia 4,45 billones (X 1,4)
  - Países OCDE 1,07 billones (X 1,1)
  - Países Ex-URSS 0,25 billones (X 0,8) cae la pop.
  - África Norte & Oriente Medio 0,65 billones (X 1,8)
  - África Subsahariana 1,66 billones (X 2,5)
  - América Latina y Caribe 0,77 billones (X 1,5)

# Perspectivas demográficas regionales hacia el 2050



Fuente : Agrimonde, 2009

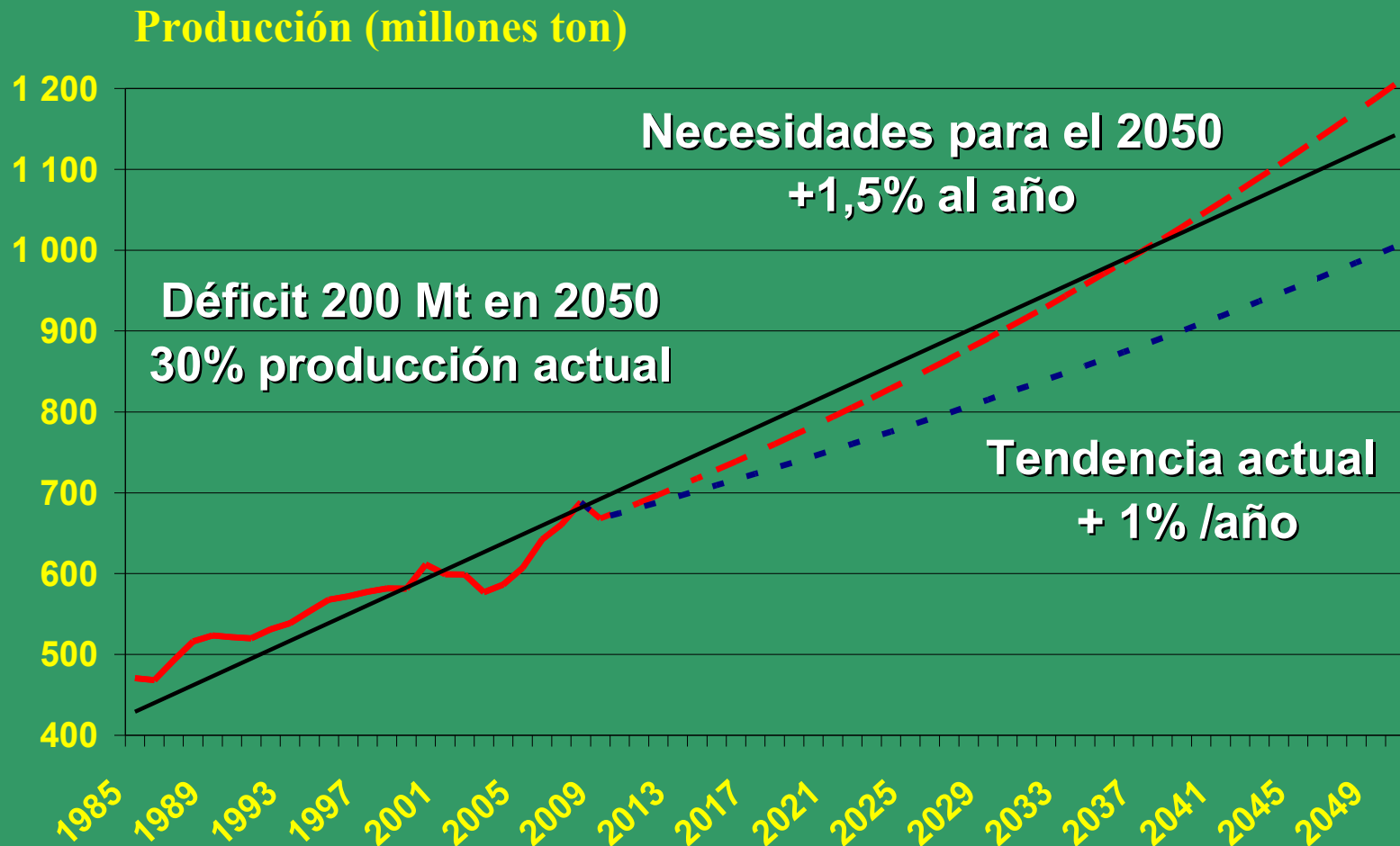
vuelta

# Proyección de la producción mundial de arroz

- Proyección crecimiento de 1% al año (tendencia actual) : 1000 millones de ton en 2050
- Proyección crecimiento de 1,50% (+70% de crecimiento) : 1200 millones de ton en 2050
- Un déficit de 200 millones, equivalente a 30% de la producción mundial actual de arroz



# Proyecciones producción (2050)



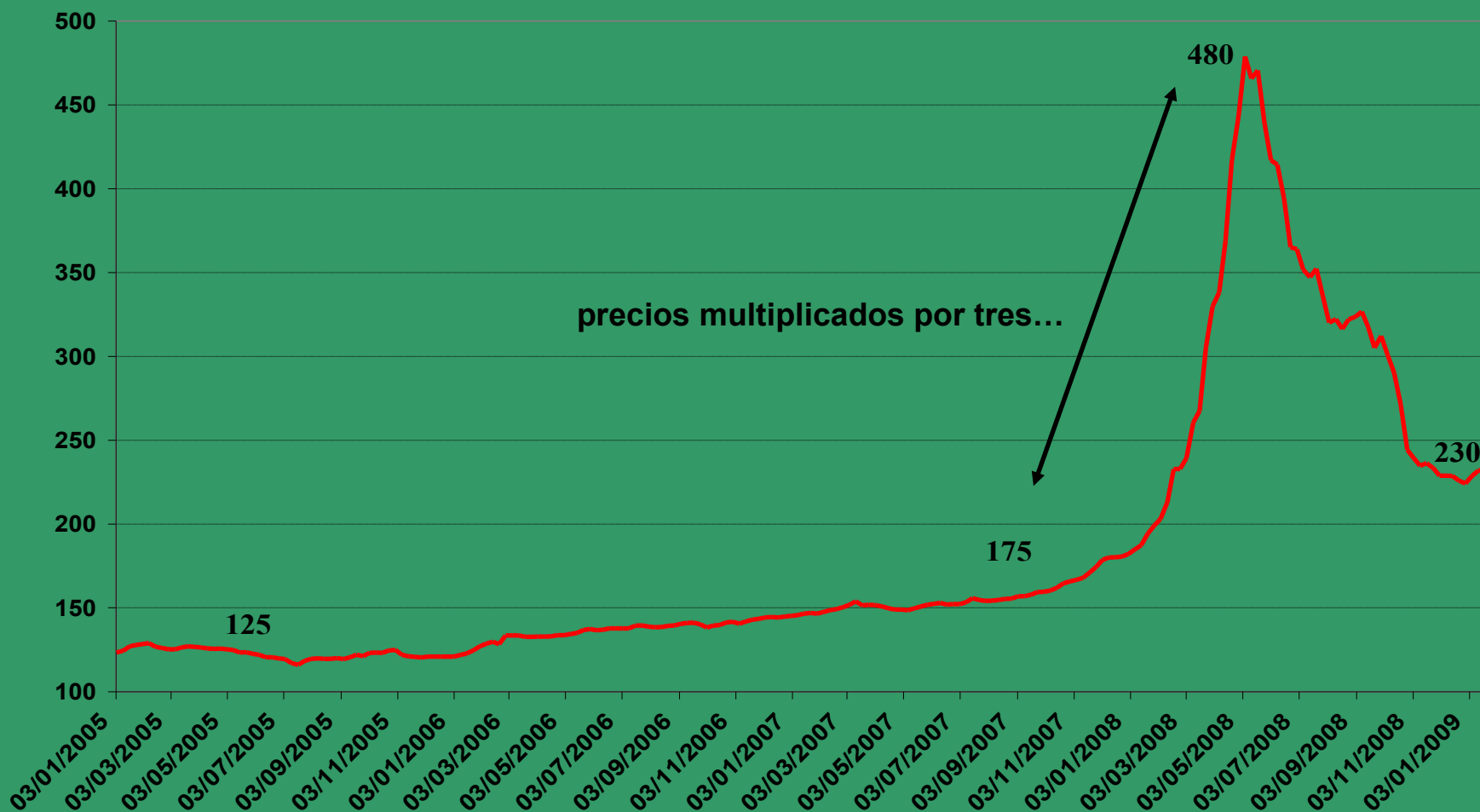
vuelta



# La seguridad alimentaria mundial en peligro?

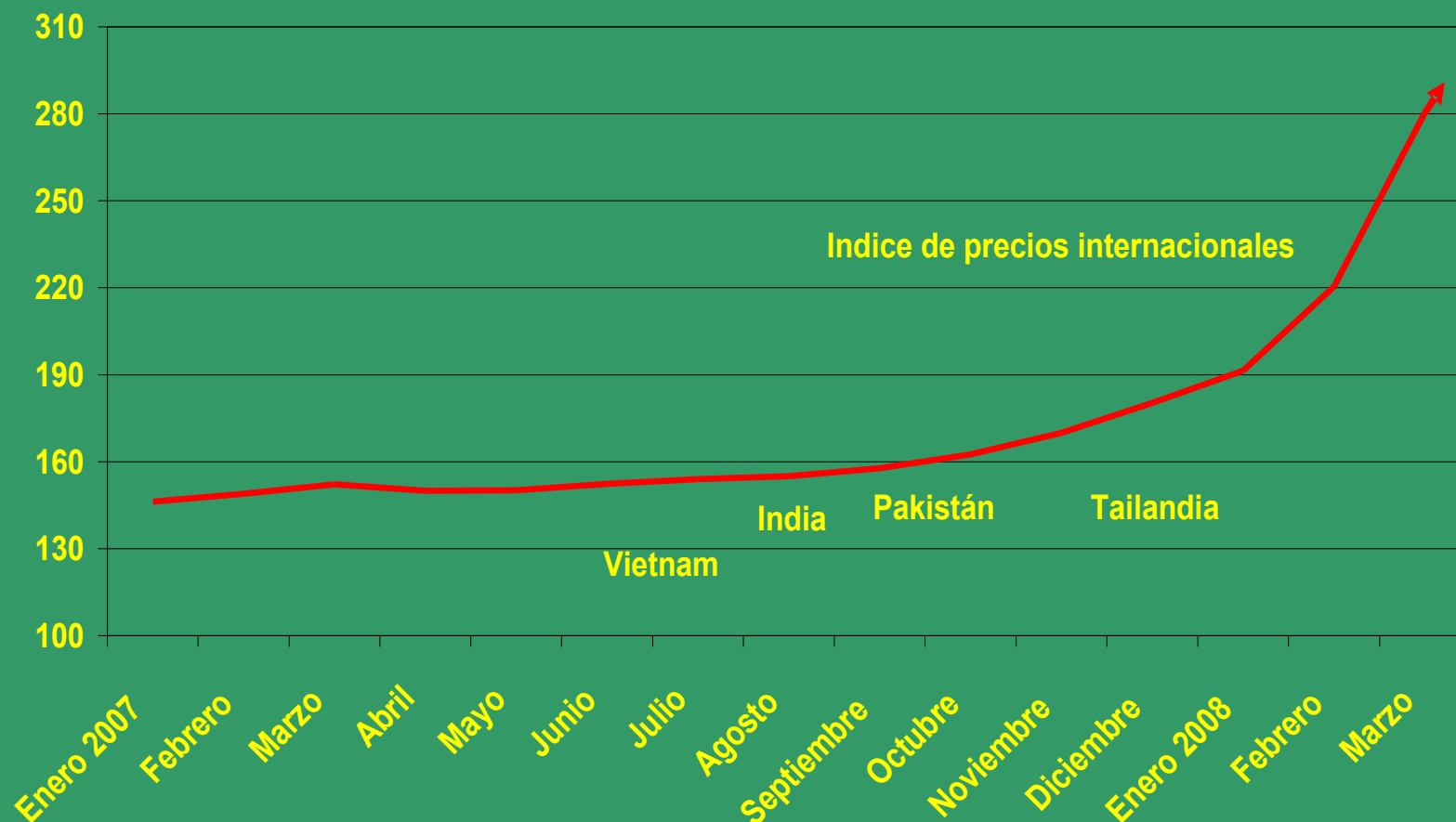
- La crisis del 2008 : señal de nuevas crisis futuras?
  - Volatilidad de los precios mundiales (Precios X 3 veces)
  - Limitaciones de exportación (cronología)
- Origen de la crisis 2008
  - Una **situación precaria** producción y existencias insuficientes (grafico indicadores fundamentales)
  - Contexto internacional de crisis (alza precios de commodities) y comportamientos especulativos
- Mercado mundial: incertidumbres futuras
  - Comportamientos imprevisibles de exportadores e importadores a raíz de la vulnerabilidad de las economías en los países más pobres

# Evolución del índice de precios OSIRIZ 2005 - 2009 (base 100 = enero 2000)



Source : Osiriz, 2009, [www.infoarroz.org](http://www.infoarroz.org)

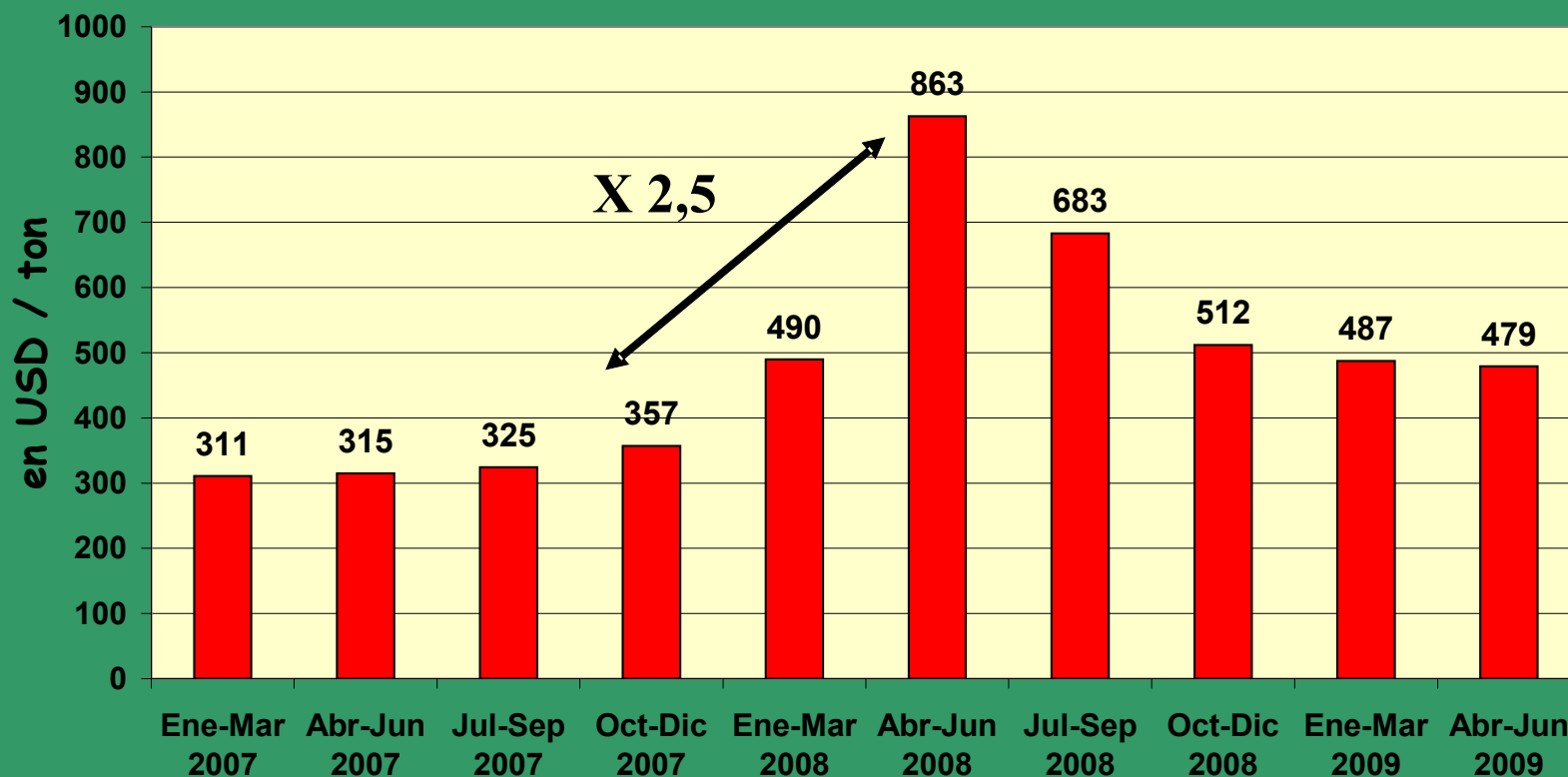
# Cronología de las limitaciones de exportación principales exportadores en 2008



Source : Osiriz, 2009, [www.infoarroz.org](http://www.infoarroz.org)

# Evolución precio internacional del arroz

promedio trimestrial



Source : Osiriz, 2009, [www.infoarroz.org](http://www.infoarroz.org)

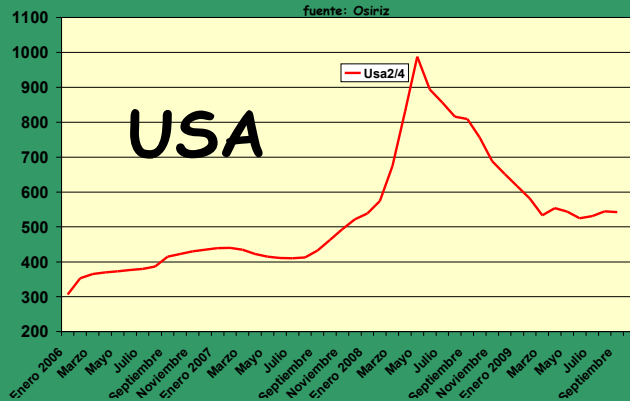
# Volatilidad de los precios mundiales

## ➤ Precios multiplicados por tres

Evolución mensual de los precios US 2/4

precios USD /ton Houston

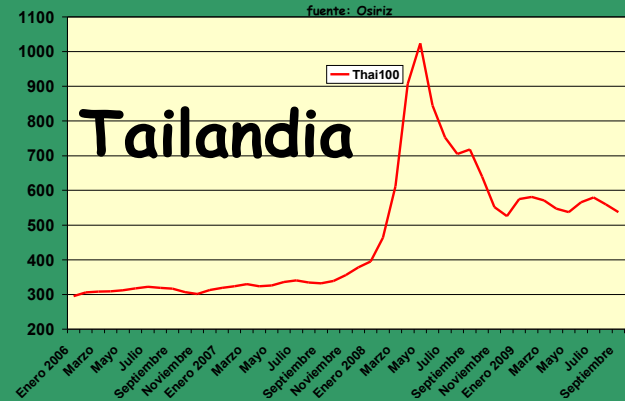
fuelle: Osiriz



Evolución mensual de los precios Tai 100B

precios USD /ton Bangkok

fuelle: Osiriz



Evolución mensual de los precios Viet 5%

precios USD /ton Saigon

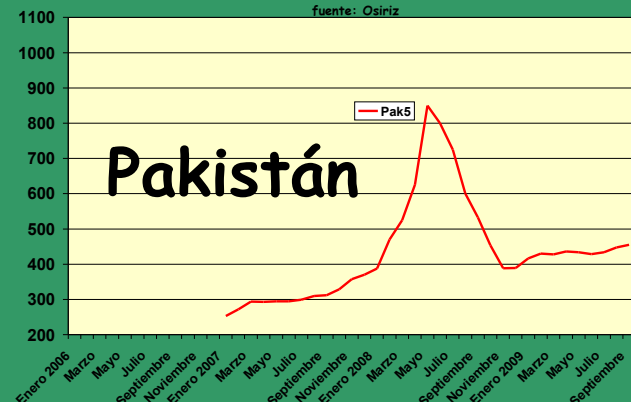
fuelle: Osiriz



Evolución mensual de los precios Pak 5%

precios USD /ton Karachi

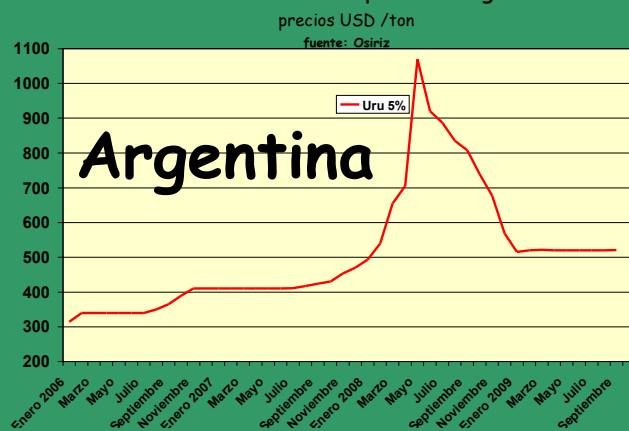
fuelle: Osiriz



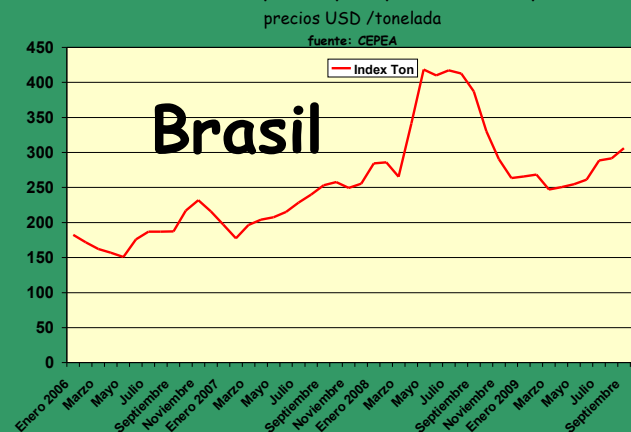
# Volatilidad de los precios regionales

## ➤ Precios multiplicados de 2 a 2,5 veces

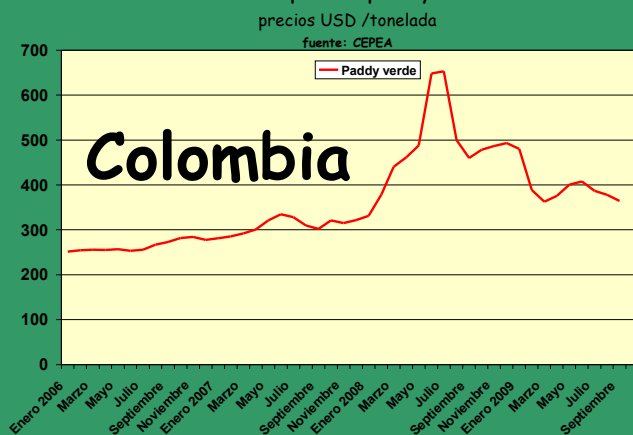
Evolución mensual de los precios Argentina 5%



Evolución mensual precio paddy indicador Cepea Brasil



Evolución mensual precio paddy verde Colombia



vuelta

# Origen de la crisis 2008

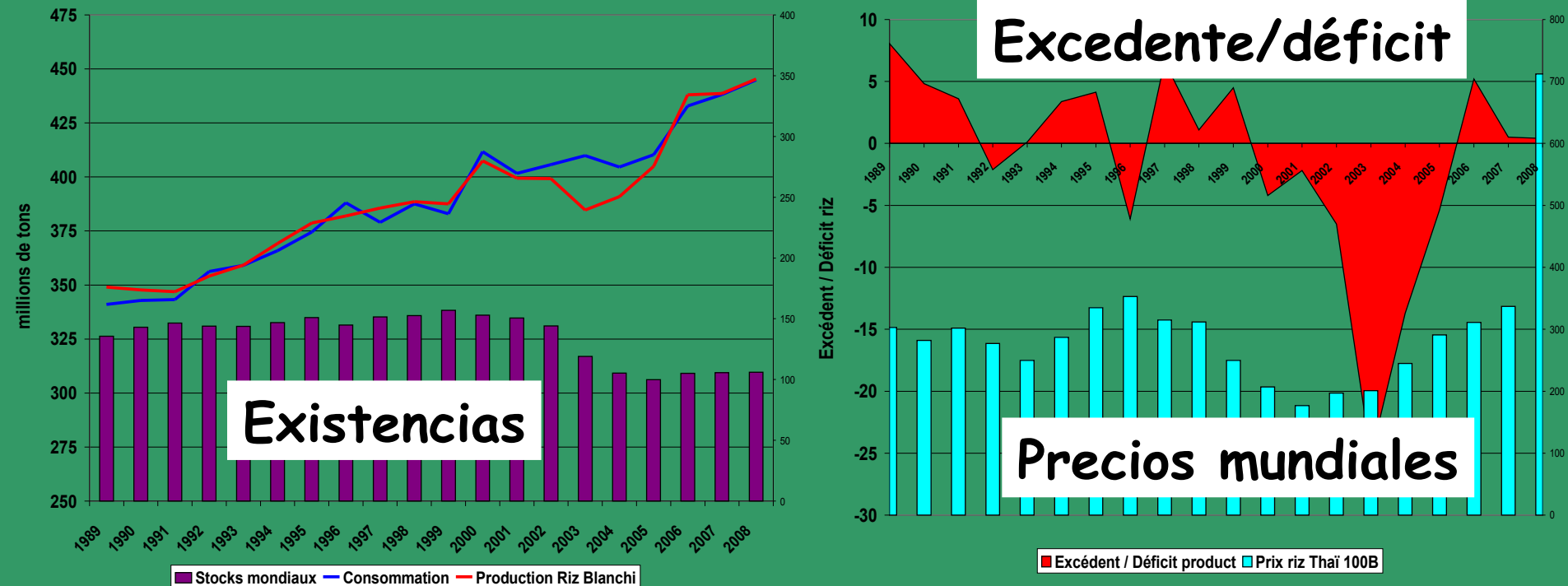
---

- Una situación arrocerá precaria
  - Cosechas mediocres y caída histórica de las existencias mundiales
  - Evolución precios commodities alimentarias
  - Evolución precios productos agrícolas y petróleo



# Evolución de la producción y el consumo mundial de arroz

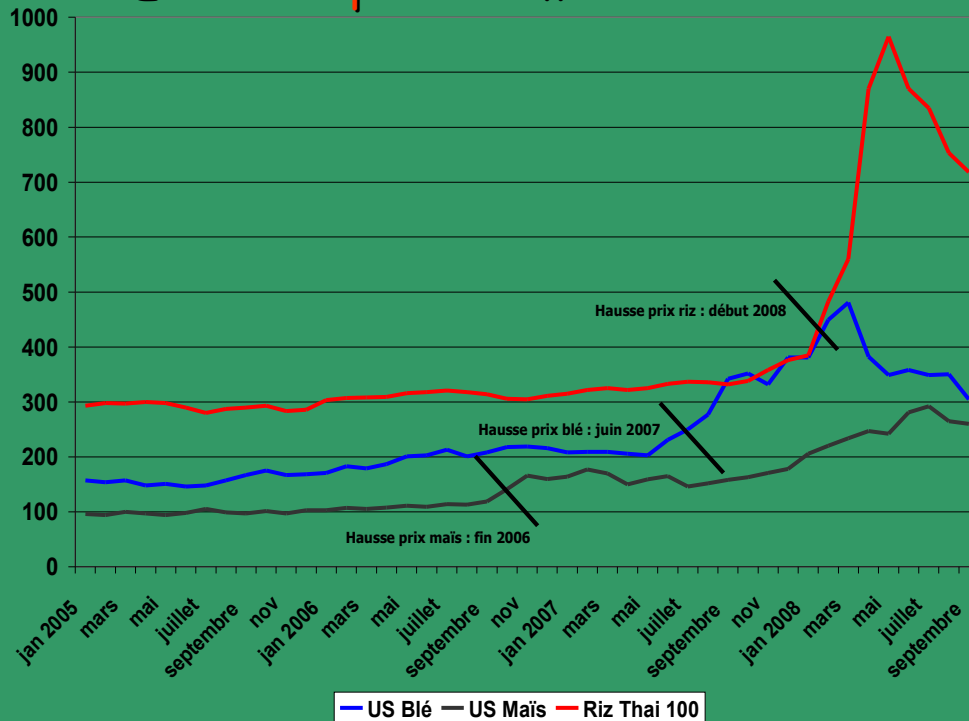
**Balance arrocerero precario (baja producción mundial en 2000 – 2005)**



# Alza precios de los cereales

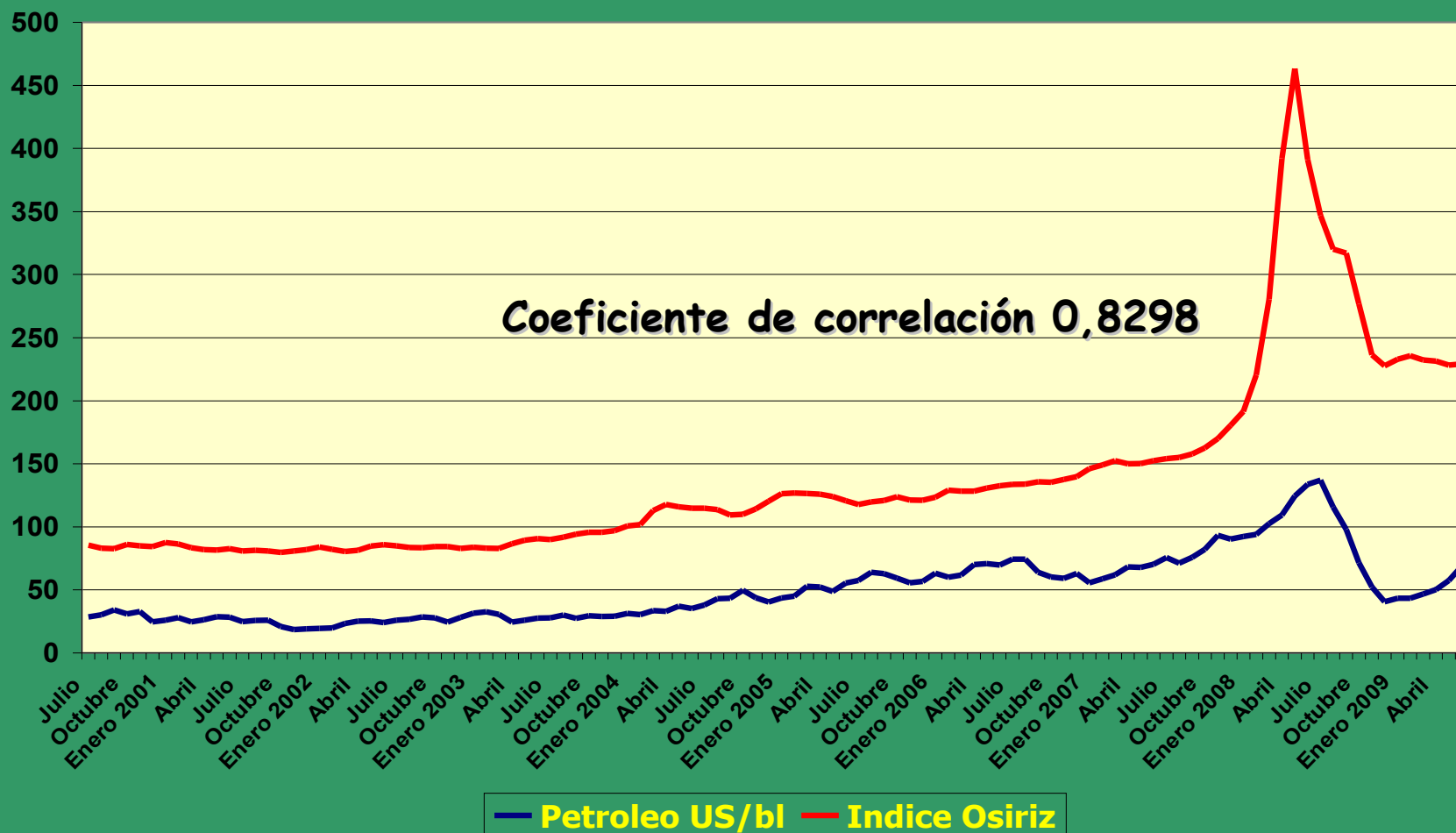
## Interacciones

Evolución precios mundiales cereales



- Situación del maíz: producción y demanda en etanol (subida precio petróleo)
- Situación del trigo: caída de la producción australiana y argentina (pésimas condiciones climáticas)
- Situación del arroz: limitaciones voluntaria de exportaciones de los países asiáticos

# Precio petróleo X índice precio arroz

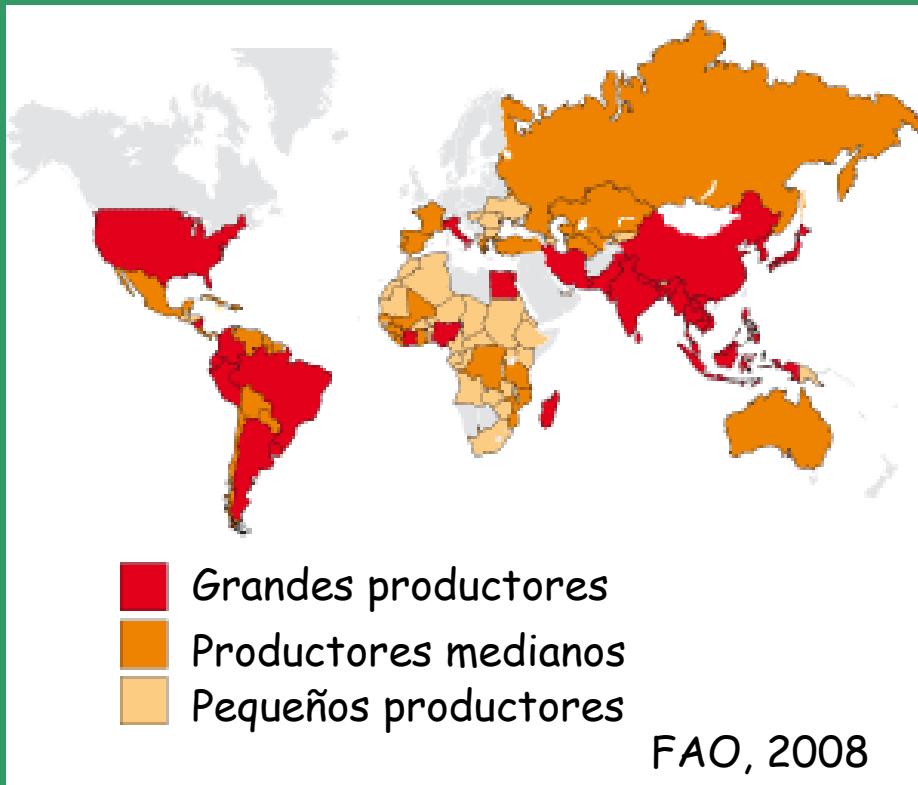


Fuerte volatilidad de los precios

# Incertidumbres del mercado mundial

- Un mercado concentrado y marginal
  - 90% producción y consumo en Asia
  - Comercio mundial: 7% de la producción mundial
- Comportamientos de los actores del comercio (2008):
  - Exportadores: prioridad al suministro interno
  - Importadores: vulnerabilidad de las economías en los países más pobres (ejemplo de África factura importaciones de arroz multiplicada por 2 en 2008)

# Principales productores mundiales

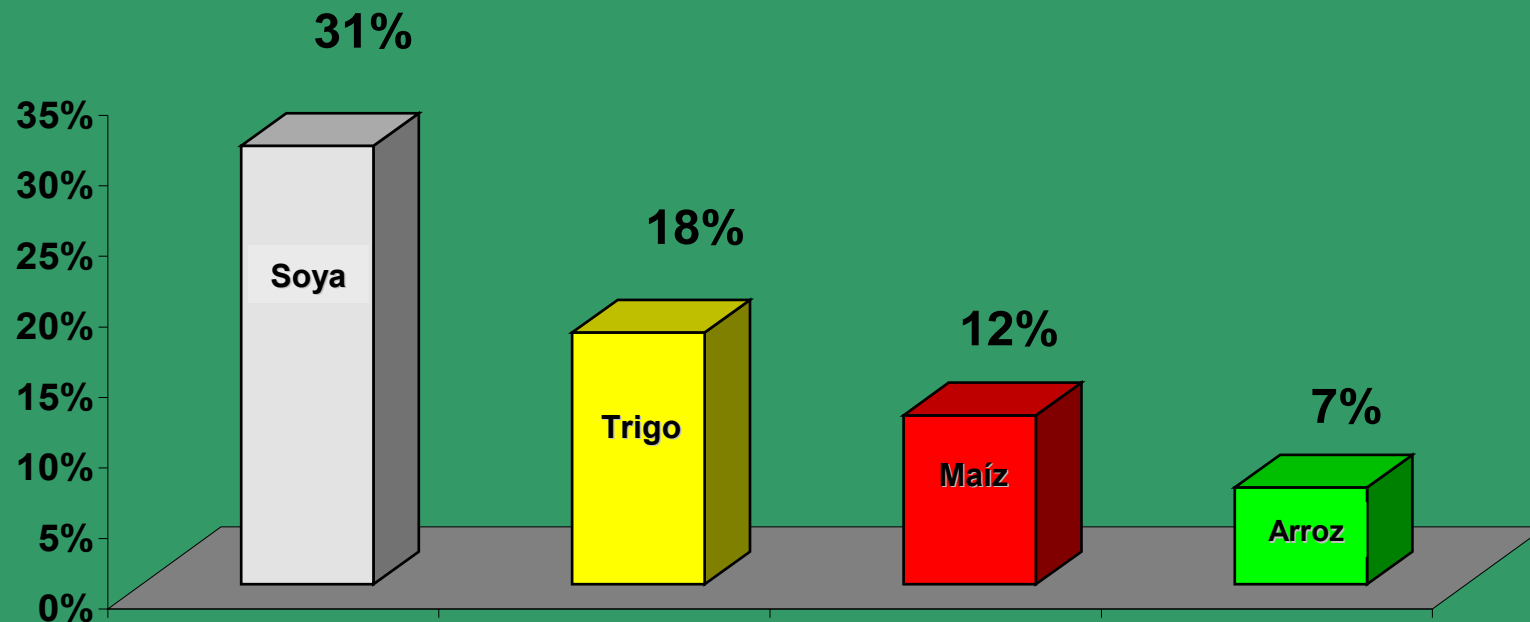


Producción mundial en millones de toneladas (paddy)				
Rango	Países	Med 05-07	%	Cúmulo
1°	China	185,0	30%	30%
2°	India	134,0	21%	51%
3°	Indonesia	52,0	9%	60%
4°	Bangladesh	39,0	6%	66%
5°	Vietnam	36,0	6%	72%
6°	Tailandia	28,0	5%	77%
7°	Birmania	25,0	4%	81%
8°	Filipinas	14,0	2%	83%
9°	Brasil	12,0	2%	85%
10°	Japón	11,0	2%	87%

Fuente : FAO,2008

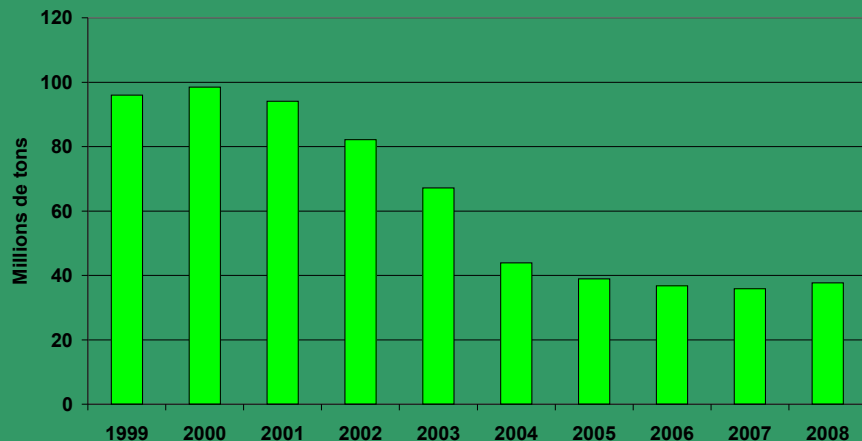
# Un mercado marginal

## Comercio de granos x producción mundial 2006-2008



# Comportamiento de los actores del comercio - evolución de las existencias

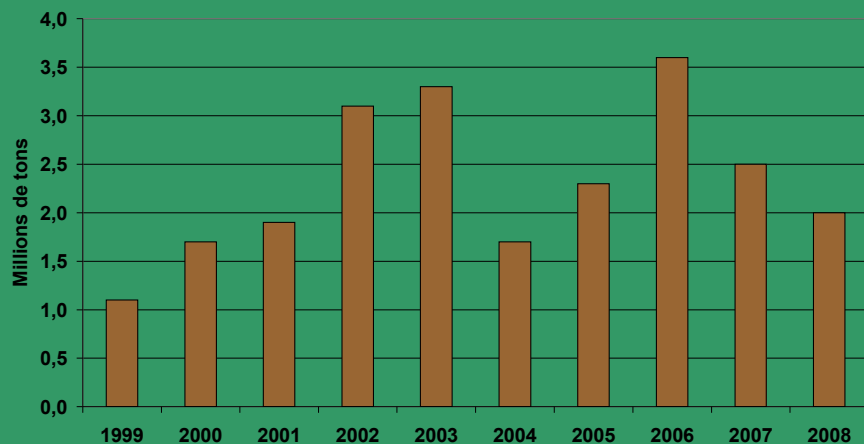
Chine



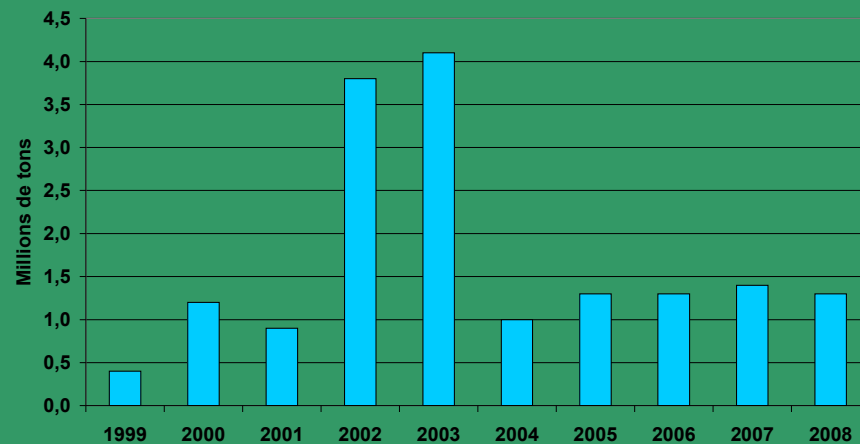
Inde



Thaïlande



Vietnam

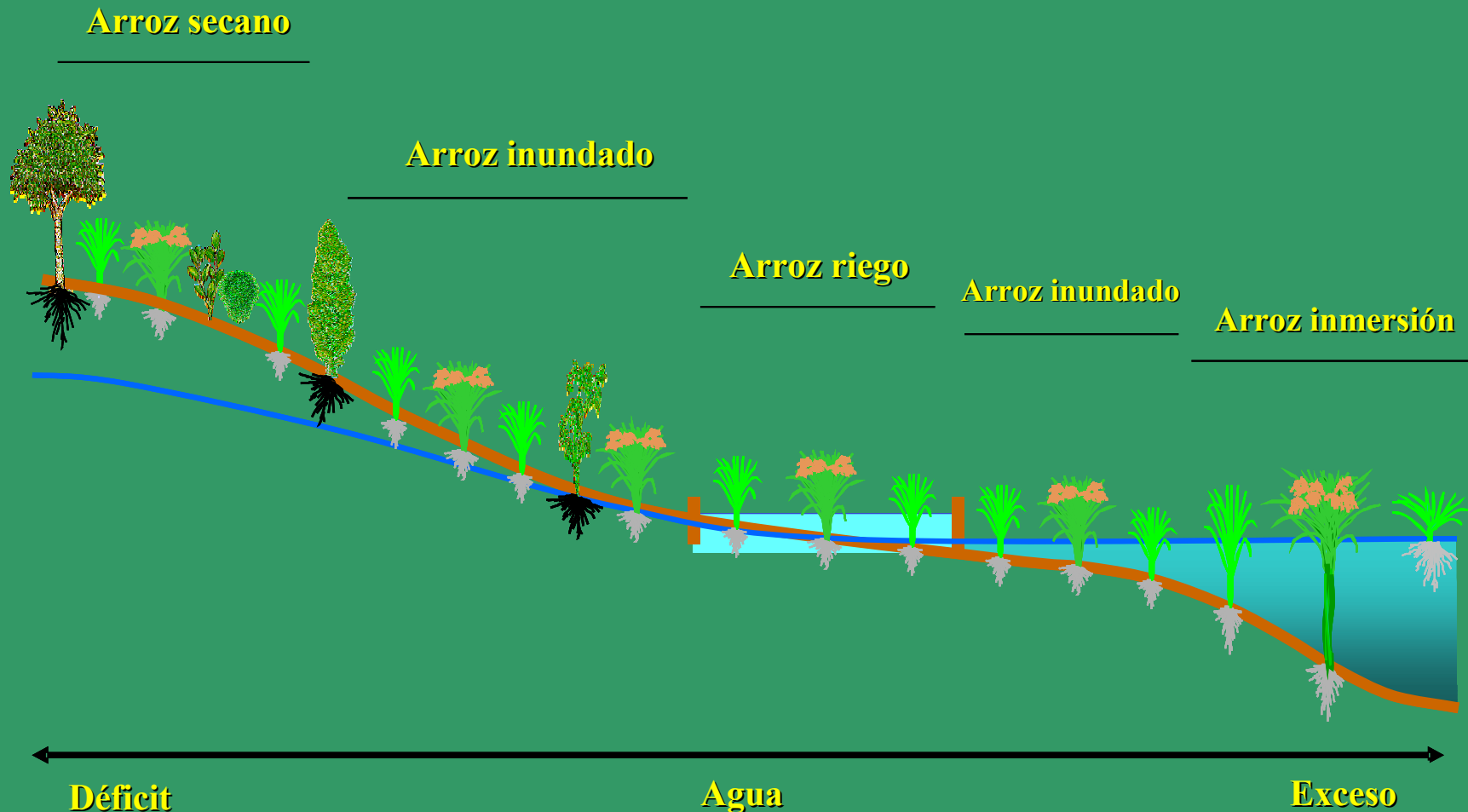




# Impactos tecnológicos en los últimos 50 años

- Evolución de la producción
  - Extensión de las áreas arroceras: principales cambios fueron en los sistemas de regadío (57% áreas mundo)
- Evolución de los rendimientos
  - Incremento de la productividad: mejores logros en los sistemas de riego, con el uso de variedades modernas e insumos (fundamentos de la Revolución Verde) a partir de los años 1960 en los países asiáticos
  - Ejemplos: China, Corea, Indonesia, Vietnam (a partir años 1990)
  - Seguridad alimentaria (incremento del consumo años 1970 y 1980)

# Diversidad de ecosistemas de cultivo



# Superficies (en %) por ecosistemas de cultivo de arroz y grandes regiones

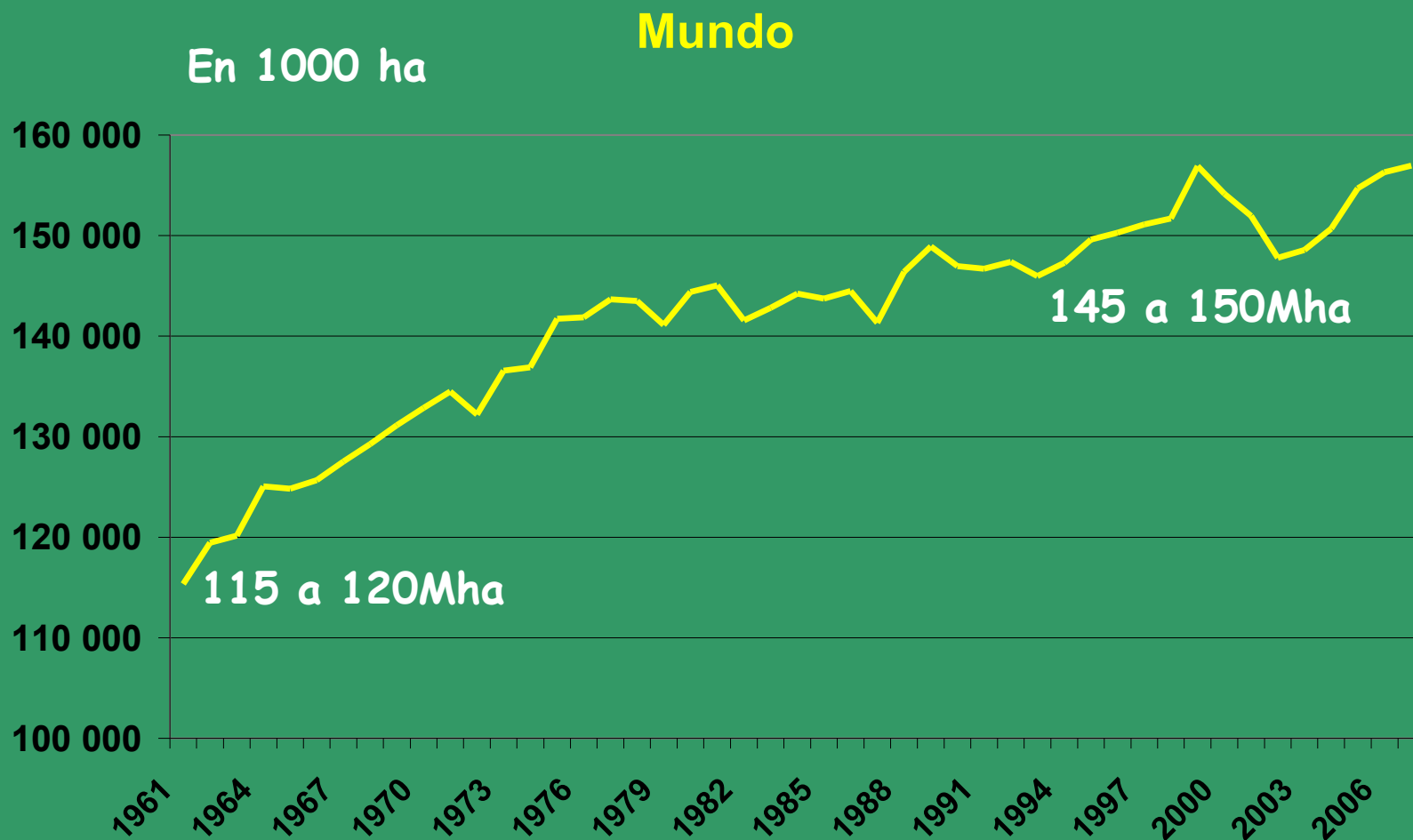
Ecosistemas	Riego	Inundado	Secano	Inmersión profunda
<b>ASIA</b>	<b>58</b>	<b>32</b>	7	3
<b>ÁFRICA</b>	<b>23</b>	<b>35</b>	<b>33</b>	9
<b>AMERICA LATINA</b>	<b>48</b>	5	<b>47</b>	-
<b>MUNDO</b> 150 Millones ha	<b>57</b>	<b>31</b>	9	3

Fuente : IRRI, 2008

# Evolución de la producción de arroz en los 50 últimos años

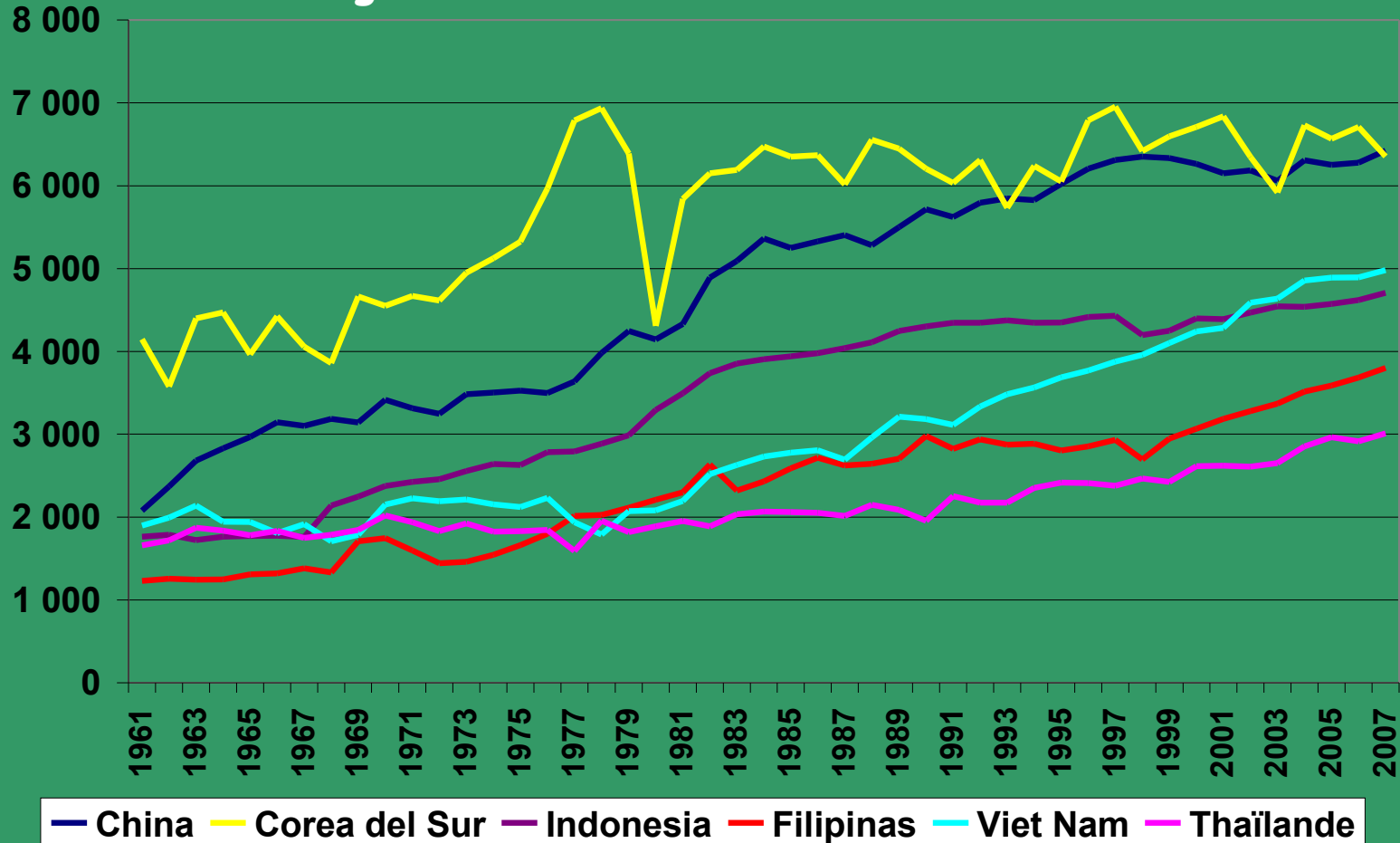
- Extensión de las áreas arroceras
  - Años 1960: 115 a 120 millones de hectáreas
  - Años 1990: 145 a 150 millones ha.
  - 2009/2010 : 156 millones ha.
  - Unos de los principales cambios fue la extensión del regadío
- En las últimas décadas
  - Estagnación áreas y rendimientos
  - Techos tecnológicos
  - Nuevos desafíos: producir más con menos recursos

# Extensión áreas mundiales de arroz

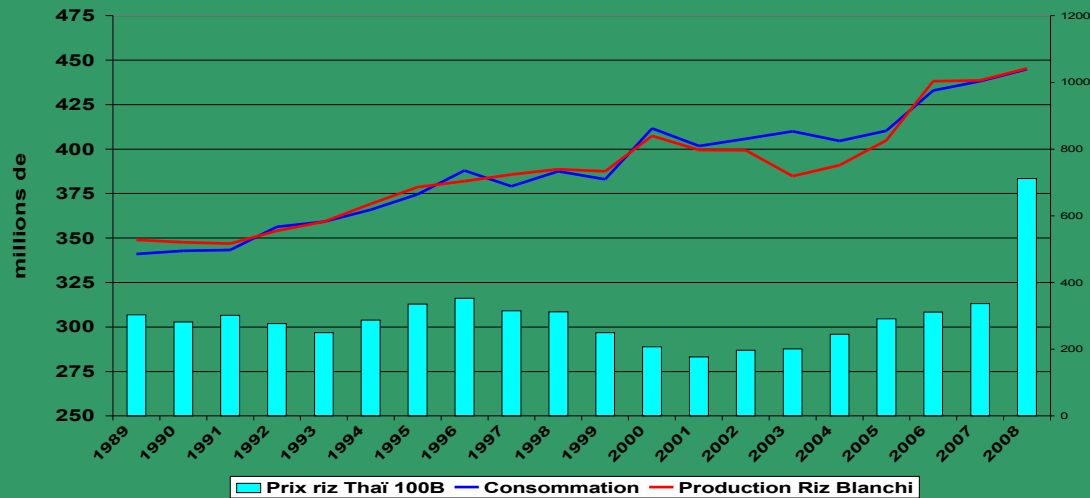


# Progresos en los rendimientos en algunos países de Asia

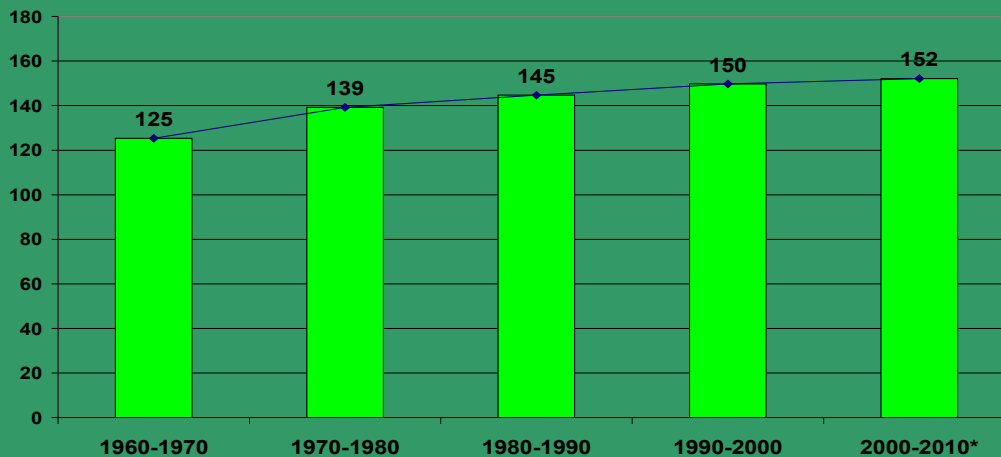
En 1000 kg./ha



# Dificultades actuales



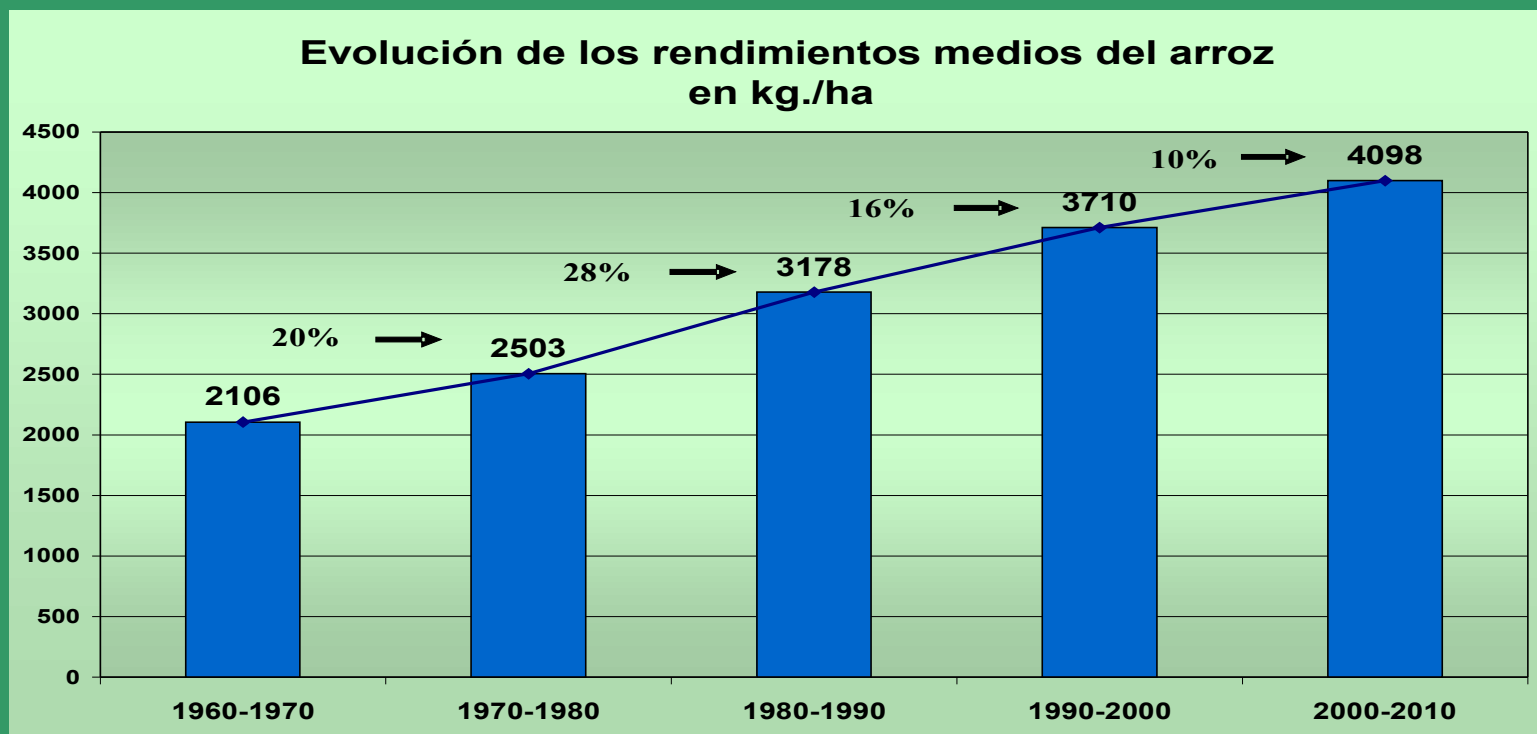
➤ Una producción que aumenta menos que el consumo



➤ Áreas agrícolas estancadas



**Y... rendimientos medios que progresan menos que durante las décadas anteriores**



Fuente: FAO, 2009

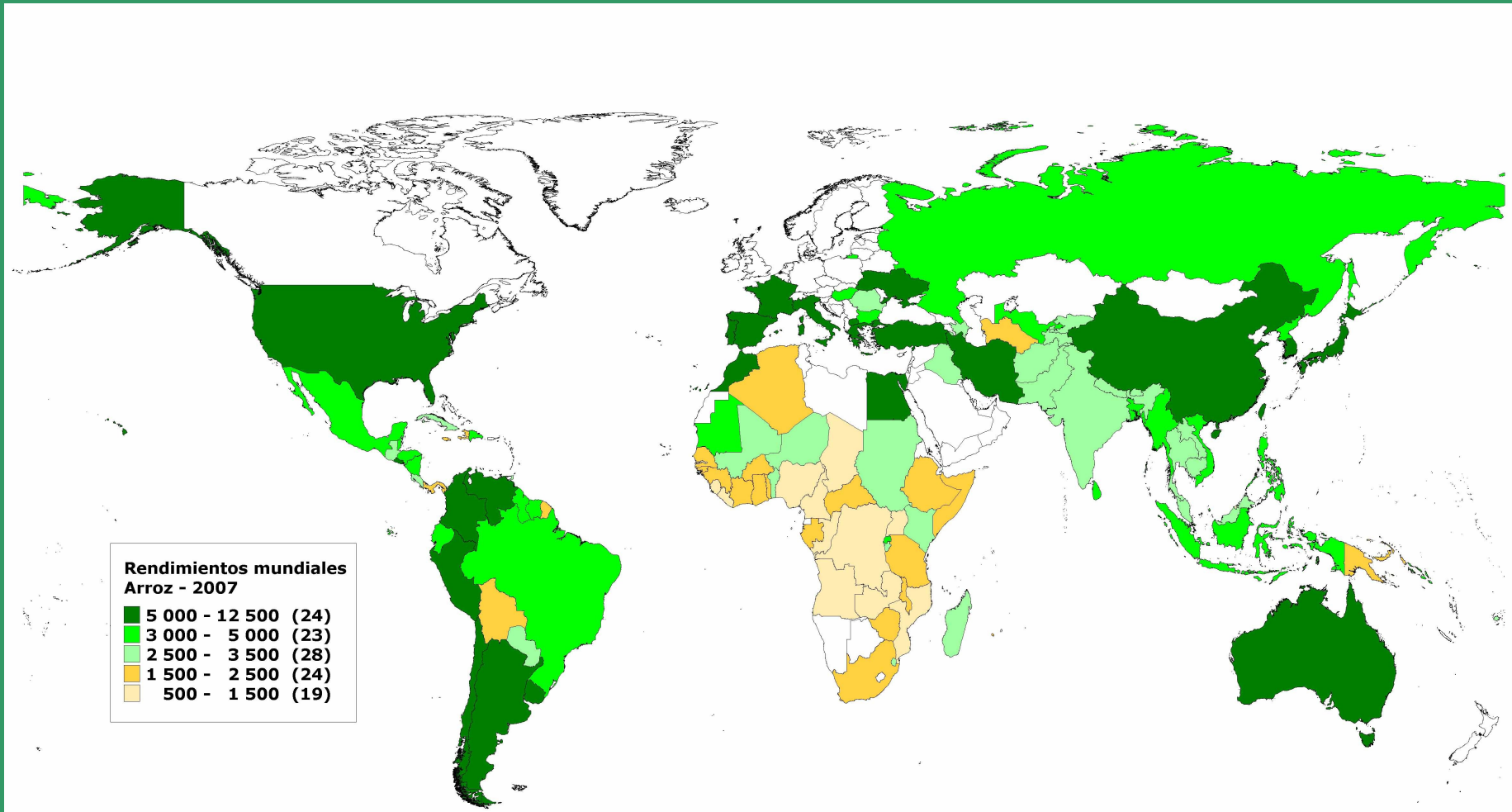
# Evolución de los rendimientos grandes regiones productoras de arroz

## ➤ Avances tecnológicos desiguales según las regiones

	Med 1960-70		Med 1970-80		Med 1980-90		Med 1990-2000		Med 2000-07	
	kg./ha		kg./ha	Ts crec	kg./ha	Ts crec	kg./ha	Ts crec	kg./ha	Ts crec
Mundo	2 108		2 520	19,5%	3 225	28,0%	3 727	15,6%	4 016	7,8%
Asia	2 016		2 478	22,9%	3 250	31,2%	3 766	15,9%	4 049	7,5%
América latina	2 246		3 046	35,6%	3 615	18,7%	3 997	10,6%	4 663	16,7%
Brasil	1 548		1 451	-6,3%	1 762	21,4%	2 569	45,8%	3 491	35,9%
Africa	1 821		1 845	1,3%	1 929	4,6%	2 169	12,4%	2 318	6,9%

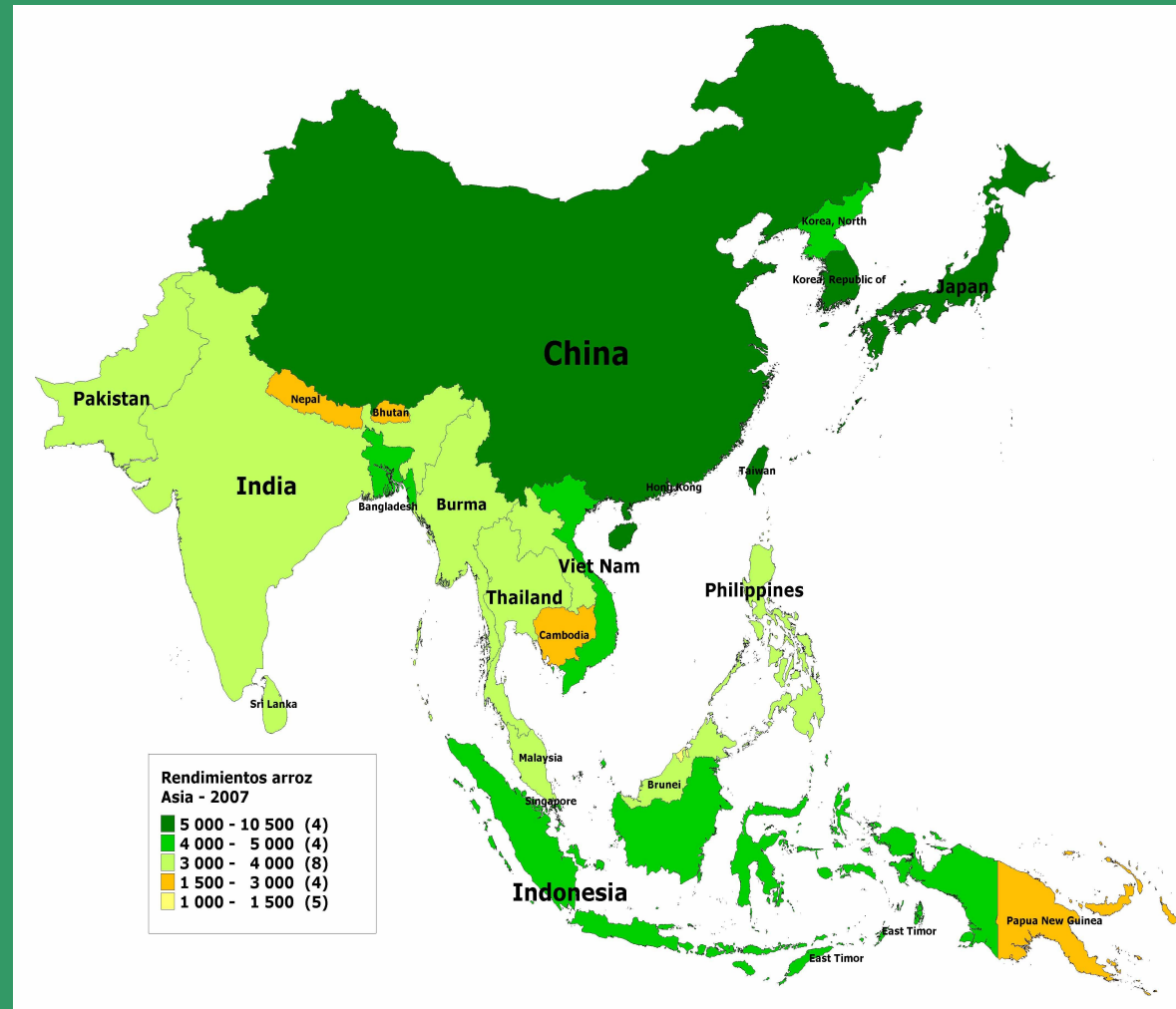
Fuente: FAO, 2009

# Rendimientos mundiales del arroz



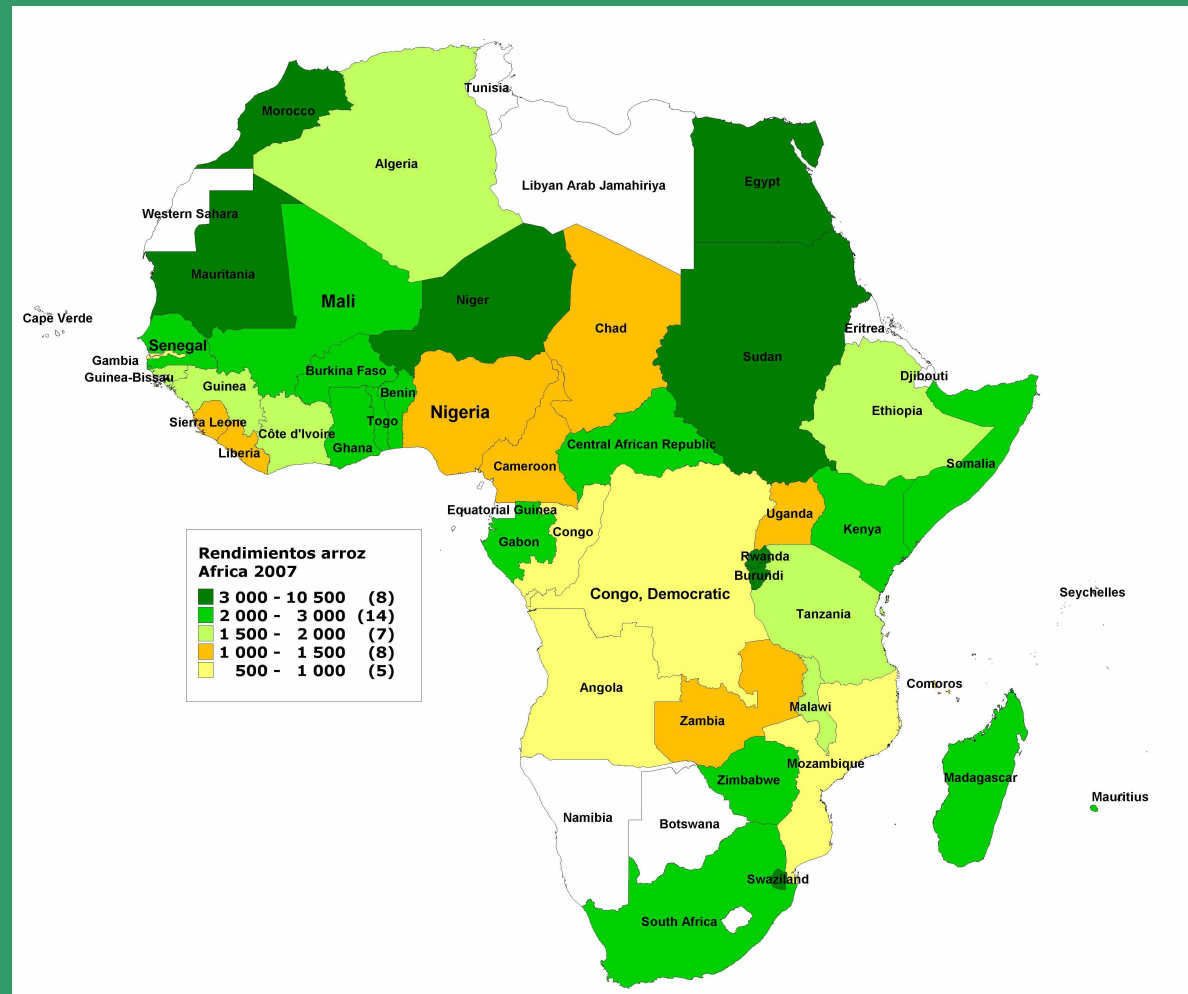
# Rendimientos del arroz en Asia

- Mayores rendimientos (Corea del Sur, China, Japón)
- Rendimientos medianos en principales exportadores mundiales



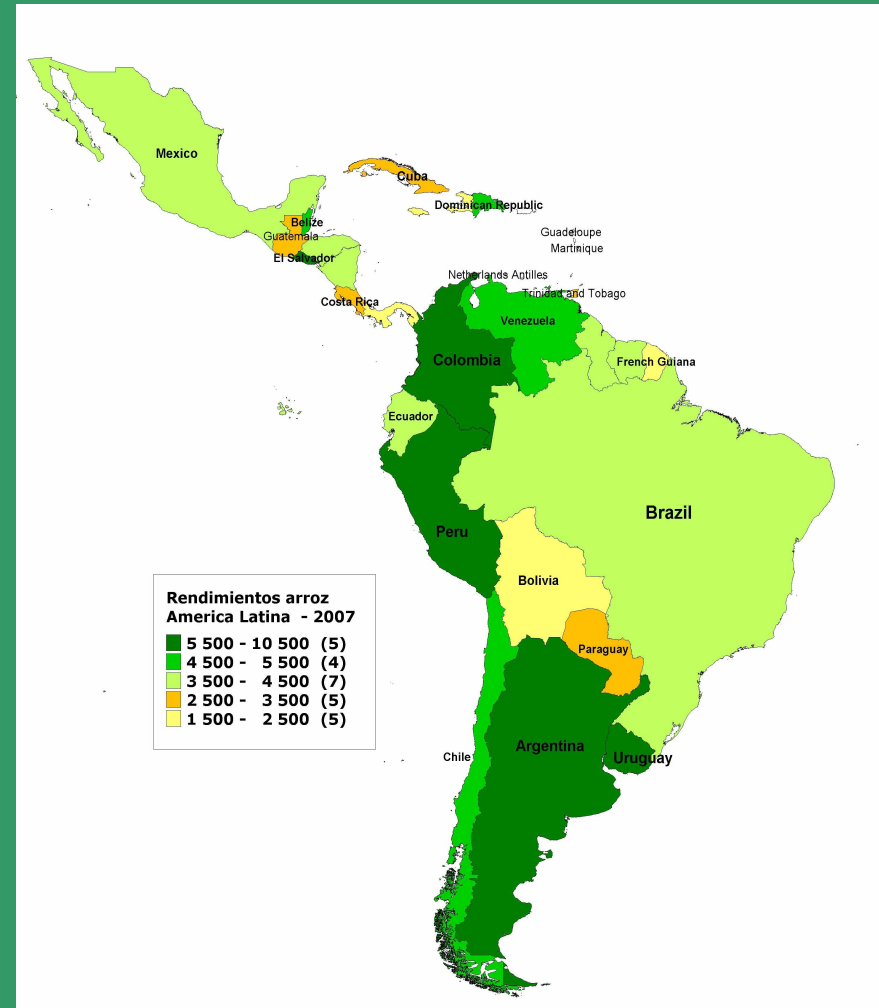
# Rendimientos del arroz África

- Más bajos rendimientos
- Una mayoría de países con menos de 2000 kg./ha



# Rendimientos del arroz América Latina

- Mayores rendimientos en zonas andinas y Mercosur
- Pero necesidad de regionalizar los alcances tecnológicos en productividad



# Seguridad alimentaria durante los años 1960 - 1970

- Espectro de crisis alimentarias alejado gracias a los logros de la RV años 1960
- El consumo de arroz en los últimos 50 años
  - Un incremento del consumo durante los años 1960-70
  - Consumo estable a partir de los años 1980
- Modelos de consumo en el mundo



# El consumo mundial de arroz

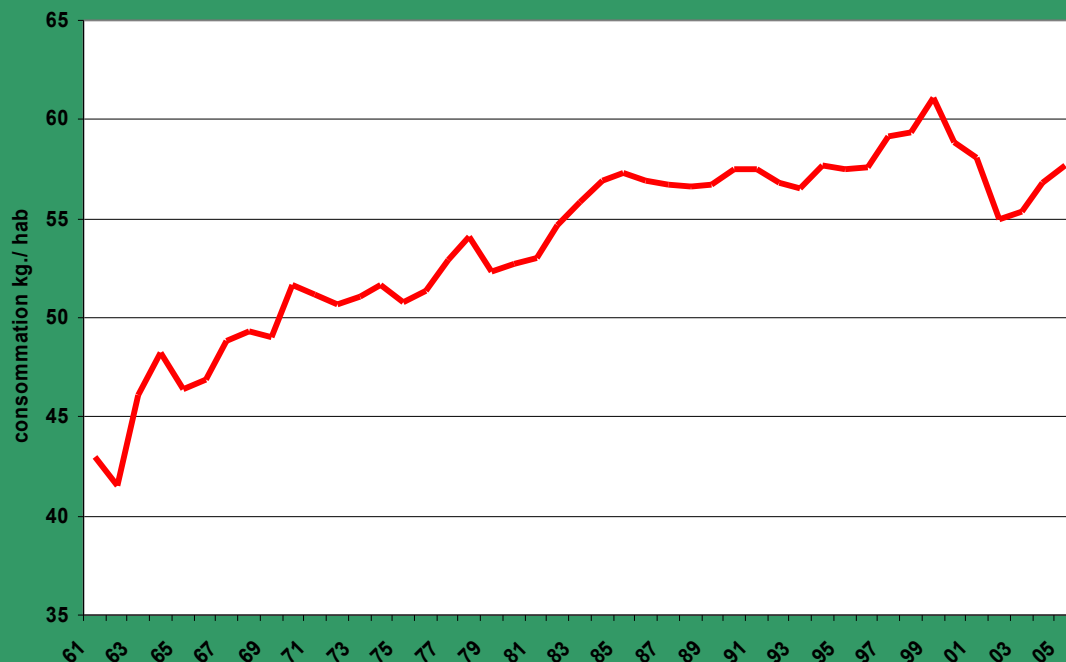
## ➤ Mundo: 58 Kg./hab.

➤ Fuerte crecimiento (+40%) durante los últimos 50 años : de 40 para 60 Kg./hab. (arroz blanco)

➤ Crecimiento décadas 1960-70

➤ Estagnación desde los años 1980

## ➤ Tres modelos de consumo de arroz

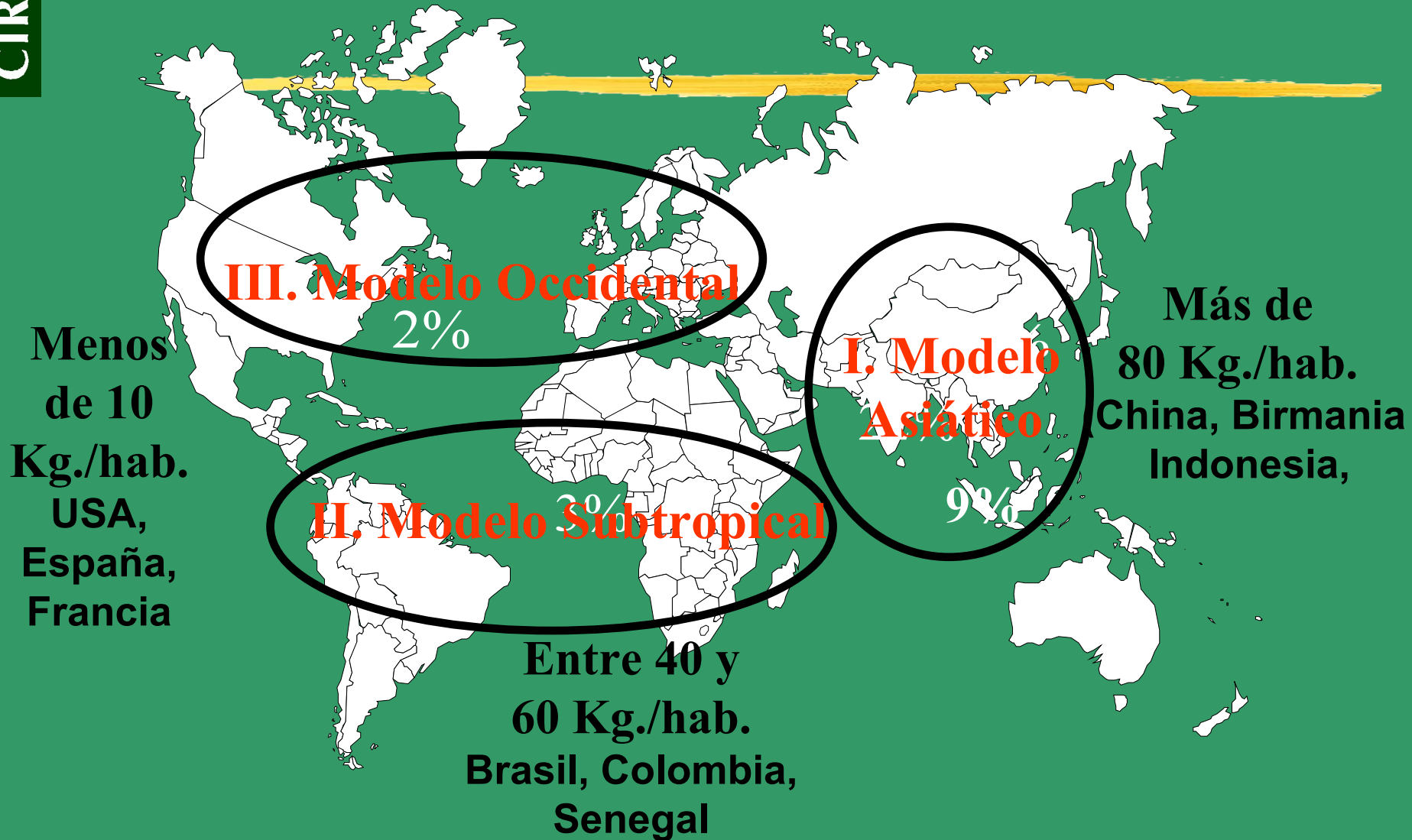


**I. Modelo Asiático**

**II. Modelo Subtropical**

**III. Modelo Occidental**

# Modelos de consumo de arroz en el mundo



# Innovación tecnológica en arroz

- 60 años de investigación
  - Centros internacionales (IRRI) – Fundaciones (Rockefeller, Ford, Gates)
- Bases de la 1a Revolución Verde
  - Origen nombre. México 1943, trigo & maíz
  - Caso del arroz, a partir de los años 60
  - Empleo de técnicas de producción modernas
  - Selección genética. Creación de variedades tipo indicas enanas (x3 potencial de rendimientos: de 3 a 9T/ha) ;
  - Asia 70% áreas plantadas con variedades modernas
  - Explotación intensiva vía regadío
  - Utilización masiva de fertilizantes, pesticidas y herbicidas (prioridad a la resistencia plagas y enfermedades).
- Nuevas realizaciones años 1980 : calidad de los granos
- Resultados desiguales: diferencias de rendimientos (ver antes)

# La Revolución Verde arroceras : Sus orígenes

---

- Años 50 :
  - Tensiones geopolíticas (China, India, Pakistán, Vietnam, Indonesia)
  - Explosión demográfica
  - Repetición de varias cosechas mediocres
  - Necesidad de intensificar la producción arroceras
- 1960: creación del IRRI en las Filipinas
  - avance en Japón, en China y Taiwán
  - Meta inicial: incrementar el potencial de rendimiento en los trópicos húmedos asiáticos

# La revolución verde arrocerá (2) : Realizaciones

---

- Creación de variedades tipo indica enanas
  - Años 1960: mayor salto cuantitativo. Potencial de rendimiento físico multiplicado por 3 (3 a 9 t/ha)
  - Años 1970 : prioridad a la resistencia a las plagas y otras enfermedades
  - Años 1980 : trabajos sobre la calidad de los granos
  - Desde entonces : diseminación de cultivares modernos
  - Hoy éstos cubren casi 75% de los arrozales asiáticos

# Nuevos desafíos para romper los techos tecnológicos

- Orientaciones actuales y futuras de la investigación en mejoramiento varietal
- Nuevos retos para la investigación en un contexto de:
  - Limitación de recursos,
  - Cambios ambientales y climáticos.
- Agricultura eco-eficiente o intensificación ecológica: una orientación con un enfoque sistémico de control de los factores de producción, uso más eficiente de los recursos (y con menos efectos negativos en el medio ambiente)

# Orientaciones del mejoramiento varietal

- Características:
  - resistentes al stress hídrico (seca y sumergido) ,
  - salinidad o acidez de los suelos,
  - resistentes a las principales plagas que atacan al arroz (Pyricularia, hoja blanca, bacteriosis)
  - nutritivas (pro-vitamina A, hierro, zinc),
  - rusticidad/productividad adaptada a condiciones de poco uso de insumos (NERICA)
  - Tolerancia al frío para las regiones templadas
  - Tamaño de la planta en función del tipo de cosecha

# Ejemplos de orientaciones del mejoramiento varietal según regiones

- Regiones x orientaciones:
- Asia: Golden rice, Híbridos (China, Filipinas...), biotecnologías (India), aromáticos (India, Pakistán, Tailandia...)
- América Latina: suelos ácidos (sabanas y Llanos)
- África: stress hídrico, rusticidad (África Ecuatorial y Sahel)
- Madagascar: Arroz de altitud
- Zonas templadas: Tolerancia al frío



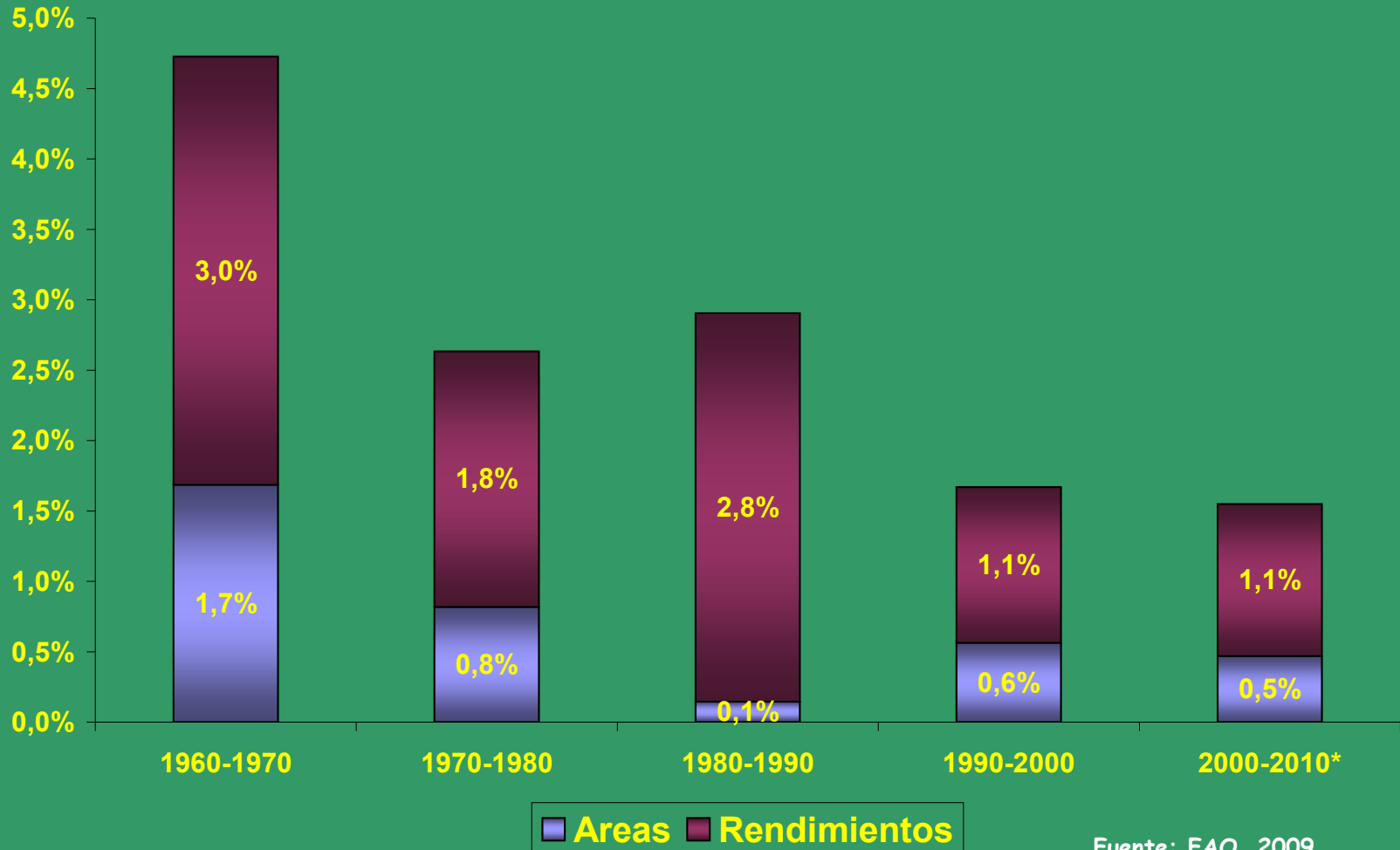
# Balance logros tecnológicos Rendimientos x Áreas

- Crecimiento de la producción gracias al incremento de los rendimientos

	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010*
<b>Rendimiento</b>	64%	68%	94%	66%	75%
<b>Areas</b>	36%	32%	6%	34%	25%
<b>Producción</b>	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: FAO, 2009

# Tasas de crecimiento anual Áreas & rendimientos



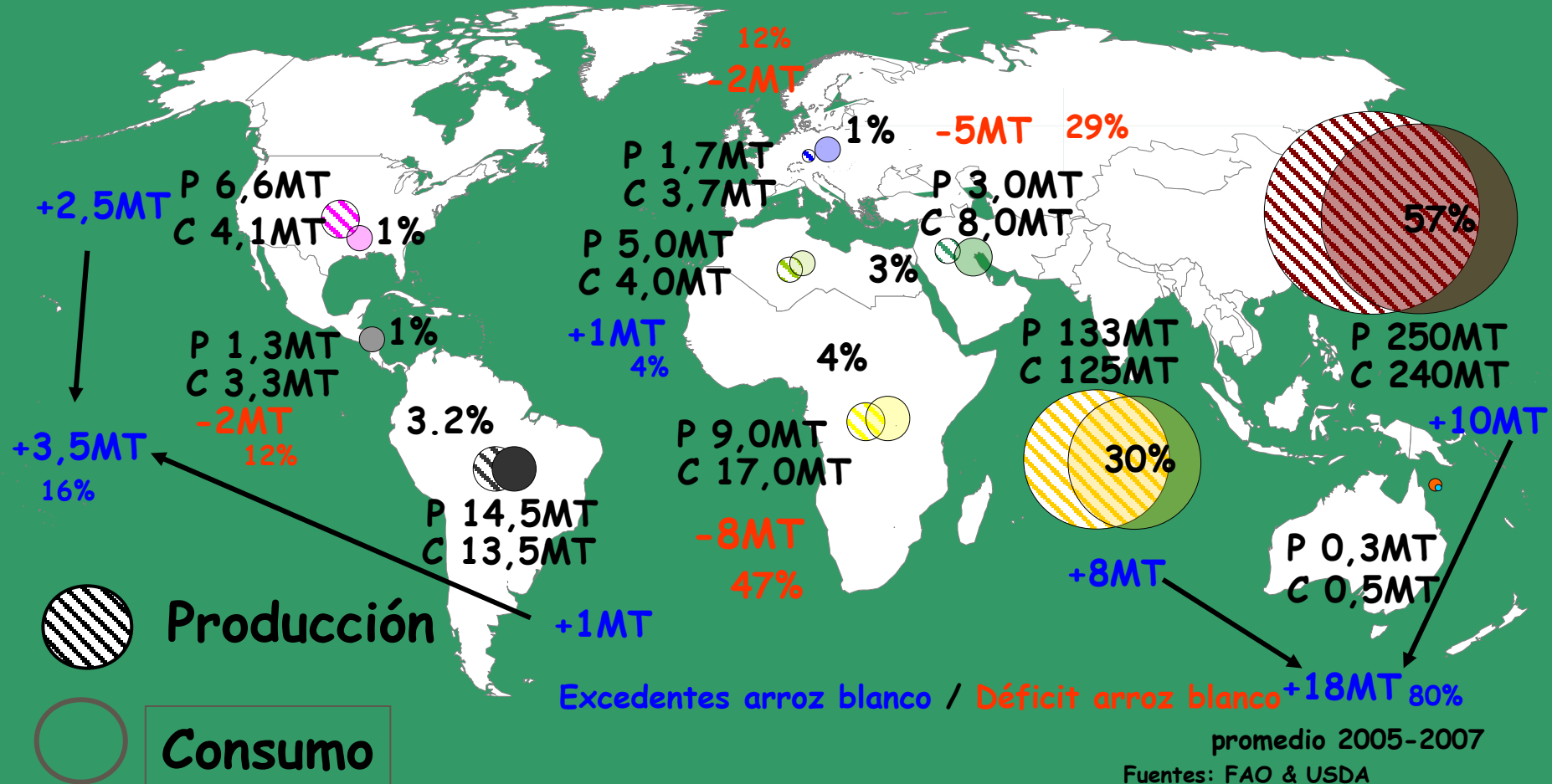
Fuente: FAO, 2009

# Como responder a las futuras demandas globales ?

---

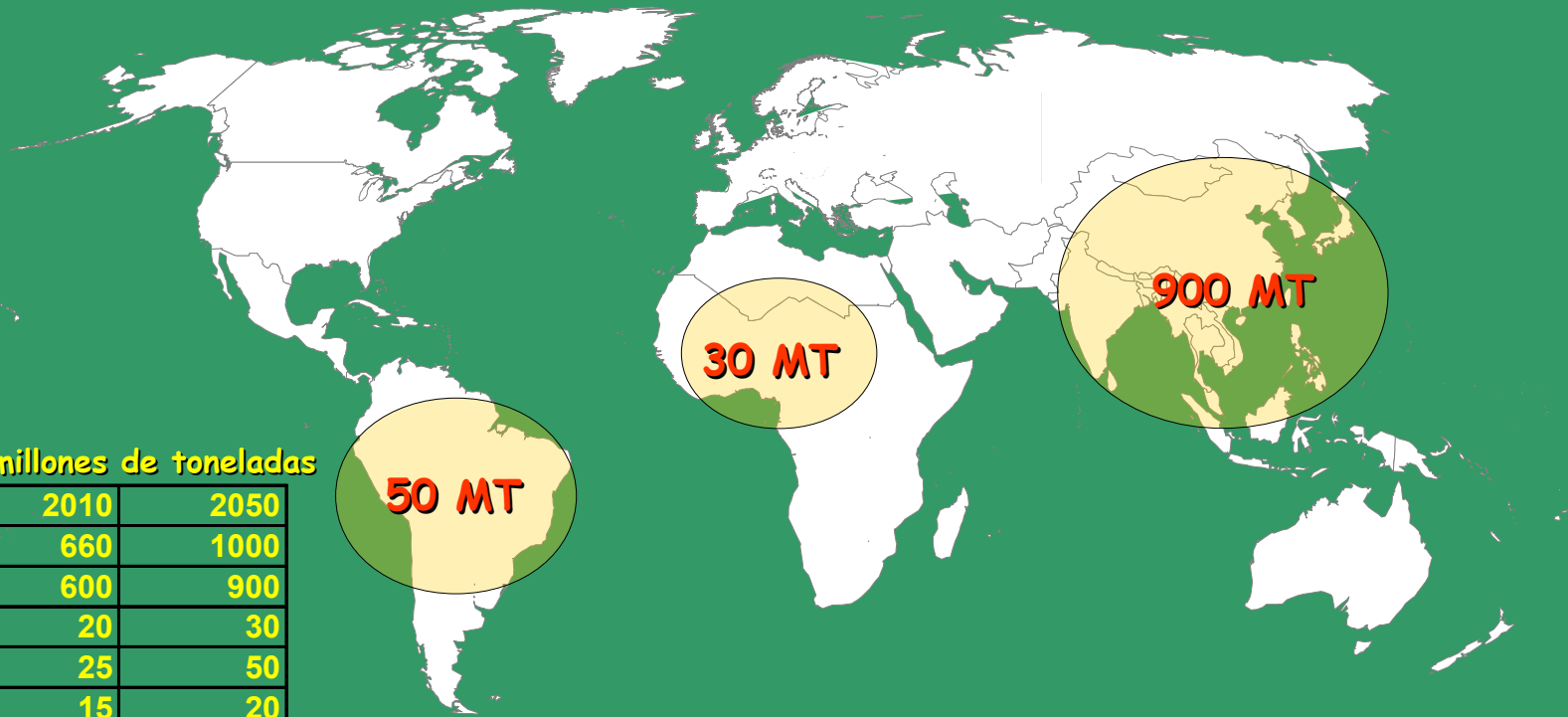
- Calidad, productividad, adaptabilidad
  - Donde producir y como producir?
- Prospectiva global de caracterización (potencialidades y limitantes) de las regiones arroceras
  - Proyecto en construcción: Prospectiva 2050 arroz America Latina (CIAT-CIRAD)

# Disponibilidades mundiales de arroz



# Proyecciones de la producción ?

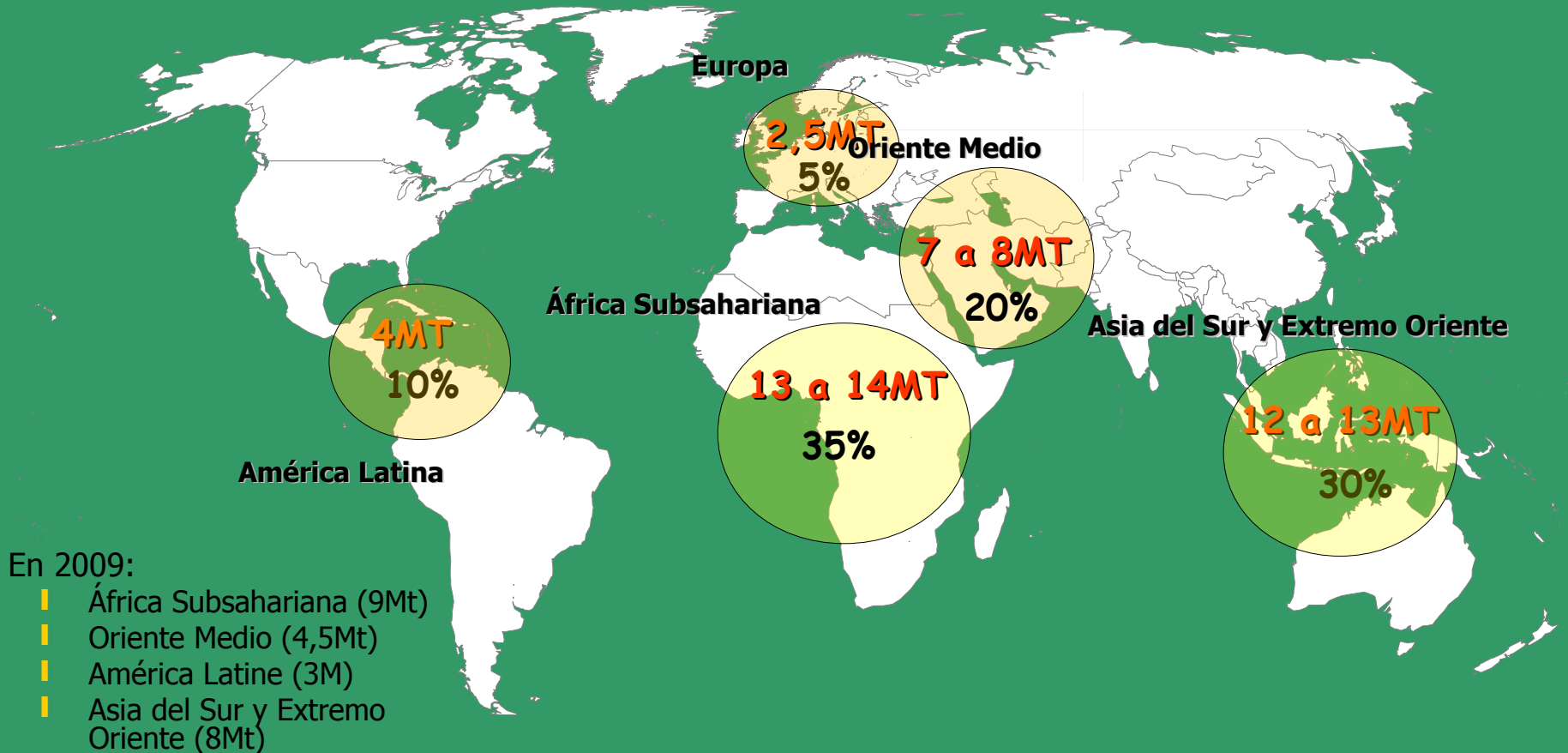
➤ Según tendencias actuales hacia el 2050



Arroz paddy, en millones de toneladas

	2010	2050
Mundo	660	1000
Asia	600	900
Africa	20	30
Am. Latine	25	50
Otros	15	20

# Grandes regiones deficitarias (importadoras de arroz) previsiones hacia el 2020



**Simposio FAO  
6 de noviembre 2009**

---

**Muchas gracias  
por la atención**

**Patricio Méndez del Villar  
UMR TETIS - Territorios, Medio Ambiente,  
Monitoramiento Sensorial e Información Espacial  
CIRAD**

**patricio.mendez@cirad.fr**

