

Decisiones de extracción de agua en contextos de riesgo climático: Evidencia experimental con productores agrícolas en Boyacá.

Yady Marcela Barrero A.
Estudiante del Doctorado en Economía

Ph.D. Jorge H. Maldonado
Profesor Asociado

**V Congreso de Economía Colombiana
Septiembre 30 de 2016**

Contenido

- Contexto y motivación
- Objetivo
- Metodología
- Resultados
- Discusión



San Pedro de Iguaque



Vereda El Llanito (Samacá)

Contexto. Colombia: Importancia del Sector agrícola

7.1 millones de has
en cultivos agrícolas
(2015)

4,8 millones de
personas en
actividades agrícolas
(62% del empleo rural)

Minagricultura, 2016



Colombia: Recurso hídrico para el sector agrícola



ACCESO AL AGUA
84% de las UPAs

PRINCIPALES FUENTES DE AGUA
37% Afluentes hídricos
18% Lluvia
17% Acueducto
13% Pozos
8 % Otra fuente natural
1,2% Distritos de riego

PROBLEMAS
32% Escasez
13% Falta de infraestructura

Motivación: Cambio climático

Cambios en los patrones de lluvia y temperatura

- Mayor riesgo
- Menor producción
- Baja calidad
- Mayores costos



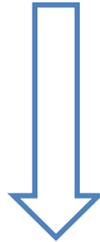
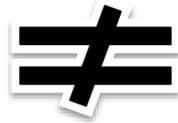
Efecto diferencial en distintas comunidades rurales (WBG, 2015)
Mayor efecto en zonas más vulnerables (UNDP, 2015)

Objetivo

Analizar



Comunidades tipo A



Comunidades tipo B

Cambios en la disponibilidad del agua afectan los patrones de uso del recurso y determinan su capacidad de adaptación

Metodología

**Juegos Económicos
Experimentales**

Metodología. Descripción del juego y los participantes

Experimento de campo,
simulación de problema de uso
del agua con usuarios reales.

Framed field experiment

Harrison y List (2004)

Lugar: Comunidades rurales de
Boyacá

Participantes: 120 personas

Fecha: Septiembre de 2012

Localización de los juegos económicos experimentales.



Fuente: Bernal, Cuervo, Pinzón y Maldonado. (2013)

Diseño del juego (1)

- Modelo teórico que contrasta beneficios individuales y colectivos
- Agua como recurso de uso común. Dilema social
- Disponibilidad de agua afecta los beneficios (aunque no las decisiones óptimas)

Óptimo individual

$$x_i^{*P} = \frac{(\alpha - \gamma)}{\beta}$$

$$\pi_{i,t}^{*P} = \alpha x_{i,t}^{*P} - \beta \frac{x_{i,t}^{*P^2}}{2} + \gamma (S_t - n x_{i,t}^{*P})$$

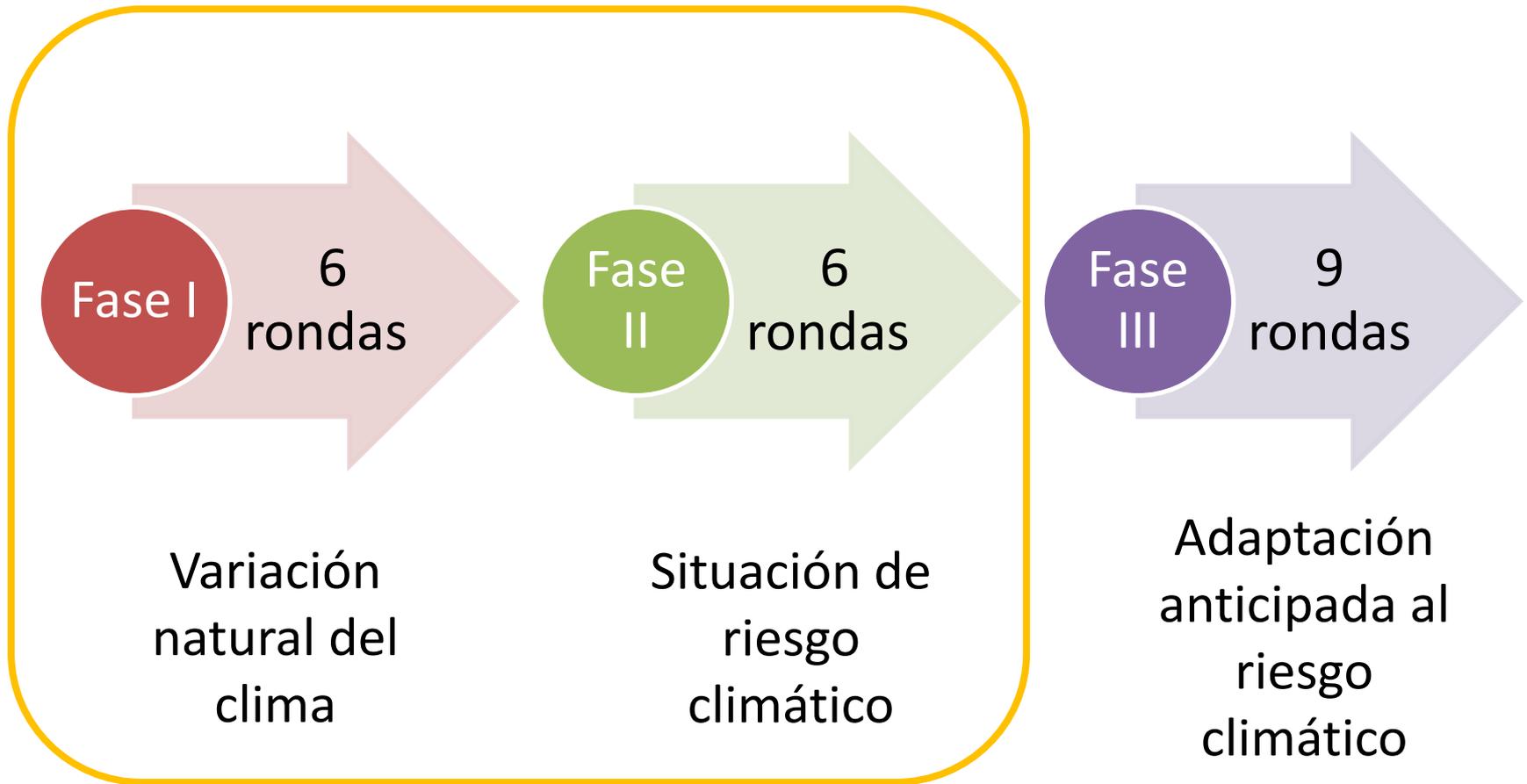
Óptimo social

$$x_i^{*Soc} = \frac{(\alpha - n\gamma)}{\beta}$$

$$\pi_{i,t}^{*Soc} = \alpha x_{i,t}^{*Soc} - \beta \frac{x_{i,t}^{*Soc^2}}{2} + \gamma (S_t - n x_{i,t}^{*Soc})$$

Infograma

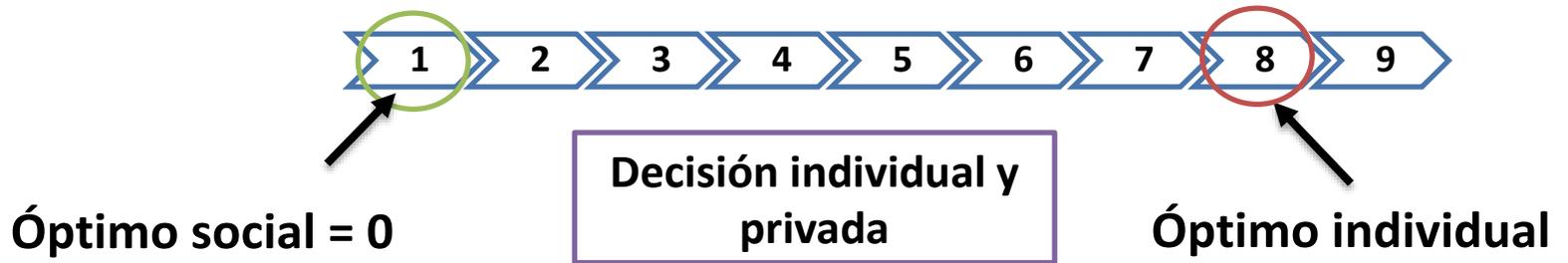
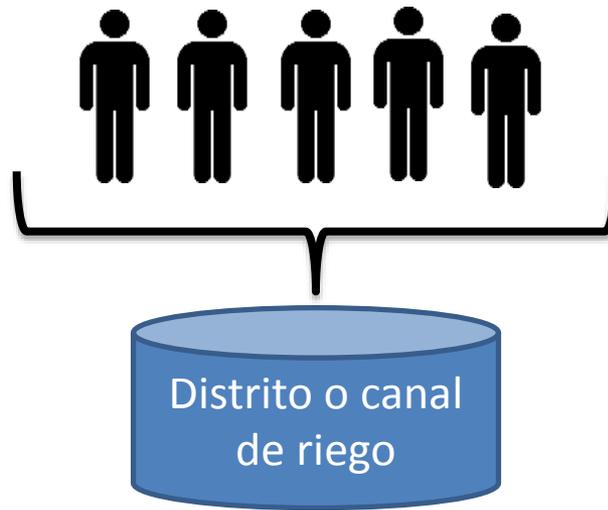
Bernal et al. (2013)



Presente ejercicio

(Diseño within-subjects)

Decisión por ronda:
cantidad a extraer de
un distrito o canal de
riego para su cultivo
en cada ciclo (ronda)

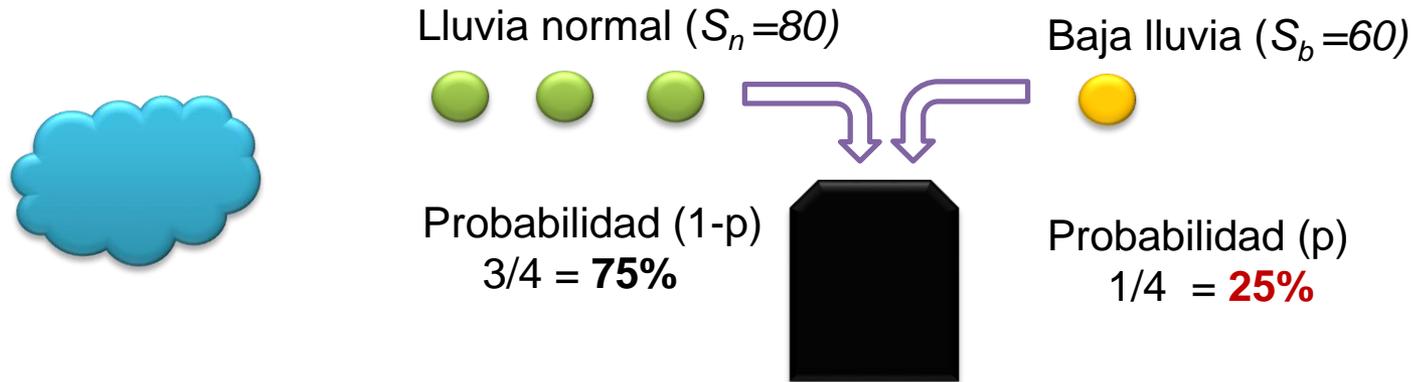


Tratamiento:
Estado del clima (lluvia)
exógeno por ronda y por grupo



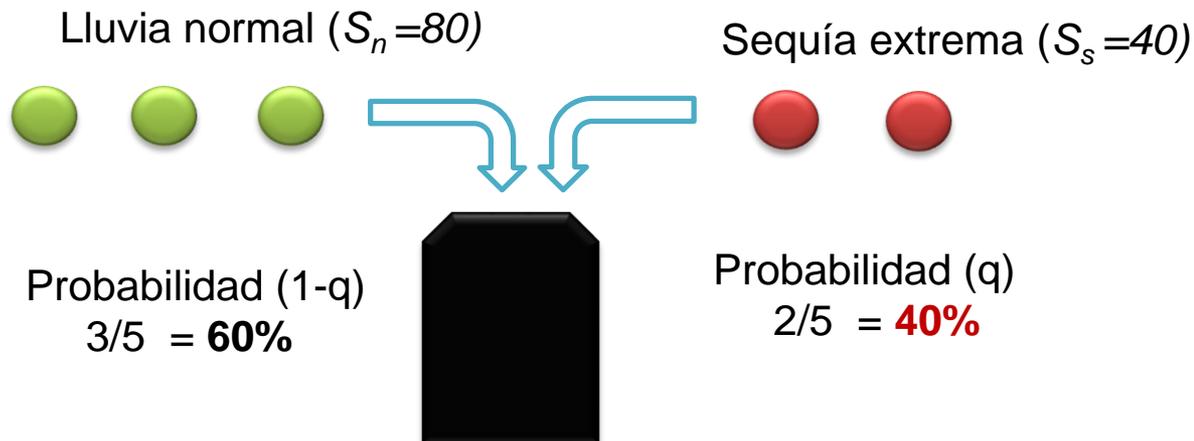
Diseño del juego (3). Cambios en el clima por ronda

FASE I. Situación normal Variación natural del clima.



FASE II. Situación de cambios en el clima

Sea ($q > p$)



Datos de la investigación

Actividades:

- Juego económico experimental
- Encuesta de caracterización
- Decisión de jugar o no jugar una lotería con sus ganancias en el juego (máx. \$10.000). Probabilidad de ganancia: 50%

Resultados del juego:

- Ganancias promedio por jugador \$26.000 (de 2012) o USD 14 cada uno
- Identificación de dos zonas según criterios geográficos, de infraestructura productiva, condiciones sociales y de perfil económico
- 60 jugadores por zona

Verificar:

**Efecto diferencial de los cambios en el clima en distintas comunidades rurales.
Mayor efecto en zonas más vulnerables (UNDP, 2015)**

Condiciones diferenciales entre comunidades

Caracterización de los municipios donde se desarrollaron los JEE

	Zona 1	Zona 2
Municipios	Chíquiza y San Pedro	Samacá y Duitama
Distrito de riego	NO	SI (Funcional y organizado)
Tipo de territorio	Seco y semi desértico	Agua disponible
Nivel de calidad de vida	Bajo	Medio
Acceso a infraestructura		
Grado de inserción al mercado	Bajo	Alto

HIPOTESIS

- Por zona: niveles de extracción en Fase I con lluvia baja son distintos a Fase II en sequía
- Por fases: niveles de extracción de Zona 1 son distintos a niveles de extracción en Zona 2

Resultados

Características socioeconómicas de los jugadores en ambas zonas

Variable	Zona 1	Zona 2	Diferencia
Hombres	65%	80%	15%***
Mujeres	35%	20%	
Edad	41,5	52,2	-10,7***
Educación	5,6	9,4	-3,8 ***
Dedicación a actividad agrícola	83%	53%	30%***
Tierra propia	58,3%	70%	-11,7% ***
Ingreso promedio	\$611.700	\$1'260.000	\$648.300***
No apuesta ganancias JEE	77%	65%	11,7%***

*** Diferencia significativa al 99% de nivel de confianza en t- test y en Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Resultado 1. Los jugadores de ambas zonas fueron diferentes

Resultados

Comparación de niveles de extracción promedio por zonas

(Todo el JEE)

Zona	Extracción promedio	Diferencia
Zona 1	6,07	0,28**
Zona 2	5,79	

Estadístico t-test 5,53 y MW valor z 5,73

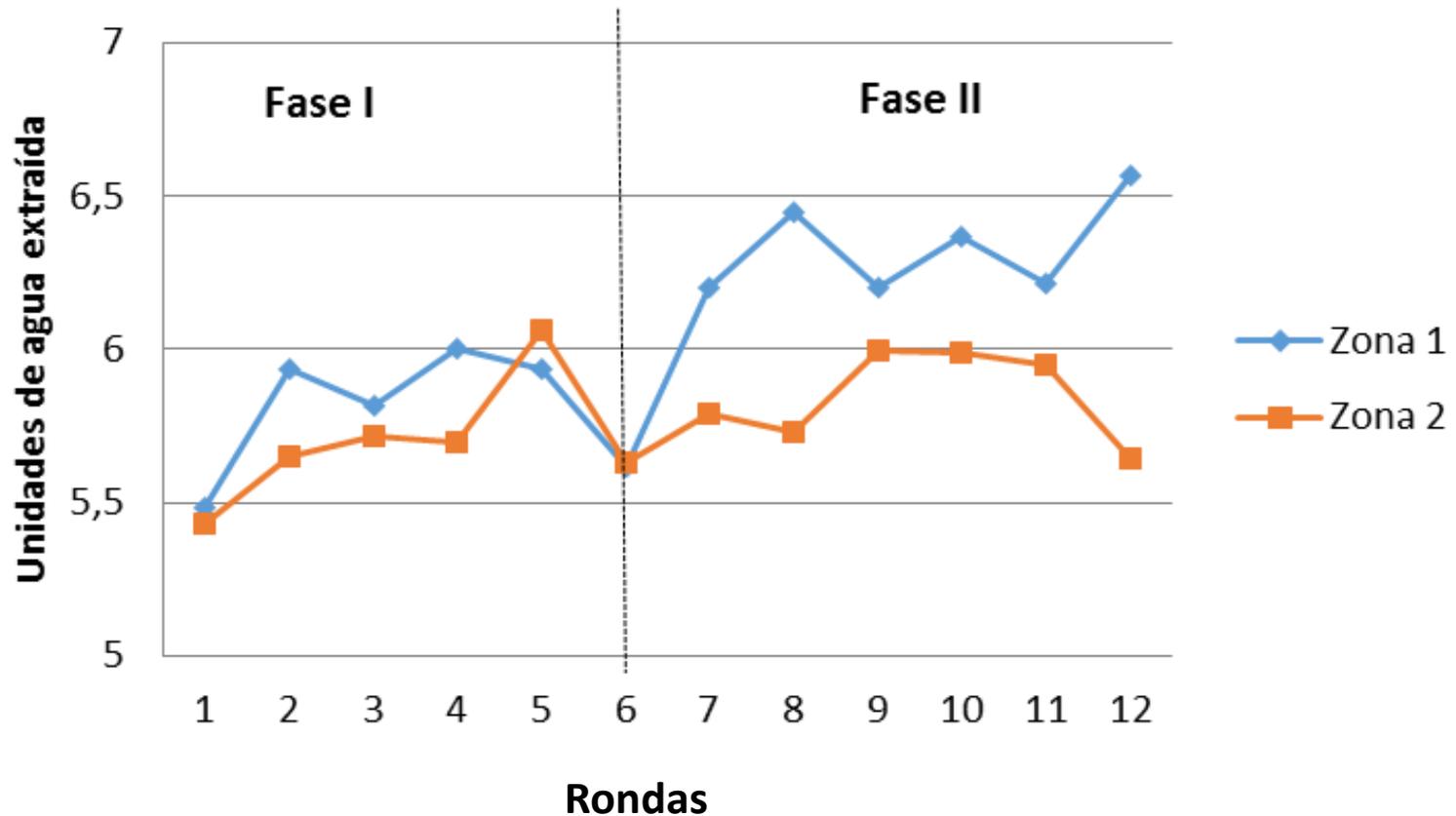
Resultado 2. Las diferencias zonales afectaron los comportamientos en el juego en promedio y por fase

Medias de extracción del agua JEE por fase y por zona

	Fase I			Fase II		
	Datos	Media	Diferencia	Datos	Media	Diferencia
Zona 1	360	5,80	0,06	360	6,33	0,48**
Zona 2	360	5,74		360	5,85	
Total	720	5,77		720	6,09	

MW valor z 2.58 Estadístico t test 0.0109

Decisiones de extracción promedio



Resultado 3. Las diferencias zonales afectaron los comportamientos en el juego a través de las rondas

Diagrama de frecuencia Zona 1. Chiquiza y San Pedro

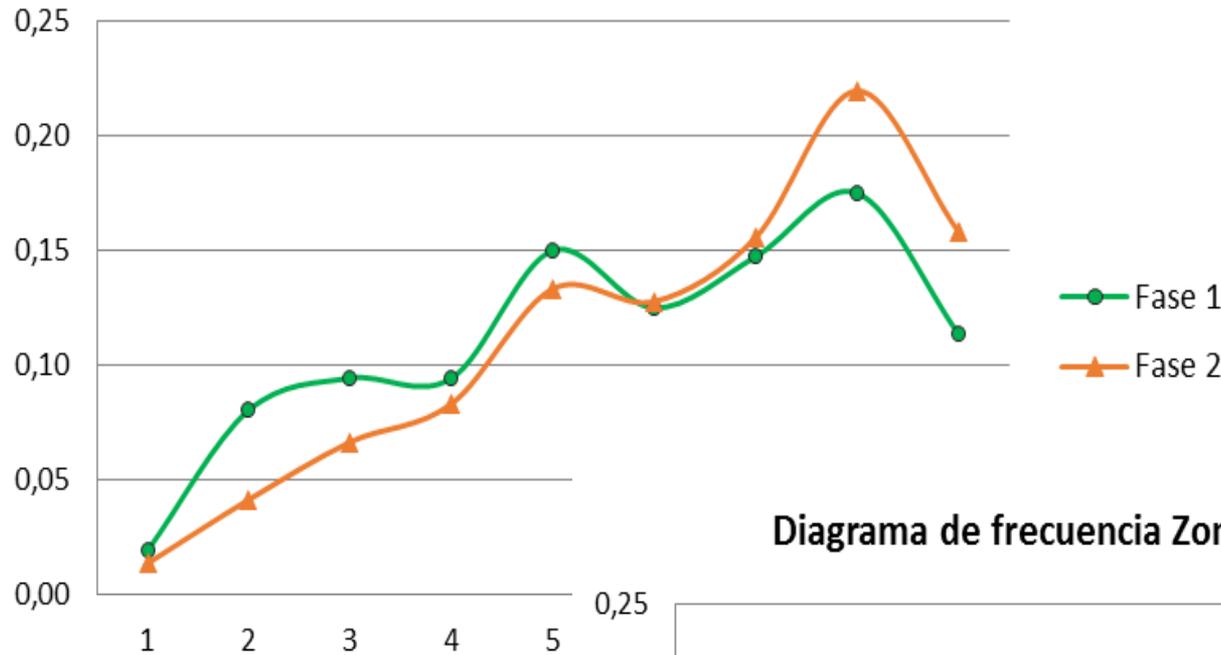
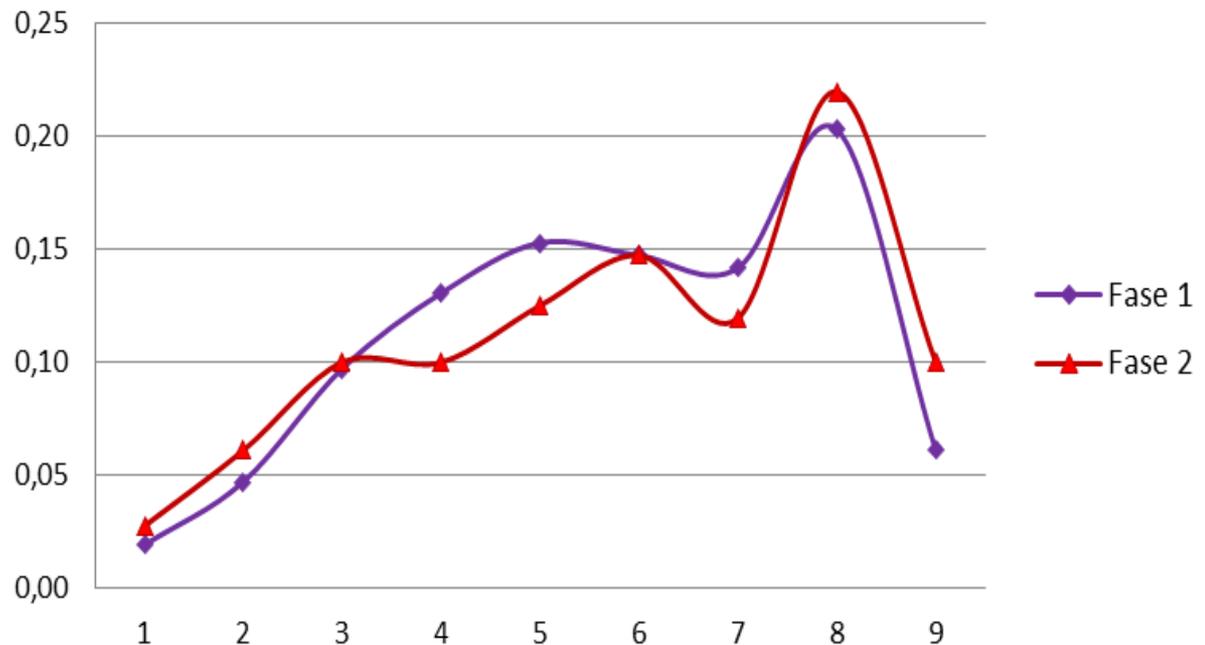


Diagrama de frecuencia Zona 2. Duitama y Samacá



Resultado 4. Sequía genera cambios en la distribución de los niveles de extracción en ambas zonas

Análisis paramétrico. Modelo general

Resultados de Estimación. Grupos como clúster (Variable dependiente: Extracción individual) Incluye los datos de ambas zonas.

Variables	(1)	(2)
Estado de lluvias (Bajo)	0,82***	0,81***
Estado de lluvias (Sequía)	0,76***	0,76***
Zona 1	0,31	0,53*
Fase II	0,16	0,16
CARACTERISTICAS INDIVIDUALES	NO	SI
Mujer		0,53***
Educación		0,06**
Percepción de cambio en lluvias		0,67**
Decisión de no apostar (ganancias)		-0,04
Constante	5,58***	4,31***
Numero de observaciones	1.440	1.440
Wald Chi2 (k)	19,66	56,74

(*) Significativo al 90% de confianza (**) Significativo al 95% (***) Significativo al 99% de confianza

Análisis paramétrico. Modelo general

Resultado 5.

El deterioro del clima (menor lluvia) hizo que los agricultores utilizaran más unidades del distrito de riego. Este efecto es robusto incluyendo aspectos socioeconómicos y de localización



Modelo con interacciones por zona

Interacciones. Variable dependiente: Extracción individual

	Variables	Coefficientes	Errores estándar
β_1	Zona 1	1,65**	(0,76)
β_2	Estado de lluvias (Bajo)	1,40***	(0,29)
β_3	Interacción: Zona 1 y Estado bajo	-1,26***	(0,38)
β_4	Estado de lluvias (Sequía)	0,94***	(0,32)
β_5	Interacción: Zona 1 y Sequía	-0,32	(0,39)
β_6	Fase II	0,16	(0,17)
β_7	Mujer	0,41	(0,34)
β_8	Interacción: Zona 1 y ser mujer	0,24	(0,40)
β_9	Educación	0,07**	(0,02)
β_{10}	Interacción: Zona 1 y Educación	-0,04	(0,06)
β_{11}	Percepción de cambio en lluvias	0,66	(0,58)
β_{12}	Interacción: Zona 1 y Percepción	0,50	(0,66)
β_{13}	Decisión de no apostar (ganancias)	0,06	(0,33)
β_{14}	Interacción: Zona 1 y No apuesta	-0,37	(0,46)
β_0	Constante	3,68***	
	Numero de observaciones	1.440	
	Wald Chi2 (k)	103,66	

(*) Significativo al 90% de confianza (**) Significativo al 95% (***) Significativo al 99% de confianza

Interacciones. Efectos diferenciales por Zonas. Modelo con interacciones.

	Zona 1	Zona 2
Efecto del estado de lluvias bajo	$\beta_2 + \beta_3 = 0,14$	$\beta_2 = 1,40^{***}$
Efecto de la sequía	$\beta_4 + \beta_5 = 0,62^{***}$	$\beta_4 = 0,94^{***}$
Ser mujer	$\beta_7 + \beta_8 = 0,65^{***}$	$\beta_7 = 0,41$
Educación	$\beta_9 + \beta_{10} = 0,03$	$\beta_9 = 0,07^{**}$

(*) Significativo al 90% de confianza (**) Significativo al 95% (***) Significativo al 99% de confianza

Resultado 6.

Hay efectos del cambio en el clima diferenciales por zona:

Para la **zona 1** se da un aumento de la extracción solo en caso de sequía, mientras que en la **zona 2** hay un aumento de extracción de agua muy notorio tanto en niveles de baja lluvia como en sequía

Interacciones. Efectos diferenciales por Zonas. Modelo con interacciones.

	Zona 1	Zona 2
Efecto del estado de lluvias bajo	$\beta_2 + \beta_3 = 0,14$	$\beta_2 = 1,40^{***}$
Efecto de la sequía	$\beta_4 + \beta_5 = 0,62^{***}$	$\beta_4 = 0,94^{***}$
Ser mujer	$\beta_7 + \beta_8 = 0,65^{***}$	$\beta_7 = 0,41$
Educación	$\beta_9 + \beta_{10} = 0,03$	$\beta_9 = 0,07^{**}$

(*) Significativo al 90% de confianza (**) Significativo al 95% (***) Significativo al 99% de confianza

Resultado 7.

Efectos sociodemográficos son diferenciales por zona.

Ser mujer aumenta los niveles de extracción de agua solo en la Zona 1 mientras que haber recibido más educación aumenta marginalmente la extracción de agua solamente en la Zona 2.

Síntesis de resultados

- Cambios en las condiciones climáticas lleva a que los usuarios de agua sustituyan la falta de provisión de agua lluvia por uso de distritos de riego.
- Hay efectos diferenciales por zona y por condiciones sociales y demográficas (sexo y educación de los usuarios).
- Los efectos fueron mayores en zonas con mayor calidad de vida, mejor infraestructura de riego y menos dependencia a actividades agrícolas.

¿Validez externa?

¿Contradice a UNDP, 2015?



Discusión

Datos Censo Nacional Agropecuario (2014)

Zona 1: 2.597 Unidades de Producción Agrícola (UPAs)

Zona 2: 10.661 Unidades de Producción Agrícola (UPAs)

Característica	Condición	Zona 1	Zona 2
Acceso al agua	Sí tiene	77%	83%
Infraestructura	Distrito de riego	0%	10%
Fuentes de agua	Lluvia	14%	53%
	Pozos y reservorios	37%	6%

Ministerio de Agricultura, 2014

**Respuesta en JEE acorde a las condiciones de
aprovisionamiento de agua en cada zona
(importancia relativa de cada fuente)**

Discusión

Protección a las fuentes de agua vs. Dificultades

Característica	Condición	Zona 1	Zona 2
Prácticas de protección (*)	Sí realiza	37%	24%
	No realiza	12%	20%
Dificultades (**)	Si tiene una o más	68%	70%
	No tiene	21%	26%

Ministerio de Agricultura, 2014

(*) Por ejemplo: conservación vegetal, plantación de árboles, reutilización de agua

(**) Por ejemplo: Escasez, falta de infraestructura, corte de servicio, fenómenos naturales, contaminación, etc.

Menor % de prácticas de protección y mayor % de dificultades, puede explicar comportamientos menos cooperativos y menos sostenibles en el JEE

Recomendaciones

PLANES DE MANEJO DE RECURSO HÍDRICO Y MITIGACIÓN DE RIESGO CLIMÁTICO

Importante: conocer y considerar las distintas formas de adaptación que se dan en cada comunidad según sus condiciones

Efecto diferencial en distintas comunidades rurales.

“Mayor efecto en zonas más vulnerables” (UNDP, 2015)

VULNERABILIDAD no solo en términos económicos (bajo ingreso) sino en función del tipo y disponibilidad de las fuentes de provisión hídrica por zonas y de las actitudes de conservación de las comunidades.

Referencias

- Bernal, A., Cuervo, R., Pinzón, G., y Maldonado, J., 2013. *Derretimiento y retroceso glaciar: Entendiendo la percepción de los hogares agrícolas que se enfrentan a los desafíos del cambio climático*. Documento CEDE 16, Febrero de 2013. Facultad de Economía, Universidad de los Andes, 50 p.
- DANE, 2016. *Tercer Censo Nacional Agropecuario. Boletín de sostenibilidad*. Marzo de 2016. Disponible en <http://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-8-sostenibilidad-ambiental/8-Boletin.pdf> Consultado: mayo de 2016
- Harrison, G.W., List, J.A., 2004. *Field experiments*. Journal of Economic Literature 42, 1009–1055.
- UNDP, United Nations Development Program, 2015. *Human Development Report 2015*. Work of Human Development. Disponible en http://hdr.undp.org/sites/default/files/2015_human_development_report.pdf
- WBG World Bank Group, 2015. *World Development Report*. Mind, Society and Behaviour. 236 p

Gracias

Yady Marcela Barrero Amórtegui
ym.barrero10@uniandes.edu.co

Jorge H. Maldonado
Septiembre 30 de 2016



San Pedro de Iguaque



Vereda El Llanito (Samacá)