



Corpoica. Ciencia y Tecnología  
Agropecuaria

ISSN: 0122-8706

revista\_corpoica@corpoica.org.co

Corporación Colombiana de Investigación  
Agropecuaria  
Colombia

Garrido-Rubiano, María Fernanda; Martínez-Medrano, Juan Carlos; Martínez-Bautista, Humberto; Granados-Carvajal, Rafael Evelio; Rendón-Medel, Roberto  
Pequeños productores de maíz en el Caribe colombiano: estudio de sus atributos y prácticas agrícolas

Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, vol. 18, núm. 1, enero-abril, 2017, pp. 7-23  
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
Cundinamarca, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449949161001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

**Economía y desarrollo rural****Artículo de investigación científica y tecnológica**

# **Pequeños productores de maíz en el Caribe colombiano: estudio de sus atributos y prácticas agrícolas**

## **Small-scale maize farmers in the Colombian Caribbean region: a study of their attributes and agricultural practices**

### **Pequenos produtores de milho no Caribe colombiano: estudo dos seus atributos e práticas agrícolas**

María Fernanda Garrido-Rubiano,<sup>1</sup> Juan Carlos Martínez-Medrano,<sup>2</sup>  
Humberto Martínez-Bautista,<sup>3</sup> Rafael Evelio Granados-Carvajal,<sup>4</sup> Roberto Rendón-Medel<sup>5</sup>

<sup>1</sup> MSc, Universidad Militar Nueva Granada. Investigadora máster, Corpoica. Mosquera, Colombia. mgarrido@corpoica.org.co

<sup>2</sup> PhD, Universidad de Salamanca. Investigador PhD, Corpoica. Mosquera, Colombia. jcmartinezm@corpoica.org.co

<sup>3</sup> MSc, Universidad Autónoma Chapingo. Investigador, Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. martinez.humberto@colpos.mx

<sup>4</sup> PhD, Universidad Nacional de Costa Rica. Académico-investigador de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. rafagranado@gmail.com

<sup>5</sup> PhD, Universidad Autónoma Chapingo. Profesor-investigador de posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. rendon.roberto@ciestaam.edu.mx

Fecha de recepción: 22/07/2016

Fecha de aceptación: 22/08/2016

Para citar este artículo: Garrido-Rubiano MF, Martínez-Medrano JC, Martínez-Bautista H, Granados-Carvajal RE, Rendón-Medel R. 2017. Pequeños productores de maíz en el Caribe colombiano: estudio de sus atributos y prácticas agrícolas. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria. 18(1):7-23

DOI: [http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num1\\_art:556](http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:556)

## **Resumen**

La agricultura familiar es la responsable de la mayor parte de la producción de los alimentos en América Latina. Sin embargo, es evidente que las innovaciones tecnológicas desarrolladas para mejorar la productividad del cultivo de maíz *Zea mays* L. (Poaceae) no son del todo utilizadas por los pequeños productores. Con el objetivo de evaluar los atributos sociales, económicos y ambientales de los pequeños productores de maíz en el Caribe colombiano, se aplicó una encuesta estructurada a 227 productores de los departamentos de Atlántico y Magdalena, que fueron seleccionados mediante un esquema de muestreo estratificado. La información resultante fue estudiada con un modelo de regresión Poisson

truncado en cero mediante el paquete estadístico STATA®. Estos resultados permitieron inferir que para el departamento del Atlántico, los indicadores de edad, educación, índice de iniciativa, tenencia de la tierra, uso de maquinaria y apoyo institucional presentaron significancia estadística ( $p < 0,10$ ); mientras que, para el departamento del Magdalena, los indicadores de índice de iniciativa, educación, tenencia de la tierra, capacidad de asociación, apoyo institucional y régimen hídrico presentaron significación estadística ( $p < 0,10$ ), en relación con el número de prácticas empleadas. Se concluye que la innovación resulta de un proceso complejo en el que influyen factores internos (del propio innovador) y externos (del contexto cultural e institucional).

**Palabras clave:** *Zea mays*, agricultura familiar, innovación

## Abstract

Family farming is responsible for most food production in Latin America. However, it is important to note that developed innovations to improve maize, *Zea mays* L. (Poaceae) productivity are not entirely implemented by small producers. In order to assess the social, economic, and environmental attributes of small-scale maize farmers in the Colombian Caribbean region, a structured survey was conducted on 227 farmers in the departments of Atlántico and Magdalena, which were selected through a stratified sampling method with proportional allocation. The resulting information was subjected to evaluation with Zero-truncated

Poisson regression using the statistical software STATA®. The results indicated that in the department of Atlántico, age, education, diffusion index, land ownership, use of machinery and institutional support are statistically significant ( $p < 0.10$ ) and in the department of Magdalena, diffusion index, education, land ownership, associativity, institutional support, and water regime are statistically significant ( $p < 0.10$ ) regarding the use of agricultural practices. It is concluded that innovation results from a complex process influenced by internal (the innovator himself) and external (cultural and institutional) factors.

**Keywords:** *Zea mays*, family farming, innovation

## Resumo

A agricultura familiar é a responsável da maior parte da produção dos alimentos na América Latina. Embora, é evidente que as inovações tecnológicas desenvolvidas para melhorar a produtividade da cultura de milho *Zea mays* L. (Poaceae) não são totalmente utilizadas pelos pequenos produtores. Com o objetivo de avaliar os atributos sociais, econômicos e ambientais dos pequenos produtores de milho no Caribe colombiano, aplicou-se uma enquête estruturada a 227 produtores dos departamentos de Atlântico e Magdalena, que foram selecionados mediante um esquema de amostragem estratificada. A informação resultante foi estudada com um modelo de regressão Poisson truncado em zero mediante o pacote estatístico STATA®.

Estes resultados permitiram inferir que para o departamento do Atlântico, os indicadores de idade, educação, índice de iniciativa, tenência da terra, uso de máquinas e apoio institucional apresentaram significância estatística ( $p < 0,10$ ); enquanto que, para o departamento do Magdalena, os indicadores de índice de iniciativa, educação, tenência da terra, capacidade de associação, apoio institucional e regime hídrico apresentaram significação estatística ( $p < 0,10$ ), em relação com o número de práticas empregadas. Conclui-se que a inovação resulta de um processo complexo no que influem fatores internos (do próprio inovador) e externos (do contexto cultural e institucional).

**Palavras chave:** *Zea mays*, agricultura familiar, inovação

## Introducción

El agropecuario es uno de los sectores que reviste mayor importancia económica, social y ecológica a nivel mundial (Perfetti 2013; Sonka 2016). En el caso de América Latina, factores como el aumento de la demanda de alimentos, la demanda de materias primas y fibras para acceder a nuevos mercados, el crecimiento poblacional, la inseguridad alimentaria, la pobreza rural,<sup>1</sup> las restricciones ambientales y el desarrollo industrial de las naciones hacen imperiosa la necesidad de los Estados de crear y fomentar políticas públicas que favorezcan y apoyen el desarrollo y la consolidación del sector agropecuario (FIDA y Rimisp 2014).

Recientemente, la agricultura familiar ha sido objeto de discusión debido a que, en Latinoamérica, esta es la encargada de la producción de la mayor cantidad de alimentos y de favorecer la diversificación de las economías locales. Estas características señalan la agricultura familiar como parte de la solución a la inseguridad alimentaria actual (IICA y BID 2013; FAO 2014).

Aunque su definición difiera en algunas regiones y se refiera a realidades diversas y heterogéneas, el término *agricultura familiar* se encuentra interiorizado en todos los continentes y señala la relación existente entre una familia y la actividad agropecuaria (Moyano 2014). Esta diversidad debe ser considerada en el desarrollo de las políticas públicas que favorezcan el desarrollo de la actividad agropecuaria familiar.

En Colombia, el término *agricultura familiar* no tiene un significado socialmente compartido que identifique un tipo específico de productor; su significado varía según el contexto en el que sea empleado. Desde el punto de vista de la normatividad existente, tampoco se cuenta con una definición formal y concertada. Moreno-Ordoñez et al. (2015) hacen una aproximación y la definen como “una forma específica de relacionarse con el territorio, que involucra actividades productivas rurales, sociales,

culturales, ambientales y económicas por parte del agricultor, su familia y su comunidad”. Pese a la difícil situación y a las diferencias en el desarrollo de los territorios en el país, el agricultor familiar (o campesino) es reconocido como agente del desarrollo social y económico de los territorios y de la nación. Empero, es evidente que los productores necesitan aumentar su productividad y rentabilidad, para lo cual requieren innovaciones que les permitan intensificar sosteniblemente su producción y sus prácticas de gestión en sus explotaciones agropecuarias para que, consecuentemente, se logre mejorar la calidad de vida de la población rural (FAO 2014; Tittonell et al. 2016).

La innovación es un proceso clave para superar la crisis económica y alimentaria, para atender retos medioambientales que requieren mejores formas de producir y para utilizar los recursos naturales y fortalecer la productividad, la competitividad y el comercio agrícola (Foragro et al. 2009; IICA y BID 2013; Sonka 2016). Para que la innovación sea efectiva, es necesario entender los procesos actuales de producción y encontrar los puntos críticos de mejora, de manera que los agricultores generen las innovaciones que les permitan superar estos obstáculos. Los productores deben recibir información suficiente y adecuada que les permita innovar en sus sistemas de producción con miras a aumentar la productividad (Williams 2015; Sonka 2016). No obstante, la responsabilidad en la aplicación de innovaciones no solo recae en los productores, sino que los gobiernos, los sectores privados, la sociedad civil y las organizaciones de agricultores deben fomentar el desarrollo, el uso y la aplicación de innovaciones durante los puntos críticos de la producción agropecuaria.

De acuerdo con Garrido-Rubiano et al. (2016), las estrategias que permitan el desarrollo de los territorios basadas en la gestión del conocimiento y la innovación deben tener una visión comprensiva del territorio, y su objetivo debe estar encaminado a mejorar los niveles de bienestar y la calidad de vida de sus habitantes.

<sup>1</sup> La pobreza rural se entiende como la condición social que depende de y está vinculada con la fragilidad y vulnerabilidad de los medios de vida de los pequeños productores.

Estas estrategias deben iniciar con una análisis de “abajo hacia arriba” para relacionar un cultivo específico, los actores, sus vínculos, las dinámicas del conocimiento y las características del territorio (Díaz-Jose 2013). Estas dinámicas del conocimiento incluyen las experiencias y saberes de los productores, sus propias innovaciones y su capacidad de evaluar las experiencias productivas de un ciclo de cosecha a otro. Además, es pertinente que las estrategias busquen la conservación institucional de la memoria del lugar: el cauce que siguió determinado conocimiento y cómo fue evolucionando para generar nuevas prácticas.

La identificación de estos factores es fundamental para el desarrollo de tecnologías que tengan efectos positivos en la calidad de vida de sus habitantes y en el diseño de políticas públicas encaminadas a la innovación agrícola. Por lo tanto, entender la realidad de los productores campesinos del Caribe colombiano y determinar, de manera correcta, en qué momento dar esos pulsos de innovación permitirá favorecer y aumentar la productividad de sus sistemas.

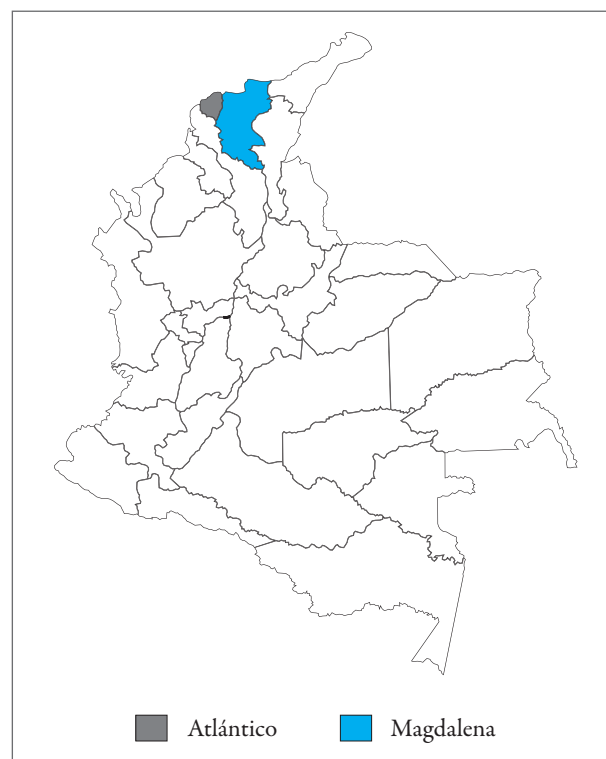
El cultivo de maíz es considerado como una buena opción para garantizar la seguridad alimentaria de las naciones (Damián-Huato et al. 2016). En la tradición gastronómica colombiana, el maíz está en un lugar privilegiado (Morales-Bedoya 2010), además de la importancia que reviste para la alimentación animal. De otro lado, por las características ecofisiológicas del cultivo, este producto se siembra a lo largo de todo el territorio nacional. Los pequeños productores de la región Caribe colombiana lo siembran asociado con otros cultivos: yuca, batata, ñame, patilla y frijol, entre otros. Pese a la antigüedad y a la tradición de este tipo de sistema sociotécnico de producción, no existen referencias bibliográficas actuales que permitan identificar las prácticas agrícolas<sup>2</sup> utilizadas ni los factores sociales, económicos o ambientales que puedan influir en el número de prácticas utilizadas.

En consecuencia, el objetivo de este trabajo fue identificar aquellos atributos sociales, económicos y ambientales que estimulan el uso de prácticas agrícolas para el cultivo de maíz en los departamentos de Atlántico y Magdalena del Caribe colombiano.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos municipios representativos de la producción de maíz en el departamento del Atlántico (Santa Lucía y Suan) y en dos municipios del departamento del Magdalena con las mismas características de representatividad en la producción de maíz (Fundación y Pivijay). Ambos departamentos están ubicados en la región Caribe colombiana (figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de los departamentos de Atlántico y Magdalena (Colombia).

Fuente: Elaboración propia

<sup>2</sup> Se entiende por *prácticas agrícolas* el grupo de técnicas u opciones de manejo empleadas por los productores agrícolas con el fin de cumplir sus objetivos de producción de cultivos agrícolas.



## Identificación de actores locales para entrevistar

Para identificar los pequeños productores de maíz en los municipios se utilizaron las metodologías sugeridas por Garrido-Rubiano et al. (2016). Se utilizó cartografía social para ubicar las zonas donde se concentra la producción de maíz en los municipios seleccionados y el número aproximado de productores en cada zona. Los mapas resultantes sirvieron como guía en los recorridos por los territorios para hacer observación directa de los sistemas técnicos empleados en el cultivo de maíz.

## Diseño de muestreo

El número de productores de maíz a entrevistar se determinó bajo el esquema de muestreo estratificado, para el cual los estratos fueron las zonas de producción (Sheaffer et al. 2007), con un 95 % de confiabilidad y un 5 % de error. La asignación de la muestra fue por afijación proporcional al número de productores

de maíz identificados en cada zona de producción dentro del municipio.

## Atributos del estudio

Se aplicó un formulario estructurado para caracterizar tres dimensiones del productor: (1) social, (2) económica y (3) ambiental, relacionadas con la utilización de prácticas agrícolas (tabla 1). En la dimensión social se incluyeron los indicadores “fuente” e “índice de iniciativa”, obtenidos del análisis de redes sociales con el fin identificar aquellos productores que suelen ser consultados por otros para obtener información técnica (indicador “fuente”) y el interés de los productores por acceder a nuevas prácticas agrícolas (indicador “índice de iniciativa”) (López-Torres et al. 2016). Un actor-fuente es referido por otros productores como la persona a la cual suelen consultar ante dudas o nuevas formas de producción; mientras que un actor-colector (o con iniciativa) es aquel que consulta mayormente a otros para resolver dudas.

**Tabla 1.** Atributos de estudio y tipo de información obtenida

Dimensión	Atributo	Tipo de información
Social	Género	Dicotómica (masculino/femenino)
	Edad (años)	Cuantitativa (continua)
	Escolaridad (años)	Categoría (ninguna, primaria, secundaria, superior)
	Tipo de tenencia	Categoría (comodato, ejidal, comunal, privada, rentada)
	Fuente	Dicotómica (sí/no)
	Índice de iniciativa	Categoría (bajo, medio, alto)
Económica	Tipo de cultivo	Categoría (monocultivo, asocio)
	Uso de maquinaria	Categoría (sin acceso, rentada, propia, no aplica)
	Pertenece a una organización	Dicotómica (sí/no)
	Recibe asistencia técnica	Dicotómica (sí/no)
	Recibe apoyo institucional	Dicotómica (sí/no)
Ambiental	Superficie sembrada	Cuantitativa (continua)
	Régimen hídrico	Categoría (temporal, mixto, riego)

Fuente: Elaboración propia

La selección de las prácticas agrícolas utilizadas en el formulario se hizo a partir de un catálogo de técnicas recopiladas en el proyecto MasAgro (Cimmyt 2013) que

fue discutido en tres talleres con productores de maíz representativos del Caribe colombiano. A partir de esta discusión se construyó un catálogo de prácticas (tabla 2).

**Tabla 2.** Catálogo de prácticas agrícolas empleado

Categoría	Práctica
Administración	Registro técnico y administrativo
Financiamiento	Uso de crédito
	Uso de seguro agrícola
Manejo integrado del cultivo	Control de enfermedades
	Control de arvenses
	Control de plagas
	Desespigamiento
	No. de quema de residuos
	Uso de bioproductos
Métodos de comercialización	Compras y/o ventas en común
	Minga
	Ventas por contrato
Organización	Consolidación organizativa
Plan de fertilización	Análisis de suelo
	Fertilización balanceada (N, P, K)
	Fertilización fraccionada
	Uso de abonos orgánicos
	Uso de micronutrientes
Poscosecha	Uso de silos y/o bolsas herméticas
Preparación del suelo	Camas permanentes
	Labranza mínima
	Nivelación de suelos
	Uso de maquinaria para preparación del suelo

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Categoría	Práctica
Riego	Riego tecnificado
	Asociación de cultivos
	Banco comunitario de semillas
	Densidad de siembra
	MIAF
	Uso de cobertura vegetal ( <i>mulch</i> )
Siembra	Raleo de plantas
	Rotación de cultivos
	Uso de cultivos de cobertura
	Uso de maquinaria para la siembra
	Uso de mejoradores de suelo
	Uso de semilla certificada
	Uso de semilla mejorada

Fuente: Elaboración propia

## Modelo estadístico

Se utilizó la regresión Poisson (Dobson 2010) truncada en cero para describir la relación existente entre el número de prácticas agrícolas y un conjunto de variables explicativas tanto categóricas como continuas. En seguida, se presenta el modelo empleado:

$$y_i = \log(\mu_i) + \varepsilon_i = \log\left(\sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij}\right) + \varepsilon_i; i = 1, \dots, n; \mu_i$$

$$= E(y_i); \varepsilon_i \sim \text{Poisson}(\mu_i) \dots \text{[ecuación 1]}$$

En la construcción de la ecuación 1, se consideraron los atributos de los productores de maíz en el Caribe colombiano (tabla 1) relacionados con la utilización de prácticas.

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete Data Analysis and Statistical Software (Stata) versión 12. Se empleó el comando *tpoisson* y, de acuerdo con la recomendación de Cameron y Trivedi (2009), fueron utilizados errores estándar robustos incluyendo la opción *vce(robust)*. Para explorar los resultados y hacer predicciones con el modelo propuesto se utilizaron los comandos: *contrast*, *pwcompare*, *margins* y *marginsplot*. Por último, fue estudiado también el ajuste de regresión binomial negativa truncada en cero, en el que no se encontró evidencia estadística de sobredispersión, lo cual es deseado en el modelo de la ecuación 1.



## Resultados y discusión

### Análisis descriptivo de la población de estudio en los departamentos del Atlántico y el Magdalena

Se identificaron 2.789 productores de maíz en los dos departamentos: 394 en el Atlántico y 2.395 en el Magdalena (tabla 3).

Los resultados consideran los factores de expansión resultantes del esquema de muestreo utilizado, es decir, corresponden a la población y no a la muestra.

### Análisis descriptivo de la población de estudio de los departamentos del Atlántico y el Magdalena

El departamento del Atlántico tiene una superficie de 3.388 km<sup>2</sup> (el 0,29 % del territorio nacional) y está organizado en 23 municipios. El departamento del Magdalena tiene una superficie de 22.188 km<sup>2</sup> y se encuentra organizado en 30 municipios (Meisel 2007). La caracterización descriptiva de los productores de maíz de acuerdo con la dimensión social, económica y ambiental se relaciona en la tabla 4.

**Tabla 3.** Número de productores identificados y número de productores entrevistados en cada departamento

Departamento	Municipio	No. de zonas de producción de maíz	No. de productores identificados	No. de productores entrevistados
Atlántico	Santa Lucía	6	170	48
	Suan	5	224	59
Magdalena	Fundación	12	755	61
	Pivijay	11	1.640	59
<b>Total</b>		<b>34</b>	<b>2.789</b>	<b>227</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.** Análisis descriptivo de la población de estudio en los departamentos del Atlántico y del Magdalena

Dimensión	Atributo	Departamento del Atlántico	Departamento del Magdalena
Social	<b>Género</b>		
	Masculino	98,07 %	93,15 %
	Femenino	1,93 %	6,85 %
	Edad promedio (años)	56,82	51,46
	<b>Escolaridad</b>		
	Primaria	53,04 %	52,25 %
	Secundaria	23,51 %	14,97 %
	Superior	3,66 %	4,91 %

(Continúa)

(Continuación tabla 4)

Dimensión	Atributo	Departamento del Atlántico	Departamento del Magdalena
Social	Sin educación	19,79 %	27,87 %
	<b>Tipo de tenencia</b>		
	Comodato	0,90 %	38,95 %
	Ejidal	---	9,28 %
	Comunal	3,86 %	---
	Arrendada	10,08 %	11,49 %
	Propia	85,17 %	40,28 %
	Productores fuente	3,74 %	18,69 %
	<b>Índice de iniciativa</b>		
	Bajo	61,46 %	66,44 %
	Medio	14,20 %	28,52 %
	Alto	24,34 %	5,03 %
Económica	<b>Tipo de cultivo</b>		
	Monocultivo	7,46 %	30,61 %
	Asociado	92,46 %	69,39 %
	<b>Uso de maquinaria</b>		
	Sin acceso	37,25 %	69,69 %
	Alquilada	27,54 %	12,12 %
	Propia	3,72 %	---
	Prestada	10,41 %	---
	No aplica	21,08 %	18,09 %
	Pertenece a una organización	60,19 %	37,55 %
	Recibe asistencia técnica	31,39 %	17,05 %
	Recibe apoyo institucional	32,62 %	23,37 %
Ambiental	Superficie sembrada promedio (ha)	1,13	2,17
	<b>Régimen hídrico</b>		
	Temporal	73,16 %	97,93 %
	Mixto	---	1,55 %
	Sistema de riego	26,84 %	0,52 %

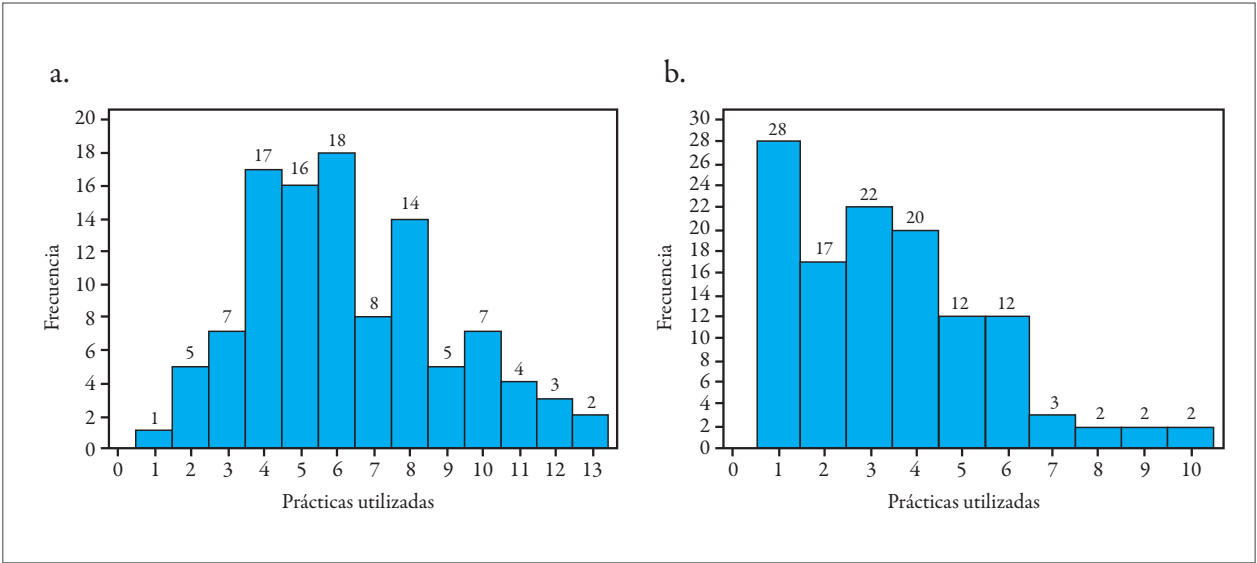
--- Información no disponible.

Fuente: Elaboración propia

**Análisis estadístico**

La distribución de las prácticas agrícolas difiere para los dos departamentos. En el Atlántico, en promedio, los productores utilizan seis prácticas agrícolas (2,64; 10,03) (figura 2a). En el departamento del Magdalena, la mediana indica que la mitad de los productores utilizan alrededor de tres prácticas agrícolas (figura 2b).

Se empleó la regresión Poisson truncada en cero para determinar la significación y el impacto de los atributos de estudio sobre el número de prácticas empleadas. Los resultados obtenidos se presentan como tasas de incidencia que son interpretadas marginalmente contra el número de prácticas agrícolas adoptadas por un productor (tabla 5).



**Figura 2.** Distribución de la utilización de prácticas agrícolas en los departamentos. a. Atlántico; b. Magdalena. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.** Parámetros estimados en el modelo estadístico

Dimensión	Atributos	Atlántico		Magdalena	
		Coeficiente exp ( $\beta$ )	Intervalo de confianza (90 %)	Coeficiente exp ( $\beta$ )	Intervalo de confianza (90 %)
Social	Género (referencia: femenino)				
	Masculino	0,59 ***	0,45    0,80	1,04 ns	0,84    1,28
	Edad	1,01 *	1,00    1,02	1,00 ns	0,99    1,01
	Escolaridad (referencia: ninguna)				
	Primaria	1,36 ****	1,17    1,58	1,06 ns	0,88    1,29
	Secundaria	1,30 **	1,07    1,57	1,47 ***	1,16    1,86
	Superior	1,29 ns	0,87    1,92	1,56 **	1,13    2,15

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Dimensión	Atributos	Atlántico			Magdalena		
		Coficiente exp ( $\beta$ )	Intervalo de confianza (90 %)		Coficiente exp ( $\beta$ )	Intervalo de confianza (90 %)	
Social	Tipo de tenencia (referencia: comodato)						
	Ejidal	---	---	---	2,11 **	1,20	3,68
	Propia	0,70 ***	0,57	0,86	1,78 ***	1,25	2,54
	Arrendada	0,63 ***	0,48	0,80	1,54 **	1,08	2,19
	Fuente (referencia: no)						
	Sí	1,04 ns	0,90	1,19	1,08 ns	0,82	1,44
	Índice de iniciativa (referencia: bajo)						
	Medio	1,39 ****	1,20	1,61	1,82 ****	1,53	2,15
	Alto	1,34 **	1,10	1,65	2,21 ****	1,72	2,84
Económica	Tipo de cultivo (referencia: monocultivo)						
	En asocio	1,14 ns	0,93	1,40	0,88 ns	0,76	1,03
	Uso de maquinaria (referencia: sin acceso)						
	Alquilada	1,15 ns	0,94	1,41	0,91 ns	0,68	1,20
	No aplica	0,83 *	0,70	0,98	1,02 ns	0,88	1,18
	Pertenece a una organización (referencia: no)						
	Sí	1,02 ns	0,89	1,18	1,24 **	1,06	1,45
	Recibe asistencia técnica (referencia: no)						
	Sí	0,97 ns	0,87	1,10	1,14 ns	0,95	1,37
Ambiental	Recibe apoyo institucional (referencia: no)						
	Sí	1,23 ***	1,09	1,39	1,27 **	1,09	1,49
	Superficie sembrada	1,05 ns	0,98	1,12	0,98 ns	0,93	1,03
	Régimen hídrico (referencia: temporal)						
	Mixto	---	---	---	1,95 *	1,05	3,62
	Riego	0,99 ns	0,82	1,19	2,02 ****	1,66	2,47
Constante de ajuste		5,10 ****	3,37	7,74	0,86 ns	0,53	1,39

\* p &lt; 0,10; \*\* p &lt; 0,05; \*\*\* p &lt; 0,01; \*\*\*\* p &lt; 0,001; ns (no significativo): p &gt; 0,10; ---- No disponible.

Fuente: Elaboración propia

## Ajuste del modelo estadístico

Para el departamento del Atlántico fueron utilizadas 92 observaciones válidas y para el departamento del Magdalena, 117 observaciones válidas. Las pruebas de bondad de ajuste fueron satisfactorias. Se obtuvo un ajuste de alrededor del 73 % para el Atlántico y del 85 % para el Magdalena (figura 3a y 3b).

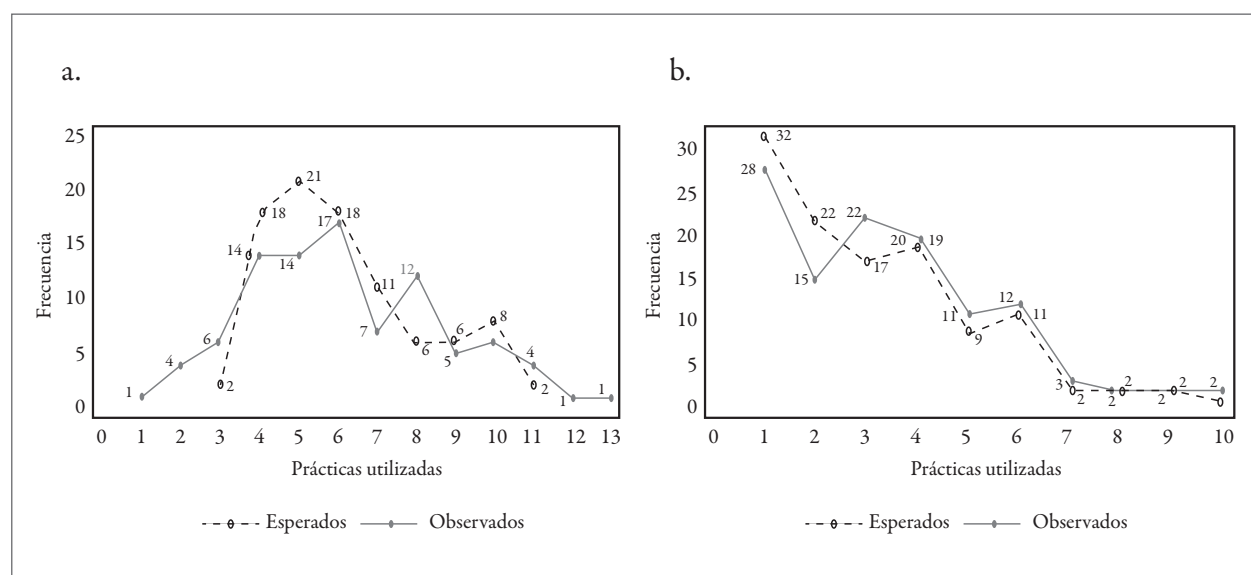
Los resultados del modelo y sus predicciones señalan que el atributo “género”, en el departamento del Atlántico, fue significativo ( $p < 0,01$ ). Sin embargo, este atributo no fue considerado en el análisis, debido a que el número de observaciones de mujeres fue muy reducido, por tanto, se requeriría de un diseño muestral específico para analizar esta condición de género.

La edad fue estadísticamente significativa ( $p < 0,10$ ) para los productores del departamento del Atlántico: su aportación es del 1 % al uso de prácticas agrícolas. En el departamento del Magdalena, este atributo no presentó significación estadística. Estos resultados sugieren que dicho atributo no es determinante en el modelo estadístico. En una población de agricultores de maíz que en su mayoría supera los 50 años de edad, el análisis estadístico de este atributo como un factor determinante para la utilización de prácticas agrícolas debe sopesar que no existen puntos de

referencia de menor edad. Sin embargo, la literatura muestra que la edad es un factor a tener en cuenta en la adopción de innovaciones (Aguilar-Gallegos et al. 2013; Luna-Mena et al. 2016).

En los dos departamentos, la escolaridad presentó significaciones estadísticas en ciertos niveles. En el departamento del Atlántico, la educación primaria y secundaria presentaron significaciones estadísticas ( $p < 0,001$  y  $p < 0,05$ , respectivamente), con una aportación de alrededor del 30 % en el uso de prácticas agrícolas, en comparación con los otros niveles de educación. En el departamento del Magdalena, la educación secundaria y superior fueron estadísticamente significativas ( $p < 0,01$  y  $p < 0,05$  respectivamente), con una aportación de alrededor del 50 % en el uso de prácticas agrícolas, en comparación con la ausencia total de educación y la ausencia de educación primaria.

El modelo permite predecir que, con el atributo “escolaridad”, si se dejan los demás atributos constantes, los productores del Atlántico implementan alrededor de cinco a siete prácticas agrícolas. El número promedio de prácticas utilizadas por los productores que no cuentan con ninguna escolaridad es estadísticamente diferente ( $p < 0,05$ ) al número de prácticas empleadas por aquellos que cuentan con educación



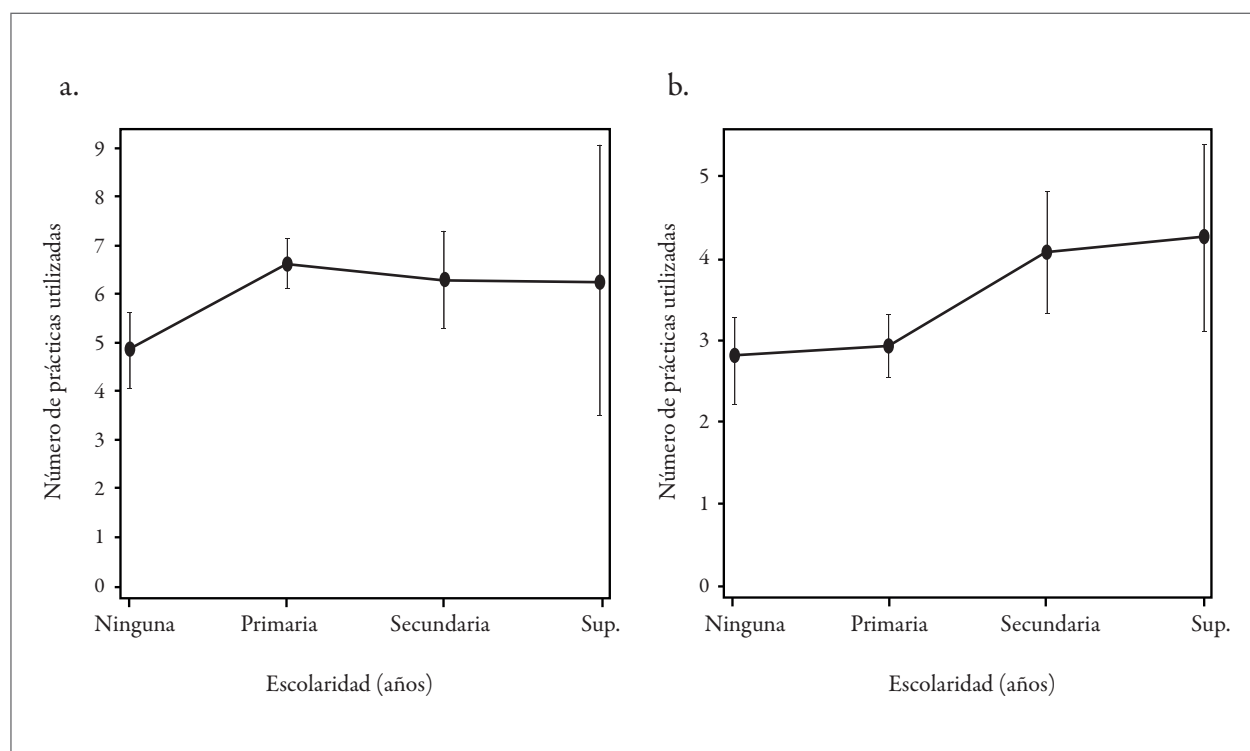
**Figura 3.** Ajuste del modelo estadístico para los departamentos. a. Atlántico; b. Magdalena.

Fuente: Elaboración propia

primaria. Sin embargo, no existe evidencia estadística para establecer diferencias de medias entre los productores con niveles de educación secundaria y superior (figura 4a).

Las predicciones para el departamento del Magdalena señalan que los productores de maíz utilizan entre

tres y cuatro prácticas agrícolas. El modelo señala que en este departamento existe evidencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre el número promedio de prácticas utilizadas por los productores con educación secundaria y superior, en comparación con los productores que no tienen educación o cuentan solo con educación primaria (figura 4b).



**Figura 4.** Predicciones obtenidas por el modelo Poisson para el atributo “escolaridad”. a. Departamento del Atlántico; b. Departamento del Magdalena.

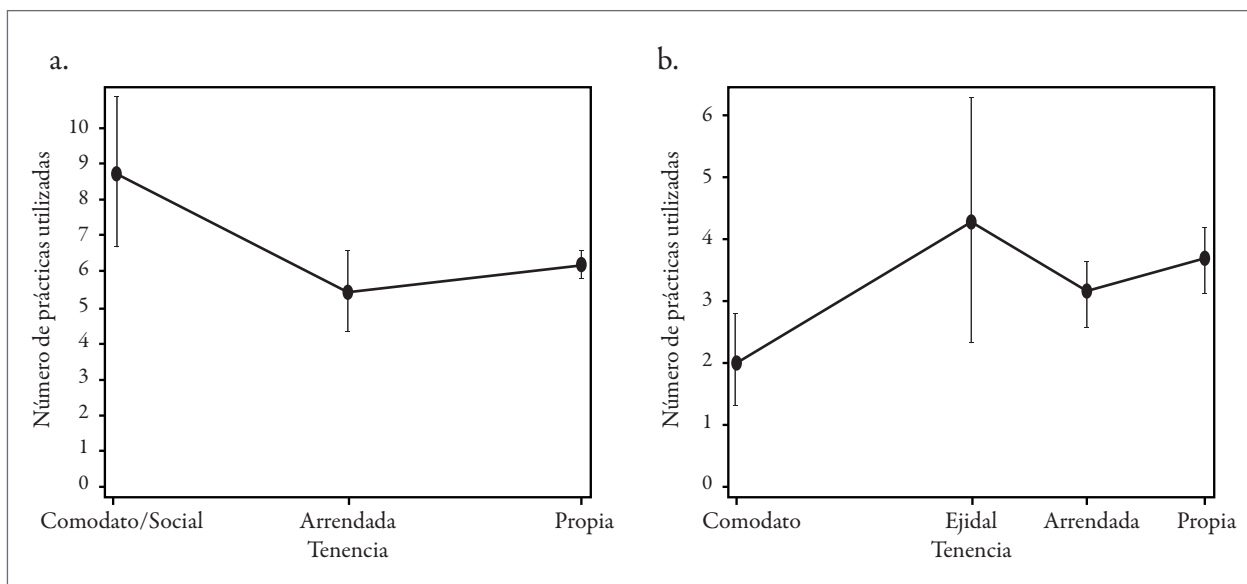
Fuente: Elaboración propia

Este rasgo diferencial entre el Atlántico y el Magdalena se puede atribuir a condiciones de proximidad geográfica y de desarrollo institucional. Para un agricultor en el departamento del Atlántico es más factible estar en contacto con otros y tener la posibilidad de recibir asistencia técnica. Además, un mayor grado de escolaridad permite más autonomía en la toma de decisiones para la implementación de prácticas agrícolas. En el estudio realizado por Aguilar-Gallegos et al. (2013), el nivel de educación influyó en el uso de innovaciones debido a que la escolaridad permite que los productores adquieran habilidades para decodificar el

conocimiento explícito, lo cual lleva a la implementación de innovaciones.

En los dos departamentos, todos los tipos de tenencia de la tierra presentaron significación estadística ( $p < 0,05$ ). Como factor de probabilidad para la utilización de prácticas agrícolas, en el departamento del Atlántico la modalidad de tenencia de la tierra no es determinante, en contraste con lo encontrado en el departamento del Magdalena. En este último, la modalidad de ejido duplica las probabilidades del uso de prácticas agrícolas por parte de los productores (figuras 5a y 5b).



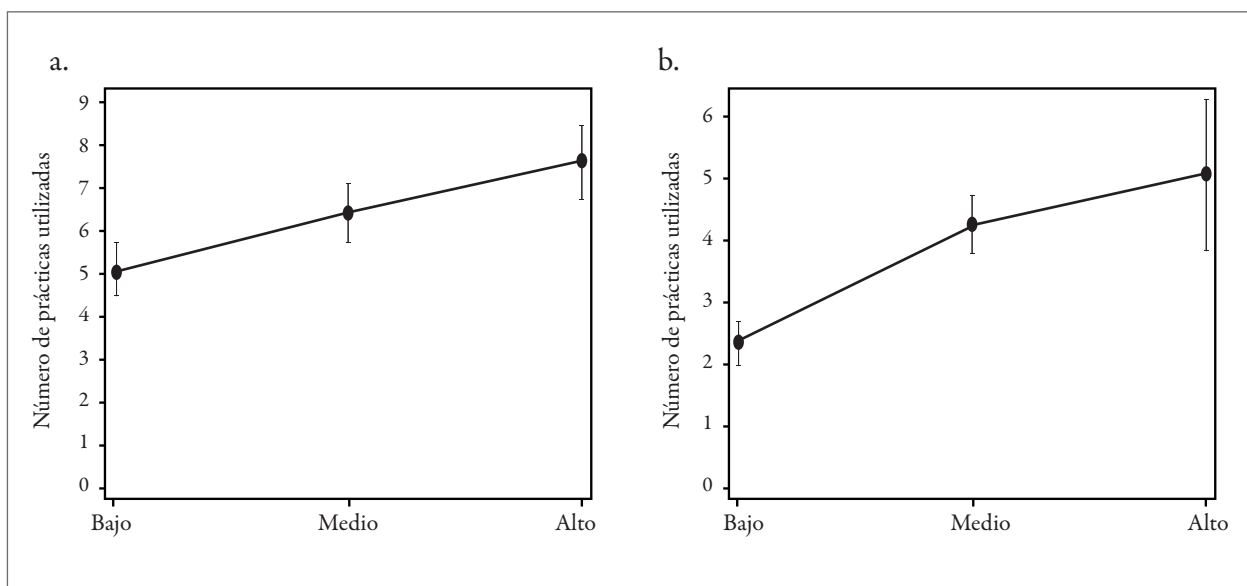


**Figura 5.** Predicciones obtenidas por el modelo Poisson para el atributo “tipo de tenencia” de la tierra. a. Departamento del Atlántico; b. Departamento del Magdalena.

Fuente: Elaboración propia

El interés por obtener información técnica (indicador “índice de iniciativa”) fue estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ) para los dos departamentos en todos los niveles. Este atributo de los productores aumenta la probabilidad de usar prácticas agrícolas y, en el departamento del Magdalena, incluso llega casi a duplicarla

(figuras 6a y 6b). En los dos departamentos, el nivel bajo del indicador “índice de iniciativa” es estadísticamente diferente ( $p < 0,05$ ) en comparación con los niveles medio y alto. Por tanto, a mayor interés por parte de los productores en adquirir conocimientos técnicos, mayor es el uso de prácticas agrícolas.



**Figura 6.** Predicciones obtenidas por el modelo Poisson para el atributo “colecta de información”. a. Departamento del Atlántico; b. Departamento del Magdalena.

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados señalan que el nivel de búsqueda de información técnica es un atributo importante en la utilización de prácticas agrícolas por parte de los productores de maíz del Caribe colombiano. Deben desarrollarse estrategias que permitan mayor flujo de conocimientos técnicos, pues existe la voluntad o la necesidad de los productores de buscar información para mejorar el desempeño y la productividad de sus cultivos.

En cuanto al “uso de maquinaria”, aunque en el departamento del Atlántico resultó ser un atributo con significación estadística ( $p < 0,10$ ), los resultados llevan a pensar que el atributo de mecanización debe estar muy bien definido y acotado en función del tipo de agricultura objetivo, en este caso, agricultura familiar. Es decir, se debe establecer qué se considera mecanización apropiada para este tipo de agricultura.

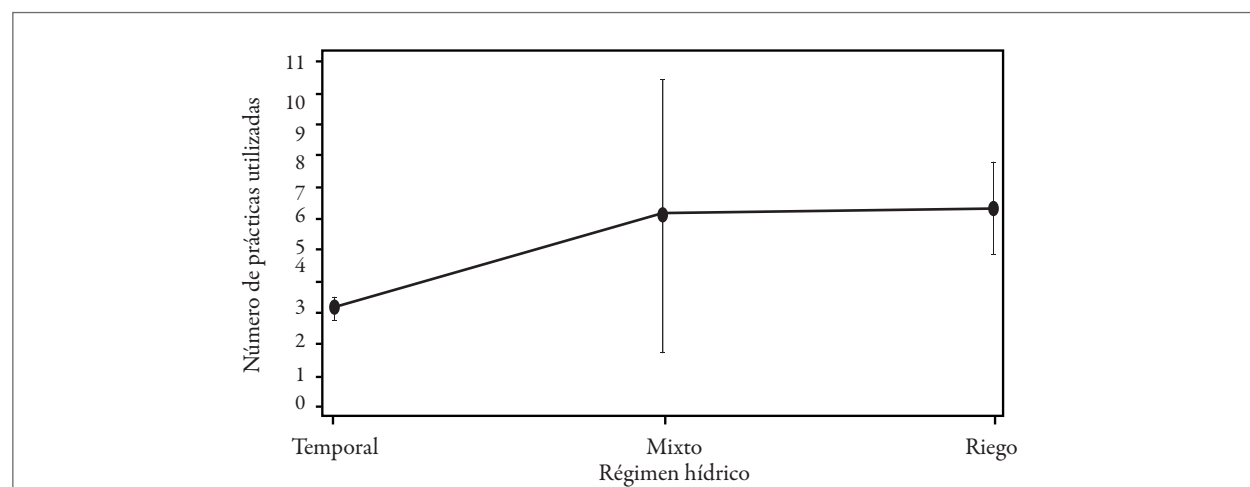
Contrario a lo ocurrido en el departamento del Atlántico, “pertenecer a una organización” fue estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ) en el departamento del Magdalena, con el aumento en un 24 % de la probabilidad de usar prácticas agrícolas. Considerando que el 37 % de los productores del Magdalena manifestó pertenecer a una organización, valdría la pena incentivar la asociación en el departamento como estrategia hacia la innovación agrícola.

El “apoyo institucional” fue estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ) para los dos departamentos, pues aumentaría en aproximadamente el 25 % el uso de prácticas agrícolas por parte de los productores.

En el contexto agrícola de los países en desarrollo cuyo enfoque está dirigido a la orientación de mercado de los pequeños productores, se reconoce que la innovación va más allá que el desarrollo y el uso de tecnologías. Se hace necesaria la creación de capacidades en los productores para que adquieran una visión más estratégica de sus empresas y se fortalezca su capacidad de asociación, así como los vínculos entre los actores que conforman las cadenas de valor agropecuarias (Kilelu et al. 2014).

El modelo señala que en el Magdalena existe diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) en los productores con régimen hídrico temporal y sistema de riego. Los productores con régimen hídrico temporal utilizan en promedio tres prácticas agrícolas, mientras que los productores que tienen sistema de riego utilizan seis prácticas (figura 7). Este atributo no fue estadísticamente significativo para el departamento del Atlántico.

El uso de sistemas técnicos más complejos está directamente relacionado con el uso de un mayor número de prácticas. A diferencia de lo que indica el sentido común, el uso de tecnología no simplifica la actividad productiva.



**Figura 7.** Predicciones obtenidas por el modelo Poisson para el atributo “régimen hídrico” en el departamento del Magdalena.

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

El análisis comparado establece que las dinámicas de producción de maíz en el Atlántico y el Magdalena son similares. Sin embargo, hay matices relevantes que son clave a la hora de estimular diferentes estrategias que favorezcan el cultivo de maíz en la región Caribe colombiana.

El modelo de Poisson resulta adecuado en el estudio, porque permite evaluar de forma integral las dimensiones ambientales, económicas y sociales de los productores de maíz del Caribe colombiano (datos cuantitativos y cualitativos), y es sensible a la detección de matices en la influencia de los atributos sobre el número de prácticas agrícolas utilizadas.

El modelo demuestra que no hay un atributo estratégico y determinante en la utilización de prácticas agrícolas, pero señala que hay una serie de factores que influyen en el uso de prácticas. Conocer esos factores y relacionarlos con el contexto geográfico (características del lugar) es necesario para mejorar el impacto de las estrategias encaminadas a la innovación.

La caracterización de los productores de maíz resulta fundamental para lograr incrementar la producción agrícola de forma sostenible, de ahí su relevancia. En este trabajo, se encontró que características propias de los productores como el tipo de tenencia de la tierra y su grado de escolaridad promueven el nivel de utilización de prácticas agrícolas. También factores económicos externos, como las organizaciones de productores, el apoyo institucional y el régimen hídrico, contribuyen a dicho propósito y tienen un peso significativo. Por tanto, el uso de prácticas requiere no solo de la voluntad individual de los productores, sino del contexto en el que están. Hay dos factores clave: una infraestructura mejor y una mejor relación entre los agentes.

De acuerdo con los atributos de la población de estudio, un proceso de transferencia de tecnología implica una acción integral que mejore la cultura técnica incorporada no solo en los individuos, sino en las instituciones.

La recepción de asistencia técnica no fue una condición que favoreció la utilización de nuevas prácticas. En cambio, la disposición de los productores a la consulta de información sí favorece su uso, es decir, la capacidad del productor para obtener información es más relevante que el aporte directo de información por la vía de asesores técnicos. En futuros trabajos convendría analizar los atributos específicos de los productores con alta disposición a la búsqueda de información, así como diferentes modelos de asistencia técnica para el desarrollo de iniciativas que mejoren el nivel de innovaciones en una población de pequeños productores.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) por la financiación del estudio. También agradecen a las Gobernaciones del Atlántico y del Magdalena por la disponibilidad en el acompañamiento del trabajo en campo.

## Descargo de responsabilidad

El presente artículo fue desarrollado como parte de la tesis de doctorado de María Fernanda Garrido Rubiano. En él, se encuentran los aportes significativos de todos los autores, quienes están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

## Referencias

- Aguilar-Gallegos N, Muñoz-Rodríguez M, Santoyo-Cortés VH, Aguilar-Ávila J. 2013. Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales. *Teuken Bidikay*. 4:207-228.
- Cameron AC, Trivedi PK. 2009. *Microeconometrics using stata*. College Station, EE. UU.: Stata Press.
- [Cimmyt] Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 2013. Oferta disponible para implementar tecnologías MasAgro. Texcoco, México: Cimmyt.
- Damián-Huato MA, Romero-Arenas O, Sangerman-Jarquín DM, Reyes-Muro L, Parraguirre-Lezama C, Orozco-Cirilo S. 2016. Maíz, potencial productivo y seguridad alimentaria: el caso de San Nicolás de Los Ranchos, Puebla-México. *Nova Scientia*. 8(16):325-370.
- Díaz-José O. 2013. *Sistemas específicos de innovación: el caso del cacao en el Soconusco Chiapas [tesis de doctorado]*. [Chapingo, México]: Universidad Autónoma Chapingo.
- Dobson AJ. 2010. *An introduction to generalized linear models*. 2a ed. Boca Raton, EE. UU.: Taylor & Francis.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación, 2014*. Roma, Italia: FAO.
- [FIDA] Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, [Rimisp] Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. 2014. *La agricultura familiar en América Latina: un nuevo análisis comparativo*. Roma, Italia: FIDA.
- [Foragro] Formulación Agroquímicas, [IICA] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, [GFAR] Global Forum on Agricultural Research. 2009. *Innovaciones institucionales y tecnológicas para sistemas productivos basados en agricultura familiar*. San José, Costa Rica: IICA.
- Garrido-Rubiano MF, Martínez-Medrano JC, Rendón-Medel R, Granados-Carvajal RE. 2016. Los sistemas de innovación y su impacto en el desarrollo territorial. *Rev Mex Cienc Agric*. 15:3143-3152.
- Henríquez P, Li Pun H, editores. 2013. *Innovaciones de impacto: lecciones de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. San José, Costa Rica: IICA, BID.
- Kilelu CW, Klerkx LWA, Leeuwis C. 2014. How dynamics of learning are linked to innovation support services: insights from a smallholder commercialization project in Kenya. *J Agric Educ Ext*. 20(2):213-232.
- López-Torres BJ, Rendón-Medel R, Espinosa-Solares T, Torres-Díaz-Santana P, Santellano-Estrada E. 2016. Medición de cobertura oculta en servicios de asistencia técnica y capacitación en el medio rural. *Rev Mex Cienc Agric*. 15:3089-3102.
- Luna-Mena BM, Reyes-Altamirano-Cárdenas J, Santoyo-Cortés VH, Rendón-Medel R. 2016. Factores e innovaciones para la adopción de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca. *Rev Mex Cienc Agric*. 15:2995-3007.
- Meisel A, editor. 2007. *Las economías departamentales del Caribe continental colombiano*. Cartagena, Colombia: Banco de la República.
- Morales-Bedoya E. 2010. *Fogón Caribe*. Barranquilla, Colombia: La Iguana Ciega.
- Moreno-Ordoñez MA, Niño-Martínez C, Romero-Rodríguez LC. 2015. *Estado y retos de las políticas públicas para la agricultura familiar en Colombia*. Bogotá, Colombia: [IICA] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Moyano E. 2014. Agricultura familiar: algunas reflexiones para un debate necesario. *Econ Agrar Recur Nat*. 14(1):133-140.
- Perfetti JJ, coordinador. 2013. *Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*. Bogotá, Colombia: SAC, Fedesarrollo.
- Sheaffer RL, Mendenhall W, Lyman R. 2007. *Elementos de muestreo*. 9.ª ed. Madrid, España: International Thomson.
- Sonka ST. 2016. Big data: fueling the next evolution of agricultural innovation. *J Innovat Manag*. 4(1):114-136.
- Tittonell P, Klerkx L, Baudron F, Félix GF, Ruggia A, Van Apeldoorn D, Dogliotti S, Mapfumo P, Rossing WAH. 2016. Ecological intensification: local innovation to address global challenges. In: Lichtfouse E, editor. *Sustainable agriculture review* New York, EE. UU.: Springer International Publishing. pp.3
- Williams E. 2015. Factors affecting farmer's adoption of agricultural innovation in Delta State. *Glob Sci Res J*. 3(2):177-182.