



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**Caracterización técnico-económica de productores de maíz
(*Zea mays*) con énfasis en el manejo de enfermedades
en el departamento del Meta, Colombia**

**Technical-economic characterization of corn
(*Zea mays*) producers with emphasis on disease management
in the department of Meta, Colombia**

Adriana María Molina Romero*, Jorge Humberto Argüelles Cárdenas, Nathali López Cardona

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia. C.I La Libertad km 17 vía Puerto López, Meta, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 25/01/2022

Aceptado: 14/06/2022

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflicto de intereses.

CORRESPONDENCIA

Adriana María Molina Romero
amolinar@agrosavia.co



Cu-ID: <https://cu-id.com/2153/cag063222374>

RESUMEN

El aumento de los problemas fitosanitarios que enfrentan los productores de maíz en el departamento del Meta ha generado la necesidad de identificar el manejo que cada productor realiza en su cultivo. De esta forma se puede determinar los factores que logren diferenciar a los productores y las brechas tecnológicas que deben ser superadas en los planes de extensión y asistencia técnica, por lo que el objetivo de este trabajo fue caracterizar el sistema productivo del maíz tecnificado, desde el punto de vista del manejo fitosanitario. En este trabajo se utilizó una muestra de 45 productores, seleccionados mediante un muestreo aleatorio estratificado con asignación proporcional al tamaño del estrato, a los que se aplicó una encuesta que permitió el agrupamiento por medio de análisis de componentes principales, correspondencias múltiples y conglomerados. Con los resultados obtenidos, se definieron las siguientes tipologías: 1) productores adultos mayores con fincas medianas de alta productividad, 2) productores adultos con fincas pequeñas de alta productividad, 3) productores adultos con fincas pequeñas de baja productividad y 4) productores adultos con fincas grandes de mediana productividad. Se definieron los aspectos relevantes en cada tipología, permitiendo el diseño de los planes de trabajo e investigación en el componente sanitario del cultivo en la región acorde con cada una de ellas.

Palabras clave: Agricultores, encuesta, Orinoquia, Poaceae, sanidad

ABSTRACT

The increase in phytosanitary problems faced by corn producers in the department of Meta has generated the need to identify the management that each producer carries out on his crop. In this way, it is possible to determine the factors that differentiate producers and the technological gaps that must be overcome in the extension and technical assistance plans, so the objective of this work was to characterize the technified corn production system, from the point of view of

phytosanitary management. This work used a sample of 45 producers, selected by stratified random sampling with allocation proportional to the size of the stratum, to whom a survey was applied that allowed grouping by means of principal component analysis, multiple correspondences and conglomerates. With the results obtained, the following typologies were defined: 1) older adult producers with medium farms of high productivity, 2) adult producers with small farms of high productivity, 3) adult producers with small farms of low productivity and 4) adult producers with large farms of medium productivity. The relevant aspects in each typology were defined, allowing the design of work and research plans in the sanitary component of the crop in the region according to each one of them.

Keywords: Farmers, survey, Orinoquia, Poaceae, health

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) en Colombia es el tercer cultivo con mayor superficie de siembra después del café y el arroz, además es importante en la alimentación de millones de colombianos, aportando el 9 % del suministro diario de energía de su dieta, a través del consumo de alimentos como arepas y mazamorra, entre otros (Govaerts *et al.*, 2019). De acuerdo con la Federación Nacional de Cerealistas (FENALCE, 2020), la producción de maíz en Colombia fue de 1 334 316 t, representada por la producción tecnificada, con un rendimiento promedio nacional de 5 t ha⁻¹, en predios de grandes superficies, terrenos planos de mediana a alta fertilidad, uso de genotipos mejorados e híbridos que incluyen los maíces transgénicos, con demanda de alta mecanización y mayor acceso a insumos agrícolas. Por otro lado, el país cuenta con el sistema de producción de maíz tradicional, con un rendimiento promedio nacional de 2,23 t ha⁻¹, en predios con limitación de diferentes recursos en los que suelen sembrarse variedades de maíz que no tienen una alta dependencia a los insumos.

El departamento del Meta aporta el 33,5 % de la producción nacional de maíz tecnificado, con un rendimiento promedio de 7 t ha⁻¹, superior al promedio nacional, destinado como fuente de carbohidratos para la fabricación de alimentos balanceados en las cadenas avícola y porcícola (Caicedo *et al.*, 2020). En la actualidad, se ha observado un incremento en los costos relacionados con el manejo fitosanitario del cultivo en la región, como resultado del aumento de la incidencia de plagas, enfermedades y arvenses, que no son controlados fácilmente con productos químicos convencionales. Lo que ha aumentado el número del uso de dos aplicaciones de fungicidas por ciclo y en consecuencia a un incremento de los costos de producción. Según Molina *et al.* (2020), los productores agrícolas han estado afectados directamente por problemáticas relacionadas con el manejo del cultivo (riego, erosión del suelo, plagas, enfermedades). Sin embargo, la medición de variables sociales y económicas en las que el productor desarrolla sus actividades, no son bien conocidas por las entidades de planificación regional y nacional. Dentro de los estudios dónde se evalúan estas variables que buscan mejorar la eficiencia en las labores de extensionismo, la

Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz, 2011), para los llanos Orientales (Colombia), caracterizó este sector con base en aspectos de tipo agroecológico, político, económico y social, relevantes para el cultivo. A nivel corporativo, se desarrolló un diagnóstico socioeconómico y tecnológico de los sistemas productivos agropecuarios en la Altillanura colombiana, que permitió conocer la realidad de la región y las principales características del sistema de producción, con indicadores técnicos, económicos, sociales y ambientales (Rodríguez *et al.*, 2015).

En 2020 se tipificó y caracterizó socioeconómicamente a los productores de cultivos transitorios (arroz, maíz y soya) del departamento del Meta, para orientar y mejorar las políticas institucionales y sectoriales, de acuerdo con las condiciones actuales de los productores (Molina *et al.*, 2020). Sin embargo, el desconocimiento de estos aspectos hace que muchas de las políticas trazadas y ofertas tecnológicas desarrolladas, no se vinculen al productor con los resultados esperados, por fallas en la transferencia de tecnología. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización técnico-económica de productores con base en el manejo de enfermedades del cultivo del maíz, en el Piedemonte Llanero y en la Altillanura plana, del departamento del Meta, con el fin de determinar los factores que logren diferenciar a los productores y las brechas tecnológicas que deben ser superadas en los planes de extensión y asistencia técnica acordes con cada tipología identificada. Para esto, se realizó una encuesta a 45 productores, que permitió agruparlos y caracterizarlos de acuerdo con variables sociales, económicas y agronómicas, con énfasis en el manejo de enfermedades en el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población objetivo y localización

La población objetivo estuvo constituida por productores que sembraron maíz, durante el primer semestre productivo 2019, ubicados en el piedemonte llanero y la altillanura del departamento del Meta. Específicamente, se muestreó en los municipios de Fuente de Oro, Granada, Villavicencio, Puerto López y Puerto Gaitán (Figura 1).

Selección de la muestra y construcción del instrumento de recolección de la información

Para definir la metodología de muestreo, construir el marco muestral y determinar el tamaño de muestra, se partió de las bases de datos de los registros de capacitaciones, socializaciones de resultados, días de campo, visitas al centro de investigación “La Libertad” de AGROSAVIA e información suministrada por la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE). La metodología de muestreo correspondió a un proceso aleatorio estratificado con afijación proporcional al tamaño del estrato, con un margen de error de 5 % y un nivel de confianza del 95 %, y con el fin de estimar la proporción poblacional de productores que manejan la rotación de cultivos dentro de su proceso productivo, donde las regiones de Piedemonte y Altillanura fueron consideradas como los estratos por contener paisajes diferentes en el mismo departamento (Tabla 1).

Tamaño de muestra total

El tamaño de muestra se calculó empleando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^l N_i P_i Q_i}{ND + \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^l N_i P_i Q_i} = \frac{(47 * 0,824 * 0,176) + (10 * 0,824 * 0,176)}{57 * 0,00065 + \left(\frac{1}{57}\right) ((47 * 0,824 * 0,176) + (10 * 0,824 * 0,176))} = \frac{8,27}{0,037 + \frac{8,27}{57}} \cong 45$$

Donde:

N: tamaño de la población, 57 productores

$Z^2_{\alpha/2}$: valor de la distribución normal estándar para un nivel de confianza del 95 % (1,96)

p: 0,824

e: error máximo permisible de la estimación, 5 % (0,05)

D: $\varepsilon^2 / Z^2_{\alpha/2}$ (0,00065)

n: tamaño de la muestra para un tamaño total de muestra de 45 productores

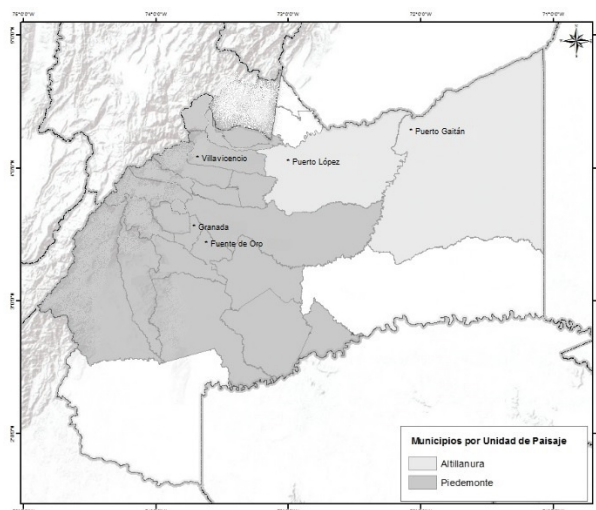


Figura 1. Localización de los municipios encuestados en el Piedemonte y la Altillanura, del departamento del Meta, Colombia.

$$ni(\text{piedemonte}) = n \left[\frac{N_i}{\sum_{i=1}^l N_i} \right] = n \left[\frac{N_i}{N} \right] = n [W_i] = 45 \left[\frac{47}{57} \right] = 37$$

$$ni(\text{Altillanura}) = n \left[\frac{N_i}{\sum_{i=1}^l N_i} \right] = n \left[\frac{N_i}{N} \right] = n [W_i] = 45 \left[\frac{10}{57} \right] = 8$$

Donde:

n: Tamaño total de muestra

N: tamaño de la población

N_i: tamaño del estrato

W_i: Peso relativo del estrato $W_i = N_i / N$

ni: Tamaño de muestra por estrato

El tamaño de muestra para el estrato correspondiente a los productores ubicados en el Piedemonte llanero fue de 37. Mientras que para el estrato correspondiente a los productores ubicados en la Altillanura fue 8.

Tabla 1. Tamaño de muestra por estrato

Estrato	Municipio	Cantidad de productores	Tamaño de muestra por Estrato
Piedemonte	Villavicencio	1	37
	Granada	23	
	Fuente de Oro	13	
Altillanura	Puerto López	5	8
	Puerto Gaitán	3	
TOTAL		45	

Procesamiento de datos y variables evaluadas

Como herramienta para la captura de los datos, se elaboró una encuesta donde se incluyeron datos personales del productor, variables sociales (edad, escolaridad, experiencia, propiedad del terreno, estado de vías, asistencia técnica, fuentes de información), variables económicas relevantes del productor de cultivos de maíz (utilidad y rendimientos obtenidos por ciclo de cultivo) y variables agronómicas como área de la finca, área sembrada, rotación de cultivos, control químico que hace referencia a la aplicación de agroquímicos previa a la preparación del terreno para la siembra, control físico o quema (se refiere al proceso de combustión para eliminación de residuos agrícolas previo a la preparación del terreno para la siembra), material de siembra (variedades y/o híbridos adoptados por el productor), manejo de enfermedades (químico, cultural, biológico), número de aplicaciones de fungicidas y enfermedades predominantes por ciclo de cultivo.

Análisis de los datos

En este trabajo se consideraron variables cualitativas y cuantitativas, por lo que se utilizó para el primer tipo de variables un análisis de correspondencias múltiples (ACM), mediante el procedimiento CORRESP del Programa SAS Enterprise Versión 8.3.0.103 (2019-2020). Para el segundo tipo de variables (cuantitativas), se realizó un análisis de componentes principales (ACP), mediante el procedimiento PRINCOMP del citado programa. Posteriormente, con base en los componentes seleccionados en los dos análisis mencionados (ACM y ACP) para los dos tipos de variables (cualitativas y cuantitativas), se generó un conjunto de datos y se realizó un análisis de conglomerados (AC) mediante el procedimiento CLUSTER de SAS, utilizando el método de WARD, que permitió clasificar los individuos en grupos homogéneos. El método de Ward es uno de los más utilizados, es capaz de acertar mejor con la clasificación óptima comparado con otros métodos (mínimo, máximo, media y centroide) (Pardo, 2020).

Tabla 2. Medias de las variables cuantitativas relevantes por tipología de los productores de maíz encuestados con énfasis en el manejo de enfermedades en el departamento del Meta, Colombia

Variables	Grupo 1 (n=11)	Grupo 2 (n=26)	Grupo 3 (n=4)	Grupo 4 (n=4)
Edad (años)	63	38	55	50
Ingresos ciclo productivo (USD) ¹	107	109	40	111
Experiencia (años)	39	14	29	28
Área de la finca (ha)	40	31	28	502
Área sembrada (ha)	17	20	21	169
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	6 489	6 883	3 406	6 700

¹ Valor en dólares del 2019. Banco República Colombia (\$ 3.383 COP)



Figura 2. Dendrograma correspondiente al agrupamiento de los productores de maíz encuestados con énfasis en el manejo de enfermedades en el departamento del Meta, Colombia

Caracterización

Para la caracterización de los productores de cultivos de maíz tecnificado, se siguió la metodología utilizada en el estudio realizado por Molina *et al.* (2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el análisis de correspondencias múltiples y de componentes principales, se seleccionaron las primeras doce dimensiones y los primeros cuatro componentes, respectivamente. En base a estas nuevas variables, se realizó el análisis de conglomerados para clasificar a los productores en cuatro grupos con características similares. A continuación, se presenta el dendrograma correspondiente a los grupos conformados (Figura 2), con su respectiva descripción.

En las tablas 2 y 3 se describen las variables cuantitativas y cualitativas evaluadas en la encuesta aplicada a los productores.

A continuación, se plantean las características más relevantes de los diferentes grupos de productores que se conformaron, en base al análisis de conglomerados.

Tabla 3. Distribución de las frecuencias de las variables cualitativas relevantes por tipología de los productores de maíz encuestados con énfasis en el manejo de enfermedades en el departamento del Meta, Colombia

Variables	Categoría	Grupo 1 (n=11)	Grupo 2 (n=26)	Grupo 3 (n=4)	Grupo 4 (n=4)
Escolaridad	Primaria	6	12	1	3
	Bachillerato	0	6	1	0
	Técnico	1	1	0	0
	Tecnólogo	0	1	0	0
	Profesional	2	6	1	1
	Posgrado (Maestría)	1	0	0	0
	Ninguno	1	0	1	0
Propiedad del terreno	Propia	7	8	2	2
	Arrendada	4	17	2	2
	Asocio	0	1	0	0
Estado de las vías	Pavimentada	5	15	3	1
	Sin pavimentar	6	11	1	3
Rotación de cultivo	Si	6	20	3	4
	No	5	6	1	0
Variedad y/o híbridos maíz	DEKAL B7088	0	3	0	0
	DEKALB - DK-7088	0	2	0	1
	DEKALB-399-IMPACTO- Syngenta	0	2	0	0
	IMPACTO- Syngenta	2	2	0	3
	PIONEER 30K73 HR	5	7	2	0
	SIKUANI V-110	0	0	1	0
	STATUS Agrisure® VIPTERA 3	1	5	1	0
Quema química	Si	5	7	3	3
	No	6	19	1	1
Quema física	Si	2	3	0	0
	No	9	23	4	4
Número de aplicaciones de fungicidas	Ninguna	2	1	0	0
	Una	1	11	1	1
	Dos	7	12	3	3
	Tres	0	2	0	0
	Cuatro	1	0	0	0
Enfermedades predominantes	Complejo Mancha de Asfalto	8	17	2	3
	Pudrición de la mazorca	3	11	2	1
	Bacteriosis	1	2	0	0
	Tizón foliar	4	8	2	0
	Achaparramiento	0	2	0	0
Monitoreo de enfermedades	Si	10	24	4	4
	No	1	2	0	0
Contabiliza de enfermedades	Si	2	4	1	1
	No	9	22	3	3
Asistencia técnica	Gremios	1	0	0	0
	Privada	3	9	0	3
	Profesional	5	6	3	0
	Casa comercial	4	14	2	0
Fuentes de información	Gremios	2	5	1	1
	IDEAM	1	3	0	3
	ICA	1	2	0	0
	AGROSAVIA	0	0	0	1
	Universidades	0	2	0	0
	SENA	9	1	0	0
	Vecinos	2	2	2	1

Grupo 1 (Productores adultos mayores con fincas medianas de alta productividad). Es el segundo grupo conformado por el mayor número de productores (11 en total), ubicados en los municipios de Puerto López (18 %), Granada (64 %) y Fuente de Oro (18 %). Este grupo está constituido por personas que tienen en promedio 63 años de edad, las cuales acumulan una experiencia de 39 años cultivando maíz y manejan en promedio fincas de 40 ha de las cuales el 43 % son áreas sembradas en maíz. Sus ingresos mensuales comprenden \$ 107 USD mensuales y los rendimientos del cultivo de maíz no superan los 6 489 kg ha⁻¹ por ciclo de cultivo. El nivel educativo es variado, cuenta con productores con nivel técnico (9 %), profesional y posgrado (Magister) (27 %). Sin embargo, la mayoría de los productores solamente han cursado la básica primaria (55 %) y un 9 % no tienen educación. En cuanto a la tenencia de los predios, el 64 % posee terrenos propios y el 36 % restante están en arriendo. Del total de fincas, el 55 % tienen vías sin pavimentar. En esta agrupación el 55 % de los productores rotan los cultivos, principalmente con arroz. Entre los híbridos de maíz que más utilizan están PIONEER 30K73 HR (45 %), IMPACTO-Syngenta (18 %) STATUS Agrisure® VIPTERA 3 (9 %).

El 46 % de los productores, realizan control químico de enfermedades y el 19 % realiza quemadas para la destrucción de residuos de cosecha. Con respecto a la cantidad de aplicaciones de fungicidas, es el grupo más heterogéneo, tiene productores que no realizan ninguna aplicación (18 %), mientras que otros hacen cuatro aplicaciones (18 %). El 64 % de los productores de este grupo realizan dos aplicaciones en sus cultivos. El 73 % de los cultivos presentan como principales problemas fitosanitarios, el complejo mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydis*, *Coniothyrium phyllachorae*). Igualmente, se presentan el tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) (36 %), la pudrición de la mazorca (*Stenocarpella maydis*) (27 %) y la bacteriosis (*Dickeya* spp.) (9 %). Casi todos los productores realizan seguimientos del cultivo previo al control de enfermedades (90 %), pero solo el 18 % contabilizan las plantas afectadas en el lote. No cuentan con una asistencia técnica específica, la mayoría, acuden a servicios de profesionales ofrecidos por agrónomos de la zona (45 %), asesoría privada (19 %), la cual es pagada de sus propios recursos, y a técnicos que brindan las casas comerciales (36 %), como servicio incluido por la compra de un agroquímico. Los pocos productores (36 %), que se mantienen informados sobre los avances en el cultivo de maíz, dependen de la información que obtienen de los gremios (18 %), y los vecinos (18 %).

Grupo 2 (Productores adultos con fincas pequeñas de alta productividad). Es la agrupación más grande en cuanto a la cantidad de productores (26), localizados en Puerto López (8 %), Puerto Gaitán (4 %), Granada (50 %) y Fuente de Oro

(38 %). Compuesto por productores con una edad media de 38 años y con una experiencia en el sistema productivo de maíz de 14 años, cuentan con fincas de 31 ha cultivadas en promedio, destinadas en un 65 % a la siembra de maíz. Aunque los ingresos mensuales no son los más altos (\$ 109 USD), cuentan con los mejores rendimientos de maíz (6 883 kg ha⁻¹). La escolaridad está concentrada principalmente en productores con educación básica primaria (46 %), bachillerato (23 %) y profesional (23 %). Por ser una población dedicada a esta actividad, la procedencia de la tierra en su mayoría es arrendada (65 %), cuentan con buen acceso a vías pavimentadas (58 %). El 77 % de los productores de este grupo, realiza rotación de cultivos en su mayoría con arroz. Trabajan con diferentes híbridos de maíz, entre los que se encuentran PIONEER 30K73 HR (27 %), STATUS Agrisure® VIPTERA 3 (19 %), DEKAL B7088 (12 %).

En este grupo el 27 % de los productores realizan control químico de enfermedades y el 12 % realiza quemadas para la destrucción de los residuos de cosecha (control físico). En cuanto al número de aplicaciones de fungicidas el 43 % realiza una sola aplicación y el 47 %, efectúa dos aplicaciones. En este grupo los productores indicaron la presencia de todas las enfermedades en el cultivo de maíz, en mayor proporción el complejo mancha de asfalto (65 %), seguido por pudrición de la mazorca (42 %), tizón foliar (30 %), bacteriosis (8 %), y achaparramiento del maíz (Mayze bushy stunt disease y Corn Stun Spiroplasma) (8 %), patología que solo se evidenció en este grupo. El 93 % de los productores efectúan observaciones para hacer seguimiento de las enfermedades en su cultivo, aunque solo el 15 % de ellos cuantifican las plantas afectadas. Cuentan con diferentes tipos de asistencia técnica, desde las ofrecidas por técnicos de las casas comerciales (54 %) que es gratuita y por servicios privados (35 %), así como profesionales de la zona (23 %), que son pagados por el productor. Aunque no son muchos los productores informados en aspectos relacionados con el sistema productivo del maíz, este grupo utiliza diversas fuentes de información generada por gremios (19 %), e instituciones como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (12 %), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (8 %), las universidades (8 %), y vecinos (8 %).

Grupo 3 (Productores adultos con fincas pequeñas de baja productividad). Es uno de los grupos pequeños de cultivadores de maíz (4), los productores tienen en promedio 55 años y con 29 años de experiencia en la actividad, son los que tienen las fincas más pequeñas (29 ha), de las cuales el 72 % del área las dedican a la siembra del maíz. Sin embargo, son los que manejan los ingresos mensuales más bajos (\$ 40 USD), al igual que los rendimientos (3 406 kg ha⁻¹). El nivel de escolaridad de los cultivadores corresponde a bachiller (25 %), técnico (25 %),

profesional (25 %), y sin escolaridad (25 %). La mitad de los productores son propietarios y la otra mitad arrendatarios. El 75 % de los predios poseen buenas condiciones de las vías de acceso. Gran parte de ellos realizan rotación de cultivos (75 %), especialmente con arroz. El 50 % utilizan el híbrido PIONEER 30K73 HR como material de siembra, también utilizan la variedad SIKUANI V-110 (25 %) y el híbrido STATUS Agrisure® VIPTERA 3 (25 %).

El 75 % realiza control químico de enfermedades y ninguno de los productores realiza quema de residuos de cosecha. El 75 % realizan solo dos aplicaciones para el control de enfermedades en maíz, especialmente para el control del complejo mancha de asfalto (50 %), pudrición de la mazorca (50 %) y tizón foliar (50 %). Todos ellos hacen monitoreos de enfermedades en sus lotes, pero solo el 25 % contabiliza las plantas afectadas. La asistencia técnica procede principalmente de tipo privado (75 %) y técnicos de casas comerciales (50 %). Además, como fuentes de información se guían de los vecinos (50 %) y los gremios (25 %).

Grupo 4 (Productores adultos con fincas grandes de mediana productividad). Esta agrupación es pequeña, puesto que contiene cuatro productores situados en Villavicencio (25 %), Fuente de Oro (25 %) y Puerto Gaitán (50 %). Los productores tienen 50 años en promedio, con experiencia de 28 años en el cultivo del maíz. Son los que tienen las fincas más grandes con 502 ha en promedio y los que siembran menos maíz (34 % del área disponible dedicada al cultivo), pero tienen más área de siembra que los otros 3 grupos. Aunque manejan ingresos mensuales altos (\$ 111 USD), los rendimientos no son los más altos (6 700 kg ha⁻¹). La escolaridad de este grupo se encuentra concentrada en un nivel de básica de primaria (75 %) y el 50 % de ellos cuentan con predio propio, aunque con malas condiciones de las vías que están sin pavimentar (75 %). Todos realizan rotación de cultivos, algunos con arroz (50 %) y los otros con soya (50 %). Casi todos utilizan como material de siembra el híbrido IMPACTO-Syngenta (75 %).

El 75 % de los productores realizan control químico de enfermedades, pero ninguno de ellos realiza quema para la destrucción de residuos de cosecha. En cuanto al número de aplicaciones utilizadas, en su mayoría realizan dos para el control del complejo mancha de asfalto (75 %) y pudrición de la mazorca (25 %). Los controles de enfermedades lo realizan la totalidad de los productores, no obstante, solo el 25 % cuantifica el daño en las plantas. Prefieren utilizar asistencia técnica privada (75 %) y mantenerse actualizados con base en información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (75 %), gremios (25 %), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) (25 %) y vecinos (25 %), como fuentes complementarias.

En este trabajo se pudo establecer que los agricultores de maíz en la zona de estudio, aunque comparten algunas características comunes (Tabla 4), como por ejemplo, todos cuentan con un nivel educativo mínimo de básica primaria, tienen una experiencia de 14 años o más en el cultivo de maíz tecnificado, que reportan al menos dos enfermedades limitantes comunes a todos los grupos: la mancha de asfalto y la pudrición de la mazorca. Solo realizan control químico para el manejo de estas enfermedades, no saben usar umbrales de incidencia o severidad para cuantificar enfermedades y no usan métodos de control alternativos como control biológico o cultural. También presentan características contrastantes como, por ejemplo, la edad, los años de experiencia produciendo maíz y el uso de fuentes de información para la actualización en el manejo del cultivo. De esta última pregunta, tres de los cuatro grupos de productores (Grupos 1, 2, 3) no se informan o no utilizan fuentes actualizadas para el manejo del cultivo. Lo que se traduce en mayores costos en el control de enfermedades comparado con el grupo 4, donde el 100 % de los productores mantiene actualización permanente en los avances técnicos y de manejo fitosanitario en el cultivo de maíz, lo que se traduce en los menores costos de control de enfermedades (Tabla 4).

La ausencia de conocimientos técnicos de los productores es consecuencia de la falta de acompañamiento de los servicios de extensión rural y carencia de asistencia técnica, lo que se traduce en malos manejos del cultivo, con excesos de aplicaciones para el control fitosanitario, ocasionando a su vez, problemas de contaminación ambiental, deterioro de los servicios ecosistémicos de sus fincas, mayor generación de problemas de salud, riesgos de resistencia de las plagas y un sobrecosto, que se ve reflejados en la pérdida de rentabilidad de sus cultivos, ocasionando menor competitividad. En este mismo sentido, Cain (2007) informa el desconocimiento de las recomendaciones técnicas, las deficiencias en el acceso a la educación y el entrenamiento de los agricultores, como algunas de las principales limitantes a la adopción tecnológica.

Es por eso que, aunque los servicios de extensión rural contribuyen al desarrollo agropecuario, aún existe una brecha entre la oferta tecnológica disponible y su adopción por parte de los agricultores. Para que el extensionista realice adecuadamente su labor, debe conocer el medio que rodea al productor, tanto su ambiente natural, las expresiones culturales o creencias y su condición social y económica donde se desenvuelven (Díaz, 2012). De acuerdo con Barrientos y Bergamin (2015), todo trabajo de Extensión Rural está sustentado en una propuesta metodológica que está estrechamente ligada al enfoque pedagógico y de comunicación al que adhiere el extensionista, al conocimiento de los actores sociales con los cuales se trabaja y al territorio en el que están insertos,

Tabla 4. Variables sociales, económicas y técnicas relevantes por agrupación de productores identificada con énfasis en manejo de enfermedades reportadas por ciclo de cultivo

Agrupación	Edad (años)	Escolaridad mínima	Tipo de cultivo	Experiencia en el cultivo (años)	Presencia de enfermedades ¹	Tipo de control	Aplicaciones ponderadas de fungicidas (Número)	Costos promedio ponderados (USD ha ⁻¹)	Productores que no se actualizan en manejo de enfermedades (%)
Grupo 1	63	Básica primaria	Tecnificado	39	ALTA (4/4) ²	Químico	2	67	64%
Grupo 2	38	Básica primaria	Tecnificado	14	ALTA (4/4) ²	Químico	2	51	45%
Grupo 3	55	Básica primaria	Tecnificado	29	MEDIA (3/4) ³	Químico	2	63	25%
Grupo 4	50	Básica primaria	Tecnificado	28	BAJA (2/4) ⁴	Químico	1	33	0%

¹ Se refiere a la presencia de la mancha de asfalto, tizón foliar, pudrición de la mazorca y bacteriosis. ² Calificación Alta (4/4) se refiere a la presencia de las cuatro enfermedades reportadas por los productores. ³ Calificación Media (3/4) se refiere a la presencia de 3 de las cuatro enfermedades reportadas por los productores.

⁴ Calificación Baja (2/4) se refiere a la presencia de dos de las cuatro enfermedades reportadas por los productores. ⁵ Un dólar (USD) equivale a \$ 3 383 pesos colombianos (COP) en el año 2019. ⁶ No incluye el costo de la mano de obra para su aplicación

teniendo en cuenta sus problemáticas, sus limitantes y sus potencialidades, para poder a partir de allí, definir los objetivos del proceso a realizar y en función de ellos, buscar el “camino” a seguir a través de las actividades, procedimientos y técnicas a utilizar. De este modo, la estrategia para implementar esquemas de mejoras desde el punto de vista técnico, pueden variar dependiendo de la particularidad del tipo de agricultor y no solamente considerando el área de siembra de este. Por ello, las recomendaciones de manejo no pueden ser genéricas y deben tener en cuenta su nivel de adopción tecnológica, capacidad de inversión y brecha productiva que se deseen cubrir con el impacto de las recomendaciones (Rodríguez-Izquierdo *et al.*, 2019).

La tipificación de productores permite definir el potencial para mejorar la productividad (Vélez *et al.*, 2016). De igual modo, establecer formas de gestión rural bien diferenciadas entre sí, con la detección de debilidades y fortalezas, y establecer las prioridades a la hora de diseñar políticas de desarrollo para cada zona (Coronel y Ortuño, 2005; Vélez *et al.*, 2016) y así, incrementar el uso de innovaciones tecnológicas que incidan en una mayor eficiencia y productividad (Cuevas *et al.*, 2016). Tomando en cuenta lo anterior, en este estudio se resalta la importancia de las variables edad y escolaridad de los productores, ya que son determinantes para el abordaje de las estrategias de vinculación del conocimiento a través de los programas de extensión rural y asistencia técnica en manejo sanitario del cultivo. Los extensionistas deben ajustar sus metodologías, las cuales deben ser modificadas de acuerdo con la homogeneidad de los diferentes grupos de productores, que facilitan la comprensión de la información (Monsalvo *et al.*, 2017; Royo *et al.*, 2018; Corredor *et al.*, 2019). A su vez, no pueden ser excluyentes de acuerdo con la edad de los

productores en el uso de aplicativos móviles y acceso a la Internet, donde los productores de edad avanzada, requieren de plataformas alternativas de difusión como perifoneo, cartillas impresas, difusión radial y televisión, para su asimilación. Con productores más jóvenes, se podrán incorporar tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), para facilitar la comunicación entre productores y extensionistas (Gonzalez *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

Los productores de maíz en el departamento del Meta se ubican en cuatro tipologías de acuerdo con su edad, escolaridad, experiencia en el cultivo, acceso a asistencia técnica, uso de fuentes de información, área de la finca, presencia y control de enfermedades en el cultivo. Estas agrupaciones de productores permitirán definir los esquemas y metodologías de extensión rural y asistencia técnica en el territorio, con enfoque de manejo fitosanitario sostenible del cultivo, que dependerán de las características sociales, económicas y productivas del tipo de agricultor identificado en este estudio.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Adriana María Molina Romero: Diseñó la investigación, evaluó y recopiló los datos obtenidos. Fue la responsable de escribir el artículo publicado. Participó en la rectificación de los señalamientos realizados al mismo por los árbitros y Consejo Editorial.

Jorge Humberto Argüelles Cárdenas: Contribuyó en la preparación, creación y presentación del trabajo de publicación.

Nathali López Cardona: Contribuyó en la preparación, creación y presentación del trabajo de publicación.

AGRADECIMIENTOS

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) por la financiación del proyecto "1000410". A la doctora Elsa Judith Guevara por la gestión y apoyo en las actividades operativas y financieras del proyecto. A los profesionales Mario Sergio Buenaventura y Manuel Eduardo Ostos por el apoyo en campo y sistematización de la información de las encuestas.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRIENTOS, M. y BERGAMIN, G. 2015. *Metodología en extensión rural, asignatura de extensión rural, Departamento de desarrollo Rural*. Argentina.
- CAICEDO, S., BAQUERO, J. E., GUEVARA, E. J., et al. 2020. *Agrosavia Primavera 11: nueva variedad de soya para suelos mejorados de la altillanura plana y el piedemonte llanero*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -Agrosavia, Colombia, 36 p.
- CAIN, P., ANWAR, M. and ROWLINSON, P. 2007. Assessing the critical factors affecting the viability of small-scale dairy farms in the Punjab region of Pakistan to inform agricultural extension programmes. *Agricultural Systems*, 94 (2): 320-330.
- CORONEL, M. y ORTUÑO, S. 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. *Problemas del Desarrollo*, 36 (140): 63-88.
- CORREDOR, E. S., PAEZ, E. M. y FONSECA, J. A. 2019. *Desarrollo y extensión rural: Estrategias para el fortalecimiento de la agricultura familiar campesina*. Bogotá: Sello Editorial UNAD, Colombia, 39 p.
- CUEVAS, V., LOAIZA, A., ESPINOSA, J., et al. 2016. Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7 (1): 69-83.
- DIAZ, D. 2012. *Guía Práctica de Extensión Agropecuaria*. Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá, MIDA. 32 p.
- FEDEARROZ. 2011. Dinámica del sector arrocero de los llanos orientales de Colombia 1999-2011. Bogotá, Colombia, 160 p.
- FENALCE. 2020. Area, production and yields of cereals and legumes in Colombia Semiannual information by product and department (2008 - 2020 A) for the cultivation of corn. Disponible en: <https://www.fenalce.org/alfa/pg.php?pa=60>. Consultado 20/02/2020.
- GONZÁLEZ, T., RENDON, P. A., SANGERMAN-JARQUIN, M., et al. 2015. Extensionismo agrícola en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en Chiapas y Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (1): 175-186.
- GOVAERTS, B., VEGA, D., CHAVEZ, X., et al. 2019. *Maíz para Colombia Visión 2030*. Colombia, 7 p.
- MOLINA, A. M., OSTOS, M. E., BUENAVENTURA, M. S., et al. 2020. Caracterización y tipificación socioeconómica en productores de cultivos transitorios ubicados en Piedemonte y Altillanura plana. *Orinoquia*, 24 (1): 113-127.
- MONSALVO-ZAMORA, A., JIMÉNEZ-VELÁZQUEZ, M., GARCÍA-CUÉ, J. L., et al. 2017. Caracterización del perfil del extensionista rural en la zona oriente del Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (3): 503-515.
- PARDO, C. E. 2020. *Estadística descriptiva multivariada, primera edición*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 139 p.
- RODRÍGUEZ, G., BAUTISTA, R. A., DIAS, A. F., et al. 2015. *Diagnóstico socioeconómico y tecnológico de sistemas productivos agropecuarios de la altillanura colombiana: línea de base año 2011-2012*. Edición Corpoica, Colombia, 159 p.
- RODRIGUEZ-YZQUIERDO, G., BECERRA-CAMPIÑO, J., MIRANDA-SALAS, T., et al. 2019. Caracterización de tipologías de productores de plátano (*Musa AAB*) en los llanos Orientales de Colombia. *Temas Agrarios*, 24 (2): 129-138.
- ROYO MÁRQUEZ, M. H., SIERRA-TRISTÁN, S., RONQUILLO-ABOITE, J. O., et al. 2018. Análisis del componente extensionismo SAGARPA-INIFAP (2016) en el norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (4): 813-825.
- VELEZ, A., ESPINOSA, J., AMARO, R., et al. 2016. Tipología y caracterización de apicultores del estado de Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuarias*, 7 (4): 507-524.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una Licencia Creative Commons AtribuciónNoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.