

Artículo original

## Factores de innovación y dominios de recomendaciones en sistemas locales de producción de arroz (*Oryza sativa* L.)

Deborah González-Viera<sup>1\*</sup> 

Ángel Leyva-Galán<sup>1</sup> 

Miguel Ángel Socorro-Quesada<sup>2</sup> 

Mario Varela-Nualles<sup>1</sup> 

José Marcelino Galbán-Méndez<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

<sup>2</sup>Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, carretera a Tapaste y Autopista Nacional, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

\* Autor para correspondencia: [deborah200669@gmail.com](mailto:deborah200669@gmail.com)

### RESUMEN

El análisis científico de los sistemas campesinos por grupos homogéneos o dominios de recomendaciones contribuye a la planeación de acciones diferenciadas para la adopción de innovaciones tecnológicas en los sistemas locales de producción de arroz. Por tal motivo, se realizó esta investigación con el objetivo de identificar los principales factores que influyen en la adopción de innovaciones tecnológicas así como determinar y caracterizar los grupos de fincas o dominios de recomendaciones. Se aplicó un cuestionario a una muestra de 44 agricultores que producen arroz en las Cooperativas de Créditos y Servicios del municipio Madruga (provincia Mayabeque) y se obtuvo información de variables socioculturales, económicas, medioambientales y tecnológicas. El análisis descriptivo evidenció que las variables con mayor capacidad discriminante para el análisis de diferenciación de las fincas fueron: (i) la Compra de Semilla, (ii) el Método Cultural en el Manejo de Plagas y (iii) el Método de Cosecha. A través del uso de los análisis multivariados, se identificaron seis factores de innovación que determinan el 67,63 % de la variabilidad total y se caracterizaron cuatro grupos de fincas o dominios de recomendaciones, con una participación porcentual de 45,4; 25; 18,2 y 11,4 %, respectivamente. Se pudo identificar las variables cuantitativas y cualitativas incluidas en los aspectos tecnológicos, factor de innovación con mayor relevancia, donde el Dominio I mostró las mejores prácticas en el manejo del cultivo del arroz.

**Palabras clave:** análisis multivariante, métodos estadísticos, sostenibilidad, tipología

Recibido: 07/12/2020

Aceptado: 12/06/2021

## INTRODUCCIÓN

En la última década, los estudios de adopción de innovaciones tecnológicas en la agricultura constituyen un tema de creciente interés por los investigadores. En este sentido, los factores que influyen en la innovación y el análisis científico de sistemas campesinos por grupos homogéneos o dominios de recomendaciones, son abordados de manera conjunta desde diferentes disciplinas y escenarios productivos <sup>(1-5)</sup>.

Por otra parte, una de las formas del sistema de producción de arroz en Cuba es la denominada producción no especializada o popular que se caracteriza por su realización a pequeña y mediana escala, con bajo empleo de insumos externos, la utilización de variedades adaptadas a los diferentes agroecosistemas y amplio uso de la tracción animal y el trabajo manual <sup>(6)</sup>. En este contexto, las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) aportan más 50 % de la producción nacional, en un ambiente heterogéneo en cuanto a las circunstancias socioculturales, económicas, medioambientales y tecnológicas; que inciden en la sostenibilidad de los agroecosistemas arroceros.

Al respecto, la provincia Mayabeque presenta un gran número de asociados pertenecientes a las CCS que participan en la producción popular de arroz y adoptan diferentes prácticas agroecológicas en este cultivo. Sin embargo, tanto a nivel provincial como nacional, existen pocos estudios con la aplicación de métodos multivariados para la identificación de los factores que determinan la innovación y el análisis de los sistemas locales de producción de arroz por dominios de recomendaciones.

Por ello, se realizó esta investigación con el objetivo de identificar los principales factores que influyen en la adopción de innovaciones tecnológicas en la producción de arroz (*Oryza sativa* L), así como determinar y caracterizar los grupos de fincas o dominios de recomendaciones, según sus necesidades y limitantes tecnológicas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante los años 2008-2015 en el municipio Madruga, situado al nordeste de la provincia de Mayabeque. Tiene una extensión superficial de 465,6 Km<sup>2</sup> que representa el 12,4 % del territorio de esta provincia. Su punto centro se ubica en los 22°55' latitud norte y los 81°52' longitud oeste <sup>(7)</sup>. El clima es tropical de sabana <sup>(8)</sup> con temperatura media anual de 23,9 °C, humedad relativa del 79 % y promedio de precipitaciones anuales de 1954 mm. Desde el punto de vista productivo, el territorio cuenta con 14 CCS <sup>(9)</sup>, existe tradición en la producción de arroz a pequeña y mediana escala con un 4 % de participación en el volumen de producción regional y el rendimiento agrícola asciende a 3,17 t ha<sup>-1</sup>, el cual se corresponde con 3,20 t ha<sup>-1</sup> que es la media nacional.

Dicha investigación tuvo un alcance exploratorio-descriptivo donde se utilizaron métodos teóricos (inducción-deducción, análisis-síntesis, histórico-lógico) y empíricos (diseño no experimental de corte transversal). Se empleó la encuesta como método para la recolección de datos provenientes de 43 variables de tipo cualitativa y cuantitativa. El instrumento consistió en un cuestionario de preguntas abiertas y cerradas, el cual estuvo integrado por cinco apartados que respondieron a: (i) la información general del agricultor, (ii) su

situación tecnológica, (ii) los recursos naturales y las prácticas agroecológicas, (iii) el acceso a los insumos externos y su repercusión en los resultados productivos y (iv) las relaciones institucionales y los aspectos vinculados al conocimiento.

El universo o población estuvo representado por la totalidad de agricultores que se dedican a la producción de arroz y pertenecen a las CCS. Dicha cifra alcanzó un valor de  $N = 354$ , de acuerdo con el Registro Municipal de Asociados de la ANAP. Se utilizó la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra necesario para una estimación con error máximo prefijado <sup>(10)</sup> mediante la expresión 1.

$$n = \left( \frac{\sigma Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 \quad (1)$$

donde:

$n$  es el tamaño de muestra deseado

$\sigma$  es la desviación estándar

$1-\alpha$  es el nivel de confianza que es fijado por el investigador y se asumió un nivel de confianza de 0,95

$Z_{1-\alpha/2}$  es el valor de la Tabla Z, según el nivel de confianza

$1-\alpha$  y  $d$  corresponde al margen de error

Se consideró un error máximo admisible del 30 % (0,30) de la desviación estándar según el rango establecido ( $0,25 > \sigma < 0,50$ ) por estudios sobre este tema <sup>(11,12)</sup>.

De la cifra total, se seleccionó una muestra de  $n=44$  (12, 4 % de la población) mediante el muestreo aleatorio simple y con cumplimiento de criterios de elegibilidad, la cual estuvo conformada por agricultores de nueve CCS (64 % del total de entidades de su tipo en el municipio), que declararon sus intenciones de colaboración. A partir de los datos ofrecidos en los cuestionarios, se ejecutó el análisis y el procesamiento estadístico con el programa SPSS versión 21 sobre Windows. Para la identificación de los factores que influyen en la adopción de innovaciones tecnológicas, se eligieron las variables de tipo cuantitativa y cualitativa ordinal y se determinaron aquellas con capacidad discriminadora mediante la estadística descriptiva ( $CV \geq 50$  %), descartándose la información redundante. Se efectuó el análisis de componentes principales para variables mixtas <sup>(13)</sup> con el criterio de valor propio mayor o igual a la unidad ( $\lambda \geq 1$ ) y el uso de la rotación ortogonal (método Varimax).

La determinación de los dominios de recomendaciones se efectuó con el análisis de conglomerados jerárquicos según el método de Ward y con la medida de intervalo de distancia euclídea al cuadrado <sup>(13)</sup>. Se utilizó la técnica gráfica del dendrograma en la representación de los grupos y el corte que indujo la detención del proceso de fusión de los distintos grupos se realizó a una distancia (valor reescalado) de 3 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la caracterización de los sistemas locales de producción de arroz del municipio Madruga, se detectó que no todas las variables contribuyen de igual modo a la clasificación de las fincas. El análisis descriptivo evidenció que, de los 43 variables iniciales, solamente 17 presentaron valores de CV iguales o superiores al 50 %. Por lo tanto, estas variables contribuyeron a la identificación de los factores de innovación y constituyeron los puntos de diferenciación entre los grupos o dominios de recomendaciones, debido a su capacidad discriminadora (Tabla 1).

La variable Compra de Semilla alcanzó el mayor valor del coeficiente de variación (Tabla 1) y esto se debió al escaso número de agricultores que declararon esta vía de adquisición de la semilla. Esta situación corrobora el hecho de que los agricultores no utilizan la semilla proveniente del sistema formal, lo que indica la trascendencia de contar con un sistema local de producción de semillas. En este sentido, algunos autores afirman que el sostenible funcionamiento de la producción de semilla certificada a escala local, es una de las necesidades imperiosas para el desarrollo de programas dirigidos a garantizar de forma estable la disponibilidad y el acceso de semilla de alta calidad, con el fin de mantener la pureza de los cultivares <sup>(14,15)</sup>.

**Tabla 1.** Estadística descriptiva de las variables con capacidad discriminadora

Variables	Media	DE	CV
Experiencia en el cultivo	27,36	13,81	50,47
Compra de Semilla	0,05	0,21	<b>422,00</b>
Selección de Semilla	0,73	0,45	61,78
Norma de Siembra	27,78	14,91	53,67
Atenciones Culturales al Semillero	0,30	0,46	154,00
Área trasplantada de un productor	3,09	5,59	181,08
Época de plantación	1,43	0,90	62,94
Nutrición Mineral	0,55	0,50	91,64
Abono orgánico como fertilizante	0,45	0,50	112,00
Problemas Fitosanitarios	0,45	0,50	112,00
Tenencia de mochila manual como equipo fitosanitario	0,30	0,46	154,00
Método Cultural en el Manejo de Plagas	0,20	0,41	<b>204,00</b>
Método de Cosecha	0,20	0,38	<b>185,07</b>
Método de Secado	0,34	0,26	76,00
Medidas de Mejoramiento y Conservación de Suelos	0,75	0,44	58,40
Conocimiento de Variedad	0,59	0,50	84,24
Frecuencia de Capacitación	0,48	0,41	85,89

DE: Desviación Estándar CV: Coeficiente de Variación

Las variables Método Cultural en el Manejo de Plagas y Método de Cosecha, mostraron la relevancia de la fitotecnia del cultivo como aspecto diferenciador entre los agricultores. Estas variables muestran puntos de coincidencia con lo planteado en la literatura, acerca del manejo de las arvenses y la cosecha en la producción popular de arroz. Este escenario productivo se caracteriza por su heterogeneidad, en cuanto al empleo de

prácticas agroecológicas a fin de disminuir los efectos nocivos de la competencia inter-específica con el arroz y el uso de técnicas artesanales o de la industria para las actividades de la cosecha y beneficio de este cereal <sup>(6)</sup>. En la identificación de los factores de innovación, el análisis de componentes principales reveló la selección de seis componentes con valor propio mayor a la unidad, que explican el 67,63 % de la variabilidad total existente entre los agroecosistemas estudiados (Tabla 2).

**Tabla 2.** Matriz de correlaciones entre los componentes rotados y las variables

Variables	Componente					
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
Época de plantación	0,84					
Método cultural en el manejo de plagas	0,78					
Área trasplantada de un productor	0,58					
Abono orgánico como fertilizante	0,46					
Atenciones culturales al semillero	0,45					
Nutrición mineral		0,82				
Método de secado		0,74				
Selección de semilla		0,55				
Método de cosecha		0,52				
Compra de semilla			0,65			
Medidas de mejoramiento y conservación de suelos			0,48			
Problemas fitosanitarios				0,87		
Tenencia de mochila como equipo fitosanitario				0,85		
Experiencia en el cultivo					0,68	
Norma de siembra						0,74
Frecuencia de capacitación						0,67
% de la varianza explicada	17,46	14,32	11,01	9,96	7,76	7,12
% de la varianza acumulada	17,46	31,78	42,79	52,75	60,51	67,63

El cumplimiento de la primera premisa para la aplicación de este método multivariado aportó que las variables medidas representan el 94 % de las variables con capacidad discriminadora y sus cargas factoriales alcanzaron valores superiores a 0,40 en cada componente o factor extraído (Tabla 2). Por lo tanto, el grado de correlación es adecuado <sup>(16,17)</sup>; lo que permite la identificación de las variables asociadas en cada componente, la interpretación desde el punto de vista empírico y su denominación.

En la primera componente principal (CP1), las variables de mayor preponderancia fueron la Época de plantación, el Método cultural en el manejo de plagas y el Área trasplantada de un productor, que explicaron 17,46 % de la varianza. Esto podría deberse al tipo de agricultura que se realiza en los sistemas locales de producción de arroz, en la cual los métodos agrotécnicos tienen gran relevancia en el manejo de cultivo <sup>(6)</sup>. Por tal motivo, este factor representa el *Arreglo espacio-temporal y método cultural* y es el punto diferenciador principal entre los grupos de agricultores. Este resultado coincide con estudios realizados en Panamá y Sierra Leona, donde se demostró que el nivel de adopción de prácticas agroecológicas está condicionado por el

entorno socioeconómico en el que están inmersos los actores principales del sector agropecuario. Así pues, los agricultores con limitaciones financieras y de acceso a insumos externos, son más propensos a adoptar prácticas con un enfoque agroecológico en cultivos de importancia económica <sup>(1,3)</sup>.

Las variables relacionadas con la Nutrición mineral y el Método de secado fueron las de mayor relevancia en el CP2, que explicó 14,32 % de la varianza. También, esta componente comprendió la Selección de semilla y el Método de Cosecha, actividades que forman parte de las atenciones culturales en el cultivo del arroz. Este factor fue denominado *Manejo de la nutrición mineral y la postcosecha*. Sobre este tema, el análisis de los cuestionarios reveló la existencia de diferentes alternativas en el manejo de la nutrición y el 30 % de los encuestados declaró que usan fertilizantes minerales en dosis pequeñas. Se constató el predominio de métodos manuales en la cosecha así como el secado artesanal del grano de arroz y que el 84 % de los agricultores seleccionan la semilla con agua.

Estos resultados indican el bajo acceso de los agricultores a los insumos externos, cuestión que incide en la sostenibilidad de sus agroecosistemas <sup>(18)</sup>. En cambio, los estudios de tipologías agrícolas en ecosistemas de arroz de riego refieren que la adopción de paquetes tecnológicos con fertilizantes minerales, semillas mejoradas e infraestructura para el procesamiento industrial del arroz; se convierte en una propuesta atractiva, desde la visión económica de los agricultores, debido a la obtención de mayores ingresos para el sostenimiento familiar <sup>(19)</sup>.

La tercera componente (CP3), denominada *Adquisición de la semilla y recurso suelo*, sustentó 11,01 % de la varianza total de los agroecosistemas estudiados y la variable con mayor contribución a este factor fue la Compra de semilla. Al respecto, los agricultores no identificaron a la falta de semilla certificada como un indicador de alta prioridad y esto puede deberse a que, más del 90 % de los encuestados declaró que producen su propia semilla. Este aspecto resulta un punto esencial para la intervención del Fitomejoramiento Participativo, de acuerdo con las experiencias desarrolladas en la producción popular de arroz, que se centran en la diseminación de cultivares <sup>(20)</sup>.

Las Medidas de Mejoramiento y Conservación de Suelos es otra variable que aportó, en menor magnitud, a la CP3. Acerca de este tema, el estudio exploratorio evidenció que la rotación de cultivos es utilizada por el 86,4 % de los agricultores y las rotaciones predominantes fueron: arroz-pastoreo del ganado vacuno, arroz-barbecho, arroz-frijol y arroz-girasol. Si se tiene en cuenta que el propósito de la producción de arroz en pequeñas áreas es el autoconsumo, entonces los agricultores adoptan esta práctica agroecológica a fin de satisfacer otras necesidades alimentarias y a la vez, contribuyen al manejo sostenible de los suelos <sup>(6,21)</sup>.

La cuarta componente (CP4) presentó alta correlación con los Problemas fitosanitarios y los medios necesarios para enfrentar estos problemas, por ello se le denominó *Gestión para el manejo de plagas* y explica el 9,96 % de la varianza (Tabla 2). Al igual que la Compra de Semilla, los problemas fitosanitarios no constituyeron un asunto de primer orden y esto se debe a la baja percepción de los agricultores acerca de la incidencia de plagas, aunque el 14 % y 11 % de los encuestados declaró la presencia del ácaro del arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) y el añublo o tizón del arroz (*Pyricularia griseae* Sacc), respectivamente. Además, se comprobó que

la mayoría (70,5 %) no cuenta con equipos fitosanitarios y solo el 36,4 % utilizan diferentes métodos en el manejo de plagas.

Estos resultados concuerdan con un estudio de percepción realizado a los productores de granos del municipio Guanabacoa (Cuba), en el cual se reconoció a la carencia de implementos agrícolas como una de las principales limitantes productivas para el manejo de plagas, así como la ausencia de relación entre el conocimiento de los agricultores sobre las principales plagas asociados a los cultivos y la aplicación de medidas de control <sup>(22)</sup>.

La quinta componente (CP5) estuvo conformada por una sola variable que contribuyó con 7,76 % de la varianza y se le denominó *Experiencia del agricultor*. En las respuestas a los cuestionarios, más de la mitad de los agricultores consideró su experiencia en el cultivo del arroz como positiva y esto puede deberse a que el 54,5 % superó los 20 años de permanencia en esta actividad agrícola. En este sentido, la literatura consultada señala que los años de experiencia son factores determinantes de la adopción de innovaciones. Los agricultores con más experiencia, son más propensos a la adopción de innovaciones debido a la reducción del riesgo que implica la decisión de adoptar, a medida que aumenta el conocimiento empírico <sup>(1,23)</sup>.

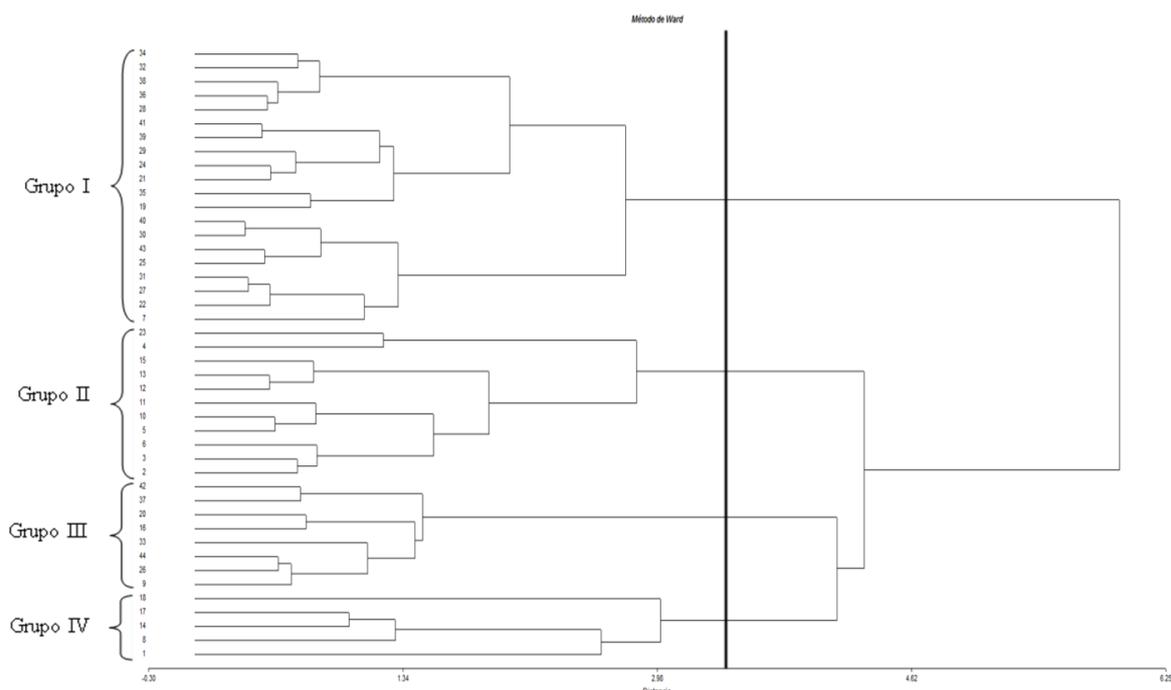
Finalmente, la sexta componente (CP6) tuvo la menor contribución (7,12 %) y estuvo conformada por las variables Norma de siembra y Frecuencia de capacitación. La manifestación de estas variables en la CP6 se debió a que más del 70 % de los encuestados expresó que cumplen con el valor óptimo de la norma de siembra (24 kg ha<sup>-1</sup>) y sobre la Frecuencia de capacitación, los agricultores refirieron que las actividades mensuales resultan ser las más provechosas, así como fueron capaces de identificar varias modalidades y recursos necesarios para su desarrollo exitoso.

Los aspectos anteriores indican que existe un marco propicio para la adopción de innovaciones, corroborándose los criterios de diferentes autores al señalar que el acceso al conocimiento tecnológico de un cultivo, sienta las bases de su manejo adecuado para elevar la producción <sup>(3,23,24)</sup>. Por lo tanto, esta componente se denominó *Cumplimiento de las instrucciones técnicas y aprendizaje del agricultor*.

De manera general, estos resultados enfatizan en la fitotecnia del cultivo como factor principal de innovación y difieren con lo señalado por varios autores que le conceden mayor importancia a las variables que contemplan aspectos socioculturales <sup>(2,25,26)</sup>: nivel educativo y atributos personales del jefe de familia, características de la mano de obra, niños en edad escolar y asistencia a clases, económicos: fuentes de ingresos y relaciones con el mercado e institucionales: percepción y participación en organizaciones de agricultores; mientras que los aspectos tecnológicos referidos al manejo agroecológico de los cultivos ocuparon una tercera o cuarta posición.

En los sistemas agrarios, no existen dos agricultores con necesidades tecnológicas idénticas y por otra parte, serían requeridas muchas soluciones, si se atiende a cada productor. Ante esta realidad, es conveniente la clasificación en dominios de recomendaciones, a fin de identificar los sitios en los cuales las tecnologías son apropiadas.

Una situación similar ocurre con los agricultores que producen arroz en el municipio Madruga ya que no tienen características homogéneas y difieren entre ellos según las circunstancias (socioculturales, económicas, medioambientales y tecnológicas) que inciden en la sostenibilidad de los agroecosistemas arroceros. Por ende, se aplicó la técnica correspondiente con vistas a lograr el agrupamiento de los agricultores, a partir de las variables identificadas con anterioridad. Los resultados del análisis de conglomerados se evidenciaron en el dendrograma (Figura 1), el cual representó la conformación de cuatro grupos o dominios de recomendaciones que se caracterizan en la Tabla 3.



**Figura 1.** Dendrograma de las 44 fincas, según las variables contempladas en los factores que influyen en la adopción de innovaciones tecnológicas, en el sistema local de producción de arroz por las CCS del municipio Madruga

**Tabla 3.** Caracterización de los dominios de recomendaciones

Grupos		Dominio I	Dominio II	Dominio III	Dominio IV
Número de agricultores		20 (de ellos, 2 mujeres)	11	8	5
Proporción de la muestra (%)		45,4	25	18,2	11,4
Edad promedio (años)		46	54	46	51
Nivel escolar		Secundaria y Preuniversitaria	Primaria y Secundaria	Secundaria y Preuniversitaria	Primaria y Preuniversitaria
Experiencia del agricultor (años)		28 - 29	24 - 25	26	29
Arreglo espacio-temporal		Época de siembra	Marzo - Abril	Abril - Junio	Marzo - Junio
		Superficie (ha)	< 2	2 - 3	2 - 3
		Atenciones culturales al semillero	Desyerbe manual (dos agricultores)	Desyerbe manual (siete agricultores)	Desyerbe manual (un agricultor)
		Manejo de la nutrición	Nutrición mineral	Mixta (mineral y orgánica)	Nutrición mineral
Fitotecnia del cultivo		Métodos de cosecha y postcosecha	Cosecha manual Secado artesanal	Cosecha manual Secado al sol	Cosecha manual Secado al sol y artesanal
		Métodos usados en el manejo de plagas	Cultural	Cultural, químico, mecánico y biológico	Químico y mecánico
Adquisición de la semilla		Producción propia	Intercambio y compra	Compra	Producción propia
Fuente de Abasto Recursos hídricos		Pozo	Río	Pozo	Pozo
Rendimiento agrícola (t ha <sup>-1</sup> )		4,67	3,77	4,02	4,60

La heterogeneidad existente entre los grupos, dado por las diferencias en el manejo fitotécnico del cultivo del arroz principalmente, reflejan su impacto en los rendimientos agrícolas. Esta cuestión debe tenerse en cuenta en el momento de realizar las recomendaciones, de conjunto con las variables que determinan los factores socioculturales y medioambientales, a fin de que la adopción de innovaciones tecnológicas responda a las demandas reales de los agricultores <sup>(27)</sup>.

El Grupo I estuvo integrado por el mayor número de agricultores con escolaridad superior al noveno grado y con más experiencia en el cultivo del arroz en pequeñas áreas. A la par, se emplean métodos tradicionales y recursos locales, que le permiten obtener mayores rendimientos comparado con los grupos restantes. Estos agricultores podrían considerarse *experimentados* ya que cuentan con potencialidades para la promoción de la agricultura ecológica, debido a que sus integrantes cumplen con algunos de los principios básicos de la agroecología.

La escolaridad más baja predominó en el Grupo II y la experiencia fue menor. Este Grupo desarrolla variadas alternativas de nutrición y diferentes métodos en el manejo de plagas. No obstante, se obtienen rendimientos agrícolas por debajo de las 4 t ha<sup>-1</sup>, a causa de los problemas fitosanitarios que confrontan y al desconocimiento de los cultivares. Las recomendaciones hacia este grupo están dirigidas hacia la adopción del método SICA, la adopción de cultivares con resistencia a organismos nocivos y la capacitación acerca del manejo agroecológico de plagas, con énfasis en el uso de los insumos biológicos.

Los Grupos III y IV coincidieron en el alto nivel escolar, los conocimientos acerca de los cultivares de arroz y las técnicas agronómicas de cultivo. En estos grupos, el nivel de experiencia superó los 25 años y la edad

promedio de sus integrantes difirió cinco años. No obstante a estas similitudes, el Grupo III se caracteriza por la producción de arroz con el uso de recursos externos a pequeña escala (2 a 3 ha) mientras que el Grupo IV está integrado por el menor número de agricultores, con mayor superficie de cultivo y amplio uso de recursos externos, lo que favorece la obtención de rendimientos cercanos al Grupo I. El principal punto común entre los Grupos III y IV radica en el sistema de producción local de arroz, el cual responde a la imbricación del modelo de la Revolución Verde con los principios de la agroecología, en diferentes escalas de aplicación espacial.

Las recomendaciones para estos Grupos están orientadas hacia la introducción de cultivares de ciclo medio y corto con altos rendimientos agrícolas e industriales, resistentes a organismos nocivos y con bajos requerimientos de agua y fertilizantes. Asimismo, se les sugiere la adopción de las tecnologías de siembra directa en línea y a chorrillo con el manejo de arvenses por métodos mecánicos (uso del escardador rotatorio) y la siembra al inicio del período lluvioso. Su instrumentación permitirá que las prácticas agroecológicas adaptadas localmente, estimulen procesos claves para el funcionamiento de los agroecosistemas arroceros, que conduzcan a su capacidad de resiliencia <sup>(18)</sup>.

## CONCLUSIONES

- En el escenario estudiado, los factores tecnológicos son los de mayor preponderancia en la adopción de innovaciones tecnológicas. En segundo y tercer lugar, se ubican los factores socioculturales e institucionales ya que las problemáticas expuestas como debilidades en otras latitudes, se encuentran solucionadas en las CCS, lo que constituye una fortaleza para la adopción de innovaciones tecnológicas en estas entidades productivas.
- El análisis de cuatro dominios de recomendaciones en los sistemas locales de producción de arroz del municipio Madruga, mostró la superioridad del Dominio I en la fitotecnia del cultivo del arroz, factor tecnológico principal que incide en la adopción de innovaciones tecnológicas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Barba A, Espinosa J, Suris M. Adopción de prácticas para el manejo agroecológico de plagas en la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en Azuero, Panamá. *Revista de Protección Vegetal*. 2015;30(2):104–14.
2. Vaz Pereira DJCJ, Leyva A. El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) dentro del sector agrario de Huambo-Angola. Parte II. Dominios de recomendaciones entre los productores de bajos insumos. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(3):14–9.
3. Chenoune R, Belhouchette H, Gómez y Paloma S, Capillon A. Assessing the diversity of smallholder rice farms production strategies in Sierra Leone. *Wageningen Journal of Life Sciences*. 2016;76:7–19. doi:10.1016/j.njas.2015.10.001
4. Vélez A, Espinosa JA, Amaro R, Arechavaleta ME. Tipología y caracterización de apicultores del estado de Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2016;7(4):507–24.

5. Cuevas Reyes V, Loaiza Meza A, Espinosa García JA, Vélez Izquierdo A, Montoya Flores MD. Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2016;7(1):69–83.
6. Socorro M, Sánchez S. Capítulo 16.- Producción de arroz con bajos insumos. In: Funes-Aguilar F, Vázquez LL, editors. *Avances de la Agroecología en Cuba. Sección C: Sistemas agroecológicos de cultivos*. Primera Edición. La Habana, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas.; 2016. p. 263–78.
7. GEOCUBA. Municipio Madruga [Internet]. Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba. 2013 [cited 2015 Aug 7]. Available from: <http://www.iderc.co.cu/phpGeodic/>
8. Cruz DM, Gómez RA, Cordovés C. Clasificación climática de Köppen. Orientaciones para su estudio. [Internet]. Ilustrados. 2007 [cited 22/10/2019]. Available from: <http://www.ilustrados.com/tema/10346/Clasificacion-climatica-Koppen-Orientaciones-para-estudio.html>
9. ONEI-Oficina Municipal de Estadística e Información en Madruga. Anuario Estadístico de Madruga 2017. [Internet]. 2018 [cited 28/08/2019]. Available from: <http://www.one.cu/aed2017/24Mayabeque/Municipios/05 Madruga.pdf>
10. Guerra CW, Menéndez E, Borrero R, Egaña E. Tamaño de muestra necesario para una estimación con error máximo prefijado. In: *Estadística*. Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación; 1989. p. 136–7.
11. Glenn I. Determining Sample Size. [Internet]. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.; 1992 [cited 10/03/2020]. Available from: [http://www.gjimt.ac.in/web/wp-content/uploads/2017/10/2\\_Glenn-D.-Israel\\_Determining-Sample-Size.pdf](http://www.gjimt.ac.in/web/wp-content/uploads/2017/10/2_Glenn-D.-Israel_Determining-Sample-Size.pdf)
12. Bartlett J, Kotrlik J, Higgins C. Organizational research: Determining appropriate sample size in survey research. *Information Technology, Learning and Performance Journal*. 2001;19(1):43–50.
13. Torres V, Ramos N, Lizazo D, Monteagudo F, Noda A. Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 2008;42(2):133–9.
14. Ortiz R, Ríos H, Miranda S, Martínez M. Origen e impacto del Fitomejoramiento Participativo Cubano. San José de las Lajas, Mayabeque. Cuba: Ediciones INCA, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA); 2016. 80 p.
15. Cárdenas RM, Moreno I, Gil VD, Bruzón Y. Diagnóstico de Seguridad de Semillas. Parte I. Análisis de los sistemas agrícolas en municipios de Cuba. *Cultivos Tropicales*. 2017;38(2):94–102.

16. Wadkar SK, Singh K, Mohammad A, Malhotra R, Kale RB. Identifying the factors governing attitude towards the e-Agriservice among dairy farmers in Maharashtra, India. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 2016;117(1):1–10.
17. García Y, Torres V, Ponce de León RE, García D, Mora MM. Application of the Statistical Model of Impact Measuring (SMIM) to evaluate reproductive indicators in a rabbit farm. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2018;52(1):1–6.
18. Nicholls CI, Altieri MA, Vázquez LL. Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*. 2015;10(1):61–72.
19. Paresys L, Malézieux E, Huat J, Kroff MJ, Rossing WAH. Between all-for-one and each-for-himself: On-farm competition for labour as determinant of wetland cropping in two Beninese villages. *Agricultural Systems*. 2018;159:126–38.
20. Moreno I, Puldón V, Cárdenas RM, Soravilla L, Ortiz R, Rivero LE, et al. Protocolo para la certificación local de semilla de arroz. In: *Memorias XXI Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*. Varadero, Matanzas. Cuba: Ediciones INCA, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA); 2018.
21. Martínez F, García C, Gómez LA, Aguilar Y, Martínez-Viera R, Castellanos N, et al. Manejo sostenible de suelos en la agricultura cubana. *Agroecología*. 2017;12(1):25–38.
22. Rodríguez H, Acutín Y, Fernández N, Suris M, Ramírez S, Miranda I, et al. Percepción de productores de granos del municipio Guanabacoa, Cuba, sobre la incidencia de las plagas de almacén. *Revista de Protección Vegetal*. 2019;34(1):1–6.
23. Pérez-Guel RO, Martínez H, López BJ, Rendón R. Estimación de la adopción de innovaciones en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2016;7(Publicación Especial Número 15):2909–23.
24. Choez V, Cruz O, Carmenate R. Diagnóstico sociocultural del cultivo de soya en San Juan de Pueblo Viejo, Ecuador. *Cultivos Tropicales*. 2017;38(3):81–5.
25. Cortez-Arriola J, Rossing WAH, Massiotti RDA, Scholberg JMS, Groot JCJ, Tittonell P. Leverages for on-farm innovation from farm typologies? An illustration for family-based dairy farms in north-west Michoacán, Mexico. *Agricultural Systems*. 2015;135:66–76. doi:10.1016/j.agsy.2014.12.005
26. Rocha-Rodríguez C, Mora-Delgado J, Romero-Vargas JC. Tipología de sistemas de producción en la zona rural del municipio de Ibagué, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*. 2016;27(2):253–64. doi:10.15517/am.v27i2.24360
27. Sánchez BI, Kallas Z, Gil JM. Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. 2017;49(2):2269–87.