



INFLUENCIA DEL PERFIL DE LOS PRODUCTORES EN LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES EN TRES CULTIVOS TROPICALES

Norman Aguilar Gallegos *
Manrubbio Muñoz Rodríguez **
Vinicio Horacio Santoyo Cortés ***
Jorge Aguilar Ávila ****

MÉJICO

Proyecto de Investigación DGIP-Vinculación-650

Resumen

La baja adopción de innovaciones en las unidades de producción agrícola es una de las causas de los ineficientes niveles de producción y por tanto es importante analizar los factores que influyen en la adopción. Este trabajo especifica un modelo para explicar el nivel de innovación de productores de cacao (*Theobroma cacao* L.), hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) y palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en México, en función de variables cuantitativas y cualitativas de 1474 productores y sus fincas. Los resultados muestran que la edad tiene un efecto negativo sobre la adopción de innovaciones; la escolaridad, la experiencia y la importancia económica



* Maestro en Ciencias en Horticultura, Estudiante de Doctorado en Problemas Económico – Agroindustriales. Miembro del grupo de investigación Ciencia, Sociedad, Tecnología e Innovación en el Sector Rural - Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo (Méjico).

Contacto: aguilar.norman@gmail.com

** Doctor en Problemas Económico–Agroindustriales, Profesor investigador del CIESTAAM de la Universidad Autónoma de Chapingo (Méjico), miembro del grupo de investigación Evaluación y Diseño de Políticas para el Desarrollo Rural.

Contacto: manrubbio2000@yahoo.com.mx

*** Doctor en Geografía Agrícola. Universidad de Aix-Marsella II. Profesor investigador y Director del CIESTAAM de la Universidad Autónoma de Chapingo (Méjico), miembro del grupo de investigación Análisis de sistemas agroindustriales, redes de valor y modelos de negocio. Contacto: hsantoyo@gmail.com

**** Doctor en Problemas Económico – Agroindustriales, Profesor investigador del CIESTAAM de la Universidad Autónoma de Chapingo (Méjico), miembro del grupo de investigación Ciencia, Sociedad, Tecnología e Innovación en el Sector Rural. Contacto: jorgechapingo@yahoo.com.mx



de la actividad influyen positivamente; la superficie en producción explica mayores niveles de innovación y el género no tiene efecto. De esta manera, variables del perfil del productor y de sus fincas deberían ser consideradas para plantear estrategias de intervención encaminadas a incrementar los niveles de innovación.

Palabras clave: Innovación, adopción, difusión, conocimiento, México.

Abstract

The low adoption of innovations in the agricultural production units is one of the causes in the inefficient levels of production and therefore it is important to analyze the factors that influence in the adoption. This paper presents a model to explain the innovation adoption of cocoa (*Theobroma cacao* L.), rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) and oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) producers in Mexico, in terms of quantitative and qualitative variables of 1,474 farmers and their farms. The age holds a negative effect on the adoption of innovations; school level, experience, and economic importance of the activity influence positively; the production area explains higher levels of innovation, and gender does not show any effect. Thus, the profile producers and their farms variables should be considered for intervention strategies aimed at increasing levels of innovation.

Keywords: Innovation, adoption, diffusion, knowledge, Mexico.

Introducción

Los procesos de innovación están acompañados de cambios en las funciones de producción que impactan en un mayor crecimiento económico (Schumpeter, 1935: 22; Solow, 1957: 312; Jasso, 2005: 102). En la década de los años 60, Pavitt (1969: 8 y 1979: 458) demostró con sus estudios que el motor de los cambios tecnológicos está basado en los procesos de innovación, pues las actividades de investigación, desarrollo y diseño resultan en productos y sistemas de innovación de mayor importancia, destacando que aquellos países e industrias con una mayor capacidad de inversión en innovación logran mayores niveles de empleo y desarrollo en comparación con aquellas de reducida inversión en ello. Por tanto, la innovación es un fuerte impulsor del crecimiento económico y productivo (Tang, 2006: 68).

En la innovación, la generación de valor es la meta y si ésta no se logra, podrá hablarse de que se han realizado actividades innovadoras, pero no innovación.



El cambio es la vía para generar valor añadido y el conocimiento es la base para concebir y llevar a buen término el cambio. Entonces, la innovación es todo cambio basado en conocimientos que genera valor (COTEC, 2007: 17).

Los cambios propiciados por la innovación están basados en conocimiento y éste puede ser de diversa naturaleza. Las innovaciones que suelen producir mayor valor son las derivadas de la aplicación de conocimiento tecnológico, el cual a menudo se combina con otras clases de conocimiento, como el gerencial, mercantil o sociológico. Puede haber innovaciones basadas fundamentalmente en alguno de estos últimos tipos de conocimiento, pero en casi todas las innovaciones aparece de alguna u otra forma la tecnología, en especial a la hora de su implementación (COTEC, 2007: 18). Como lo afirma González (1989: 117), el cambio tecnológico es un determinante fundamental del crecimiento económico y su contribución en los aumentos de productividad es un elemento primordial.

Por tanto, el conocimiento que sustenta el cambio da origen a diferentes tipos de innovación, así podemos tener, como ya se ha mencionado, innovaciones tecnológicas pero también innovaciones comerciales y organizativas (COTEC, 2007: 19). Sin embargo, una de las principales clasificaciones de la innovación tiene que ver con su grado de novedad, de esta manera tenemos las innovaciones incrementales que son las mejoras sucesivas a los productos o procesos existentes; y en contraste, tenemos las innovaciones radicales que se refieren a la introducción de un producto o proceso realmente nuevo. Las innovaciones incrementales son de relevante importancia porque a través de ellas es que se tienen mejoras en la eficiencia técnica y la productividad. La innovación, en sus diferentes formas o tipos, afecta a todos los sectores de la actividad económica. Adaptado a las unidades de producción del sector agropecuario, la innovación, tiene efecto en el incremento de los rendimientos, la reducción de costos y por consiguiente la mejora de la rentabilidad. Además, el conocimiento, como base del cambio que sustenta la innovación, es también acumulativo y local (Dosi, 1988: 1121; Perez, 2004: 219-220; Cimolini y Dosi, 1995: 246).

Por otra parte, en los individuos, la resistencia al cambio para tener un mayor nivel tecnológico dependerá de los beneficios que conlleve el cambio en comparación con los costos que éste le implique (Guardiola *et al.*, 2002: 1); es decir, el individuo estará motivado a innovar mientras los beneficios superen sus costos de oportunidad.



Bajo este contexto, se tiene evidencia de que los bajos niveles de producción, la baja competitividad e incluso la ineficiencia de las unidades de producción agropecuarias, se explican en gran parte por el ineficiente uso del conocimiento, la escasa interacción entre los actores locales y por la baja adopción de innovaciones (Jasso, 2005; Bozoğlu y Ceyhan, 2007; Hartwich *et al.*, 2007; García *et al.*, 2011; Martínez-González *et al.*, 2011).

En este trabajo se plantea un modelo econométrico para explicar el nivel de adopción de innovaciones en unidades de producción con cultivos de plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.), hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) y palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en México, en función de variables cuantitativas y cualitativas de los productores y sus unidades de producción, para proponer acciones que incrementen los niveles de innovación.

La hipótesis central es que la adopción de innovaciones depende significativamente de atributos del productor como son género, edad, escolaridad, años dedicados a la actividad (experiencia); además de la superficie de la plantación en producción y la valoración subjetiva de la importancia económica que tiene la actividad para el productor.

Materiales y Métodos

Acorde a lo señalado por Aguilar *et al.* (2011: 85), desde el año 2006 se implementó en México el modelo de extensionismo denominado Agencias de Gestión de la Innovación (AGI), las cuales se integran por tres a siete profesionales encargados de detonar procesos de innovación en territorios rurales. Como parte del plan de trabajo de las AGI que trabajaron en el año 2009 en cultivos de cacao, hule y palma de aceite, se aplicó una encuesta a productores en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz.

Para seleccionar a los productores a encuestar se efectuó un muestreo estadístico tomando como base, primero, los Estados de la República Mexicana con mayor importancia económica y productiva de cada cultivo, tal es el caso de Chiapas y Tabasco para cacao; de Chiapas, Oaxaca y Tabasco para hule; de Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz para palma de aceite. Después se consideraron las regiones de mayor importancia en cada Estado; por ejemplo, La Chontalpa en Tabasco para cacao, El Papaloapan en Oaxaca para Hule y, el Soconusco en Chiapas para palma de aceite. Por último, se tomó el padrón de productores reportado por instituciones municipales o estatales sobre el total de productores en cada región; de esta manera, el



tamaño de la muestra se determinó con un diseño de máxima varianza para estimar proporciones, con una precisión del 5% y confiabilidad del 95%. Se conformó una base de datos con 1,474 registros; la información corresponde a nueve AGI, de las cuales dos fueron de cacao, tres de hule y cuatro de palma de aceite.

Especificación empírica del modelo

Para determinar el comportamiento del nivel de adopción de innovaciones, se propuso un modelo de regresión múltiple, utilizando como variable dependiente el llamado índice de adopción de innovaciones (INAI) de los productores en los tres cultivos de plantación, y como variables independientes se utilizaron atributos específicos del productor y de sus unidades de producción, quedando especificado con la siguiente ecuación:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + v_i$$

Donde:

Y_i = INAI del productor en porcentaje.

X_{1i} = Edad del productor en años.

X_{2i} = Escolaridad del productor en años.

X_{3i} = Años en la actividad (experiencia del productor).

X_{4i} = Superficie de la plantación en producción en hectáreas (ha).

Descripción de las variables incluidas en el modelo general

Índice de adopción de innovaciones (INAI)

Representa la variable dependiente y se refiere al nivel de adopción de innovaciones por parte del productor, es decir, a la capacidad innovadora. Se calculó adaptando la metodología descrita por Muñoz *et al.* (2007: 39). El INAI es obtenido como promedio de la adopción de las innovaciones contenidas en cada una de ocho diferentes categorías de innovación, las cuales son: a. Nutrición, b. Sanidad, c. Manejo sostenible de recursos, d. Establecimiento y manejo de la plantación, e. Administración, f. Organización, g. Cosecha y, h. Reproducción y mejoramiento genético; la métrica de la innovación se efectúa categorizando las innovaciones porque se considera, al igual que Klerkx *et al.* (2010: 390), que la innovación agrícola no solo se refiere a nuevas



tecnologías, sino también a la forma de vender y comprar, a la organización de productores, al cambio institucional, acceso a mercados, cuidado del ambiente, entre otras, en donde toma mucha relevancia la adopción de innovaciones incrementales (Perez, 2004: 219) referidas como mejoras sucesivas a la forma en que se realizan ciertas actividades o procesos en las unidades de producción. Así, las innovaciones que se presentan en el Cuadro 1 se conceptualizan más como innovaciones incrementales que como radicales. Para calcular el nivel de innovación en cada una de las categorías, se contabiliza el número de innovaciones adoptadas por el productor, se divide entre el número total de innovaciones y se multiplica por cien para expresarlo en porcentaje. Para contabilizar el número de innovaciones que adoptan los productores se diseñaron catálogos de innovaciones, mismos que fueron validados con expertos, sin embargo los catálogos son diferentes en cada actividad productiva y, en cada región se pueden hacer modificaciones o precisiones. En el Cuadro 1 se incluyen los catálogos de innovación para cacao, hule y palma de aceite utilizados en los estados de Chiapas, Oaxaca y Tabasco, respectivamente. se incluyen los catálogos de innovación para cacao, hule y palma de aceite utilizados en los estados de Chiapas, Oaxaca y Tabasco, respectivamente.

Cuadro 1. Catálogo de innovaciones ejemplo que fueron evaluadas por unidad de producción, según cadena y estado, para el cálculo del INAI.

Cadena – Estado / Catálogo de innovaciones¹

Cacao en Chiapas

a01. Aplicación de caldos minerales; b02. Poda de saneamiento; b03. Identificación de la monilia en sus diferentes etapas; b04. Corte o remoción de frutos enfermos; b05. Desinfección de herramientas; b06. Uso de selladores; c07. Uso de compostas; c08. Uso de bocashi; d09. Poda de formación; d10. Poda de mantenimiento; d11. Regulación de sombra; d12. Uso de herramientas de poda; d13. Realización de drenes; d14. Barreras vivas y muertas; d15. Pruebas de compatibilidad del polen; d16. Mejoramiento o incremento de la polinización; d17. Renovación de plantaciones; d18. Asociación con maderables y/o frutales; e19. Registro de actividades en todo el año; e20. Registro de ingresos y egresos de la parcela; f21. Acompañamiento a la organización; g.22. Realiza un control de calidad en el producto que cosecha; h23. Identificación de árboles tolerantes a monilia; h24. Identificación de árboles productivos; h25. Establecimiento de viveros; h26. Injertación de árboles.



Cadena – Estado / Catálogo de innovaciones¹

Hule en Oaxaca

a01. Fertilización de fondo; a02. Análisis de suelos; a03. Aplicación de fertilizante; b04. Realiza podas; b05. Control de plagas; b06. Control de enfermedades del follaje; b07. Cura las heridas; c08. Coberteras; c09. Trazo anti erosión; c10. Ruedo y arropo; c11. Difusión de servicios ambientales; c12. Manejo adecuado de envases; c13. Elaboración de abonos orgánicos; d14. Holladuras de 40 x 40 x 50; d15. Control de malezas; d16. Cultivos intercalados; e17. Picadores Capacitados; e18. Registros para calificar la calidad; e19. Recibe pago bajo normas de calidad; e20. Uso de bitácora; f21. Realiza contratos de comercialización; f22. Pertenencia a organización; g23. Horario de pica de 5-9 horas; g24. Frecuencia de pica cada 2 días; g25. Frecuencia de pica con estimulante cada 3 días; g26. Ángulo de inclinación de 30-35°; g27. Control de derrames; g28. Consumo vertical de corteza; g29. Profundidad del corte; g30. Utilización de pica ascendente; g31. Uso de estimulantes; g32. Colocación de protectores; g33. Utilización de coagulantes orgánicos; g34. Construcción de piletas; g35. Centros de acopio; g36. Conservación de hule; g37. Produce látex; g38. Equipamiento para beneficiado; h39. Establecimiento de jardines clonales; h40. Establecimiento de viveros; h41. Establecimiento y planta desarrollada en bolsa; a42. Uso de análisis de suelo y foliar.

Palma de aceite en Tabasco

a01. Distribución del fertilizante en dos o más veces al año; b02. Renovación de palmas viejas o dañadas; b03. Desinfección de herramientas de trabajo; b04. Programa de manejo integrado de plagas; b05. Monitoreo de plagas y enfermedades; b06. Poda de hojas viejas; c07. Realiza y aplica compostas o abono orgánico; c08. Composta residuos de cosecha, poda y subproductos; c09. Utilización de coberteras; c10. Prácticas de control de contaminación ambiental; c11. Uso de control biológico (extractos y organismos); d12. Selección de terreno por análisis de suelo; d13. Control de malezas; d14. Tiene equipo necesario para el trabajo cotidiano (cuchillo malayo, pica, chuza); d15. Cultivos intercalados; d16. Selección de terreno por pendiente; d17. Cuenta con sistema de riego; d18. Cuenta con drenajes parcelarios; d19. Selección de terreno por profundidad; d20. Selección de terreno por disponibilidad de agua; e21. Recibe asistencia técnica especializada; e22. Trabaja conforme a un plan de manejo; e23. Registro de precios; e24. Esquemas de venta; e25. Calendario de entregas; f26. Participa en figuras asociativas; f27. Realiza compras en común (abasto de insumos); f28. Recibe asesoría técnica por la organización; f29. Asiste a intercambio de experiencias; f30. Cuenta con contratos de venta; g31. Cosecha por color, madurez y tamaño; g32. Equipo de cosecha (carretilla, tractores, caballos); g33. Reducción del tiempo de cosecha/ entrega; g34. Establece calidad del producto; h35. Selección del material vegetativo.

¹Catálogos de innovaciones por categorías: a. Nutrición; b. Sanidad; c. Manejo sostenible de recursos; d. Establecimiento y manejo de la plantación; e. Administración; f. Organización; g. Cosecha; h. Reproducción y mejoramiento genético.



Variables explicativas en el modelo

Con la determinación del modelo empírico, se espera que la edad del productor tenga un efecto negativo sobre el INAI; es decir, conforme los productores se hacen más longevos tienden a innovar menos en sus unidades de producción. Para el caso de la escolaridad, se prevé que los productores con mayor número de años de estudio sean quienes tengan una mayor propensión a innovar y el signo pronosticado sería positivo. En cuanto a los años que el productor ha realizando la actividad productiva, se espera que el INAI se incremente a medida que los productores van adquiriendo mayor experiencia. Con las variables edad, escolaridad y experiencia se prevé cierto nivel de correlación y por tanto de multicolinealidad, pues con los productores de mayor edad se incrementa la probabilidad de observar bajos niveles educativos y por su edad más avanzada éstos podrían contar con mayor experiencia en la actividad. En cuanto a la superficie de la plantación en producción (hectáreas) se espera un signo positivo, pues las unidades de producción con mayor superficie corren mayores niveles de riesgo si producen con un bajo nivel de eficiencia, por lo cual el productor tiende a adoptar un mayor nivel de innovaciones. Estas variables explicativas incluidas en el modelo son de fácil recopilación y medición en los productores y por esto se seleccionaron, además son variables que fácilmente podrían utilizarse como parte de criterios de selección de productores, por ejemplo para priorizar apoyos, asistencia técnica, difusión de innovaciones, entre otras.

Variables indicadoras incluidas en el modelo

Se incluyeron dos variables indicadoras. La primera es la importancia económica de la actividad, medida con la proporción de ingresos provenientes de ésta; las respuestas son: "Baja" para una importancia que represente del 0 al 33% de sus ingresos; "Media", cuando van del 34 al 66% y, "Alta" para ingresos que van del 67 al 100%. De acuerdo al fundamento expuesto por Montgomery *et al.* (2002: 238), para introducir esta variable cualitativa al modelo se declararon dos variables indicadoras (D_{1i} y D_{2i}), las cuales en sus combinaciones representan las tres posibles respuestas:

$D_{1i} = 0; D_{2i} = 0$; entonces BAJA (0 – 33%).

$D_{1i} = 1; D_{2i} = 0$; entonces MEDIA (34 – 66%).

$D_{1i} = 0; D_{2i} = 1$; entonces ALTA (67 – 100%).

La especificación del modelo se expresa en la siguiente ecuación:

$$Y_i = a_0 + a_1 D_{1i} + a_2 D_{2i} + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + b_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + u_i$$



La segunda variable cualitativa fue el género del productor, incluida a través de la definición de una sola variable indicadora (D_{1i}), siendo expresada de la siguiente manera:

$D_{1i} = 0$; entonces HOMBRE.

$D_{1i} = 1$; entonces MUJER.

Para este caso, el modelo con la inclusión de la variable indicadora, se definió según la siguiente ecuación:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 D_{1i} + \alpha_2 D_{2i} + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + v_i$$

Para estimar el modelo con las variables cuantitativas y cualitativas, se utilizó el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) incluido dentro del paquete estadístico SAS®. Se calcularon en diferentes rutinas los tres modelos para cada cultivo de plantación; es decir, el primer modelo sólo con las variables cuantitativas, el segundo con la adición de la variable indicadora de importancia económica y, el tercero con las variables cuantitativas y la variable indicadora de género. Los procedimientos usados para el análisis de datos y la estimación de los modelos fueron Proc MEANS, Proc CORR y Proc GLM (SAS, 2004).

Resultados y Discusión

Estadísticas básicas de las variables del modelo general

De las 1,474 encuestas aplicadas a los productores en los tres cultivos de plantación 19% fueron de cacao, 32% de hule y 49% de palma de aceite. En el Cuadro 2 se muestran las estadísticas descriptivas de las variables incluidas en los modelos; como se puede observar, la mayoría de ellas tienen una dispersión reducida. La variable superficie en producción fue la excepción, con coeficientes de variación (CV) cercanos al 140%.

En cuanto a la variable dependiente, el índice de adopción de innovaciones (INAI) en porcentaje tiene un promedio relativamente bajo, no supera el 25%, siendo en palma de aceite donde se observa el promedio más alto. En los tres cultivos existen productores con cero por ciento de adopción de innovaciones y hay algunos que alcanzan hasta el 70%; es decir, dentro de cada cultivo hay productores que innovan más y otros que lo hacen a niveles reducidos.

La edad resultó ser la variable explicativa con menor variabilidad, tanto de manera general como en particular por cada uno de los cultivos analizados. Sin embargo, existen productores de edad muy avanzada, alcanzando los 99 años.



La variable escolaridad resultó con una variabilidad alta, pues el rango va desde cero años hasta el nivel licenciatura (17 años). Sin embargo, para el caso del cacao, la máxima escolaridad fue de 13 años, lo cual correspondería al primer año de una carrera profesional o técnica. Los años de experiencia del productor resultaron ser una de las variables con mayor heterogeneidad entre los cultivos analizados, los productores con menos experiencia están en palma de aceite y los de mayor en cacao, alcanzando incluso los 70 años.

La superficie en producción fue la variable con mayor amplitud, reflejándose en un coeficiente de variación mayor; se tienen valores desde cero hectáreas en producción hasta un máximo de 100. Las unidades de producción más pequeñas están en cacao y las más grandes en palma de aceite.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el modelo para cada una de las plantaciones analizadas.

Plantación	Variables	Media	D.E.	Min1	Max	C.V.
Cacao n=280	INAI	19.31	11.68	0	67	60.5
	Edad	57.51	13.86	25	91	24.1
	Escolaridad	3.54	3.23	0	13	91.2
	Experiencia	25.85	14.36	1	70	55.6
	Superficie	3.08	2.68	1	27	87.3
Hule n=472	INAI	17.69	10.98	0	71	62.1
	Edad	53.54	13.06	25	88	24.4
	Escolaridad	3.64	3.18	0	17	87.4
	Experiencia	13.11	10.24	1	49	78.1
	Superficie	4.23	5.88	0	100	139.0
Palma de aceite n = 722	INAI	24.55	13.03	0	65	53.1
	Edad	52.70	13.24	21	99	25.1
	Escolaridad	3.94	3.52	0	17	89.2
	Experiencia	7.18	4.23	1	16	58.9
	Superficie	6.91	7.99	0	100	115.6
Total n=1,474	INAI	21.35	12.56	0	71	58.8
	Edad	53.88	13.42	21	99	24.9
	Escolaridad	3.77	3.36	0	17	89.2
	Experiencia	12.63	11.37	1	70	90.0
	Superficie	5.33	6.80	0	100	127.8

¹ Min: Valor mínimo; Max: Valor máximo; D.E.: Desviación estándar; C.V.: Coeficiente de variación (%).

Niveles de innovación por categoría de los productores de cacao, hule y palma de aceite

Debido a que el INAI está conformado por el promedio de la adopción de innovación en cada una de las ocho categorías, es importante analizar



los niveles en cada una. En este sentido, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) para afirmar que los productores de palma de aceite son más innovadores que los productores de cacao y hule, además existen diferencias entre la adopción de cada categoría (Figura 1). Los resultados muestran que los productores de cacao son los más innovadores en la sanidad de su plantación y en mejorarla genéticamente pero no han innovado mucho en el manejo sostenible de los recursos, en manejar adecuadamente su plantación, en administrarla de manera correcta y durante la cosecha simplemente recolectan el fruto. Por su parte, los productores de hule tienen niveles de innovación más altos, manejando su plantación y administrándola pero tienen los niveles más bajos en nutrición y sanidad, además de ser los menos organizados. Por último, los productores de palma de aceite han adoptado en mayor medida innovaciones referentes a la nutrición de sus plantaciones, al manejo sostenible de los recursos, están mejor organizados y cosechan su producción de mejor forma, pero son los menos innovadores en sanidad, establecimiento y manejo de su plantación y en la genética de sus cultivos (Figura 1).

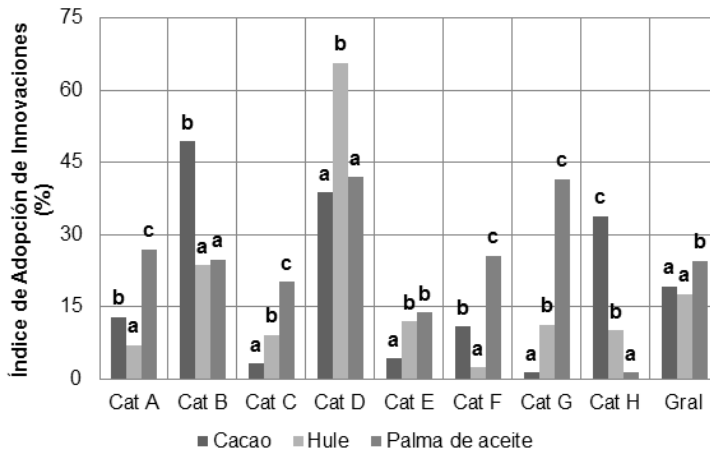


Figura 1. Comparación de medias de los índices de adopción de innovaciones (%) en cada categoría entre cultivos.

Categorías de Innovación: Cat A: Nutrición; Cat B: Sanidad; Cat C: Manejo sostenible de recursos; Cat D: Establecimiento y manejo de la plantación; Cat E: Administración; Cat F: Organización; Cat G: Cosecha; Cat H: Reproducción y genética; Gral: INAI general.

a b c Medias con diferentes literales por barra, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre cultivos por cada categoría, según prueba de Scheffé.



Análisis de varianza (ANOVA) de las variables utilizadas en el modelo

Los resultados del análisis de varianza se obtuvieron tomando como variables de clase el cultivo, la importancia económica percibida por el productor y el género, presentándose de forma separada.

ANOVA con respecto a la plantación

En el Cuadro 3 se exhiben diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el INAI, en donde los mayores niveles de innovación se tienen en palma de aceite; la edad de los productores resultó ser estadísticamente mayor en cacao, y en escolaridad no se encontraron diferencias ($p > 0.05$). Además, los productores de cacao son los de mayor experiencia en su plantación, los de palma de aceite los de menor y los de hule están en un punto intermedio. En cuanto a la superficie en producción, los productores de cacao tienen los predios más pequeños, los de palma de aceite los más grandes y los de hule se encuentran en un punto intermedio.

Cuadro 3. Análisis de varianza de las variables incluidas en el modelo con respecto al cultivo de plantación.

Plantación	n	INAI (%)	Edad	Escolaridad	Experiencia	Superficie
Cacao	280	19.31 a	57.51 b	3.54 a	25.85 c	3.08 a
		±0.70	±0.83	±0.19	±0.86	±0.16
Hule	472	17.69 a	53.54 a	3.64 a	13.11 b	4.23 b
		±0.51	±0.60	±0.15	±0.47	±0.27
P. aceite	722	24.55 b	52.70 a	3.94 a	7.18 a	6.91 c
		±0.49	±0.49	±0.13	±0.16	±0.30

a b c Medias con diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según prueba de Scheffé.

± Los valores seguidos después del símbolo corresponden al error estándar.

ANOVA con respecto a la importancia económica

Una alta proporción de productores (53.3%) indican que la importancia económica de la actividad es baja (0 a 33% de sus ingresos) y está relacionada con niveles de INAI bajos, diferentes estadísticamente ($p < 0.05$) a los productores que expresan un impacto medio (34 a 66%) y alto (67 a 100%)



en donde sus INAI son más altos. Una variable que también resultó diferente fue la de la experiencia del productor en la plantación, pues a medida que aumenta, los impactos económicos son más altos. Esto nos refiere entonces a una especie de profesionalización en determinada actividad productiva, al dedicarle más años a practicarla y así aumentar los niveles de innovación (Cuadro 4). También se encontró que los productores con baja importancia económica son de menor edad, para este caso la escolaridad no volvió a tener significancia al igual que la superficie ($p>0.05$).

Cuadro 4. Análisis de varianza de las variables incluidas en el modelo con respecto a la percepción del productor sobre la importancia económica de la actividad.

Importancia económica	n	INAI (%)	Edad	Escolaridad	Experiencia	Superficie
Baja	786	19.33 a	51.70 a	3.88 a	10.03 a	5.36 a
		±0.41	±0.49	±0.12	±0.41	±0.24
Media	485	23.19 b	55.74 b	3.77 a	14.98 b	5.37 a
		±0.60	±0.58	±0.15	±0.48	±0.34
Alta	203	25.15 b	57.93 b	3.35 a	17.04 c	5.06 a
		±0.97	±0.88	±0.24	±0.69	±0.34

a b c Medias con diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) según prueba de Scheffé.

± Los valores seguidos después del símbolo corresponden al error estándar.

ANOVA con respecto al género

De los 1,474 registros analizados, la mayor proporción son hombres (83.3%). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) solamente en las variables edad y superficie de la plantación en producción; los hombres resultaron tener una mayor edad y poseer las superficies mayores. Lo más relevante es que el INAI no tuvo diferencias entre el género, además tanto hombres como mujeres tienen los mismos niveles de escolaridad e igual número de años dedicándose a la actividad productiva (Cuadro 5).





Cuadro 5. Análisis de varianza de las variables incluidas en el modelo con respecto al género del productor.

Género	n	INAI (%)	Edad	Escolaridad	Experiencia	Superficie
Hombre	1,228	21.52 a	54.43 b	3.82 a	12.83 a	5.58 b
		±0.35	±0.38	±0.10	±0.33	±0.19
Mujer	246	20.79 a	51.15 a	3.50 a	11.61 a	4.06 a
			±0.89	±0.22	±0.64	±0.46

a b Medias con diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según prueba de Scheffé.

± Los valores seguidos después del símbolo corresponden al error estándar.

El modelo que explica la adopción de innovaciones en función de cuatro variables características de los productores de cacao, hule y palma de aceite

En el Cuadro 6 se presentan los resultados referidos a los modelos de regresión múltiple aplicados para cada uno de los cultivos de plantación analizados. Al hacer una evaluación general de los nueve modelos estimados, se destaca que todos ellos resultaron con significancias aceptables; para el caso de cacao los tres modelos son significativos al 5%, mientras que en hule y palma de aceite lo fueron al 1%.

Aunque los modelos resultaron tener una significancia estadísticamente aceptable, la R^2 fue baja, sobretodo para los tres modelos de cacao. Los valores de R^2 más altos se encontraron en los modelos estimados en palma de aceite, pero éstos solo llegaron a poco más de 0.19. Sin embargo, los modelos no fueron evaluados para predecir el comportamiento del INAI sino para encontrar las variables que influyen sobre la adopción de innovaciones por parte del productor. En los modelos de hule se obtuvieron resultados muy similares al caso de cacao aunque ligeramente mayores.

En cuanto a las variables con mayor influencia en la adopción de innovaciones se obtuvieron los siguientes resultados:

- a. La edad en la mayoría de los modelos resultó significativa al 5%, y para el caso de cacao y palma de aceite la variable tuvo el comportamiento esperado, pues resultó con signo negativo, no así para el caso de hule en donde fue positivo (Cuadro 6). Para el caso en donde se obtuvo el signo



Cuadro 6. Resultados de los modelos de regresión múltiple que explican al INAI (%) para los tres cultivos de plantación, incluyendo las variables indicadoras: importancia de la actividad y género del productor.

Plantación	Modelo	Intercepto	Edad	Escolaridad	Experiencia	Superficie	D1	D2	R2	Pr > F
Cacao	1	26.6535 (3.9620) ***	-0.1430 (0.0700) **	-0.2797 (0.2477) NS	-0.0117 (0.0620) NS	0.7059 (0.2639) ***	NA	NA	0.0410	0.0210
	2	25.2550 (4.0430) ***	-0.1315 (0.0709) *	-0.2942 (0.2467) NS	-0.0260 (0.0625) NS	0.6909 (0.2628) ***	2.8765 (1.5240) *	3.3612 (2.5627) NS	0.0565	0.0137
	3	27.3376 (3.9732) ***	-0.1364 (0.0699) **	-0.2752 (0.2470) NS	-0.0285 (0.0627) NS	0.6557 (0.2650) **	-3.1253 (1.9375) NS	NA	0.0500	0.0148
Hule	1	7.9114 (2.7036) ***	0.1021 (0.0461) **	0.3893 (0.1778) **	0.0847 (0.0528) NS	0.4205 (0.0843) ***	NA	NA	0.0837	0.0001
	2	6.7488 (2.6776) **	0.1063 (0.0454) **	0.4345 (0.1754) **	-0.0281 (0.0587) NS	0.3804 (0.0842) ***	3.2577 (1.1831) ***	5.9441 (1.4594) ***	0.1165	0.0001
	3	8.2939 (2.7594) ***	0.0990 (0.0463) **	0.3704 (0.1799) **	0.0852 (0.0528) NS	0.4202 (0.0843) ***	-0.9354 (1.3324) NS	NA	0.0846	0.0001
Palma de aceite	1	19.3414 (2.1610) ***	-0.1137 (0.0373) ***	-0.0788 (0.1344) NS	1.4574 (0.1167) ***	0.1502 (0.0581) ***	NA	NA	0.1847	0.0001
	2	19.6635 (2.1705) ***	-0.1171 (0.0373) ***	-0.0835 (0.1341) NS	1.3997 (0.1346) ***	0.1416 (0.0583) **	-0.2145 (1.1355) NS	3.6984 (1.5573) **	0.1928	0.0001
	3	19.7522 (2.2300) ***	-0.1187 (0.0379) ***	-0.0867 (0.1349) NS	1.4662 (0.1173) ***	0.1467 (0.0583) ***	-0.8912 (1.1887) NS	NA	0.1854	0.0001

NA: No aplica; NS: No significativo; * Significancia al 10% (p<0.1); ** Significancia al 5% (p<0.05); *** Significancia al 1% (p<0.01).
Los valores indicados entre paréntesis corresponden al error estándar.



esperado (negativo), los resultados indican que conforme se incrementa la edad, el INAI disminuye; es decir, los productores de edades mayores tienen una menor propensión a innovar. Bozoğlu y Ceyhan (2007: 653) encontraron que la edad del productor influía de manera positiva sobre la ineficiencia de las unidades de producción y los productores jóvenes son más receptivos a la innovación.

b. Para el caso de la escolaridad, ésta resultó no significativa en cacao y palma de aceite, no así para hule en donde fue significativa al 5% (Cuadro 6) y se obtuvo el signo esperado, positivo. Aunque en el Cuadro 3. no se proporciona evidencia de diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la escolaridad de los productores a nivel de cultivo, al combinarse las variables independientes para explicar el comportamiento de la dependiente, en el caso de hule el aumento en los niveles de escolaridad llega a incrementar casi hasta medio punto porcentual el INAI; por tanto, la propensión a innovar aumenta a medida que se tienen mayores niveles de escolaridad, pues el productor posee más habilidades para decodificar conocimiento explícito y adoptar e implementar innovaciones.

Cuando una persona sabe qué se puede hacer y cómo utilizar los conocimientos, las experiencias y las aptitudes facilitan los procesos de innovación (Nagles, 2007: 84). En otro estudio sobre los factores que influyen en el nivel tecnológico de fincas ganaderas, la escolaridad tuvo una significancia importante y positiva (Velasco-Fuenmayor *et al.*, 2009: 191). Por su parte, Mariano *et al.* (2012: 46) encontraron en un estudio sobre la determinación de factores que influyen en la adopción tecnológica en arroz y prácticas integradas en el manejo del cultivo, que la escolaridad del productor es significativa al 1% y positiva.

c. En cuanto a la experiencia del productor, resultó no significativa ($p > 0.05$) para cacao y hule y no explica el comportamiento del INAI. Sin embargo, es muy importante en palma de aceite en donde un año más de experiencia en la actividad conlleva un incremento de hasta 1.45% en el INAI. En este caso, también se obtuvo el signo positivo esperado en la variable (Cuadro 6). El hecho de que para cacao y hule no haya sido significativa, se le atribuye a que en palma de aceite se tienen los productores más jóvenes en cuanto experiencia (7.2 años) en comparación al cacao y hule con 25.8 y 13.1, respectivamente (Cuadro 2), razón por la cual la curva de aprendizaje ya está más madura. Además, también se atribuye este efecto a que el cultivo de palma de aceite es relativamente nuevo en México y no



así el cacao que es muy viejo y el de hule que está en un punto intermedio; de esta manera en palma de aceite sí se nota una diferencia entre el incremento de la experiencia y su efecto en la adopción de innovaciones. Bozoğlu y Ceyhan (2007: 652) indican que la escolaridad y años de experiencia influyen positivamente sobre la eficiencia de las unidades de producción. Por otra parte, Martínez-González et al. (2011: 371; 2013: 191) indican que la experiencia del productor en la actividad ovina y caprina en México es fundamental e influye sobre el éxito, la permanencia de las unidades de producción y la generación de ingresos y empleos.

d. Para el caso de la superficie de la plantación en producción, en todos los modelos muestra un nivel de significancia del 1% (Cuadro 6) y con signo positivo. Por tanto, productores con mayor superficie en producción tienden a mayores niveles en la adopción de innovaciones. Además, existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la superficie de cada una de los cultivos de plantación (Cuadro 3), lo cual contribuye a explicar la importancia que tiene el tamaño de las unidades de producción en la adopción de innovaciones (INAI). Cabe mencionar que los resultados de este estudio no coinciden con los de Bozoğlu y Ceyhan (2007: 653), pues ellos no encontraron significancia del tamaño de la explotación sobre la eficiencia de la misma, lo cual se podría explicar porque la incluyeron como una variable indicadora. En el caso de las explotaciones ganaderas, se ha encontrado que el tamaño de las unidades de producción está asociado a mejores parámetros productivos y a un mayor nivel tecnológico (Velasco-Fuenmayor et al., 2009: 193; Martínez-González et al., 2011: 375). Jara-Rojas et al. (2012: 59), en un estudio sobre los factores que determinan la adopción de prácticas para la conservación de agua, encontraron que el tamaño de las unidades es significativo y positivo. Estos resultados también llevan a plantear que el incremento en el tamaño de la explotación conlleva más riesgo en la producción y rentabilidad de la misma, por lo cual la adopción de innovaciones, y por ende la necesidad de conocimiento, se hacen más indispensables para los productores, además de que deben ser de mayor nivel y calidad. En un trabajo sobre adopción de innovaciones en agricultura protegida, se encontró que la escasa presencia de actores difusores de innovaciones en la actividad está relacionado con bajos niveles de producción en invernaderos de mayor tamaño y con niveles tecnológico más sofisticados, por lo que el manejo de esas tecnologías necesitaba de mayor capacitación de los productores para la apropiación y adopción de innovaciones en esa actividad (García et al., 2011: 210).



Con respecto a las variables indicadoras incluidas en los modelos, del análisis del Cuadro 6 se desprende lo siguiente:

a. Los modelos representados con número arábigo 2, que incluye la variable indicadora *importancia económica de la actividad*, resultaron ser significativos a diferentes niveles según el cultivo. Para el caso de cacao la significancia es del 10%, pero solo para la variable indicadora que incluye el nivel de importancia económica "Media (33 – 66%)"; los resultados para hule y palma de aceite son más significativos (del 1 y 5%, respectivamente) en donde los coeficientes obtenidos son más coherentes, pues a mayor percepción del productor acerca de la importancia económica de la actividad, mayor INAI. Con esta evidencia se puede afirmar que a medida que el productor percibe una mayor importancia económica de su actividad, éste incrementará sus niveles de adopción de innovación (Cuadro 6).

b. En el caso del género, como variable indicadora introducida al modelo y que en el Cuadro 6 se diferencia con el número arábigo 3, no se encontró significancia ($p > 0.05$) para explicar al INAI. Es decir, tanto mujeres como hombres tienen los mismos niveles de innovación en las diferentes plantaciones, resultados que ya se habían mostrado en el . Tendencias similares fueron encontradas por Mariano *et al.* (2012: 45) en el cultivo de arroz, en donde el género no es significativo en la adopción de tecnologías y prácticas integradas de manejo. Sin embargo, la participación de la mujer en diferentes actividades durante el proceso de producción en explotaciones en Turquía resultó positivo y significativo para reducir la ineficiencia técnica de las unidades de producción (Bozoğlu y Ceyhan, 2007: 653).

Conclusiones

Los tres modelos generales que relacionan la adopción de innovaciones en función de las características del productor y de la superficie de su unidad de producción, fueron estimados satisfactoriamente a través del método MCO; en ellos se pudo constatar que los atributos asociados a los productores y a sus unidades de producción influyen sobre la adopción de innovaciones, por lo que deberían ser considerados para plantear estrategias de intervención encaminadas a incrementar dichos niveles.

Los resultados encontrados sugieren que al diseñar estrategias para dinamizar los procesos de innovación en actividades productivas agrícolas, se debe



tener en cuenta trabajar con productores jóvenes, con mayores niveles de escolaridad y con años de experiencia intermedia, ya que tienden a innovar en mayor medida; aún más si éstos poseen superficies más grandes. Esto sin duda está asociado a que estos estratos sí ven viabilidad en la actividad y están dispuestos a invertir para mejorar. Al contrario, los productores demasiado pequeños o de mayor edad muestran una mayor reticencia a innovar.

Una de las estrategias complementarias es buscar que los productores más innovadores compartan el conocimiento que poseen con los menos innovadores a través de la interacción de productor a productor, con lo cual se puede incrementar la masa crítica necesaria para detonar procesos de innovación más eficientes.

Dado que la adopción de innovaciones es un proceso complejo y las variables que en él influyen no se limitan a las estudiadas, para futuras investigaciones se recomienda incluir como parte del modelo la interacción social que existe entre los diferentes actores que confluyen en un mismo territorio y en una misma actividad, para encontrar el efecto que éstas tienen sobre la generación, difusión y adopción de innovaciones. También se recomienda abundar más sobre las características intrínsecas de cada cultivo, pues los resultados encontrados sugieren que el tipo de cultivo puede ser un elemento importante que limite una mayor adopción de la innovación.





Bibliografía

- AGUILAR Á., J.; RENDÓN M., R.; MUÑOZ R., M.; ALTAMIRANO C., J. R. y SANTOYO C., H. V. (2011). Agencias para la gestión de la innovación en territorios rurales. En: Del Roble P. L., M.. 2011. Territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas. Edit. Siglo XXI-IPN. ISBN 978-607-03-0350-0. pp 79-98.
- BOZOĞLU, M. y CEYHAN, V. (2007). Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. En: *Agricultural Systems*, vol. 94(No. 3): 649-656.
- COTEC. (2007). *La Persona Protagonista de la Innovación*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. Madrid, España. 143 p.
- CIMOLI, M. y Dosi, G. (1995). Technological paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap. En: *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 5: 243–268.
- DOSI. (1988). Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. En: *Journal of Economic Literature*, vol. 36: 1120–1171.
- GARCÍA S., E. I.; AGUILAR Á., J. y BERNAL M., R. (2011). La agricultura protegida en Tlaxcala, Méjico: La adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores para su categorización. En: *Teuken Bidikay*, (No. 2): 193-212.
- GONZALEZ D., J. (1989). El cambio tecnológico en la agricultura: teoría y aplicaciones al caso de España y Andalucía. En: *Revista de Estudios Agro-Sociales*, (No. 147): 117-153.
- GUARDIOLA, X.; DÍAZ-GUILERA, A.; PÉREZ, C. J.; ARENAS, A. y LLAS, M. (2002). Modelling diffusion of innovations in a social network. En: *Physical Review E*, vol. 66(No. 2): 1-4.
- HARTWICH, F.; MONGE P., M.; AMPUERO R., L. y SOTO, J. L. (2007). Knowledge management for agricultural innovation: lessons from networking efforts in the Bolivian Agricultural Technology System. En: *Knowledge Management for Development Journal*, vol. 3(No. 2): 21-37.
- JARA-ROJAS, R.; BRAVO-URETA, B. E. y DÍAZ, J. (2012). Adoption of water conservation practices: A socioeconomic analysis of small-scale farmers in Central Chile. En: *Agricultural Systems*, vol. 110: 54-62.



- JASSO V., J. (2005). La dimensión evolutiva de la innovación: un rumbo necesario de la política científica, tecnológica y de innovación. En: *Economía y Sociedad*, 10(15): 99–119.
- KLERKX, L.; AARTS, N. y LEEUWIS, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. En: *Agricultural Systems*, vol. 103(No. 6): 390-400.
- MARIANO, M. J.; VILLANO, R. y FLEMING, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. En: *Agricultural Systems*, vol. 110: 41-53.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, E. G.; MUÑOZ-RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA-MUÑIZ, J. G.; SANTOYO-CORTÉS, V. H.; ALTAMIRANO-CÁRDENAS, J. R. y ROMERO-MÁRQUEZ, C. (2011). El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas. En: *Agronomía mesoamericana*, vol. 22 (No. 2): 367-377.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, E. G.; MUÑOZ-RODRÍGUEZ, M.; SANTOYO-CORTÉS, V. H.; GÓMEZ-PÉREZ, D. y ALTAMIRANO-CÁRDENAS, J. R. (2013). Lecciones de la promoción de proyectos caprinos a través del programa estratégico de seguridad alimentaria en Guerrero, México. En: *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, vol. 10 (No. 2): 117-193.
- MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. y VINING, G. G. (2002). Introducción al análisis de regresión lineal. Compañía Editorial Continental, México, D. F. pp. 237-259 p.
- MUÑOZ R., M.; AGUILAR Á., J.; RENDÓN M., R. y ALTAMIRANO C., J. R. (2007). Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. Universidad Autónoma Chapingo – CIESTAAM / PIIAI. Chapingo, México. 72 p.
- NAGLES G., N. (2007). La gestión del conocimiento como fuente de innovación. En: *Revista – Escuela de Administración de Negocios*, (No. 61): 77-87.
- PAVITT, K. (1969). Technological innovation in European industry: The need a world perspective. En: *Long Range Planning*: 8-13.
- PAVITT, K. (1979). Technical innovation and industrial development. 1. The new causality. En: *Futures*, vol. 11(No. 6): 458-470.



- PÉREZ, C. (2004). Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. En: Reinert, E. S. ed. Globalization, economic development and inequality an: alternative perspective. Cheltenham, UK. ISBN 1-85898-891-8. pp. 217–242.
- SAS. (2004). SAS/STAT[®]. User's Guide, Version 9.1. Cary, NC, USA. p. 480.
- SCHUMPETER, J. A. (1935). Análisis del Cambio Económico. Urquidi, V. L. (trad.). En: Ensayos Sobre El Ciclo Económico. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. pp. 17-34.
- SOLOW, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. En: The Review of Economics and Statistics, vol. 39(No. 3): 312-320.
- TANG, J. (2006). Competition and innovation behaviour. En: Research Policy, vol. 35(No. 1): 68-82.
- VELASCO-FUENMAYOR, J.; ORTEGA-SOTO, L.; SÁNCHEZ-CAMARILLO, E. y URDANETA, F. (2009). Factores que influyen sobre el nivel tecnológico presente en las fincas ganaderas de doble propósito localizadas en el estado Zulia, Venezuela. En: Rev. Científ. FCV-LUZ, vol. 19(No. 2): 187-195.



Las escudillas, así como el clásico “Jarro Pato”, son algunos de los símbolos de identidad más importantes del sistema alfarero de los Diaguitas (denominación qechua de la palabra “serrano”), construidos con diversas técnicas. Son abundantes también las piezas con figuras antropomorfas y zoomorfas.