

Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México

Technology adoption by producers participating in the livestock productivity enhancement scheme (PROGAN) in Mexico

José María Salas González^a, Juan Antonio Leos Rodríguez^a, L. Myriam Sagarnaga Villegas^a, María Jesica Zavala-Pineda^a

RESUMEN

La adopción de tecnologías constituye un factor importante en la rentabilidad y producción de las empresas ganaderas. Se estudió el grado de adopción y el tipo de prácticas tecnológicas implementadas por los productores beneficiados del PROGAN que poseen más de 30 vientres. Este trabajo hace una tipificación de los beneficiarios analizando las características socioeconómicas (escolaridad, ingreso e infraestructura), productivas (alimentación, sanidad, genética, sobrepastoreo, manejo y administración) y la cantidad y tipo de prácticas adoptadas. Se hace un ajuste de los datos del productor a través del análisis de cluster aplicando el método *Two Step Cluster*. Se caracterizaron tres grandes grupos: productores con indicadores productivos altos, medios (ambos con alto grado de adopción) y bajos (menor número de prácticas tecnológicas adoptadas). Con respecto al ingreso, el estudio permitió diferenciar también a tres grandes grupos: productores con ingresos altos; con ingresos medios, y de bajos ingresos. Los ganaderos con mayor ingreso son los que cumplieron con la adopción de tecnologías, aunque en promedio ninguno asumió las 10 obligatorias.

PALABRAS CLAVE: Unidades de Producción Pecuaria, Rentabilidad, Cluster.

ABSTRACT

Adoption of new technologies decisively influences profitability and output of livestock raising businesses. Type of practices and their level of adoption by producers included in PROGAN owning more than 30 breeding cows were studied. The present study grades beneficiaries of PROGAN in accordance with their socioeconomic (schooling, income and infrastructure) and productive traits (animal health, feeding, genetics, overgrazing and overall farm management) and number and type of adopted practices. Producer data were adjusted through cluster analysis applying the *Two Step Cluster* method. Three main groups were identified, producers showing high, intermediate and low production indexes. The first two groups display a great number of adopted practices. Regarding income, three groups (high, intermediate and low) were identified too. Producers in the higher income brackets were those that adopted the greater number of new technologies, although none of them adopted the mandatory ten.

KEY WORDS: Livestock production units, Profitability, Cluster.

El Programa de Estímulos a la Productividad Ganadera (PROGAN) surge en el año 2003⁽¹⁾ con el objetivo de fomentar la productividad de la ganadería bovina extensiva, el incremento de la rentabilidad y el mejoramiento de la

PROGAN (Mexican Livestock Production Enhancement Program) was established in 2003⁽¹⁾. Its goal is to raise extensive bovine cattle productivity and to improve farm profitability and vegetation coverage through

Recibido el 9 de febrero de 2011. Aceptado el 21 de junio de 2011.

^a Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. México. C.P. 56230. jleos45@gmail.com. Correspondencia al segundo autor.

cobertura vegetal a través de la incorporación de prácticas tecnológicas y, con ello, el mejoramiento del ingreso de los ganaderos del país. El catálogo de tecnologías disponibles en el programa está compuesto por 80 prácticas tecnológicas, agrupadas en seis categorías: manejo de agostaderos y praderas (39.0 %), alimentación (16.3 %), manejo reproductivo del ganado (11.3 %), administración y manejo de registros (11.3 %), sanidad (16.3 %) y otras prácticas (12.5 %).

El PROGAN es una respuesta al problema del bajo nivel de producción y productividad de la ganadería mexicana comparada con la de los países más desarrollados. Estos problemas se deben por un lado, al rezago tecnológico, producto de una baja adopción de tecnologías por parte de los productores⁽²⁾ y, por otro, de acuerdo a los datos presentados por la SAGARPA⁽³⁾, a la acelerada y creciente competencia de los productos de importación, que ocasionan una disminución significativa de los precios reales de los productos pecuarios y una pérdida de rentabilidad en la ganadería nacional.

La adopción de tecnologías es un proceso mental que comienza con el primer conocimiento y termina cuando el individuo incorpora prácticamente, a su sistema de trabajo o a su modo de vida, la innovación de que se trate, con el fin de elevar la productividad física de su predio y la rentabilidad económica de su sistema de producción⁽⁴⁾. Este proceso sólo ocurre cuando la tecnología reúne una serie de características de tipo técnico, económico, social y cultural, que sean similares a las propias características del grupo o individuo adoptador^(5,6,7). Algunos autores asignan gran relevancia al papel de los actores múltiples^(8,9) y a la sustentabilidad en el contexto ecológico y social^(10,11).

En el sector agropecuario la transferencia de tecnología debe diferenciar al menos dos tipos de productores: aquéllos incorporados al mercado, que han logrado capitalizarse, y aquéllos de autoconsumo, de escasos recursos y caracterizados por una economía familiar, donde el cambio tecnológico habrá de abordarse

adoption of diverse technologies. The complete list of available technologies is made up by 80 practices grouped in six categories: rangeland and pasture management (39.0 %), animal feeding (16.3 %), cattle reproduction management (11.3 %), overall management and record keeping (11.3 %) and others (12.5 %).

PROGAN was set up in response to both low production and productivity of the Mexican bovine cattle rearing industry when compared to that of developed countries. This is due on the one hand to technological backwardness of many producers⁽²⁾ owing to their low adoption of technology and on the other, in accordance with data published by SAGARPA (Ministry of Agriculture, Rural Development, Fisheries and Food)⁽³⁾, to the fast increase of imported livestock products, which caused a significant drop in real prices of livestock products with negative effects on farm profitability at the country level.

Technology adoption is a mental process that begins with acquiring information on a given practice or innovation and ends when an individual introduces it to its work routine or way of life, with the aim of enhancing both productivity and profitability of his farm production system⁽⁴⁾. This process can only take place when this technology brings together technical, economic, social and cultural characteristics similar to those of the individual or group to which he belongs^(5,6,7). Some authors bestow great relevance to the role of multiple actors^(8,9) and also to sustainability in a social and ecological context^(10,11).

In the agricultural sector technology transfer should single out at least two types of producers, those who are part of the market, able to increase their worth and subsistence farmers with limited resources, characterized by a family economy, where technological change must be focused on an educational strategy geared to a greater balance and sustainability of their production units.

Among the most relevant variables cited in literature for explaining dissimilar technology

mediante la estrategia educativa que permita un mayor equilibrio y sustento del funcionamiento de su unidad de producción.

Entre las variables relevantes que se citan en la literatura para explicar las tasas de adopción de tecnologías están: el tamaño de la explotación, la edad del productor, la proporción en que la actividad productiva contribuye al ingreso total familiar, la propensión de los productores al cambio, la aversión al riesgo y la rentabilidad esperada no sólo para el productor sino también para los proveedores de la tecnología⁽¹²⁻¹⁵⁾. Uno de los estudios precursores que exploró la economía de la innovación agrícola en E.U.A. encontró que las tasas de adopción de tecnología del maíz híbrido fueron explicadas por las diferencias en las tasas de rentabilidad⁽¹⁶⁾.

La no adopción de tecnología en el medio rural mexicano puede ser explicada porque los investigadores no toman en cuenta las condiciones socioeconómicas de los productores, y que los campos agrícolas experimentales no son representativos de su área de influencia y como consecuencia, la tecnología generada no se adapta a las condiciones reales del productor; en adición, la adopción tiene un costo que en la mayoría de los casos sólo las explotaciones grandes pueden pagar⁽⁷⁾.

El objetivo fue tipificar a los productores beneficiarios del PROGAN con más de 30 vientres en 2007 e identificar las tecnologías adoptadas por cada grupo para determinar las variables relevantes en el proceso de adopción por medio del análisis de cluster.

El tema del análisis económico de la adopción de tecnología ha sido abordado desde diferentes enfoques metodológicos, entre los que destacan los cuasi-experimentos (regresión múltiple y modelos logísticos)^(13,14), modelos de máxima verosimilitud⁽¹⁵⁾ y funciones logísticas de crecimiento⁽¹⁶⁾.

Se caracterizó a los productores para identificar grupos tecnológicos, que permitan el análisis de política pública diferenciada.

adoption rates, the following are mentioned: farm size, age of producer, proportion of production unit income relative to total family income, predisposition to change, risk aversion and profits expected by both producer and technology providers⁽¹²⁻¹⁵⁾. A pioneer study which explored agricultural innovation economics in the US found that the hybrid corn adoption rate was explained through differences in the profit rate⁽¹⁶⁾.

Non adoption of technology in the Mexican countryside can be explained by the fact that researchers do not take into account socioeconomic conditions of producers, and also to the fact that many experiment stations do not represent their area of influence, so technology developed in these research centers is not necessarily adapted to real life conditions of producers. In addition, adoption has a cost, which can only be borne producers having enough economic resources⁽⁷⁾.

The objective of the present study was, through a cluster analysis, to typify producers included in PROGAN 2007 owning more than 30 breeding cows and identifying technologies adopted by each group, too, in order to determine those variables relevant to the adoption process.

Economic analysis in technology adoption has been approached previously from different methodological angles, among them, the quasi-experimental (multiple regression and logistical methods)^(13,14), maximum likelihood⁽¹⁵⁾ and growth logistic functions⁽¹⁶⁾. Producers were characterized in order to identify technological groups, which allow a differentiated analysis of public policies.

The present study is divided in two parts, a socioeconomic analysis of producers owning more than 30 breeding cows participating in PROGAN for showing general traits of the population being studied, and a multivariate analysis of the main components and a cluster analysis applied to a sample of producers for identification of adoption groups.

A database of producers which participate in PROGAN generated by ASERCA (a SAGARPA

El estudio se dividió en dos: un análisis socioeconómico de los productores con más de 30 vientres apoyados por el PROGAN para mostrar las características generales de la población estudiada, y un análisis multivariado de componentes principales y análisis cluster, aplicado a una muestra de productores para identificar grupos de adopción.

Se utilizó la base de datos de los beneficiarios del PROGAN generada por el programa de Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). Para la caracterización de acuerdo con la tecnología utilizada e ingreso de los ganaderos se eligieron el total de los 36,428 productores con más de 30 vientres apoyados, que de acuerdo con las reglas de operación están obligados a verificar el cumplimiento en la adopción de las tecnologías requeridas. Para realizar el análisis de Cluster se obtuvo una muestra por proporciones, con una confiabilidad del 95 % y un error de muestreo del 7 %, resultando un total de 227 productores, los cuales se seleccionaron aleatoriamente de acuerdo a su número de beneficiario, discriminando aquéllos cuyos cuestionarios presentaron información incompleta.

Como técnica de agrupación se utilizó el procedimiento *Two Step* que maneja variables categóricas y variables continuas; al asumir independencia entre éstas, se puede asignar una distribución multinomial normal conjunta.

El procedimiento se dividió en dos etapas: la preagrupación y la agrupación. En la primera se generaron k grupos por métodos jerárquicos. En la segunda, conjuntos finales con base en las distancias entre los grupos previamente formados. Cuando se agrupa en clusters se reduce la variabilidad, porque los individuos dentro del grupo tendrán menor variación respecto a individuos de otros grupos. La distancia entre los cluster j y s se define como:

$$d(j, s) = \xi_j + \xi_s - \xi_{<s,j>}$$

donde:

agency focused on agricultural marketing and management of specific support programs) was used. A total of 36,428 producers owning more than 30 breeding cows was chosen for characterization in accordance with technology adoption and income, which in agreement to the rules of operation of the program must comply adoption of a required set of technologies. For carrying out the cluster analysis a sample by proportions with a 95 % confidence interval and 7 % sampling error was got hold of, resulting in 227 producers, which were selected at random in harmony with their PROGAN number, eliminating those who provided incomplete data.

The Two Step procedure was used as grouping technique, which manages both categorical and continuous variables and assuming independence between them, a multinomial normal joint distribution can be assigned.

The procedure was carried out in two stages, pre-grouping and grouping. K groups were generated in the first stage through hierarchical methods. Final groups based on distance between the previous groups were formed in the second stage. Variability is reduced when grouped in clusters, because individuals within groups will show less variation relative to individuals in other groups. The distance between clusters j and s can be defined as follows:

$$d(j, s) = \xi_j + \xi_s - \xi_{<s,j>}$$

Where:

$$\xi_v = N_v \left[\sum_{k=1}^{K^A} 1/2 \log(\sigma_k^2 + \sigma_{vk}^2) + \sum_{k=1}^{K^B} \hat{E}_{vk}^2 \right]$$

and from here

$$\hat{E}_{vk} = - \sum_{l=1}^{L_k} \frac{N_{vkl}}{N_v} \log \frac{N_{vkl}}{N_v}$$

Where K^A represents the total of continuous variables, K^B the total of categorical variables,

$$\xi_v = N_v \left[\sum_{k=1}^{K^A} 1/2 \log(\hat{\sigma}_k^2 + \hat{\sigma}_{vk}^2) + \sum_{k=1}^{K^B} \hat{E}_{vk}^2 \right]$$

y de aquí :

$$\hat{E}_{vk} = - \sum_{l=1}^{L_k} \frac{N_{vkl}}{N_v} \log \frac{N_{vkl}}{N_v}$$

Donde K^A es el número total de variables continuas, K^B el número total de variables categóricas, L_k el número de categorías de cada una de las k-ésimas variables categóricas, N_j el número de observaciones del cluster j, $\hat{\sigma}_k^2$ la varianza de la k-ésima variable continua en la base original y, finalmente $\hat{\sigma}_{jk}^2$ la varianza de la k-ésima variable continua en el cluster j cuya k-ésima variable categórica toma la l-ésima categoría y <j,s> representa al cluster formado por la unión de los cluster j y s.

El número óptimo de cluster se determina utilizando, bien el criterio de información bayesiano o, el de Akaike. Para el caso de J clusters, puede obtenerse de la siguiente manera⁽¹⁷⁾:

$$BIC(J) = -2 \sum_{j=1}^J \xi_j + m_j \log(N)$$

$$AIC(J) = -2 \sum_{j=1}^J \xi_j + 2m_j$$

donde :

$$m_j = J \left(2K^A + \sum_{k=1}^{K^B} (L_k - 1) \right)$$

Algunos estudios previos han realizado tipificaciones de acuerdo al valor del índice de adopción⁽¹¹⁾; con base en estos resultados, para la caracterización de los productores se emplearon las variables que mostraron ser relevantes en función del número de tecnologías adoptadas: escolaridad, nivel de ingreso, sobrepastoreo, incremento en cobertura vegetal, calidad de alimentación, sanidad y calidad genética, así como indicadores del manejo, administración e infraestructura de la UPP.

L_k the number of categories in each k-readings th categorical variable, N_j number of readings in cluster j, $\hat{\sigma}_k^2$ variance of the k-th variable in the original database and finally, $\hat{\sigma}_{jk}^2$ variance of the continuous k-th variable in cluster j whose k-esm categorical variable takes the i-th category and <j,s> represents the cluster resulting from the merger of clusters j and s.

The optimal number of clusters can be determined through either the bayesian or the Akaike information criteria. In the case of j clusters, it can be obtained in the following manner⁽¹⁷⁾:

$$BIC(J) = -2 \sum_{j=1}^J \xi_j + m_j \log(N)$$

$$AIC(J) = -2 \sum_{j=1}^J \xi_j + 2m_j$$

where :

$$m_j = J \left(2K^A + \sum_{k=1}^{K^B} (L_k - 1) \right)$$

In previous studies typifications were performed in accordance with the adoption index⁽¹¹⁾, and based on these results, characterization of producers were done through variables that were relevant in function of the number of adopted technologies, schooling, income, overgrazing, vegetation coverage increase, feed quality and animal health and genetics, as well as indicators regarding resources management and farm management and infrastructure.

The cluster method was used through the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Clusters were built using a categorical variable indicating income and eight continuous variables, being them adopted technologies, schooling, vegetation coverage increase, feeding indicators, animal health and genetics and overall farm management (Table 1).

Indicators used for cluster building were estimated through the weighted index method,

Se utilizó el método de cluster mediante el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences® (SPSS). La construcción de los clusters utilizó una variable categórica que indica el ingreso y ocho variables continuas: tecnologías adoptadas, escolaridad, sobrepastoreo, incremento de cobertura, indicadores de alimentación, sanidad, genética y manejo de la UPP (Cuadro 1).

Los indicadores empleados para la construcción de los clusters, fueron calculados con el método de índices ponderados, que asigna diferente peso a cada variable, con respecto a su importancia relativa en el indicador. El valor de estos índices se ubicó entre 0 y 1, en donde el valor de uno significa la mayor importancia teóricamente posible para el indicador.

Las variables consideradas para construir cada uno de estos índices fueron las siguientes:

Alimentación. Se incluyeron variables como el tipo de alimentación complementaria (forraje, sales minerales, granos, esquilmos y alimentos balanceados), si era únicamente en la pradera o agostadero, si se daban dietas diferenciadas y si se separaba a los animales por edad y estado fisiológico.

Sanidad. Se consideraron variables indicadoras como el tipo de campañas sanitarias en las que participó el productor, aplicación de vacunas, medicamentos y desparasitantes. En el caso del ganado criollo no se aplican, porque los animales son tolerantes a los parásitos externos e internos; lo que no implica un nivel tecnológico bajo. En algunos otros sistemas, simplemente no se requieren, porque el ambiente no favorece la infestación parasitaria.

Calidad genética del ganado. Este índice incluyó variables relacionadas con el principal sistema de reproducción utilizado (monta natural, inseminación artificial o ambas) y el porcentaje de ganado criollo, cruzado o de raza en la explotación.

Infraestructura. Se tomó en cuenta si en la UPP existían cerco perimetral, corrales de manejo,

which assigns a different weight to each variable, relative to its importance within the indicator. Values for these indices were set between 0 and 1, where 1 represents the theoretically possible highest importance for the indicator.

The following variables were taken into account for constructing each index:

Animal feed. Variables considered were type of feed (forage, minerals, grains, byproducts, balanced feeds), if forage from pasture or range, if differentiated diets were given and if animals were classified by age and physiological state.

Animal health. Indicator variables were considered, such as animal health campaigns in which producer took part, vaccines, medicines and anti-parasites applied. In the case of native cattle, this last indicator is not used, as these cattle are tolerant to both internal and external parasites, and therefore in this instance, non-treatment against parasites should not be considered as applying low technology. In other systems, anti-parasite treatments are not required, because the environment is not favorable for infestation by parasites.

Animal genetics. This index includes variables related to the main reproduction system used in the animal production unit (natural mating,

Cuadro 1. Índices de la población

Table 1. Population indices

	Low	High	Mean	SD
Adopted technologies	3.0	10.0	8.7	1.6
Schooling	0.0	22.0	8.3	5.3
Animal feeding	0.0	0.8	0.3	0.2
Animal health	0.4	1.0	0.8	0.1
Genetics	0.1	0.6	0.3	0.0
Management	0.1	0.8	0.5	0.2
Infrastructure	0.1	0.8	0.5	0.1
Overgrazing	-1.0	4.3	0.1	0.6
Vegetation coverage increase	-0.9	1.1	0.1	0.2

SD=standard deviation.

Source: own calculations based on field data.

embarcadero, prensa, báscula, ordeñadora mecánica, etc. y el material de los cercos que dividen al potrero (postes y alambres de púas y eléctricos, piedra y plantas naturales entre otros).

Administración. El grado de organización, contabilidad y administración se midió mediante un índice basado en las siguientes variables: si el productor contaba o no con registros de producción, ingresos y egresos, crédito y estimación de costos unitarios de producción.

Finalmente, se incluyeron las variables de sobrepastoreo, que se midió por la proporción de vientres existentes por encima de la capacidad de carga de cada UPP; el incremento en cobertura vegetal, se calculó como el porcentaje de aumento del año 2005 con respecto al 2004; y el ingreso promedio mensual de cada productor, agrupado en 4 rangos: ingresos menores de \$3,600, de \$3,600 a \$12,000, de \$12,000 a \$24,000 y mayores a \$24,000.

El 65.6 % del total de las explotaciones tiene como propósito la producción de carne, el 23.1 % el de doble propósito y el 7.7 % la producción de pie de cría.

Según las reglas de operación del PROGAN los productores beneficiados con más de 30 vientres estaban obligados a cumplir con al menos 10 prácticas tecnológicas. Sin embargo, sólo el 30.0 % adoptó las 10 tecnologías, resultando un promedio nacional de 7.3 tecnologías adoptadas.

Las mayores frecuencias de adopción fueron para las que se relacionaron con el manejo de agostaderos y praderas, el 90.2 % de los productores eligió al menos una tecnología relacionada con ello. El 80.3 % seleccionó tecnologías de sanidad, 65.4 % de alimentación, 45.6 % de manejo y administración de registros, 30.8 % de manejo reproductivo del ganado y 16.4 % eligieron otras prácticas. Los tres tipos de tecnología con menor grado de adopción son importantes para la mejora de los aspectos productivos y reproductivos del hato así como de la rastreabilidad, por lo que es necesario

artificial insemination or both) and percentage of native cattle, crosses and improved breeds.

Infrastructure. Presence of perimeter fence, animal management corrals, animal loading platform, press, scale, milking machine, etc. and number and type of internal fences (barbed wire, electrical, stones, plants, etc.

Management. Grade of organization, accounting type and general management were graded through an index based on these variables, if producer keeps records of production, income and expenses, loans and estimates unit costs.

Finally, other variables such as overgrazing, estimated by the proportion of cows in excess of the acceptable stocking rate of each production unit, as well as increase of vegetation coverage in 2005 compared to 2004, average monthly gross income of each producer graded in accordance with four ranks, < 3,600 mexican pesos, 3,601-12,000 pesos, 12,001-24,000 pesos and > 24,000 pesos.

Almost two thirds (65.6 %) of the farms are beef producers, practically a quarter (23.1 %) raise dual purpose cattle, and the remainder (7.7 %) produce feeder cattle.

In accordance with PROGAN rules of operation, producers participating in the program with more than 30 cows and heifers are required to adopt at least 10 technologies. However, only 30.0 % complied with this requirement, being the average for all the producers analyzed in the present study, 7.3 adopted technologies.

The most adopted technologies were those related to pasture and range management, and 90.2 % adopted at least one technology linked to this item; 80.3 % adopted animal health technologies, 65.4 % feeding technologies, 45.6 % farm management and record keeping, and 14.6 % other practices. The three types of technologies with lower adoption rate are essential for improving both reproduction and production rates and traceability, so it is imperative to make an extra effort in the future to raise their rate

elevant estos grados de adopción. Dado que no hubo una línea base contra la cual comparar la adopción, es posible que los datos sobre ésta estén sobreestimados, porque probablemente algunas tecnologías ya se utilizaban antes de la inserción de los productores en el PROGAN.

En el Cuadro 2 se muestran las principales tecnologías adoptadas dentro de cada catálogo del Programa y el por ciento de productores que las han asumido. De las 300 tecnologías que componen el Programa éstas representan el 28.9 %. Esta escasa adopción puede deberse a que eran irrelevantes o inadecuadas para las localidades o no estaban disponibles o los productores ignoraban que existían. No hubo tampoco una amplia difusión de ellas entre los ganaderos.

La mayor adopción en las zonas árida y semiárida y en el trópico seco se explica por los baños garrapaticidas y las obras de captación de agua, que no están presentes en las otras zonas (Cuadros 3,4).

Las variables más importantes para la creación de los cluster fueron ingreso, infraestructura de la UPP y alimentación del ganado. Se encontró que el 100 % de los productores se ubicó dentro de cada uno de los clusters para nivel de ingreso; lo que indica una alta correlación del ingreso con todas las variables continuas consideradas en el estudio.

El ajuste de *bonferroni* muestra que únicamente en el tercer cluster no existen diferencias significativas intragrupalas con excepción de las

Cuadro 2. Principales tecnologías adoptadas según la clase y productores que las adoptaron (%)

Table 2. Key technologies adopted in accordance with type and producer (%)

List and technology	List [§]	Producers ^{§§}
Pasture and range management:	35.9	90.2
Weed control (chemical, biological, mechanical)	6.5	98.4
Animal feeding:	15.0	65.4
Mineral supplementation	6.4	14.5
Animal health:	31.0	81.3
Vaccination program	5.3	43.5
General management and record keeping:	6.0	45.6
Weighing cattle for sale	3.2	26.0
Cattle reproductive management:	9.0	30.8
Pregnancy diagnosis	1.4	11.0
Other	3.0	16.4
Rain record in farms	0.6	5.3

Source: own calculations based on field data.

[§] Of total adopted technologies. ^{§§} Percentage of producers who adopted this technology.

of adoption. Due to the fact that no baseline for comparison was available, it is possible that adoption rate data are overestimated, because of the probability that some innovative practices had already been adopted by several producers before joining PROGAN.

The technologies offered in each PROGAN catalog more commonly adopted by producers and their adoption rate, are shown in Table 2. Of three hundred technologies offered, these represent 28.9 %. This low rate can be due to most of them being either irrelevant or inadequate for producers or because they didn't

Cuadro 3. Promedio de tecnologías adoptadas por zona ecológica

Table 3. Average adopted technologies in each ecological Region

Region	State	Technologies
Arid and semiarid	Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Sonora and Zacatecas.	9
Temperate	Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, México, Jalisco, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala and D.F.	7
Dry tropics	Colima, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa and Tamaulipas.	9
Humid tropics	Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz and Yucatán.	7

Source: own calculations based on field data.

Cuadro 4. Principales tecnologías por zona ecológica (%)

Table 4. Key technologies in accordance with ecological area (%)

Technology	Arid and semiarid	Temperate	Humid tropics	Dry tropics
Tick dip	1.3	-	-	1.7
Deworming schedule	-	0.3	2.7	1.8
Living fences	-	0.2	2.2	-
Weed control (chemical, biological, mechanical)	-	0.4	3.6	2.0
Water and soil holding works	1.7	-	-	-
Weighing cattle for sale	1.5	-	-	-
Vaccination program	1.4	0.3	2.7	1.6
Mineral supplementation	2.1	0.3	2.8	2.1
Protein supplementation	1.2	-	-	-

Source: own calculations based on field data.

variables ingreso y escolaridad, debido a que este cluster tiene menor número de observaciones en comparación con los dos primeros.

El resultado del agrupamiento de los cluster se describe en el Cuadro 5.

Con relación al número de tecnologías adoptadas, los productores con menor ingreso acogieron menos tecnologías. Este resultado coincide con los de estudios que consideran como variable explicatoria la importancia relativa del ingreso de la actividad en el ingreso total familiar⁽¹⁴⁾. Diversos estudios en México muestran que en promedio el ingreso proveniente de las actividades agropecuarias representa cada vez menos del ingreso total rural⁽¹⁸⁾. Es importante señalar que se trató de productores con el más bajo nivel de escolaridad y que registraron los mayores porcentajes de sobrepastoreo, los índices de alimentación del ganado más bajos (no utilizan alimentos balanceados sólo sus agostaderos). Por el contrario, los productores con más altos ingresos no tienen sobrepastoreo y presentaron el más alto incremento en cobertura vegetal debido a que complementan la alimentación con alimentos balanceados, ya que disponen de los recursos económicos para la compra de estos.

La diferencia entre los tres grupos de productores es mínima en términos de sanidad y genética, aunque es mayor en los productores

know they existed, due to a lack of an efficient and wide publicity of their availability.

The greater overall adoption rate in arid and semiarid areas and in the tropics can be attributed to tick dips and construction of water holding facilities, neither present nor needed in other regions (Tables 3,4).

The most important variables for cluster creation were farm income, farm infrastructure, and cattle feeding. All (100 %) producers fitted inside each cluster for income, thus pointing out the high correlation of income with all the continuous variables taken into account in the present study.

The *bonferroni* adjustment showed that only in the third cluster no significant differences existed within groups excepting income and

Cuadro 5. Distribución de los productores por clusters

Table 5. Distribution of producers in clusters

	N	% combined	% of total
Cluster 1	73	32.9	32.2
2	90	40.5	39.6
3	59	26.6	26.0
Combined	222	100.0	97.8
Excluded	5		2.2
Total	227		100.0

Source: own calculations based on PROGAN data.

de los cluster dos y tres, debido a que aplican todas las vacunas y realizan inseminación artificial (Cuadro 6). Una explicación plausible es que las campañas sanitarias impulsadas por el gobierno han sido exitosas. Además es natural que los productores den preferencia a la salud de los animales o plantas, ya que es necesario que estos sobrevivan antes de llevar a cabo cualquiera otra práctica cultural.

Los tipos de tecnologías de manejo de agostaderos y praderas y alimentación fueron las más adoptadas (Cuadro 7).

Con respecto a la adopción dentro de cada grupo, el cluster de los productores de bajos ingresos mostró una preferencia por las relacionadas con el control de malezas y enfermedades, debido a que éstas inciden directamente en la sobrevivencia de los animales. Los productores de altos ingresos, eligieron tecnologías referidas con el mejoramiento y comercialización del ganado (Cuadro 8), una vez que han resuelto los problemas básicos de la producción, el apoyo del Programa lo dedican a estas actividades, a las que sólo se les atiende cuando hay suficientes recursos. Estos resultados sugieren también que los apoyos debieran ser diferenciados por tamaño de ingreso o grupos de productores.

Cuadro 6. Medias de las variables por cluster

Table 6. Variable average in each cluster

	Cluster		
	1	2	3
Income (\$)	< 3,600	3,600-12,000	>12000
Animal feeding index	23.42	30.46	46.54
Genetics index	32.35	32.70	35.78
Animal health index	79.48	79.99	80.54
Overall management index	37.70	33.60	56.95
Management index	38.00	48.54	49.47
Infrastructure index	46.43	48.94	60.59
Schooling	4.72	9.48	11.02
Overgrazing	15.23	6.44	-5.85
Vegetation coverage increase	6.73	6.07	9.32
Adopted technologies	7.93	9.10	9.03

Source: own calculations based on PROGAN data.

schooling, because this cluster had fewer readings than the other two. Cluster grouping results are described in Table 5.

Regarding technology adoption, low income producers adopted fewer innovations. This concurs with what is reported in other studies which consider as explanatory variable the importance of farm income relative to family income⁽¹⁴⁾. Several studies carried out in México point out that income from agriculture as a proportion of total rural income is becoming smaller as time goes by⁽¹⁸⁾. However, it is worth mentioning that these studies to a great degree refer to producers with less schooling than the average, show the greater overgrazing rates and the lower animal feeding indices (only rangeland without addition of balanced feed). On the other hand, producers with the higher incomes do not overgraze their pastures or range and consequently the greater increase in vegetation coverage, and feed their animals balanced feed, because they have adequate financial means for providing them.

The difference between the three producer groups is minimal in terms of animal health and genetics, although it is greater in clusters 2 and 3, because they apply all the vaccines and use artificial insemination (Table 6). A possible explanation could be that successive free vaccination campaigns carried out by the Mexican Federal Government have been

Cuadro 7. Tecnologías adoptadas por clase y por cluster

Table 7. Technologies adopted by type and cluster

Type of technology	Cluster		
	1	2	3
Farm management and record keeping	1.3	1.1	1.0
Animal feeding	2.2	1.5	1.8
Pasture and range management	2.0	3.0	2.9
Cattle reproductive management	0.9	0.6	0.6
Other practices	0.6	0.2	0.3
Animal health	0.9	2.8	2.5
Total	7.9	9.1	9.0

Source: own calculations based on PROGAN data.

Otras variables que explican la escasa adopción son el bajo nivel de escolaridad y la edad avanzada de los ganaderos. El 65.6 % de los beneficiarios del PROGAN tenían más de 50 años y el 35.6 % más de 60 años. El 14.3 % de los beneficiarios no tenía ninguna escolaridad; el 28.4 % de uno a tres años; y el 32.5 % poseía una escolaridad de 4 a 6 años. Según el censo agropecuario de 2007, sólo el 55.3 % de los agricultores había concluido la primaria. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de otras investigaciones^(11,12,13).

El estudio permitió diferenciar a tres grandes grupos: 1) productores con ingresos altos, sin problemas de sobrepastoreo, con el mayor incremento en la cobertura vegetal, alto grado de adopción de tecnologías, y mejores índices de infraestructura y manejo del ganado y UPP; 2) productores con ingresos medios, con sobrepastoreo, limitado incremento en cobertura vegetal e indicadores productivos bajos, y 3) productores de bajos ingresos, con sobrepastoreo intenso y con los menores indicadores de productividad. El grupo con mayor ingreso es el que adoptó las tecnologías requeridas por el Programa, aunque en promedio ningún estrato cumplió cabalmente con las 10 obligatorias. Este grupo utiliza tecnologías enfocadas a la mejora y comercialización del ganado, en contraste con los de bajos ingresos que prefieren el control de plagas y enfermedades. El programa de

effective. Besides, it is normal for producers giving preference to animal and plant health, because their survival is imperative, before applying other productivity enhancing practices.

Grazing and range and pasture management technologies in addition to animal feeding practices were the more widely adopted technologies (Table 8) once the more basic production problems were taken care of. Therefore support provided by PROGAN is geared to these activities that are taken care of when enough financial resources are available. These results suggest that support should be different among levels of producers regarding income or groups of producers.

Other variables that help to explain low adoption rate are schooling and old age; 65.6 % of PROGAN participants were more than 50 yr old and 35.6 % of more than 60, 14.3 % had no schooling, 28.3 % between 1 and 3 yr and 32.6 % between 4 and 6. In accordance with the 2007 agriculture census, only 55.3 % of producers had completed elementary school. These results concur with findings in other studies^(11,12,13).

Three big groups of producers were found in the present study: i) high income producers, who do not overgraze their plots, showing the greatest increase in vegetation coverage, with a high adoption rate of new technologies and showing the best infrastructure and cattle

Cuadro 8. Principales tecnologías adoptadas por cluster

Table 8. Key technologies adopted in each cluster

1		2		3	
Technology	% producers	Technology	% producers	Technology	% producers
Mineral supplementation	70.3	Mineral supplementation	64.0	Weighing cattle for sale	49.2
Dip vat	54.1	Vaccination program	48.3	Water and soil holding works	45.8
Diagnosis of brucellosis	47.3	Dip vat	47.2	Protein supplementation	44.1
Deworming schedule	41.9	Deworming schedule	44.9	Weighing weaners	42.4
Water and soil holding works	41.9	Water and soil holding works	44.9	Mineral supplementation	42.4
Weed control (chemical, biological, mechanical)	31.1	Weighing cattle for sale	43.8	Pregnancy diagnosis	40.7

Source: own calculations based on PROGAN data.

fomento a la productividad ganadera PROGAN, contribuyó al proceso de adopción de tecnologías por parte de los ganaderos beneficiarios del Programa.

Se sugiere que el diseño del Programa se mejore para otorgar apoyos diferenciados por tipo de productor, incrementando el monto de apoyo a los productores con menor ingreso para elevar la adopción tecnológica por parte de los pequeños productores participantes y reducir la brecha tecnológica existente entre las unidades de producción ganadera del país.

LITERATURA CITADA

1. DOF. Diario Oficial de la Federación. Reglas de Operación del Programa de Estímulos a la Producción Ganadera (PROGAN). 17 de junio 2003.
2. Corro M. Factores que determinan la adopción de tecnologías en el área de reproducción en el ganado bovino. CEIEGT-UNAM. 2005.
3. SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México. 2006.
4. Rogers EM. Diffusion of innovations. Fifth ed. New Yor, USA: The Free Press; 2003.
5. Anderson JR. Agricultural advisory services. Background paper for the world development Report 2008. Agriculture and Rural Development Department. Washington, D.C. World Bank. 2007.
6. Monardes A, Cox P, Narea D, Laval E, Revoredo C. Evaluación de adopción de tecnología. Centro de Estudios para América Latina sobre Desarrollo Rural, Pobreza y Alimentación (CEDRA). Chile. 1993.
7. Mata B. Transferencia de tecnología en México: Críticas y propuestas. IICA-UACH-UNAM. México. 1997.
8. Muñoz-Rodríguez M, Altamirano-Cárdenas JR. Modelos de innovación en el sector agroalimentario mexicano. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 2008;5(2):185-211.
9. Matuschke I, Evaluating the impact of social networks in rural innovation systems. IFPRI. Discussion Paper 00816. Int Food Policy Res Inst. Washington, D.C. 2008.
10. Feder G, Anderson JR, Birner R, Deininger K. Promises and realities of community-based agricultural extension. IFPRI. Discussion Paper 00959. Int Food Policy Res Inst. Washington, D.C. 2010.
11. Chacón E. Programa de desempeño tecnológico en recursos alimentarios para la producción con rumiantes a pastoreo. III Foro de Cavilac. Caracas, Venezuela; 2005:1-3.
12. Damián HMA, Ramírez VB, Parra IF, Paredes SJA, Gil MA, Cruz LA, López OJ. Apropiación de tecnología por productores

management indices; ii) middle income producers, who overgraze their plots, showing a small increase in vegetation coverage and low productivity indices, too; and iii) low income producers, who seriously overgraze their plots, showing very low productivity indices. The first group adopted the number of technologies required by PROGAN, although on average no stratum met the goal of adopting the mandatory 10 new production technologies. The high income group applies technologies focused on cattle improvement and marketing, contrary to the pest and disease control technologies preferred by the lower income groups. The PROGAN livestock productivity enhancement program contributed to new technologies being adopted by cattle farmers who participate in it.

It is suggested in view of the findings of the present study that PROGAN be improved by providing differential support to cattle producers in accordance with type, increasing the amount handed out to small low income farmers so they can increase the adoption rate of new technologies and therefore diminishing the widening technological gap between the different types of cattle production units in the country.

End of english version

de maíz en el estado de Tlaxcala, México. Agr Téc Méx 2007;33(2):163-173.

13. McGinty MM, Swisher ME, Alavalapati J. Agroforestry adoption and maintenance: self-efficacy, attitudes and socio-economic factors. Agroforest Syst 2008;73:99-108.
14. Ward CE, Vestal MK, Doye DG, Lalman DL. Factors affecting adoption of cow-calf production practices in Oklahoma. JAAE 2008;40(3):851-863.
15. Kosarek JL, Garcia P, Morris ML. Factors explaining the diffusion of hybrid maize in Latin America and the Caribbean region. Agr Econ 2001;26:267-280.
16. Griliches Z. Hybrid corn: An exploration in the economics of technological change. Econometrica 1957;25(4):501-522.
17. Pérez LC. Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS. 1era. ed. Madrid, España: Pearson Educación; 2004.
18. Gómez OL. Visión del desarrollo rural en México en el siglo XXI: limitantes estratégicas y opciones de política. [en línea]. <http://www.iiec.unam.mx/sites/www.iiec.unam.mx/files/LGomezomOliver2do-premio-ernnest-feder2011.pdf>. Consultado 12 mar, 2012.