

# Uso de computadoras en la administración de la empresa agrícola: Estudio empírico del caso de Puerto Rico<sup>1</sup>

*Alexandra Gregory<sup>2</sup> y Gladys M. González<sup>3</sup>*

J. Agric. Univ. P.R. 92(3-4):215-224 (2008)

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar las variables que puedan predecir estadísticamente el uso de computadoras para propósitos administrativos en una empresa agrícola de Puerto Rico. Se obtuvieron datos transversales del año 2000 de una muestra de 439 fincas representando todas las regiones agrícolas, todos los tamaños de finca y fincas dedicadas a varios tipos de productos. La variable dependiente estudiada fue el uso de computadoras para propósitos administrativos de la empresa, mientras que las variables independientes fueron: edad y nivel de educación del empresario, tamaño total de la finca (área), uso de registros financieros, tenencia, y grupo de producto principal. En el análisis de regresión logística se encontró que las variables que pueden predecir el uso de computadoras como herramienta para la administración de la finca con un nivel de significancia de 5% son: edad y nivel de educación del empresario, tamaño de la finca, ingreso bruto del producto principal y el grupo de producto principal. El estudio mostró que los agricultores que más utilizan computadoras presentan un alto nivel de escolaridad y poseen fincas de mayor tamaño, tienen niveles de ingresos más altos y son más jóvenes. Además, el uso de computadoras depende del tipo de producto principal producido en la empresa agrícola. En el estudio se observó que las empresas de ornamentales y ganadería de leche utilizaron más la computadora que las fincas dedicadas a otros productos.

**Palabras clave:** uso de computadoras, regresión logística, administración de fincas

## ABSTRACT

**Computer use in farm management: Empirical study of Puerto Rico's agriculture**

The objective of the study was to determine the variables that can predict computer adoption for farm management practices in Puerto Rico. Cross-sectional data of the year 2000 were collected from a representative sample of 439 farmers from all agricultural regions, from farms of all sizes and dedicated to various principal commodities. Computer use for

<sup>1</sup>Manuscrito re-sometido a la Junta Editorial el 22 de enero de 2007.

<sup>2</sup>Instructora, Departamento de Economía Agrícola y Sociología Rural, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

<sup>3</sup>Catedrática, Departamento de Economía Agrícola y Sociología Rural.

farm management purposes was the dependent variable, whereas age and education level of farmers, farm size, farm record keeping, tenancy, principal commodity and farm gross income of the principal commodity were the independent variables. The logistic regression analysis indicated that the variables that can predict computer use for farm management at a 5% level of significance were age and educational level of farmers, farm size, gross income of the principal commodity and the principal commodity produced on the farm. The study showed that the agricultural business person who used computers had a higher level of education, a larger farm business, a higher gross income, and was younger. The type of principal commodity produced on the farm is a factor in computer use. Ornamental and dairy farms used the computer more often than other types of business.

**Key words:** computer use, logistic regression, farm management

## INTRODUCCIÓN

Una de las funciones fundamentales de un administrador es llevar registros los cuales ayudan a predecir y analizar la situación financiera de una empresa. La computadora es una herramienta útil para llevar los registros, ya que ayuda a que el trabajo administrativo sea más simple, manejable, rápido y eficiente. La adquisición de una computadora para la empresa con propósitos administrativos es una forma de adquirir nueva tecnología para reducir el riesgo por obsolescencia. Este riesgo ocurre cuando se desarrolla rápidamente nueva tecnología que muchas veces puede ocasionar que los métodos de producción se vuelvan obsoletos. La computadora no tan sólo puede ayudar a realizar los registros de forma rápida y eficiente, sino que indica con mayor rapidez dónde la empresa podrá tener problemas. Además, por medio del Internet, la computadora puede ayudar a crear y buscar nuevos mercados; facilitar la obtención de información sobre nuevos productos, precios de insumos, niveles de producción mundial y precios a nivel mundial; y mejorar el sistema de comunicación mediante el uso de correo electrónico o medios similares.

Dado que no se conoce el número ni las características de los agricultores que han adoptado esta tecnología, se realizó este estudio con el fin de tener un marco general de los agricultores que hacen uso de la computadora en Puerto Rico. Se incluyeron en el estudio características sociales, económicas, demográficas y administrativas que puedan predecir el uso de computadora.

Batte, Jones y Schnitkey (1990), Putler y Zilberman (1988), y Baker (1990, 1992) encontraron en sus respectivos estudios que el uso de la computadora aumenta según aumenta el tamaño de la finca, el agricultor es más joven, con un nivel de escolaridad alto, el

ingreso de la empresa es alto y dependiendo del tipo de empresa que administra.

### METODOLOGÍA

El estudio realizado usó datos transversales de los empresarios agrícolas de Puerto Rico. La población para estudio estuvo comprendida por todas las fincas agrícolas dedicadas a industrias pecuarias o cultivos, los cuales tuvieron alguna actividad (cultivar, cosechar, tener crianza de animales, producción o venta de algún producto agrícola) en el año natural 2000 en Puerto Rico. Se eximieron del estudio los productores de pollos parrilleros debido a que no son los productores de pollos parrilleros quienes llevan los registros sino las plantas elaboradoras. Se seleccionó una muestra representativa de la población (aproximadamente 20,000 agricultores de toda la Isla). Fundándose en la muestra para el estudio, se entrevistaron 439 agricultores escogidos de forma aleatoria (Cochran, 1977).

Se realizó una regresión múltiple utilizando el Modelo LOGIT o Logístico (Hosmer y Lemeshow, 1989). El modelo logístico se utilizó dado que la variable dependiente, uso de la computadora para propósitos administrativos de la finca, asume los valores "sí" o "no". El análisis de regresión tiene como propósito construir un modelo que incluya las variables que son estadísticamente significativas para predecir el uso de la computadora como una herramienta en la administración de la finca.

La forma general del modelo logístico múltiple con  $p$  variables independientes, se presenta a continuación:

$$\pi(x_p) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}$$

donde:

$$\text{Prob}(y = 1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}$$

Las variables incluidas en el modelo fueron las siguientes:

Variable	Nombre de la variable	Código	Descripción
Y	Uso de la computadora	1	Sí
		0	No
X1	Edad	1	Menos de 25 años
		2	25-34
		3	35-44
		4	45-54
		5	55-64
		6	Mayor de 65
X2	Tamaño de la finca	1	Menos de 10 cuerdas
		2	10-19
		3	20-49
		4	50-99
		5	100-174
		6	175-259
		7	260 o más
X3	Ingreso bruto	1	Menos de \$1,200
		2	\$1,200-2,499
		3	\$2,500-4,999
		4	\$5,000-7,499
		5	\$7,500-9,999
		6	\$10,000-19,999
		7	\$20,000-39,999
		8	\$40,000-59,999
		9	\$60,000 o más
X4	Uso de registros en la empresa agrícola	1	Sí
		0	No
D1	Nivel de educación, menos de escuela superior vs. grado universitario	-1	Grado universitario
		1	Menos de escuela superior
		0	Otro
D2	Nivel de educación, escuela superior vs. grado universitario	-1	Grado universitario
		1	Escuela superior
		0	Otro
D3	Nivel de educación, años universitarios vs. grado universitario	-1	Grado universitario
		1	Años universitarios
		0	Otro
De1	Producto principal, vaquería vs. hortalizas	-1	Hortalizas
		1	Vaquerías
		0	Otro
De2	Producto principal, farináceos vs. hortalizas	-1	Farináceos
		1	Vaquerías
		0	Otro

Variable	Nombre de la variable	Código	Descripción
De3	Producto principal, café vs. hortalizas	-1	Café
		1	Vaquerías
		0	Otro
De4	Producto principal, ornamentales vs. hortalizas	-1	Ornamentales
		1	Vaquerías
		0	Otro
De5	Producto principal, pecuarios vs. hortalizas	-1	Pecuarios
		1	Vaquerías
		0	Otro
De6	Producto principal, frutales vs. hortalizas	-1	Frutales
		1	Vaquerías
		0	Otro
Dt1	Tenencia, propietario vs. combinación de propietario y arrendatario		
Dt2	Tenencia, arrendatario vs. combinación de propietario y arrendatario		
Dt3	Tenencia, usufructuario vs. combinación de propietario y arrendatario		

El modelo contiene tres variables independientes cualitativas: nivel de educación, tenencia y grupo de producto principal producido en la finca, por lo que se incluyeron variables “dummy”. Si una variable cualitativa,  $x_j$  tiene  $k_j$  posibles valores entonces se deben incluir en el modelo  $k_j - 1$  variables “dummy”.

Las hipótesis nula ( $H_0$ ) y alterna ( $H_1$ ) establecidas para probar la significancia de los coeficientes fueron:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1: \text{Al menos una } \beta_p \neq 0$$

El estadístico de la prueba es  $D$ , se conoce como “deviance”, y juega el mismo papel que la suma de cuadrados residuales en la regresión lineal, además juega el papel central para la bondad de ajuste. La ecuación para calcular  $D$  se presenta a continuación:

$$D = -2 \sum_{i=1}^n y_i \ln \frac{\pi_i^*}{y_i} + (1 - y_i) \ln \frac{1 - \pi_i^*}{1 - y_i}$$

donde:

$$\pi_i^* = \pi^*(x_i) \text{ es el valor estimado de } \pi$$

Para propósitos de probar la significancia de las variables independientes, el valor de  $D$  se compara en modelos con y sin las variables independientes en la ecuación. El cambio en el estadístico  $D$ , con y sin las variables independientes en el modelo, se obtiene:

$$G = -2\{\sum[y_i \ln(\pi_i^*) + (1-y_i)(1-\ln(\pi_i^*))] - [n_1 \ln(n_1) + n_0 \ln(n_0) - n \ln(n)]\}$$

$$G = -2 [\text{LLF}(\text{UR}) - \text{LLF}(\text{R})]$$

El primer y segundo término de la ecuación corresponden al logaritmo de verosimilitud (“log likelihood”) restringida y no restringida. En la regresión logística el valor estadístico de  $G$  juega el mismo papel que la prueba de  $F$  en la regresión lineal, se conoce como la prueba de cociente de verosimilitud (“Likelihood Ratio”). Esta prueba se utiliza para probar la hipótesis y verificar si las variables en conjunto contribuyen en la explicación del modelo. La prueba consiste en obtener el valor de  $p$  asociado con  $P[\chi^2(v) > G]$ ,  $\chi^2 =$  variable chi-cuadrado con  $v$  grados de libertad. La regla de decisión será: si  $p < \alpha$ , siendo  $\alpha = 0.05$  se rechaza  $H_0$  (o se acepta  $H_1$ ) lo cual concluye que al menos uno o todos los coeficientes  $p$  son distintos de cero, lo que indica que las variables en conjunto influyen en el modelo.

Se realizaron pruebas de chi-cuadrado para determinar las variables que eran significativas en el modelo, lo que equivale a pruebas de  $t$  en la regresión lineal. Las pruebas de hipótesis fueron las siguientes, donde  $\beta_i$  representa el coeficiente para cada variable:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Se encontraron aquellas variables cuyos valores  $p$  sean menores de 0.05 ( $p < 0.05$ ). Luego se construyó un nuevo modelo utilizando sólo las variables significativas. Se calculó el estadístico  $G$  para ver si las variables en conjunto influyen en el modelo. Para comparar la significancia del nuevo modelo versus el modelo anterior se calcula la prueba de cociente de verosimilitud utilizando la fórmula 3.14 donde  $D$  es el del modelo sin las variables y con las variables bajo consideración.

$$G = D \text{ (modelo sin las variables)} - D \text{ (modelo con las variables)}$$

El rechazar la hipótesis nula en dicha prueba tiene una interpretación análoga a la de la regresión lineal múltiple, por el cual si  $p > \alpha$ ,

siendo  $\alpha = 0.05$ , se acepta la hipótesis nula y se concluye que el nuevo modelo, sin las variables no significativas, es tan bueno como el modelo con las variables.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A los efectos de determinar las variables que afectaron estadísticamente el uso o no uso de la computadora como herramienta para ayudar en la administración de la empresa agrícola se efectuó el análisis de regresión logística según discutido anteriormente. Se evaluaron tres modelos conteniendo siete variables dependientes (Cuadro 1). Se seleccionó el tercer modelo tomando en consideración la significancia de las variables y resultados de estudios previos.

CUADRO 1.—*Regresión logística, primer, segundo y tercer modelo.*

Variable	Primer Modelo		Segundo Modelo		Tercer Modelo		
	Coef.* <sup>1</sup>	Pr > Chi <sup>2</sup>	Coef.	Pr > Chi <sup>2</sup>	Coef.	Pr > Chi <sup>2</sup>	Odds Ratio
Intercepto	-4.32	< 0.0001	-3.97	<0.0001	-4.43	<0.0001	
De1	-0.94	0.0121	-0.90	0.0155	-1.00	0.00527	0.361
De2	0.12	0.7920	-0.07	0.8662	0.03	0.9472	1.008
De3	-0.55	0.2372	-0.50	0.2852	-0.22	0.6269	0.791
De4	1.09	0.0222	1.07	0.0248	1.16	0.0119	3.132
De5	-0.42	0.3244	-0.43	0.3138	-0.36	0.3868	0.684
De6	0.02	0.9760	0.05	0.9246	0.37	0.4610	1.416
D1	-0.74	0.0929	-0.79	0.0748	-0.83	0.0577	0.157
D2	-0.63	0.0356	-0.62	0.0374	-0.55	0.0620	0.208
D3	0.34	0.2700	0.35	0.2622	0.36	0.2405	0.516
Dt1	0.14	0.6571	0.14	0.6453	—	—	—
Dt2	-1.05	0.0187	-1.06	0.0168	—	—	—
Dt3	1.04	0.1164	1.01	0.1231	—	—	—
X1	-0.37	0.0166	-0.36	0.0194	-0.28	0.0514	0.753
X2	0.46	0.0002	0.48	0.0001	0.48	<0.0001	1.612
X3	0.23	0.0209	0.24	0.0149	0.25	0.0132	1.280
X4	0.61	0.2554	—	—	—	—	—
G1	16		15		12		
G	101.2042		99.8345		92.5613		
Valor de p	<0.0001		<0.0001		<0.0001		
logaritmo de verosimilitud	-124.5065		-125.191		-128.8275		
G			G(1vs.2) = 1.369 P[ $\chi^2(15)1.369$ ] = 1.00		G(2vs.3) = 7.273 P[ $\chi^2(12) >$ 7.273] = 0.8391		

\*<sup>1</sup>Coefficiente

*Primer Modelo*

El estadístico chi-cuadrado tuvo un valor de 101.20 y un valor de  $p$  menor de 0.0001. Utilizando como valor crítico  $\alpha = 5\%$  encontramos que el valor de  $p$  obtenido es menor al valor crítico, por lo que se concluye que las variables en conjunto influyen al modelo. Se puede observar que las variables  $X_3$  y  $X_5$  no son significativas; siendo  $X_3$  la variable con el valor de  $p$  mayor, se construyó otro modelo sin ésta.

*Segundo Modelo*

El estadístico chi-cuadrado tuvo un valor de 99.83 y un valor de  $p$  menor de 0.0001, menor al valor crítico, por lo que se concluye que las variables en conjunto influyen al modelo. Para determinar si el segundo modelo es tan bueno como el primero, se calculó  $G$ . Al ser el valor de  $p$  (1.00) mayor que el valor crítico (0.05) se concluyó que el segundo modelo es tan bueno como el primer modelo. En este modelo se puede observar que la variable  $X_5$  nuevamente no es significativa, por lo que se construyó un nuevo modelo sin incluir  $X_5$ .

*Tercer Modelo*

El estadístico chi-cuadrado tuvo un valor de 92.56 y un valor de  $p$  menor de 0.0001. A un valor crítico  $\alpha$  de cinco por ciento (5%) se obtuvo un valor de  $p$  menor al valor crítico por lo que se concluyó que las variables en conjunto influyen al modelo. Para determinar si el nuevo modelo es tan bueno como el segundo se calculó  $G$ . Al ser el valor de  $p$  (1.00) mayor que el valor crítico (0.05) se concluyó que el tercer modelo es tan bueno como el segundo modelo. Las variables que influyeron fueron: edad y nivel de educación del empresario, tamaño total de la finca, ingreso bruto de la empresa principal y la empresa principal. Contrario a la regresión lineal, la regresión logística utiliza el cociente de posibilidades ("odds ratio"), para medir la tasa de cambio. A continuación se presenta la interpretación de los "odds ratios" por variable independiente.

*Grupo de producto principal en la empresa agrícola*

La posibilidad ("odds") de uso de la computadora en las vaquerías disminuye un 64% en relación a las empresas que producen hortalizas, *ceteris paribus*. En las empresas de farináceos la posibilidad, de uso de la computadora aumenta en 1% en relación a las empresas que producen hortalizas, *ceteris paribus*. Para el caso de las empresas de café la posibilidad de uso de la computadora disminuye un 21% en relación a las empresas que producen hortalizas, *ceteris paribus*. La posibilidad

de uso de la computadora en las empresas de ornamentales es 3.13 veces mayor en relación a las empresas que producen hortalizas, *ceteris paribus*. En los productos pecuarios la posibilidad de uso de la computadora se reduce en un 32% en relación a las empresas que producen hortalizas, *ceteris paribus*. Para las empresas frutales la posibilidad de uso de la computadora aumenta un 42% en relación a las empresas que producen hortalizas, *ceteris paribus*.

#### *Nivel de educación*

La posibilidad de uso de computadora por empresarios agrícolas con un nivel de educación menor de escuela superior se reduce en un 84% en relación a los que tienen un grado universitario, *ceteris paribus*. En empresarios agrícolas con un nivel de educación de escuela superior la posibilidad de uso de computadora se reduce en un 79% en relación a los que tienen un grado universitario, *ceteris paribus*. Mientras que para los empresarios agrícolas que cuentan con años de estudios universitarios la posibilidad de uso de computadora se reduce en un 48% en relación a los que tiene un grado universitario, *ceteris paribus*.

#### *Edad*

Con cada aumento de una categoría de edad la posibilidad de uso de la computadora se reduce en un 25%, *ceteris paribus*.

#### *Tamaño total de la empresa agrícola*

Con cada aumento en una categoría de tamaño de la empresa agrícola la posibilidad de uso de computadora aumenta un 61%, *ceteris paribus*.

#### *Ingreso bruto*

Con cada aumento en un grupo de ingreso bruto del producto principal la posibilidad de uso de la computadora aumenta en un 28%, *ceteris paribus*.

### CONCLUSIÓN

Según los resultados de la regresión logística, las variables determinantes del uso de computadora como herramienta en la administración de la empresa agrícola fueron: edad y nivel de educación del empresario, tamaño de la empresa agrícola total (área), ingreso bruto del producto principal, y el producto principal de mayor ingreso en la empresa agrícola. Se encontró que las características de los agricultores que en

mayor grado utilizan computadoras son las siguientes: nivel de escolaridad es mayor, tamaño de finca mayor, nivel de ingresos mayor y son jóvenes. Además, el uso de la computadora depende del tipo de producto principal. Se determinó que se utilizó en mayor grado en las empresas de ornamentales y ganadería de leche.

Estos resultados coinciden con los de estudios previos realizados en los Estados Unidos, los cuales encontraron que las variables que influyen en el uso de la computadora como herramienta en la administración de las empresas agrícolas son: edad, nivel de educación, tipo de empresa y tamaño de la empresa.

#### LITERATURA CITADA

- Baker, G. A., 1990. Characteristics of computer usage and determinants of microcomputer success by agribusiness. *Agribusiness* 6(2):109-119.
- Baker, G. A., 1992. Computer adoption and use by New Mexico non farm agribusinesses. *Amer. J. Agr. Econ.* 74: 737-743.
- Batte, M. T., E. Jones y G. D. Schnitkey, 1990. Computer use by Ohio commercial farmers. *Amer. J. Agr. Econ.* 935-945.
- Cochran, W. G., 1977. Sampling Techniques. John Wiley & Sons Inc., New York, United States, 58 pp.
- Hosmer, D. W. y S. Lemeshow, 1989. Applied Logistic Regression. John Wiley & Sons, Inc., United States.
- Putler, D. S. y D. Zilberman, 1988. Computer use in agriculture: Evidence from Tulane County, California. *Amer. J. Agric. Econ* 70: 790-802.
- Thompson, S. y S. T. Sonka, 1997. Potential effects of information technologies on the economic performance of agricultural and food markets. *Amer. J. Agr. Econ.* 79:657-662.