

Índice de Potencialidad de Comercio: Una aplicación en la comercialización de maíz en Guatemala

Elena Esteve López

Departamento de Economía y Empresa

Universidad CEU-Cardenal Herrera

E-mail: estev.el@uch.ceu.es

Jorge Guardiola

Departamento de Economía Aplicada

Universidad de Granada

E-mail: jguardiola@ugr.es

Abstract

El cultivo y comercialización del maíz en Guatemala es una actividad muy extendida en el país, y de gran importancia para los ingresos y la seguridad alimentaria de los hogares más desfavorecidos. Recientemente, el auge de los biocombustibles ha afectado el precio internacional del maíz, de tal forma que se espera que la comercialización de este cultivo experimente un auge.

En este contexto, se estiman en este trabajo los factores (y las interacciones de éstos) que permiten a los hogares de dos regiones de Guatemala (Petén y Central) vender maíz en el mercado. Estas regiones se caracterizan por su capacidad de vender este cultivo, y los datos se sacan de la Encuesta de Condiciones de Vida del Banco Mundial. Para ello, utilizamos dos modelos probit, y las variables que explican la probabilidad de vender son elegidas a través de un conjunto de hipótesis y un análisis discriminante de su importancia. Posteriormente, se analiza la capacidad de vender maíz en las dos regiones a través de la realización propia de un índice de potencialidad de comercio. La expresión utilizada para estimar este índice viene determinada por la expresión:

$$IDPC = \frac{\sum_{i=1}^p a_i X_i}{\sum_{i=1}^p a_i} + \sum_{z=1}^q a_z X_z - \frac{\sum_{j=1}^r |a_j| X_j}{\sum_{j=1}^r |a_j|} - \sum_{s=1}^t a_s X_s$$

Con el índice de potencialidad del comercio del maíz podemos calificar a los hogares, y conjuntamente con el algoritmo de Kohonen nos permite delimitar aquellos que tienen posibilidades de comercio de los que no la tienen, y por lo tanto, realizar un análisis de predicción de comercio en el futuro con la revisión de las variables que afectan a dicho índice y por ende al comercio.

Cuando utilizamos las variables significativas conjuntas para las dos regiones obtenemos unos resultados que superan el 65% en la predicción, pero estos mejoran cuando hacemos el estudio de las mismas por separado, y el índice de potencialidad de comercio mejora en su predicción de los hogares no vendedores en Central, que es la

región más deprimida y en la predicción de los hogares vendedores en Petén, que es la región de mayor comercialización.

JEL Codes: C25, 013, Q12, R20.

Keywords:, modelo probit , comercialización de maíz, agricultura y desarrollo, índice de potencialidad de comercio, algoritmo de Kohonen

1. Introducción

Podemos encontrar alguna literatura sobre el desarrollo de la agricultura en Guatemala sobre la importancia de la misma en el crecimiento de la renta. Sin embargo, se presta poca atención al sector del maíz, el cual supone un alto porcentaje en la agricultura del país. Las claves de este estudio adquieren más importancia por dos circunstancias. La primera, la implementación de la CAFTA¹ la cual incentivó el incremento de las importaciones procedentes de Estados Unidos, reduciendo los precios locales y generando severas pérdidas a los vendedores de maíz de Guatemala (Portner, 2003). La segunda razón es la reciente utilización del maíz para producir bioetanol que puede afectar al sector local y la dirección de las importaciones.

Sabiendo esto, el objetivo de nuestro trabajo es estudiar las características que nos pueden ayudar a entender la naturaleza de la participación de los hogares rurales en el mercado de maíz. El conocimiento de la capacidad de las regiones para vender maíz complementa la información de participación de cada hogar. Así, utilizando la

¹ The Central American Free Trade Agreement (CAFTA) formada por Estados Unidos, Costa Rica; El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y la República Dominicana. Entró en vigor en Guatemala en el año 2006, llevando consigo la liberación del maíz y creando algunas oportunidades para los hogares rurales.

estimación de las características de comercio, en este trabajo se pretende determinar la competencia de cada región para vender maíz en los mercados locales.

Para desarrollar el apartado empírico de nuestro artículo se utilizan los datos obtenidos en la Encuesta de Condiciones de Vida (ENCOVI 2000), los cuales están suscritos por el Banco Mundial y el Instituto nacional de Estadística de Guatemala.

Nuestra pretensión en este trabajo es construir un índice de potencialidad de comercio (IDPC) para poder aplicarlo a las características de una región o a cada hogar en particular y poder predecir con cierta garantía si esa región u hogar es susceptible de realizar una actividad comercial. Para ello aplicamos varios modelos probit que nos ayudarán a encontrar las variables explicativas en cuanto a la probabilidad de participar en el mercado, y una vez desarrollado nuestro modelo utilizando estos datos obtendremos unos resultados que nos permitirán obtener unas conclusiones que podrían ayudar a los políticos y a las agencias internacionales para articular sus proyectos de desarrollo y ayuda a los vendedores de maíz.

2. Método de análisis, datos y región de estudio

Como hemos indicado en la introducción nuestra pretensión es construir un índice de potencialidad de comercio para poder aplicarlo a las características de una región o a cada hogar en particular y poder predecir con cierta garantía si esa región u hogar es susceptible de realizar una actividad comercial.

Una vez que tenemos las variables de nuestra encuesta, las sometemos a un modelo probit por dos motivos, primero para saber qué variables son significativas o explicativas de la variable realizar comercio, y la segunda porque este modelo nos

proporciona unas probabilidades marginales que nos facilita conocer cuanto de significativas son estas variables.

Tras muchas pruebas, el índice de potencial de comercio que queremos presentar es el siguiente:

$$\frac{\sum_{i=1}^p a_i X_i}{\sum_{i=1}^p a_i} + \sum_{z=1}^q a_z X_z - \frac{\sum_{j=1}^r |a_j| X_j}{\sum_{j=1}^r |a_j|} - \sum_{s=1}^t a_s X_s$$

Donde:

a_i , a_j son las probabilidades marginales de las variables no dicotómicas sometidas a estudio que son significativas para la realización del comercio según un modelo probit

Siendo $a_i > 0$, es decir, la variable incide positivamente en la posibilidad de comercio y

$a_j < 0$ lo que nos indica que la variable incide negativamente en el comercio.

a_z y a_s son las probabilidades marginales de las variables dicotómicas sometidas a estudio que son significativas para la realización del comercio según un modelo probit

Siendo $a_z > 0$, es decir, la variable incide positivamente en la posibilidad de comercio y

$a_s < 0$ lo que nos indica que la variable incide negativamente en el comercio.

X_i , X_j es el valor normalizado de las variables significativas obtenidas en el modelo probit al que han sido sometidas las variables, siendo $p+r=n$, donde n es el número de variables no dicotómicas significativas de nuestro modelo, $q+t=m$, siendo m el número de variables dicotómicas de nuestro modelo y $n+m$ nos dará el total de las variables significativas obtenidas en nuestro modelo probit .

El hecho de trabajar con el valor normalizado es para homogeneizar las variables ya que cada una de ellas puede medir informaciones diferentes, de esa manera, trabajamos con la importancia relativa de cada variable en cada uno de los hogares a estudiar y dividimos entre $\sum_{i=1}^p a_i$ y $\sum_{j=1}^r a_j$ para que el valor del índice quede lo más delimitado posible.

Para que esa medida permanezca en las variables dicotómicas no debemos dividirla entre el sumatorio de las probabilidades de las variables implicadas porque obtendríamos valores extremos 0 y 1 y le estaríamos dando una importancia superior a la que tienen en el índice de comercio a las variable dicotómicas.

Los valores máximos y mínimos que alcanzará el índice de potencialidad de comercio quedarán delimitados en el intervalo $[1 + \sum_{z=1}^q a_z X_z ; -1 - \sum_{s=1}^t a_s X_s]$, debe advertirse que la no existencia de variables dicotómicas delimitaría los valores del índice al intervalo $[1, -1]$.

Aplicar el IDPC a cada uno de los hogares nos da una serie que podemos denominar $\{U^{(n)}\}_{n \in N}$, sobre ella aplicaremos el algoritmo de Kohonen (1989) para poder determinar que valor del IDPC nos determina el corte entre los hogares que consideramos son susceptibles de comercializar sus bienes de los que no lo son. El algoritmo tiene la siguiente formulación:

$$\text{Fase competitiva} \quad \arg \min_{k=1 \dots m} |U^{(n+1)} - q_k^n|$$

$$\text{Fase cooperativa} \quad q_k^{n+1} = q_k^n - \varepsilon_{n+1} (q_k^n - U^{(n+1)})$$

Con lo que conseguimos dividir nuestra muestra en m segmentos y un vector como

$$q^n = q^{n+1} = \mathbf{q}^* = [q_1^*, q_2^*, \dots, q_m^*]' \text{ tal que}$$

$q_k^* \rightarrow$ valor representativo de la calificación del segmento k

En nuestro caso dividiremos la muestra en dos segmentos que representaran los que pueden vender y los que no pueden vender.

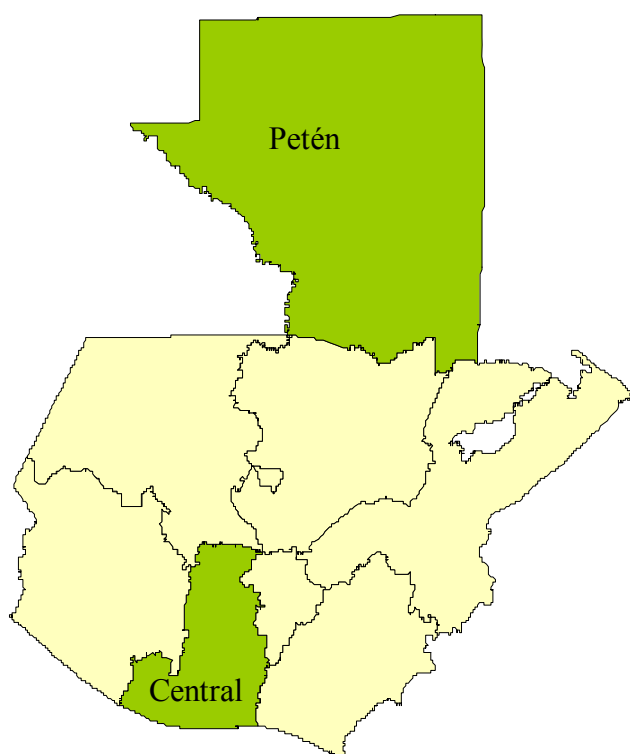
Trabajamos con una muestra de 539 hogares de dos regiones de Guatemala, estas regiones son Central y Petén, de los cuales sabemos que 284 venden y 255 no venden maíz. Lo que tratamos de estudiar es cuál es la proporción de acierto de nuestro índice de potencialidad de comercio.

3. Datos y región de estudio

Como se ha indicado con anterioridad los datos considerados para nuestro análisis proceden de ENCOVI 2000 y corresponden a las regiones de Petén y Central (mapa 1)

En estas regiones encontramos la mayor proporción de hogares dedicados a la comercialización de maíz: el 78,9% en Petén y el 38,3% en Central. Se han descartado otras áreas porque la proporción de hogares vendedores respecto al total de los hogares era demasiado pequeño. La filtración de los datos se ha realizado considerando solamente los hogares rurales que producen maíz. De todos estos hogares, hemos seleccionado aquellos que son pobres, según los datos de ENCOVI 2000 y aquellos que están en riesgo de situarse por debajo del umbral de la pobreza, según Tesliuc y Lindert (2002). Se eligen los hogares pobres para discriminar a los grandes terratenientes que habitan en estas regiones, de tal forma que los resultados de este estudio sirvan como marco para impulsar el desarrollo de los más desfavorecidos. Obteniendo así, una muestra de 539 de los cuales 210 pertenecen a la región de Petén y 329 a la de Central.

La región de Central tiene más riesgo de huracanes que Petén, mejores accesos a carreteras y tierras con menor calidad (PMA-MAGA, 2002). Siguiendo los datos de ENCOVI 2000, el número de hogares indígenas es mayor en Central (44,1%) que en Petén (24,5%).



Mapa 1: Localización de Central y Petén

4. Variables, hipótesis de trabajo y especificaciones econométricas

Las variables propuestas para los modelos son las siguientes:

vta = variable dependiente del modelo, que toma el valor 1 si el hogar participa en el mercado local de maíz, y el valor 0 en caso contrario.

thogar = número de personas que habitan en el hogar.

veces = número de cosechas de maíz obtenidas a lo largo del año anterior de haberse realizado la encuesta, siendo 1 el mínimo y 3 el máximo de cosechas posibles.

irrig = superficie disponible de tierra cultivada por el hogar que se encuentra en irrigación. La unidad de medida es manzanas.

maiz = superficie cultivada de maíz medida en manzanas.

indig = variable que toma el valor 1 si el cabeza de hogar es indígena y 0 en caso contrario.

sexo = sexo del cabeza de hogar. Esta variable toma el valor 1 si el cabeza de hogar es hombre y el valor 0 si el cabeza de hogar es mujer.

edad = edad del cabeza de hogar.

prest = toma el valor 1 si el hogar tuvo algún préstamo vigente en los últimos doce meses de recogerse la información. Por ello, es una variable indicadora del crédito recibido por el hogar.

jornal = toma el valor 1 si el hogar pagó a terceros para la realización de actividades agrícolas doce meses antes de recogerse la información, y 0 en caso contrario.

tiempo = tiempo dedicado por el hogar para trasladarse al mercado, medido en minutos.

educ = indica si el cabeza de hogar es capaz de leer y escribir. Toma el valor 1 en caso afirmativo y el valor 0 en caso contrario.

coop = si el hogar pertenece a una cooperativa, esta variable toma el valor 1, y en caso contrario toma el valor 0.

anim = número de animales disponibles en el hogar.

titulo = toma el valor 1 si el hogar tiene título de tierras y 0 en caso contrario.

La razón por la que se proponen cada una de las variables independientes en el modelo es consistente con las siguientes hipótesis de partida:

thogar = se espera que a mayor número de personas en el hogar, mayor apoyo recibirá el cabeza de hogar para las actividades productoras de maíz, por lo que en principio podría esperarse que esta variable tenga un signo positivo. Sin embargo, puede tener un signo negativo en el caso de que el elevado número de miembros del hogar suponga un

impedimento hacia las ventas de maíz, al tener el hogar mayores necesidades de consumo. Otra razón por la que esta variable pueda tener un signo negativo es debido a que al tener mayor número de hogares, las actividades agrícolas se deriven hacia otros productos más intensivos en mano de obra como los productos no tradicionales.

veces = se parte de la hipótesis de que, a mayor número de cosechas obtenidas con el cultivo de maíz, existirán más posibilidades de obtener un excedente, y por consiguiente la elección de participar en el mercado se ve favorecida.

irrig = mayor superficie de tierra irrigada podría fomentar por un lado la producción de maíz y la participación de los hogares en el mercado. Por otro lado, se espera que esta variable podría actuar de forma negativa en la decisión de vender maíz, ya que puede incentivar la producción de cultivos no tradicionales en el hogar.

maiz = se espera que cuanto mayor superficie dedicada al cultivo de maíz, la posibilidad de que el hogar participe en el mercado de maíz sea mayor.

indig = debido al carácter tradicional del maíz y al apego de la comunidad indígena al mismo, se espera que los hogares indígenas tengan mayor participación en el mercado de este producto cuando obtengan excedente. Por otro lado, debido al empobrecimiento de la comunidad indígena y el menor desarrollo humano de la misma, puede ocurrir que un hogar cuyo cabeza es indígena disminuya la probabilidad de comerciar maíz, ya que éste tienda más hacia la autosubsistencia.

sexo = el efecto de esta variable sobre el modelo es también ambiguo, ya que el liderazgo de la mujer en el hogar puede favorecer la participación en el mercado de maíz, ya que esta actividad tradicionalmente recae en la mujer (FAO-IPGRI, 2001). Sin embargo, puede ocurrir que la ausencia del hombre ocasione un exceso de trabajo de la mujer en el campo y en las tareas del hogar, disminuyendo así la probabilidad de que el hogar participe en el mercado.

edad = la edad del cabeza de hogar puede influir positivamente o negativamente en la probabilidad de vender maíz.

prest = haber recibido un préstamo crea un impulso en la decisión de participar en el mercado de maíz o un detrimento si el dinero se emplea en el cultivo de productos no tradicionales u otras actividades rurales no agrícolas.

jornal = se parte de la hipótesis de que disponer de trabajo asalariado en el hogar aumenta la probabilidad de que se participe en el mercado de maíz, al existir mayor fuerza de trabajo para la producción del mismo.

tiempo = se espera que mayor tiempo de desplazamiento al mercado influya negativamente en la decisión de vender maíz en el mismo.

educ = un nivel elevado en la educación del cabeza de hogar puede actuar negativamente en la decisión de vender maíz, ya que puede dedicarse a actividades que aporten más ingreso en el hogar.

coop = se espera que la pertenencia a una cooperativa por parte del hogar influya positivamente en su participación en el mercado.

anim = el número de animales disponibles puede tener una influencia positiva en la medida que estos animales contribuyan al transporte del maíz al mercado. Por otro lado, esta variable puede tener una influencia negativa, en la medida en que los hogares se dediquen a actividades pecuarias y éstas puedan actuar de sustituto de la comercialización de maíz.

titulo = se espera que la disponibilidad de un título de tierras aumente la probabilidad de participar en actividades de comercialización.

5. Resultados

Aunque sabemos que hay una gran diferencia entre las dos regiones optamos por realizar un primer estudio considerando todos los datos como si pertenecieran a la misma región y después elaboraremos el estudio separando ambas regiones y compararemos los resultados obtenidos.

En primer lugar aplicaremos un modelo probit que nos proporcionará las variables que son significativas para explicar la variable dependiente venta y nos indicará al mismo tiempo las probabilidades marginales de las variables significativas del modelo, que nos servirá para la aplicación del Índice de Potencialidad de Comercio.

Con los resultados obtenidos confeccionamos la siguiente tabla:

Estudio conjunto:

Variable significativa	Probabilidad marginal
Veces	0.47549813
Maiz	0.52555116
Irrig	0.06983252
Indig	-0.25444907
Tiempo	0.00079706
Anim	0.00509559
jornal	0.15924579

Hemos trabajado con una muestra de 539 hogares de dos regiones de Guatemala, estas regiones son Central y Petén, de los cuales sabemos que 284 venden y 255 no venden maíz. Lo que tratamos de estudiar es cuál es la proporción de acierto de nuestro índice de potencialidad de comercio.

Aplicamos el mismo y este nos proporciona unos valores o calificaciones asignadas a cada uno de los hogares. Las calificaciones obtenidas se encuentran en el intervalo $[-0.10710994; 0.94481572]$. Para saber cuál debe ser nuestra calificación de corte para designar si esta nos dice si el hogar tiene potencialidad de venta aplicamos el algoritmo de Kohonen mediante el programa informático Matlab y encontramos que la calificación a partir de la cual decidimos si el hogar debería vender o no es 0.122241. Sabido esto, obtenemos los siguientes resultados:

	Potencialidad de comercio positiva	Potencialidad de comercio negativa	total
Venden	181	103	284
No venden	86	169	255
total	267	272	539

Vemos que de los 284 hogares que venden, el índice predice que lo harán 181, lo que significa un acierto del 63.7%, por otro lado de los 255 que no venden el índice de potencialidad nos dice que no venden 169 lo que supone un acierto del 66,3%.

Vamos a detenernos en hacer un estudio de cada una de las regiones por separado.

De la región Central tenemos datos de 329 hogares de los que sabemos que 122 venden sus productos y 207 no realizan un comercio con los mismos. Sin embargo en la región de Peten de las 210 familias solo 48 no comercializan los productos cultivados y si lo hacen 162.

Por lo tanto comenzamos a pensar que nuestro índice de potencialidad de comercio debería ser más certero en encontrar familias comerciantes en Peten y que la probabilidad de encontrar familias que no comercian en la región de Central también debe acrecentarse.

Los resultados que obtenemos para la región de Central son los siguientes:

	Potencialidad de comercio positiva	Potencialidad de comercio negativa	total
Venden	62	60	122
No venden	48	159	207
total	110	219	329

En esta región tan pobre en comercialización de sus productos, donde el 62.91% de las familias producen para la subsistencia, el índice de potencialidad de comercio es capaz de detectar al 77% de los hogares que no van a realizar su comercio y tiene un acierto del 51% en los que consiguen vender.

Ahora vemos los resultados en la región de Peten donde comercializan sus productos más del 77% de la población y son los siguientes:

	Potencialidad de comercio positiva	Potencialidad de comercio negativa	total
Venden	119	43	162
No venden	36	12	48
total	155	55	210

Aquí el índice de comercio es capaz de detectar al 73% de los hogares que serían susceptibles de comerciar y lo llevan a efecto y el 66,7% de los que no lo son y no los venden.

Puesto que hay tanta diferencia entre las dos regiones en cuanto a la comercialización de sus productos, nos decidimos a realizar el estudio de las mismas por separado, esto es, con los datos de Central realizamos el modelo probit y curiosamente la única variable que sigue siendo relevante de manera inversa en la determinación de la realización del

comercio es la de ser indígena, tomando incluso más fuerza que antes, reflejando el total de las variables relevantes y su importancia en el modelo en la siguiente tabla:

Variable	Probabilidad marginal de Central
thogar	-0.07809
indig	-0.3799
Maiz x indig	0.45941
Maiz x anim	0.01058

Volvemos a aplicar el índice de potencialidad de comercio y las calificaciones de los hogares esta vez que dan delimitados entre los valores del intervalo $[-1.29544304; 0.13707563]$. Solo con mirar estos valores ya podemos ver que la potencialidad de comercio de estos hogares es baja. De nuevo, para poder delimitar la calificación de corte que nos permita realizar una predicción, aplicamos el algoritmo de Kohonen y obtenemos que este valor de corte es -0.584965 . Todas aquellas familias que superen esta calificación tendrán una mayores posibilidades de comercializar sus bienes, y el resultado que obtenemos es el siguiente:

	Potencialidad de comercio positiva	Potencialidad de comercio negativa	total
Venden	86	36	122
No venden	69	138	207
total	155	174	329

De la tabla se desprende que el porcentaje de acierto para las familias vendedoras es el 70,5%, y para las familias no vendedoras es del 66,7%.

Cuando aplicamos el modelo probit en los datos de Petén, obtenemos que las variables relevantes y sus probabilidades marginales las siguientes:

Variable	Probabilidad marginal de Petén
veces	0.05764
educ	-0.07959
titulo	0.04359
Maiz x educ	0.03454

Al aplicarle el índice de potencialidad de comercio obtenemos que las calificaciones están en el intervalo $[0.131456974; 0.71197724]$, lo que ya nos dice que la potencialidad de comercio es positiva y desde luego, mayor que la de Central. La calificación de corte para poder decidir que familias tienen posibilidad de venta de sus producto al aplicar el algoritmo de Kohonen es 0.339225, y con este dato obtenemos la siguiente tabla:

	Potencialidad de comercio positiva	Potencialidad de comercio negativa	total
Venden	121	41	162
No venden	20	28	48
total	141	59	329

Los porcentajes obtenidos son los siguientes: se predice correctamente el 74,7% de los hogares vendedores y el 58,33% de los no vendedores.

6. Conclusiones

Teniendo en cuenta el auge de los biocombustibles, la producción y comercialización de maíz es una actividad que debería ser tomada en cuenta por el gobierno de Guatemala y por las agencias internacionales.

Respecto a la producción, y con previsión a futuros proyectos que incrementen la oferta de maíz y apoyen a los vendedores del mismo, especialmente los más desfavorecidos, los modelos probit nos proporcionan resultados como son la relación entre el área cultivada de maíz y la educación de los hogares de Petén, y la relación entre la superficie cultivada y los hogares indígenas en Central, como características que favorecen la participación en el mercado, y encontramos variables que inciden negativamente como son la educación en Petén, que debe influir en que las personas se dediquen a otras tareas diferentes a la agricultura, y los hogares indígenas en Central.

Para obtener conclusiones en este trabajo es fundamental considerar las grandes diferencias existentes entre las dos regiones estudiadas y esto se refleja en la aplicación del Índice de Potencialidad de Comercio.

Cuando trabajamos con todos los datos de manera conjunta para las dos regiones, obtenemos mejores resultados cuando hacemos el estudio de las mismas por separado, y el índice de potencialidad de comercio mejora en su predicción de los hogares no vendedores en Central, que es la región más deprimida y en la predicción de los hogares vendedores en Petén, que es la región de mayor comercialización.

Esta primera impresión nos conduce a considerar y realizar el estudio para cada una de las regiones por separado mejorando sensiblemente el índice de acierto de hogares que realizan comercio en Petén (pasa del 73% al 74,7%) y se mejora de manera ostensible la predicción de los hogares que venden en Central (pasa del 51% al 70%)

De los resultados obtenidos creemos que el índice de potencialidad de comercio propuesto es un buen indicador que depende de la significatividad de las variables que lo configuran en el modelo a estudiar y podría mejorar si las variables significativas fueran continuas y no dicotómicas.

7. Bibliografía

BENAIN, M. FORT, J.C., y PAGES G., (1998). *Convergence of the one--dimensional Kohonen Algorithm*. Adv. Appl. Prob. 30, 850--869.

BORGHYS, D., YVINEC, Y., PERNEEL, C., PIZURICA, A. AND PHILIPS, W, 2005. Supervised feature-based classification of multi-channel SAR images. *Pattern Recognition Letters*, 27, 252-258.

DE JANVRY A., SADOULET E., AND DE ANDA G.G., 1995. NAFTA and Mexico's maize Producers. *World Development*, Volume 23(14), Number 8, pp. 1349-1362.

ECLAC, 2003. *Istmo centroamericano: Los retos de la sustentabilidad en granos básicos*. Ciudad de México: CEPAL.

FUENTES M.R., VAN ETEN J., ORTEGA A. Y VIVERO J. 2005. *Maíz para Guatemala. Propuesta para la reactivación de la cadena agroalimentaria del maíz blanco y amarillo*. FAO Guatemala: Ciudad de Guatemala.

GUARDIOLA, J., 2006. El impacto del Tratado de Libre Comercio CAFTA en la Seguridad Alimentaria de Guatemala. *PhD Thesis presented in ETEA – Universidad de Córdoba*, 13 november 2006.

HOSMER, D.W. AND LEMESHOW, S., 1989. *Applied logistic regression*. New York: John Wiley and Sons.

INE, 2003. *IV Censo Agropecuario*. Ciudad de Guatemala: INE.

KOHONEN, T., 1982. *Análisis of a simple self-organizing process*. Biol. Cybernet. 44, 135-140.

KOHONEN, T., 1989. *Self-Organization and Associative Memory*. 3rd. Spriger-Verlag.

PMA-MAGA, 2002. *Cartografía y análisis de la vulnerabilidad y la inseguridad alimentaria en Guatemala*. Ciudad de Guatemala: PMA-MAGA.

PNUD GUATEMALA, 2004. *Compendio estadístico 2004*. Ciudad de Guatemala: PNUD.

TESLIUC, E. D. AND LINDERT, K., 2002. *Vulnerability: A quantitative and qualitative assessment*. Background paper for Guatemala Poverty Assessment (GUAPA). Washington D.C.: World Bank.

VON BRAUN, J., HOTCHKISS D. AND IMMINK M., 1989. *Nontraditional export crops in Guatemala: Effects on production, income, and nutrition*. Research Report 73. Washington D.C.: IFPRI.

WORLD BANK, 2004. *Guatemala poverty assessment*. Washington D.C.: World Bank.