

## El valor de la producción agrícola y pecuaria en México: fuentes del crecimiento, 1980-2010\*

### Agricultural and livestock production value in Mexico: sources of growth, 1980-2010

José de Jesús Brambila-Paz<sup>1§</sup>, Miguel Ángel Martínez-Damían<sup>1</sup>, María Magdalena Rojas-Rojas<sup>1</sup> y Verónica Pérez-Cerecedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados- Economía. Carretera México- Texcoco km 36.5. 56230. Montecillo, Estado de México, México. Tel: 5959520200, 1838. (jbrambilaa@colpos.mx; angel01@colpos.mx; mrojasr@colpos.mx; verónica\_cerecedo@hotmail.com). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: jbrambilaa@colpos.mx.

#### Resumen

La ley de Engel señala que en la medida que aumenta el ingreso familiar se demanda más servicios en los alimentos. Si continua aumentando el ingreso, la familia estabiliza su consumo de alimentos y cada vez destina una proporción menor del ingreso a alimentos. Cuando las familias satisfacen sus necesidades de alimentos, el mercado de éstos crece al ritmo de la población, o se exporta. Ante esto las unidades de producción agropecuarias compiten por ganar mercado y expanden su producción mediante un crecimiento extensivo: más superficie cultivada y más cabezas de ganado; un crecimiento intensivo: más rendimiento por hectárea y más productividad por animal, y un cambio de producción: producir más de lo que más vale. El objetivo de esta investigación es medir y mostrar que el sector agropecuario mexicano de 1980-2010 ha transitado de una agricultura basada en cereales a una cuyos ejes dinámicos son la producción de carne, huevo, leche, hortalizas y frutas. Se determinaron tasas discretas en el periodo de análisis de los productos agrícolas para medir el crecimiento del ingreso real, superficie, rendimiento, el efecto composición y los precios. Para productos ganaderos se calcularon tasas discretas para el ingreso real, el inventario, la productividad animal y el impacto de los precios. Los resultados señalan que los productos con mayor crecimiento en producción son los de tendencia positiva en su ingreso real y menor riesgo, por el contrario granos, forrajes y productos industriales resultaron con mayor volatilidad.

#### Abstract

Engel's Law states that as household income increases, food demand increases accordingly. If income continues to rise, family food consumption stabilizes and an increasingly smaller proportion of income is devoted to food. When families meet their food needs, food market grows with the population, or food is exported. At this point, agricultural production units compete for market and expand their production through extensive growth: more acreage and livestock; intensive growth: higher yield per hectare and productivity per animal, and a production shift: produce more than it is worth. This research aimed to measure and show that from 1980-2010 Mexican agricultural sector has shifted from a cereal-based agriculture to one essentially based on meat, eggs, milk, vegetables and fruits production. Discrete rates were determined in the period of analysis of agricultural products to measure real income growth, area, performance, composition and price effect. For livestock products, discrete rates for real income, inventory, animal productivity and price impact were calculated. Results indicate that products with higher production growth are those with a positive trend in real income and lower risk, however grains, fodder and industrial products exhibited higher volatility.

**Keywords:** growth rates, agricultural products, prices.

\* Recibido: mayo de 2013  
Aceptado: enero de 2014

**Palabras clave:** tasas de crecimiento, productos agropecuarios, precios.

## Introducción

Las familias de bajos ingresos basan su consumo de alimentos en cereales, cuando el ingreso sube lo suficiente demandan más productos como carne, huevo, leche, hortalizas y frutas. En la medida que sigue aumentando el ingreso se demanda más servicios en los alimentos. Si continua aumentando el ingreso, la familia estabiliza su consumo y destina una proporción menor del ingreso a los alimentos. Esto se conoce como la Ley de Ernest Engel (Samuelson, 1972). El mismo efecto que tiene el aumento del ingreso familiar en la demanda de alimentos, se da cuando los precios de los productos agropecuarios bajan en relación al resto de los bienes y servicios, incluido el salario, Tomek and Robinson (1990). Las unidades de producción agropecuarias tienen que compensar esa baja de precios aumentando su volumen de producción, las que no lo logran tienen que buscar otras opciones como emigrar a las ciudades, o bien, cambiar de sector (Escalante y Catalán, 2008).

El objetivo del presente trabajo es medir y mostrar que el sector agropecuario mexicano de 1980-2010 ha transitado de una agricultura basada en cereales a una cuyos ejes dinámicos son la producción de carne, huevo, leche, hortalizas y frutas. Esto debido no al mayor ingreso familiar sino a la baja relativa de precios de los productos agropecuarios. El volumen de producción agropecuario se explica por su crecimiento extensivo, crecimiento intensivo y por el cambio de estructura de producción. Dado que el ingreso real del productor agropecuario depende del precio y de la cantidad producida y que ambos son volátiles durante el periodo de análisis, entonces se mide la tendencia del ingreso y su riesgo (volatilidad) para mostrar que productos tienen mejor situación con respecto a ellos, Ross, *et al.* (2005). También es objetivo de este trabajo medir y mostrar que el ingreso real per cápita en el sector agropecuario explica, por lo menos en parte, la disminución de la población económicamente activa en el sector.

Las hipótesis planteadas para el estudio son: 1) el volumen de producción agropecuaria en México aumentó de 1980-1982 a 2008-2010 por encima del crecimiento de la población; 2) el cambio en la estructura de la producción se debió más a la baja de precios reales agropecuarios que al aumento real del ingreso familiar de 1980-2010; 3) los productos que tienen

## Introduction

The low-income families' basic food is cereal, when income rises sufficiently more products like meat, eggs, milk, vegetables and fruits are demanded. As income increases so does food demands. If income continues raising, consumption stabilizes and families spend a smaller income proportion on food. This is known as the Ernest Engel's Law (Samuelson, 1972). The same effect of raising income on food demand, appears when agricultural products prices fall relative to other goods and services, including wages, Tomek and Robinson (1990). Agricultural production units compensate lower prices by increasing production volume, not succeeding implies options like migration to cities or changing sectors (Escalante and Catalán, 2008).

This study aims to measure and prove that from 1980-2010 Mexican agricultural sector has shifted from a cereal-based agriculture to one based on meat, eggs, milk, vegetables and fruits production. This is not due to higher family income but for the relatively low prices of agricultural commodities. The volume of agricultural production is explained by its extensive growth, intensive growth and the shift on production structure. Since the real income of agricultural producers depends on the price and the quantity produced and both are volatile during the analysis period, then the income trend and its risk (volatility) are measured to demonstrate that products are better off with respect to them, Ross, *et al.* (2005). Another objective in this study was to measure and show that real *per capita* income in the agricultural sector explains, at least partially, labor force decline in the sector.

The hypotheses for the study are: 1) the volume of agricultural production in Mexico increased from 1980-1982 to 2008-2010 over the population growth; 2) the shift in production structure was due more to lower real agricultural prices than the actual increase in family income from 1980-2010; 3) products with positive growth rate in real income are those with production growth based on intensive strategy and achieved low price offset; 4) agricultural products with real income negative growth are those with production growth based on extensive strategy and will not attain low price offset; 5) lower risk products should be those with best real income growth rates; and 6) rural *per capita* real income fall is an explanation for economically active population decline in this sector.

tasa de crecimiento positivo en su ingreso real son aquellos que basan su crecimiento de la producción en una estrategia intensiva y lograrán contrarrestar la baja de precio; 4) los productos agropecuarios con tasa de crecimiento negativa en su ingreso real son aquellos que basan su crecimiento de la producción en una estrategia extensiva y no lograrán contrarrestar su baja de precios; 5) los productos de menor riesgo deben ser los que tienen las mejores tasas de crecimiento en su ingreso real; y 6) la baja en el ingreso real rural per cápita es una explicación a la baja en la población económicamente activa del sector.

## Materiales y métodos

El crecimiento del volumen de producción agropecuaria se mide de la manera siguiente (Macías, 2010; Cruz *et al.*, 2012):

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}Q_{i0}} = 1 + \alpha \quad (1)$$

Donde:  $P_{i0}$  es el  $i$ -ésimo precio medido al productor agropecuario en pesos reales,  $Q_{it}$  la  $i$ -ésima cantidad producida en toneladas en el año  $t$ ,  $n$  el número de productos,  $\alpha$  la tasa de crecimiento discreta, el subíndice 0 es el año base (1980-1982) y el subíndice  $t$  el año final (2008-2010). El crecimiento del volumen de la producción comparado con el crecimiento de la población se obtiene de la manera siguiente:  $\frac{1+\alpha}{1+k} = 1 + \lambda$ , donde  $k$  es la tasa discreta del crecimiento de la población y  $\lambda$  es la tasa discreta del volumen de la producción per cápita. Si  $\lambda$  es positiva es indicador de que la producción crece más que la población en el periodo analizado. Expresando volumen producido como superficie por rendimiento, el crecimiento del volumen de la producción agrícola y ganadera se pueden descomponer de la manera siguiente:

a) Para la agricultura:

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} = \frac{\sum S_{it}}{\sum S_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}}{\sum S_{i0}} = 1 + \alpha \quad (2)$$

Donde:  $P_{i0}$  es el  $i$ -ésimo precio al productor en el periodo cero (1980-1982), en pesos,  $S_{ik}$  la superficie cosechada en hectáreas y  $R_{ik}$  el rendimiento por hectárea en toneladas, con  $k=0$ ,  $t$  indicando año base y final,  $\alpha$  es la tasa de crecimiento discreta del volumen de la producción para todo el periodo

## Materials and methods

The volume growth in agricultural production is measured as follows (Macías, 2010; Cruz *et al.*, 2012):

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}Q_{i0}} = 1 + \alpha \quad (1)$$

Where:  $P_{i0}$  is the  $i$ th price measured from the agricultural producer in real pesos,  $Q_{it}$  the  $i$ th quantity produced in tons per year  $t$ ,  $n$  is the number of products,  $\alpha$  discrete growth rate, subscript 0 is the base year (1980-1982) and subscript  $t$  the final year (2008-2010). Production volume growth compared to population growth is obtained as follows:  $\frac{1+\alpha}{1+k} = 1 + \lambda$ , where  $k$  is population growth discrete rate and  $\lambda$  is the *per capita* production volume discrete rate. Positive  $\lambda$  indicates production is growing faster than population in the period. Expressing produced volume as surface multiplied by yield, volume growth of agricultural and livestock production can be decomposed as follows:

a) For agriculture:

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} = \frac{\sum S_{it}}{\sum S_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}}{\sum S_{i0}} = 1 + \alpha \quad (2)$$

Where:  $P_{i0}$  is the  $i$ th price to producer at zero period (1980-1982), in pesos,  $S_{ik}$  the harvested area in hectares and  $R_{ik}$  yield per hectare in tons, with  $k = 0$ ,  $t$  indicating base and final year,  $\alpha$  production volume discrete growth rate for the entire 1980-1982 to 2008-2010 period. The first component of expression (2) indicates growth due to surface  $\frac{\sum S_{it}}{\sum S_{i0}} = 1 + \phi$  where  $\phi$  is extensive discrete growth rate of planted surface for the entire period from 1980-1982 to 2008-2010, the surface effect. The second component in the expression (2) indicates growth by yield because:

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} = 1 + \theta \quad (3)$$

Where:  $\theta$  is yield discrete growth rate for the entire period from 1980-1982 to 2008-2010, the yield effect. The third component of equation (2) indicates growth due to structural shift:

de 1980-1982 a 2008-2010. El primer componente de la expresión (2) indica el crecimiento debido a superficie  $\frac{\sum_{i=1}^n S_{it}}{\sum_{i=1}^n S_{i0}} = 1 + \phi$  donde  $\phi$  es la tasa de crecimiento discreta extensiva de la superficie sembrada para todo el periodo de 1980-1982 a 2008-2010, el efecto superficie. El segundo componente de la expresión (2) indica el crecimiento debido a rendimiento:

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} S_{it} R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} S_{i0} R_{i0}} = 1 + \theta \quad (3)$$

Donde:  $\theta$  es la tasa de crecimiento discreta del rendimiento para todo el periodo de 1980-1982 a 2008-2010, el efecto rendimiento. El tercer componente de la ecuación (2) indica el crecimiento debido al cambio de estructura:

$$\frac{\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} S_{it} R_{i0}}{\sum_{i=1}^n S_{it}}}{\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} S_{i0} R_{i0}}{\sum_{i=1}^n S_{i0}}} = 1 + \psi$$

Donde:  $\psi$  es la tasa de crecimiento discreta del de estructura para todo el periodo de 1980-1982 a 2008-2010, el efecto composición.

b) De manera análoga, para la ganadería:

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{i0}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{it} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} \quad (4)$$

Donde:  $I_{i0}$  es el  $i$ -ésimo inventario en número de cabezas de ganado en el año cero (1980-1982),  $Q_{it}$  es la cantidad de volumen de producción en toneladas en el año  $t$  y  $\frac{Q}{I} = \ell$  nivel de tecnología.

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{i0}} = 1 + w \quad (5)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} = 1 + v \quad (6)$$

Donde:  $1 + v$  es la tasa de crecimiento discreta extensivo del inventario ganadero.

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{it} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} = 1 + x \quad (7)$$

Donde:  $1 + x$ , es la tasa de crecimiento discreta intensiva productividad animal.

$$\frac{\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} S_{it} R_{i0}}{\sum_{i=1}^n S_{it}}}{\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} S_{i0} R_{i0}}{\sum_{i=1}^n S_{i0}}} = 1 + \psi$$

Where  $\psi$  is the structural shift discrete growth rate for the entire period from 1980-1982 to 2008-2010, the composition effect.

b) Similarly, for livestock:

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{i0}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{it} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} \quad (4)$$

Where:  $I_{i0}$  is the  $i$ th cattle number inventory in year zero (1980-1982),  $Q_{it}$  is production volume quantity in tons in year  $t$  and  $t$  and  $\frac{Q}{I} = \ell$  technology level

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{i0}} = 1 + w \quad (5)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} = 1 + v \quad (6)$$

Where:  $1 + v$  means extensive discrete growth rate of livestock inventory.

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{it} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} = 1 + x \quad (7)$$

Where:  $1 + x$ , represents intensive discrete growth rate of animal productivity.

The real production income is obtained by deflating prices of agricultural products by the National Consumer Price Index (CPI), based on the second half of December 2010. From the calculations purchasing power is obtained in terms of consumer, from the agricultural production value, Martínez and González (2001). Price and real income are obtained as follows:  $\frac{P_{it}}{1 + \pi} = P_{ir}$ , the actual product price in pesos.

$\frac{P_{it}}{1 + \pi} = P_{ir}$ ;  $\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} Q_{i0}} = 1 + \gamma$ , means real income discrete growth rate, where  $1 + \pi$  is the CPI growth rate. Thus, agriculture and livestock real income growth can be represented as follows:

a) for agriculture;

El ingreso real de la producción se obtiene deflactando los precios de los productos agropecuarios entre el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), base segunda quincena de diciembre de 2010. Al realizar los cálculos se obtienen el poder adquisitivo en términos del consumidor, del valor de la producción agropecuaria, Martínez y González (2001). El precio y el ingreso real se obtienen de la manera siguiente:  $\frac{P_{it}}{1+n} = P_{ir}$ , que es el precio real de los productos en pesos.  $\frac{P_{it}}{1+\pi} = P_{ir}$ ;  $\frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}R_{i0}} = 1 + \gamma$ , es la tasa de crecimiento discreta del ingreso real, donde  $1 + \pi$  es la tasa de crecimiento del INPC. Así, el crecimiento del ingreso real de la agricultura y la ganadería se puede representar de la manera siguiente:

a) para la agricultura;

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{ir}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} = \frac{S_t}{S_0} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{S_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}} \quad (8)$$

Donde:  $1 + \varepsilon$  es el cuarto componente de la ecuación (8) y es la tasa discreta del crecimiento de los precios reales.

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{ir}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} = 1 + \varepsilon \quad (9)$$

La ecuación (1) para la agricultura es similar a la expresión (8), únicamente se agrega el impacto de los precios. Así, la ecuación (8) se reescribe y queda como ecuación (10) y en tasas continuas, ecuación (11):

$$(1 + \gamma) = (1 + \varphi)(1 + \theta)(1 + \psi)(1 + \varepsilon) \quad (10)$$

$$\hat{\gamma} = \hat{\phi} + \hat{\theta} + \hat{\psi} + \hat{\varepsilon} \quad (11)$$

Donde:  $\hat{\gamma}$ ,  $\hat{\phi}$ ,  $\hat{\theta}$ ,  $\hat{\psi}$ ,  $\hat{\varepsilon}$  son las tasas continuas del crecimiento del ingreso real, la superficie, el rendimiento por hectárea, el cambio de estructura y el cambio de los precios reales (o relativos).

b) Para la ganadería, la ecuación (4) se reescribe y queda la ecuación (12), en tasas discretas ecuación (13) y en tasas de crecimiento continua queda la ecuación (14).

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{ir}Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}Q_{i0}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{it} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{ir}Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}Q_{i0}} \quad (12)$$

$$(1 + \eta) = (1 + \nu)(1 + x)(1 + o) \quad (13)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{ir}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} = \frac{S_t}{S_0} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{S_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{it}R_{it}} \quad (8)$$

Where  $1 + \varepsilon$  is the fourth component in equation (8), the real price discrete growth rate.

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{ir}S_{it}R_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}S_{i0}R_{i0}} = 1 + \varepsilon \quad (9)$$

Equation (1) for agriculture is similar to expression (8), only price impact is added. Thus, equation (8) is rewritten as equation (10) and in continuous rates, equation (11):

$$(1 + \gamma) = (1 + \varphi)(1 + \theta)(1 + \psi)(1 + \varepsilon) \quad (10)$$

$$\hat{\gamma} = \hat{\phi} + \hat{\theta} + \hat{\psi} + \hat{\varepsilon} \quad (11)$$

Where:  $\hat{\gamma}$ ,  $\hat{\phi}$ ,  $\hat{\theta}$ ,  $\hat{\psi}$ ,  $\hat{\varepsilon}$  are real income continuous growth rates, area, yield per hectare, structural shift and real (or relative) prices shift.

b) For livestock, equation (4) is rewritten as equation (12), in discrete rates is equation (13) and in continuous growth rates is equation (14).

$$\frac{\sum_{i=1}^n P_{ir}Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}Q_{i0}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{it} I_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \ell_{i0} I_{i0}} * \frac{\sum_{i=1}^n P_{ir}Q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0}Q_{i0}} \quad (12)$$

$$(1 + \eta) = (1 + \nu)(1 + x)(1 + o) \quad (13)$$

$$\hat{\eta} = \hat{\nu} + \hat{x} + \hat{o} \quad (14)$$

Where:  $\eta$  is real income discrete growth rate of livestock,  $\nu$  is the discrete growth rate of cattle inventory,  $x$  is the discrete growth rate of animal productivity and  $o$  is price impact. The agricultural sector grows as its real income grows, *i.e.* if  $\hat{\gamma}$  and  $\hat{\eta}$  are positive. If real prices fall  $\hat{\varepsilon} < 0$ , it is expected that extensive plus intensive growth and structural shift offset the prices fall. That is, one would expect that  $\hat{\phi}$ ,  $\hat{\theta}$ ,  $\hat{\psi}$ ,  $\hat{\varepsilon} > 0$ , when  $\hat{\varepsilon} < 0$  and  $\hat{\nu} + \hat{x} + \hat{o} > 0$ , when  $\hat{o} < 0$ .

Price volatility is the traditional indicator to measure risk Díaz (2006), Martínez and Díaz (2005) and Ross *et al.* (2005) to homogenize data the standard deviation of the real income continuous turnover rate should be used. In agriculture risks are both real price



$$\hat{\eta} = \hat{\nu} + \hat{x} + \hat{o} \quad (14)$$

Donde:  $\eta$  es la tasa de crecimiento discreta del ingreso real de la ganadería,  $\nu$  es la tasa de crecimiento discreta del inventario ganadero,  $x$  es la tasa de crecimiento discreta de la productividad del animal y  $o$  es el impacto de los precios. El crecimiento del sector agropecuario se da si su ingreso real crece, esto es si  $\hat{\nu}$  y  $\hat{\eta}$  son positivos. En el caso de que los precios reales bajen  $\hat{\varepsilon} < 0$ , es de esperarse que el crecimiento extensivo e intensivo, así como el cambio de estructura compense la baja de los precios. Esto es, se esperaría que  $\hat{\phi}$ ,  $\hat{\theta}$ ,  $\hat{\psi}$ ,  $\hat{\varepsilon} > 0$ , cuando  $\hat{\varepsilon} < 0$  y  $\hat{\nu} + \hat{x} + \hat{o} > 0$ , cuando  $\hat{o} < 0$ .

La volatilidad de precios es el indicador tradicional para medir el riesgo, Díaz (2006); Martínez y Díaz (2005) y Ross *et al.* (2005) para homogeneizar los datos es conveniente usar la desviación estándar de la tasa continua de movimiento de los ingresos reales. En el caso agropecuario el riesgo no solo es por la volatilidad del precio real, sino también por la volatilidad de la cantidad producida. La variable más adecuada para medir rentabilidad y riesgo es el ingreso real.

El periodo de análisis corresponde de 1980 a 2010. Se seleccionaron 35 productos agrícolas y se dividieron en 5 grupos: granos (maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y arroz (*Oryza sativa*), frutas (aguacate (*Persea americana*), plátano (*Musa sapientum*), limón (*Citrus limon*), naranja (*Citrus sinensis*), mango (*Mangifera indica*), uva (*Vitis vinifera*), fresa (*Fragaria vesca* L.), manzana (*Pyrus malus* L.), melón (*Cucumis melo*), papaya (*Carica papaya*), piña (*Ananas Comosus*) y sandía (*Citrullus lanatus*), forrajes (sorgo (*Sorghum bicolor* L.), alfalfa (*Medicago sativa*), maíz forrajero (*Zea mays*), avena forrajera (*Avena sativa*) y sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*). Hortalizas (jitomate (*Solanum lycopersicum*), chile verde (*Capsicum annuum*), papa (*Solanum tuberosum*), cebolla (*Allium fistulosum*), calabacita (*Cucurbita pepo* L.), nopalitos (*Opuntia brasiliensis*), tomate (*Physalis ixocarpa*) e industriales (caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), café (*Coffea arabica* L.), algodón (*Gossypium herbaceum*), cártamo (*Carthamus Tinctorius* L.), agave (*Agave tequilana*), cebada (*Hordeum vulgare*), nuez (*Juglans regia*). En el caso de la ganadería se seleccionaron los 5 productos: pollo, carne bovino, carne porcina, huevo y leche. La cantidad de producción ganadera se refiere a pollo, carne de puerco, carne de bovino, huevo y leche, el hato ganadero se refiere al número de pollos de engorda, cerdos, bovinos, aves ponedoras y vacas lecheras. Los datos estadísticos provienen del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON,

volatility and production volume volatility. The most appropriate variable for measuring return and risk is real income.

The analysis period is 1980-2010. Overall 35 agricultural products were selected and divided into 5 groups: grains (maize (*Zea mays*), wheat (*Triticum aestivum*), beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and rice (*Oryza sativa*), fruits (avocado (*Persea americana*), banana (*Musa sapientum*), lemon (*Citrus limon*), orange (*Citrus sinensis*), mango (*Mangifera indica*), grape (*Vitis vinifera*), strawberry (*Fragaria vesca* L.), apple (*Pyrus malus* L.), melon (*Cucumis melo*) papaya (*Carica papaya*), pineapple (*Ananas comosus*) and watermelon (*Citrullus lanatus*), fodder (sorghum (*Sorghum bicolor* L.), alfalfa (*Medicago sativa*), forage maize (*Zea mays*), forage oats (*Avena sativa*) and forage sorghum (*Sorghum vulgare*). Vegetables (tomato (*Solanum lycopersicum*), green pepper (*Capsicum annuum*), potato (*Solanum tuberosum*), onion (*Allium fistulosum*), squash (*Cucurbita pepo* L.), cactus (*Opuntia brasiliensis*), tomato (*Physalis ixocarpa*) and industrial products (sugar cane (*Saccharum officinarum* L.), coffee (*Coffea arabica* L.), cotton (*Gossypium herbaceum*), safflower (*Carthamus tinctorius* L.), agave (*Agave tequilana*), barley (*Hordeum vulgare*), walnut (*Juglans regia*). Five livestock commodities were selected: chicken, beef meat, pork, egg and milk. Livestock production volume refers to chicken, pork, beef, eggs and milk, the herd is the number of broilers, pigs, cattle, laying hens and dairy cows. Statistics are from the Agricultural Information System Consultation (SIACON, 2011), the National Consumer Price Index (CPI) and the economically active population (EAP) the primary sector comes from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI). Growth rates were obtained by comparing the averages of 1980-1982 and 2008-2010. Results are expressed in constant growth rates, unless when explicitly stated that rates are discrete.

## Results and discussion

Agricultural production in Mexico over the study period reflects the shift from carbohydrate fillers to animal protein, fruits and vegetables. Tables 1 and 3 display results for 1980-2010 and in parenthesis results for 2001-2010. The latter term is highlighted since agricultural products price have increased in Mexico and worldwide.

2011), el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) y la población económicamente activa (PEA) sector primario proviene del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Las tasas de crecimiento se obtuvieron al comparar los promedios de 1980-1982 y de 2008-2010. Los resultados están expresados en tasas continuas de crecimiento, esto a menos que se indique explícitamente que son tasas discretas.

## Resultados y discusión

En el caso de México la producción agropecuaria en el periodo de estudio refleja el cambio de carbohidratos llenadores a proteína animal, frutas y hortalizas. En los Cuadros 1 y 3 están los resultados para el periodo 1980-2010 y en paréntesis los de 2001-2010. Este último periodo se resalta porque los precios de los productos agropecuarios han subido en México y a nivel mundial. El análisis de resultados se hace a 30 años (1980-2010), porque se trata de resaltar la transición de una agricultura basada en granos y productos industriales a una agricultura y ganadería basada en la producción de proteína animal, hortalizas y frutas.

Result analysis spans 30 years (1980 to 2010), to depict the transition from a grain and industrial products-based agriculture towards one based on animal protein, vegetables and fruits.

According to the National Population Council (CONAPO), Mexican population increased in 45.59% over the studied period. Table 1 indicates agriculture volumes increased in 54.34% and livestock in 66.30%. Particularly, chicken and egg production volumes increased 182.34% and 126.47%, respectively. Milk production volume (43.85%), beef (40.02%) and pork (-11.47 %) were below population growth, since they were limited by import. (San Juan *et al.*, 2007; Cedillo and Martínez, 2010; Pérez *et al.*, 2010; Brambila *et al.*, 2013).

The Mexican government has operated various programs to support production, but these are aimed at small producers and have limited impact on production volume Vázquez (2008). Concerning agriculture, forage production volume increased 61.23%, in addition to feed maize, sorghum and soybeans imports intended to balanced feed production for livestock. Livestock and fodder products demand

**Cuadro 1. Crecimiento del volumen de la producción agropecuaria en México: 1980-2010.**

**Table 1. Agricultural production volume growth in Mexico: 1980-2010.**

Producto	$\alpha$ : volumen de producción (%)		$\phi$ : crecimiento extensivo (%)		$\Theta$ : crecimiento intensivo (%)		$\psi$ : cambio estructural (%)	
	1980-2010	(2001-2010)	1980-2010	(2001-2010)	1980-2010	(2001-2010)	1980-2010	(2001-2010)
Granos	46.68%	8.63%	-2.48%	-9.23%	50.35%	16.80%	-1.19%	1.05%
Frutales	69.78%	8.91%	53.96%	5.35%	15.08%	4.53%	0.73%	-0.97%
Forrajes	61.23%	12.60%	51.34%	8.14%	9.66%	1.46%	0.23%	3.00%
Hortalizas	87.45%	7.63%	29.76%	-10.80%	65.17%	20.11%	-7.48%	-1.68%
Industriales	16.06%	24.89%	0.73%	3.17%	0.21%	-1.37%	15.11%	23.09%
Agrícola	54.34%	12.04%	11.41%	-3.28%	31.60%	8.95%	11.33%	6.37%
C. ave	182.34%	24.87%	103.26%	24.29%	79.08%	0.57%		
C. bovino	40.02%	14.73%	-12.32%	2.99%	52.34%	11.74%		
Leche	43.85%	9.56%	15.10%	8.38%	28.75%	1.18%		
C. porcino	-11.47%	10.04%	-13.45%	2.02%	1.98%	8.03%		
Huevo	126.47%	22.28%	94.48%	18.03%	32.00%	4.24%		
Pecuario	66.30%	16.18%	23.69%	11.17%	42.61%	5.00%		

Fuente: elaboración propia con información de SIACON e INEGI.

Según datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO), la población mexicana creció durante el periodo de análisis en 45.59%. En el Cuadro 1 se observa que la agricultura creció en volumen en 54.34% y la ganadería 66.30%.

and supply are highly dynamic in the agricultural sector. Moreover fruits and vegetables production volume increased in 69.78 and 87.45%, respectively. Grain production increased 46.68%, close to population growth

Hay que resaltar que pollo y huevo crecieron en volumen de producción 182.34% y 126.47%, respectivamente. El volumen de producción de la leche (43.85%), la carne de res (40.02%) y la carne de puerco (-11.47%) estuvieron por debajo del crecimiento de la población, pero la importación de estos productos fue lo que limitó su crecimiento en el país (San Juan *et al.*, 2007; Cedillo y Martínez, 2010; Pérez *et al.*, 2010; Brambila *et al.*, 2013).

El gobierno mexicano ha operado distintos programas para apoyar la producción, pero estos van dirigidos a los pequeños productores y su impacto en el volumen de producción ha sido limitado, Vázquez (2008). En el caso de la agricultura, el crecimiento en el volumen de producción de forrajes fue 61.23% a lo que hay que agregar la importación de maíz forrajero, sorgo y soya que se destina a la producción de alimento balanceado para la ganadería. La demanda y la oferta de productos ganaderos y forrajes es uno de los más dinámicos en el sector agropecuario. Por otra parte frutas y hortalizas crecieron en volumen de producción en 69.78 y 87.45%, respectivamente. La producción de granos creció 46.68%, tasa aproximada al crecimiento de la población (45.59%). La importación de trigo y arroz aumentó de tal manera que para fines de la primera década del siglo XXI fueron superiores a la producción nacional.

La primera hipótesis se confirma con los resultados obtenidos del estudio, sin embargo se aclara que la importación de leche y carne de bovino limitaron el crecimiento de la producción nacional. Así la estructura de producción agropecuaria ha favorecido a la producción de pollo, huevo y forrajes. También el cambio de estructura favorece a hortalizas y frutas que aunque se exportan, en volumen, su principal mercado es el nacional. El cambio en el consumo de alimentos se debe más a la baja de los precios reales de los productos agropecuarios que al aumento del ingreso real de las familias.

En el periodo de 1980-2010 el ingreso real per cápita de la población en México creció 17.87% (medido como el Producto Interno Bruto per cápita), que es equivalente a 0.6% anual, lo que no es suficiente para explicar el crecimiento de la producción nacional y en su caso las importaciones de carne, huevo y leche. La explicación de fondo, como lo señala Tomek y Robinson (1990), está en la baja de los precios reales. En los Cuadros 2 y 3 se aprecia la baja de precios y su impacto en el ingreso real del sector agropecuario.

rate (45.59%). Wheat and rice imports increased so that by the end of the first decade of the XXI century were higher than domestic production.

The first hypothesis is confirmed by our results, however, it should be noted that milk and beef imports limited domestic production growth. Thus, agricultural production structure has led to chicken, eggs and fodder production. Structural shift also favors vegetables and fruits aimed at domestic market though exported too. Food consumption changes are more related with lower prices in agricultural products than with greater household incomes.

From 1980-2010 actual *per capita* income for Mexican population increased 17.87% (measured as *per capita* Gross Domestic Product), equivalent to 0.6% per year, insufficient to explain domestic production growth and meat, eggs, milk imports. The underlying explanation, as noted by Tomek and Robinson (1990), is real prices decline. Tables 2 and 3 show prices fall and its impact on the agricultural sector real income.

Overall livestock products price dropped by -78.17%, chicken prices compressed the most (-94.42%), followed by egg (-81.51%). Despite price abatement, real income of chicken and egg producers gained 88.01% and 44.96%, due to production volume raises of 182.34% and 126.47%, respectively. In contrast dairy, beef and pork farmers had prices reduced by -75.47%, -63.71% and -69.35%, respectively, and a production volume gain of 43.85%, 40.02% and -11.47%, as a result real income declined by -31.63%, -23.68% and -80.82%. Overall agricultural prices compressed by -55.09%. Grains diminished -69.32% and its production volume gained only 46.68%, thus producer income reduced by -22.64%.

For fodder, real prices fell -60.75%, these products are imported in large quantities (maize and sorghum) and production volume raised 61.23%, thus the real income grew by only 0.48%. Industrial products effective prices shrink -20.80%, the lowest price decline, perhaps because cotton had a spike in prices and sugarcane has protected prices, but production volume gained only 16.06% thus their real income was a negative growth of -4.74%. In contrast, fruits and vegetables even though their real prices were reduced by -8.37% and -41.57%, production volume raised by 69.78 and 87.45%, which allowed their real income to boost by 11.91% and 45.88%.



**Cuadro 2. Cambio en los precios reales de los productos agropecuarios en México: 1980-2010 y 2001-2010.**  
**Table 2. Real price changes of agricultural products in Mexico: 1980-2010 and 2001-2010.**

Producto	Periodo 1	Periodo 2	Producto	Periodo 1	Periodo 2
Mango	-73.5%	-16.2%	Plátano	-37.1%	13.7%
Naranja	-71.3%	5.8%	Alfalfa verde	-37.0%	-8.9%
Avena forrajera	-65.7%	-14.4%	Frijol	-35.7%	29.4%
Café cereza	-55.5%	66.0%	Cebada grano	-34.5%	45.9%
Tomate verde	-55.3%	-8.6%	Trigo grano	-29.2%	78.7%
Maíz grano	-54.5%	36.5%	Nuez	-26.4%	68.7%
Limón	-50.1%	22.3%	Papaya	-24.4%	21.4%
Manzana	-49.5%	20.5%	Aguacate	-19.1%	67.2%
Nopalitos	-49.3%	-32.7%	Papa	-14.2%	20.9%
Cártamo	-47.9%	69.4%	Jitomate	-12.2%	29.1%
Chile verde	-47.9%	10.2%	Caña de azúcar	-2.2%	14.4%
Fresa	-46.2%	-10.6%	Piña	-0.9%	-5.6%
Arroz palay	-46.1%	58.8%	Algodón hueso	13.9%	28.5%
Maíz forrajero	-46.0%	-4.0%	Uva	54.7%	32.2%
Cebolla	-43.7%	-0.3%	Agave	99.1%	-87.3%
Sorgo grano	-43.5%	43.5%	C. ave	-61.1%	11.5%
Sorgo forrajero	-39.0%	15.0%	Huevo	-55.7%	17.3%
Calabacita	-39.0%	-5.8%	Leche	-53.0%	6.5%
Melón	-37.8%	-0.7%	C. porcino	-50.0%	0.7%
Sandía	-37.6%	4.8%	C. bovino	-47.1%	4.9%

Donde: Periodo 1: 1980-1982 a 2008-2010, Periodo 2: 2001-2003 a 2008-2010. Fuente: elaboración propia con información de SIACON e INEGI.

**Cuadro 3. El ingreso real de la producción agropecuaria en México: 1980-2010.**  
**Table 3. Real income of agricultural production in Mexico: 1980-2010.**

Producto	Ingreso real ( $\gamma$ )		Volumen de producción ( $\alpha$ )		Efecto precio ( $\epsilon$ )	
	1980-2010	(2001-2010)	1980-2010	(2001-2010)	1980-2010	(2001-2010)
Total agrícola	-0.75%	27.86%	54.34%	12.04%	-55.09%	15.82%
Granos	-22.64%	42.57%	46.68%	8.63%	-69.32%	33.94%
Industriales	-4.74%	16.36%	16.06%	24.89%	-20.80%	-8.53%
Forrajes	0.48%	21.22%	61.23%	12.60%	-60.75%	8.62%
Frutales	11.41%	27.00%	69.78%	8.91%	-58.37%	18.09%
Hortalizas	45.88%	18.67%	87.45%	7.63%	-41.57%	11.03%
Total pecuario	-11.86%	23.66%	66.30%	16.18%	-78.17%	7.48%
C. porcino	-80.82%	10.79%	-11.47%	10.04%	-69.35%	0.75%
Leche	-31.63%	15.82%	43.85%	9.56%	-75.47%	6.27%
C. bovino	-23.68%	19.52%	40.02%	14.73%	-63.71%	4.79%
Huevo	44.96%	38.26%	126.47%	22.28%	-81.51%	15.98%
C. ave	88.01%	35.72%	182.34%	24.87%	-94.33%	10.85%

Fuente: elaboración propia con información de SIACON e INEGI.

Como grupo los productos pecuarios tuvieron una baja de precios de -78.17%, siendo el pollo el que más bajó sus precios (-94.42%), seguido por el huevo (-81.51%). A pesar de esa baja en precios, el ingreso real de los productores de pollo y huevo creció 88.01% y 44.96%, esto porque el volumen de producción aumentó 182.34% y 126.47%, respectivamente. En cambio los productores de leche, carne de res y cerdo tuvieron baja de precios de -75.47%, -63.71% y -69.35%, respectivamente, y un aumento en volumen de producción de 43.85%, 40.02% y -11.47% el resultado es que el ingreso real bajó en -31.63%, -23.68% y -80.82%. La agricultura como grupo, bajó sus precios reales en México en -55.09%. Los granos descendieron -69.32% y su volumen de producción sólo aumentó 46.68%, por lo que el ingreso para sus productores bajó en -22.64%.

En el caso de los forrajes, los precios reales decayó -60.75%, éstos productos son importados en grandes cantidades (maíz y sorgo) y el volumen de producción creció 61.23% por lo que el ingreso real sólo creció 0.48%. Los productos industriales bajaron sus precios reales -20.80%, la menor caída de precios, quizás porque el algodón tuvo un repunte en sus precios y la caña de azúcar tiene precios protegidos, pero su volumen de producción sólo aumentó 16.06% por lo que su ingreso real resultó con un crecimiento negativo de -4.74%. En cambio frutas y hortalizas a pesar de que bajaron sus precios reales en -8.37% y -41.57%, su volumen de producción aumentó en 69.78 y 87.45%, lo que permitió que sus ingresos reales aumentaron en 11.91% y 45.88%.

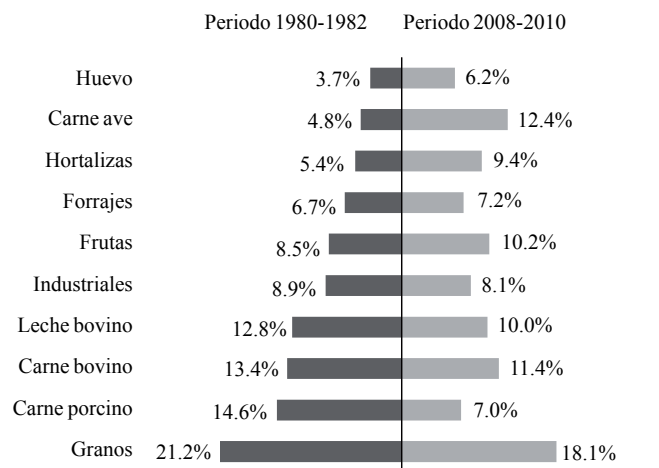
La hipótesis 2 se confirma con la información presentada. En la Figura 1, durante el periodo de 1980-1982 y 2008-2010 se observa la transición de una estructura basada en granos y productos que se industrializan y en parte se exportan, a una estructura donde un eje dinámico es la producción de proteína animal, carnes, huevo, leche y otro eje son frutas y hortalizas.

En los Cuadros 1, 2 y 3 se presenta entre paréntesis los resultados de un periodo más corto del 2001-2010. Los productos que tuvieron una tasa de crecimiento positiva en su ingreso real basaron su crecimiento de producción en el aumento de la superficie o del hato ganadero. En el caso de las frutas 77.33% del crecimiento de su volumen de producción se explica por el aumento de la superficie y 21.65% por el aumento de rendimiento.

En el caso de hortalizas, lo que dominó fue su crecimiento intensivo que interpreta 74.49% de volumen de producción y el aumento de superficie sólo demuestra 34.03% Los

Hypothesis 2 is confirmed by the information presented. In Figure 1, over the period 1980-1982 and 2008-2010 a transition was observed, from a structure based on grains and partly exported industrial products to one aimed at animal protein, meat, eggs and milk production also including fruits and vegetables.

Tables 1, 2 and 3 show between parentheses results of a shorter period, 2001-2010. Items having positive real income growth rates based their production growth on increasing surface or livestock. Fruits 77.33% of production volume boost was explained by expanded surface and 21.65% due to higher yield.



Fuente: elaboración propia con información de SIACON e INEGI.

**Figura 1. El cambio de estructura de producción agrícola y ganadera en México: 1980-2010.**

**Figure 1. Structural shift of agricultural and livestock production in Mexico: 1980-2010.**

Intensive growth prevailed in vegetables, explaining 74.49% of production volume and surface expansion explains the remaining 34.03%. Changes in structure within each group explain what is missing or what is left to meet 100%. It is striking that grains had negative real income rate, intensive growth explains the 107.86% gain in production volume which offsets the -5.31% decline in surface and the negative change of -2.55% in structure.

Industrial products main source of production volume boost is the structural change of recent by traditional exports, which account for 94.38%. For fodder, larger surface indicates 83.82% of production increment. Mainly the expansion in maize, forage sorghum and alfalfa areas. Overall for agriculture, intensive growth explains 58.15% of production boost (due to intensive grain growth),

cambios de estructura dentro de cada grupo explican lo que falta o lo que sobra para igualar 100%. Es de llamar la atención que en el caso de granos, que tuvo una tasa negativa en su ingreso real, el crecimiento intensivo declara 107.86% el aumento del volumen de producción que compensó la baja en superficie que revela -5.31% y el cambio negativo de estructura -2.55%.

Los productos industriales tienen como principal fuente de crecimiento del volumen de producción el cambio estructural, de los de exportación reciente por los de exportación tradicional, que explican el 94.38%. En el caso de los forrajes el aumento de superficie señala 83.82% del aumento de la producción. Principalmente el aumento en la superficie de maíz, sorgo forrajero y alfalfa. Para la agricultura en general el crecimiento intensivo manifiesta 58.15% del incremento del volumen de producción (debido al crecimiento intensivo de granos), el crecimiento extensivo representa 21% (debido al aumento en forrajes) y el cambio de estructura (entre grupos) representa 20.85% (debido al aumento en forrajes, frutas y hortalizas a costa de los granos).

En la ganadería, los productos con ingreso real positivo: pollo y huevo basaron su crecimiento de producción en el aumento de la parvada lo que indica 56.63% y 76.52%. El aumento en la productividad animal también es importante, en el caso del pollo revela 43.37% y del huevo 23.48%. La leche tiene un cambio en el ingreso real negativo, a pesar de que su productividad por animal explica 65.56% del aumento del volumen de producción. En cambio, en carne bovina es el crecimiento del hato ganadero lo que explica el volumen de producción y compensa en mucho la baja en la productividad animal, es de resaltar que el subsector ganadería bovina ha enfrentado severas sequías que posiblemente han afectado la calidad y la cantidad de carne. En el caso de la carne de cerdo, como lo señalan San Juan *et al.* (2007); Cedillo y Martínez (2010); Pérez *et al.* (2010) ha sido severamente afectado por las importaciones no solo de carne de cerdo sino por la sustitución que ha sufrido contra el pollo y la carne de res. Además de que no ha logrado sobreponerse a la imagen de ser una carne poco sana.

Las hipótesis 3 y 4 se rechazan porque el grupo de productos tienen estrategias de crecimiento diferentes según sus circunstancias y no se explica el crecimiento del ingreso real por usar más tecnología, como tampoco se explica su baja por basar su crecimiento en lo extensivo.

extensive growth represents 21% (due to expanded fodder) and the structural changes (among groups) represent 20.85% (due to expanded fodder, fruits and vegetables at the expense of grain).

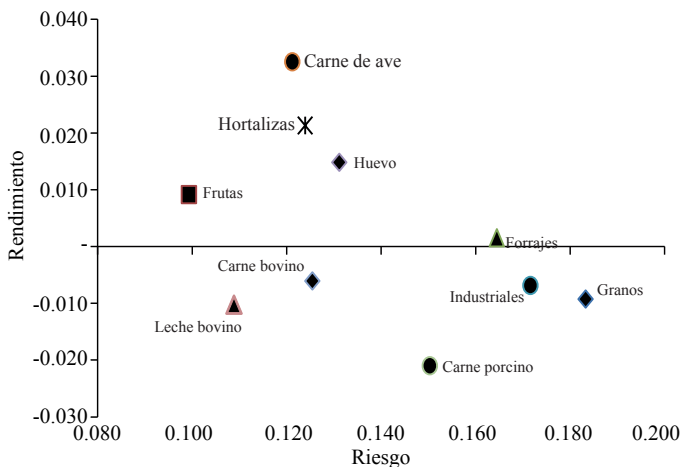
Livestock products with positive real income, chicken and egg, were based on increasing flock indicating 56.63% and 76.52%. Higher animal productivity is also relevant, in chicken revealed 43.37% and 23.48% in egg. Milk has a negative shift in real income, even though productivity per animal explains 65.56% of the production volume gain. In contrast, for bovine meat, production volume is based on expanded cattle herd and offsets most of the animal productivity fall, it is noteworthy that cattle ranching subsector has faced severe droughts possibly affecting meat quality and quantity. Pork, as pointed out by San Juan *et al.* (2007) and Cedillo Martínez (2010), Pérez *et al.* (2010) has been severely impacted by imports and gradual replacement by chicken and beef. Additionally, the image of being an unhealthy meat has had a negative impact.

Hypotheses 3 and 4 are rejected since product groups have different growth strategies depending on their circumstances and real income growth is not explained by using more technology, nor lower incomes can be explained by extensive growth.

Agricultural production of chicken, eggs, fruits and vegetables is more dynamic given their positive real income trend and risk should be lower than for grains, fodder and industrial products having real income negative rate. Figure 2 indicates that the preference zone with positive income trend and low-risk include chicken, egg, fruits and vegetables and with income negative trend and high risk are grains, forages and industrial products. For milk, pork and beef results are different than expected, though having low or negative real income rate, show lower risk than for grain, forage and industrial products. Hypothesis 5 is satisfied with data analysis performed for these products.

Rural economically active population (EAP) in 1980 was 5.678 million people and peaked in 2002 with 6 837 000 people, this gives 0.85% annual growth rate, well below population growth rate. In 2010 EAP fell by 5.914 million people. The fall in 0.923 million people is just partial, considering growth rate, effective EAP compression is 1 404 million. Rural sector assumed as agricultural sector is expelling EAP because rural real *per capita* income has declined. From 1980-2001 the rural *per capita* real income

El mayor dinamismo en la producción agropecuaria en pollo, huevo, frutas y hortalizas se debe a que su tendencia en el ingreso real es positiva y el riesgo, debe ser menor en comparación a los granos, forrajes y productos industriales que tienen tasa negativa en su ingreso real. En la Figura 2 se observa que en la zona de preferencia con tendencia positiva en el ingreso y bajo riesgo se ubican pollo, huevo, frutas y hortalizas y en la zona de no preferencia con tendencia negativa del ingreso y alto riesgo se ubican granos, forrajes e industriales. El caso de la leche, carne de cerdo y carne de res es diferente a lo esperado porque aunque tienen una tasa baja o negativa en su ingreso real, su riesgo es menor que los granos, forrajes e industriales. La hipótesis 5 se cumple con la información analizada para estos productos.



Fuente: elaboración propia con información de SIACON e INEGI.

**Figura 2. Portafolio de la producción agropecuaria en México: 1980-2010.**

**Figure 2. Portfolio of agricultural production in Mexico: 1980-2010.**

La población económicamente activa (PEA) rural era en 1980 de 5.678 millones de personas y en 2002 alcanzó su máximo con 6.837 millones de personas, esto da una tasa de crecimiento anual de 0.85%, muy por debajo de la tasa de crecimiento de la población. Para el 2010 la PEA había bajado a 5.914 millones de personas. La baja de 0.923 millones de personas es sólo una parte ya que si se toma en cuenta la tasa a la que se crecía la baja efectiva del PEA es de 1.404 millones de personas. El sector rural entendido como sector agropecuario está expulsando a su PEA porque el ingreso real per cápita rural ha disminuido. De 1980-2001 el ingreso real rural per cápita bajó en -52.33%, del 2002-2010 se recuperó ya que los precios agropecuarios a nivel mundial subieron, pero el saldo de 1980-2010 es una tasa negativa de -10.64% (Figura 3). La baja de los precios reales agropecuario en México benefició a la mayoría de la

shrink by -52.33%, from 2002 to 2010 it was recovered as agricultural prices raised globally, but the 1980-2010 balance is a negative rate of -10.64% (Figure 3). Real agricultural prices abatement in Mexico benefited most of the population but at the cost of limiting real income of producers and their growth, expelling at least 1 404 million active people. Hypothesis 6 is confirmed by the data presented. As rural income rises so does rural EAP.



Fuente: elaborado con información de INEGI.

**Figura 3. El ingreso real rural per cápita en México 1980-2010 (miles de pesos por persona).**

**Figure 3. Per capita rural real income in Mexico 1980-2010 (thousand pesos per person).**

Real agricultural prices boosted since 2002 in Mexico and worldwide, when they bottomed out, but their growth has been erratic. Agricultural sector may be restructured in the future, but today, based on erratic prices, products with lower real income volatility will be the choice.

## Conclusions

Compression of real agricultural prices in Mexico from 1980-2010 allowed the transition of a grain and industrial products based agriculture to farming and livestock focused on chicken, beef, pork, egg, milk, fruits and vegetables. Products with higher production growth rates are those with real income positive trends and lower risk. Fruit and vegetables may appear to have a positive real income trend and high risk in relation to grains, for example, but data do not support this idea, grains, forage and industrial products are more volatile. *Per capita* rural real income is directly related to rural EAP number. When prices fall and production volume does not offset the fall, *per capita* income is reduced and this is an expelling factor.

población pero eso ha tenido un costo, el limitar el ingreso real de los productores y su crecimiento, lo que ha provocado que se expulse a por lo menos 1.404 millones de personas activas. La hipótesis 6 se confirma con la información presentada. Cuando el ingreso rural sube el PEA rural sube.

Los precios reales agropecuarios en México y en el mundo han aumentado desde 2002, cuando se llegó al punto más bajo, pero el crecimiento de estos ha sido errático. Es posible que en los próximos años, el sector agropecuario se vuelva a reestructurar pero ahora en base a lo errático de los precios, se va a preferir los productos de menor volatilidad en sus ingresos reales.

## Conclusiones

La disminución de los precios reales agropecuarios en México de 1980-2010 permitió el tránsito de una agricultura basada en granos y productos industriales a una agricultura y ganadería enfocada en pollo, res, cerdo, huevo, leche y hortalizas y frutas. Los productos que tienen mayores tasas de crecimiento en su producción son las de tendencia positiva en su ingreso real y menor riesgo. Se puede pensar que frutas y hortalizas son de tendencia positiva en su ingreso real y alto riesgo en relación a granos, por ejemplo, pero los datos no apoyan esta última idea, granos, forrajes e industriales son los productos de mayor volatilidad. El ingreso real rural per cápita tiene una relación directa con el número del PEA rural. Cuando los precios bajan y el volumen de producción no compensa esa caída entonces se reduce el ingreso per cápita y este es un factor de expulsión. Si los precios reales agropecuarios suben es de esperarse que se contraiga la demanda nacional de proteína animal, de frutas y hortalizas y aumente la de granos y caña de azúcar.

## Literatura citada

Brambila, P. J. J.; Mora, F. J. S.; Rojas, R. M. M. y Pérez, C. V. 2013. Precio de capitalización (precio umbral) de los productores primarios de leche en México. *Agrociencia*. 47: 511-522.

Cedillo, M. M. y Martínez D. M. A. 2010. Importaciones de la carne de pollo y efecto en el mercado de la carne de cerdo. Los grandes retos de la ganadería: hambre, pobreza y crisis ambiental. 65-78 pp.

If real agricultural prices rise, domestic demand for animal protein, fruits and vegetables is expected to contract and grain and sugarcane demand should increase.

*End of the English version*



Consejo Nacional de Población (CONAPO). [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx). (consultado diciembre, 2012).

Cruz, D. D.; Leos, R. J. A. y Altamirano, C. J. R. 2012. La evolución del patrón de cultivos de México en el marco de la integración económica 1980-2009. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3:893-906.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2004. Se desecha la salvaguarda acerca de las importaciones de carne porcino. Segunda sección. México. 15 p.

Díaz, C. M. A. 2006. Estudio comparativo del nivel de riesgo entre los cultivos de granos, frutales y hortalizas, 1980-2003. *Ciencia Ergo Sum.* 13:143-148.

Escalante, R. I. y Catalán, H. 2008. Situación actual del sector agropecuario en México: perspectivas y retos. *Economía Informa.* 350:7-25.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Banco de Información Económica. <http://www.inegi.org.mx/>. (consultado diciembre, 2012).

Macías, M. A. 2010. Competitividad de México en el mercado de frutas y hortalizas de Estados Unidos de América, 1989-2009. *Agroalimentaria*. 16:31-48.

Martínez, D. M. A. y González, M. E. 2001. Crecimiento de precios agrícolas e índice de precios al consumidor. *Agrociencia*. 35:121-126.

Martínez, D. M. A. y Díaz, C. M. A. 2005. Comparación de la varianza estimada de los índices de precios al consumo de cereales, frutales y hortalizas en México 1980-2002. *Análisis Económico*. 20:75-88.

Pérez, V. F. C.; García, M. R.; Martínez, D. M. A.; Mora, F. J. S.; Vaquera, H. H. y González, E. A. 2010. Efecto de las importaciones de carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 2:115-126.

Ross, S.; Westerfield, R. W. and Jaffe, J. 2005. *Corporate finance*. McGraw Hill, Irwin. Primera edición. USA. 255-294 p.

San Juan, M. Z.; Martínez, D. M. A. y García, M. R. 2007. Efecto de las importaciones de carne de cerdo sobre el mercado de la carne de res en México. *Agrociencia*. 8:929-938.

Samuelson, P. 1972. *Curso de economía moderna. Una descripción analítica de la realidad*. Editorial Aguilar. España. 241-242 p.

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SIACON-SAGARPA). 2011. Base de datos. México, D. F.

Timmer, C. P.; Falcon, W. P. and Pearson, S. R. 1983. *Food policy analysis*. John Hopkins University Press. Baltimore, USA. 43 p.

Tomek, W. and Robinson, K. L. 1990. *Agricultural product prices*. Cornell University Press. Ithaca and London. Tercera edición. USA. 9-53 p.

Vázquez, O. R. 2008. La problemática de la ganadería bovina y los apoyos de las instituciones gubernamentales, el caso del programa de desarrollo rural en San Luis Potosí, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 128-135 p.