

# Relación entre producción y precios de alimentos con la subnutrición en América Latina

---

---

*Andrés Morales Alquicira\**

*Araceli Rendón Trejo\*\**

## *Resumen*

Para generar un modelo explicativo se requiere conocer si existe relación entre las variables involucradas. Este trabajo tiene como objetivo ilustrar, mediante un estudio de caso, el proceso seguido para identificar y validar estadísticamente las posibles relaciones que existen entre variables. Se analiza el comportamiento de la proporción de población subnutrida en América Latina y su relación con dos variables: 1. la producción de alimentos; y 2. sus precios en los países de la región en el periodo 2000-2002. Los resultados y las conclusiones son sustentados mediante pruebas estadísticas.

*Palabras clave:* análisis de contingencia, población subnutrida, prueba de independencia, prueba de normalidad, subnutrición.

## *Abstract*

To generate an explanatory model it is required to know if relationship exists among the involved variables. This work has for objective to illustrate, by means of a case study, the followed process to identify and to validate statistically the possible relationships that exist among variables. It is analyzed the behavior of the proportion of undernourishment population of Latin America and its relationship between two

\* Profesor-investigador del Departamento de Política y Cultura, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México. Correo electrónico: amorales@correo.xoc.uam.mx.

\*\* Profesora-investigadora, Departamento de Política y Cultura, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México. Correo electrónico: arendo@correo.xoc.uam.mx.

variables: 1. food production; and 2. its prices in Latin American countries of 2000-2002 period. The results and conclusions are sustained by statistical tests.

*Keywords:* contingency analysis, undernourishment population, independence test, normality test, undernourish.

Recepción del original: 14/12/07. Recepción del artículo corregido: 23/08/08.

## INTRODUCCIÓN

Cuando se estudia un fenómeno de las ciencias sociales, en muchas ocasiones se hace uso de modelos; éstos pueden ser teóricos, estadísticos o econométricos. La selección o construcción de modelos explicativos requiere identificar las posibles variables involucradas y cómo se relacionan. Para lograrlo, los investigadores suelen partir de marcos teóricos que les permitan sustentar análisis argumentativos o estadísticos con las variables que suponen intervienen en esos fenómenos.

Este trabajo expone algunas pruebas estadísticas para identificar posibles relaciones entre variables y muestra qué ocurre cuando las pruebas no son significativas. Para ejemplificar este proceso, se aborda el estudio del comportamiento de la población subnutrida (aumento o disminución) y su posible relación con la producción y los precios de los alimentos en los países de América Latina en los periodos 1990-1992 y 2000-2002. Es bien sabido que en el aumento o la disminución de la población subnutrida influyen múltiples factores, entre ellos la inflación, el empleo, los salarios, los hábitos de consumo, el número de integrantes por familia, la educación, así como diversas políticas públicas como la de distribución del ingreso y la alimentaria. Sin embargo, para los fines de este trabajo se consideran exclusivamente las variables *producción* y *precios de los alimentos* debido a que el objetivo es ejemplificar el uso de algunas pruebas en la identificación de posibles relaciones estadísticas entre variables. El objetivo no es el análisis de la subnutrición como tema de estudio.

El estudio se elabora con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)<sup>1</sup> y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).<sup>2</sup> La población subnutrida de cada país se calcula con base en datos de prevalencia de la subnutrición por país (según FAO); para la producción de alimentos se utiliza el índice del volumen físico de la producción de alimentos por habitante, y para los precios, el índice anual de precios al consumidor de alimentos.

El trabajo se divide en dos partes: en la primera se describe, analiza y clasifica el comportamiento de la población subnutrida en América Latina por región y país, mientras que en la segunda se intenta identificar la posible relación de ese comportamiento con las variables *producción y precios de los alimentos*.

La primera parte inicia con la comparación de las distribuciones de población subnutrida por país en los periodos 1990-1992 y 2000-2002. Como resultado de ese primer acercamiento, se elabora una clasificación de los países por prevalencia y desempeño de la subnutrición. Para evaluar las diferencias entre las distribuciones se realiza una prueba de bondad de ajuste con la estadística *ji* cuadrada ( $\chi^2$ ), por último se evalúan e interpretan los resultados.

En la segunda parte se busca identificar la posible relación entre las variables *población subnutrida, producción de alimentos y precios de los alimentos*. Operativamente, las variables que se analizan son: para la población subnutrida, la proporción de población subnutrida en 2000-2002; para la producción de alimentos, el índice del volumen físico de la producción de alimentos por habitante en 2002; y para los precios de los alimentos, el índice anual de precios al consumidor de alimentos en 2002.

Para identificar la relación, las variables se organizan en tablas de doble entrada, una para la población subnutrida y la producción de alimentos y otra para la población subnutrida y los precios de los alimentos. Cada entrada de las tablas representa un criterio de clasificación. Como resultado de esta catalogación, las frecuencias que resultan aparecen organizadas en casillas que contienen información sobre la relación que existe entre ambos criterios. Esas tablas son la base sobre la que se aplican diferentes pruebas estadísticas para identificar y validar la posible relación entre las variables analizadas.

<sup>1</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo, 2005*, Italia, 2005.

<sup>2</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2005*, Chile, 2006.

Finalmente, se presentan algunas conclusiones que abordan el tema desde las perspectivas metodológica-cuantitativa y de la teoría económica.

#### SITUACIÓN DE LA SUBNUTRICIÓN EN AMÉRICA LATINA

La FAO define la *subnutrición* como “consecuencia de la subalimentación, resultado de la absorción y aprovechamiento biológico deficiente de los elementos nutritivos consumidos”.<sup>3</sup> Para medirla utiliza hojas de balance de alimentos y encuestas sobre gastos e ingresos de los hogares; en su cálculo utiliza una función de distribución del consumo de energía alimentaria por persona.<sup>4</sup>

De acuerdo con datos de esta agencia internacional, se observa que en el periodo 1990-2002 algunos países y regiones de América Latina han disminuido su población subnutrida. En América del Norte, México pasó de 5.4% en 1990 a 5.2% en 2002; no obstante, en términos absolutos el número de población subnutrida aumentó de 4.6 millones a 5.2 millones en los mismos años, respectivamente. América Central, por su parte, tuvo un comportamiento dicotómico: tres países vieron aumentada su proporción y tres lograron reducirla. Las cinco naciones que integran el Caribe reportaron disminución. En América del Sur, a excepción de Venezuela, la redujeron.

Este primer acercamiento ubica de forma limitada a los países: naciones como Cuba y Haití se encuentran en la misma clasificación de comportamiento de la proporción de población subnutrida (“disminución”), pero no se destaca la situación del número y proporción de población subnutrida (Cuadro 1).

<sup>3</sup> FAO, *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2000*, en <http://www.fao.org/FOCUS/S/SOFI00/sofi007-s.htm>

<sup>4</sup> SICIAV, Simposio científico internacional sobre la medición y evaluación de la carencia de alimentos y la desnutrición, «Sistema de Información y Cartografía sobre la Inseguridad Alimentaria y la Vulnerabilidad», 26-28 de junio de 2002, Roma, Italia, en [http://www.fivims.net/static.jsp?lang=es&page=ISS\\_resumen](http://www.fivims.net/static.jsp?lang=es&page=ISS_resumen).

CUADRO 1. América Latina y el Caribe: prevalencia de la subnutrición por región y país en 1990-1992 y 2000-2002 (millones de personas)

Nº	Región-país*	Población total*		Población subnutrida*		Proporción de población subnutrida (%)		Evolución
		1990-92	2000-02	1990-92	2000-02	1990-92	2000-02	
	<i>América N.</i>	84.8	100.5	4.6	5.2	5.4	5.2	Disminuye
1	México	84.8	100.5	4.6	5.2	5.4	5.2	Disminuye
	<i>América C.</i>	28.8	36.8	5	7.4	17.4	20.1	Aumenta
2	Costa Rica	3.2	4	0.2	0.2	6.3	5.0	Disminuye
3	El Salvador	5.2	6.3	0.6	0.7	11.5	11.1	Disminuye
4	Guatemala	9	11.7	1.4	2.8	15.6	23.9	Aumenta
5	Honduras	5	6.6	1.1	1.5	22.0	22.7	Aumenta
6	Nicaragua	3.9	5.2	1.2	1.4	30.8	26.9	Disminuye
7	Panamá	2.5	3	0.5	0.8	20.0	26.7	Aumenta
	<i>El Caribe</i>	28.5	31.7	7.8	6.8	27.4	21.1	Disminuye
8	Cuba	10.7	11.2	0.8	0.4	7.5	3.6	Disminuye
9	Rep. Dom.	7.2	8.5	1.9	2.1	26.4	24.7	Disminuye
10	Haití	7	8.1	4.6	3.8	65.7	46.9	Disminuye
11	Jamaica	2.4	2.6	0.3	0.3	12.5	11.5	Disminuye
12	Trin. y Tob.	1.2	1.3	0.2	0.2	16.7	15.4	Disminuye
	<i>América S.</i>	300.8	351.8	42	33.6	13.9	9.5	Disminuye
13	Argentina	33	37.5	0.7	0.6	2.1	1.6	Disminuye
14	Bolivia	6.8	8.5	1.9	1.8	27.9	21.2	Disminuye
15	Brasil	151.2	174	18.5	15.6	12.2	9.0	Disminuye
16	Chile	13.3	15.4	1.1	0.6	8.3	3.9	Disminuye
17	Colombia	35.7	42.8	6.1	5.7	17.1	13.3	Disminuye
18	Ecuador	10.5	12.6	0.9	0.6	8.6	4.8	Disminuye
19	Guyana	0.7	0.8	0.2	0.1	28.6	12.5	Disminuye
20	Paraguay	4.3	5.6	0.8	0.8	18.6	14.3	Disminuye
21	Perú	22.2	26.4	9.3	3.4	41.9	12.9	Disminuye
22	Uruguay	3.1	3.4	0.2	0.1	6.5	2.9	Disminuye
23	Venezuela <sup>a</sup>	20	24.8	2.3	4.3	11.5	17.3	Aumenta
	<i>América L. y el Caribe<sup>b</sup></i>	442.9	520.8	59.4	53.0	13.4	10.1	Disminuye

FUENTES: Para columnas con asterisco (\*), FAO, *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo, 2005* (Cuadro 1. Prevalencia de la subnutrición... en los países en desarrollo), Italia, 2005; para columnas sin asterisco, cálculos propios.

NOTAS: <sup>a</sup> República Bolivariana de. <sup>b</sup> Comprende los países que figuran en el cuadro.

Por esta razón, para analizar con mayor profundidad la evolución de la proporción de población subnutrida por país se elabora la siguiente escala:

PAÍSES CON PROPORCIÓN DE POBLACIÓN SUBNUTRIDA

Baja: para aquellos con proporción de población subnutrida menor o igual a diez por ciento ( $\leq 10\%$ ).

Moderada: los que tengan una proporción de población subnutrida entre diez por ciento y menor o igual a veinte por ciento ( $\leq 20\%$ ).

Severa: con proporción de población subnutrida mayor a veinte por ciento.

De acuerdo con esta escala, los países con prevalencia de subnutrición en aumento se han deteriorado en conjunto: tres de ellos pasaron de subnutrición moderada a severa entre 1990 y 2002, y sólo Venezuela conservó el estatus de moderada (Cuadro 2).

CUADRO 2. *América Latina y el Caribe: países con prevalencia de subnutrición en aumento en 1990-1992 y 2000-2002*

Nº	Caso	País	Proporción de población subnutrida en 1990-1992		Proporción de población subnutrida en 2000-2002	
			(porcentajes)	Clasificación	(porcentajes)	Clasificación
1	22	Panamá	20.00	Moderada	26.67	Severa
2	20	Guatemala	15.56	Moderada	23.93	Severa
3	21	Honduras	22.00	Severa	22.73	Severa
4	23	Venezuela	11.50	Moderada	17.34	Moderada
Total		4				

FUENTE: Cuadro 1, cálculos propios.

Los países con prevalencia de subnutrición en disminución han mejorado en conjunto durante el periodo. Tres pasaron a una mejor clasificación: Brasil, de moderada a baja; Guyana y Perú, de severa a moderada; los 16 restantes conservaron su estatus (Cuadro 3).

CUADRO 3. América Latina y el Caribe: países con prevalencia de subnutrición en disminución en 1990-1992 y 2000-2002

Nº	Caso	País	Proporción de población subnutrida en 1990-1992		Proporción de población subnutrida en 2000-2002	
			(porcentajes)	Clasificación	(porcentajes)	Clasificación
1	1	Argentina	2.12	Baja	1.60	Baja
2	19	Uruguay	6.45	Baja	2.94	Baja
3	7	Cuba	7.48	Baja	3.57	Baja
4	4	Chile	8.27	Baja	3.90	Baja
5	8	Ecuador	8.57	Baja	4.76	Baja
6	6	Costa Rica	6.25	Baja	5.00	Baja
7	13	México	5.42	Baja	5.17	Baja
8	3	Brasil	12.24	Moderada	8.97	Baja
9	9	El Salvador	11.54	Moderada	11.11	Moderada
10	12	Jamaica	12.50	Moderada	11.54	Moderada
11	10	Guyana	28.57	Severa	12.50	Moderada
12	16	Perú	41.89	Severa	12.88	Moderada
13	5	Colombia	17.09	Moderada	13.32	Moderada
14	15	Paraguay	18.60	Moderada	14.29	Moderada
15	18	Trin. y Tob.	16.67	Moderada	15.38	Moderada
16	2	Bolivia	27.94	Severa	21.18	Severa
17	17	Rep. Dom.	26.39	Severa	24.71	Severa
18	14	Nicaragua	30.77	Severa	26.92	Severa
19	11	Haití	65.71	Severa	46.91	Severa
Total		19				

FUENTE: Cuadro 1, cálculos propios.

Con el análisis descriptivo realizado hasta este punto no puede concluirse que haya avance o retroceso alimentario en la región: tres países profundizan su deterioro y tres mejoran su posición. Esta situación lleva a utilizar otros instrumentos estadísticos. Para identificar el avance en materia alimentaria de los países entre los periodos comparados, se analiza si la distribución de la población subnutrida de América Latina en el periodo 2000-2002 es significativamente igual a la del periodo 1990-1992. Este análisis se elabora mediante la prueba de bondad de ajuste *ji* cuadrada

Para analizar los cambios en la distribución de la población subnutrida en el periodo 2000-2002 respecto al periodo 1990-1992, se utiliza la estadística  $\chi^2$  calculada ( $\chi_c^2$ ).

Lo que interesa probar es si la distribución de población subnutrida del periodo 2000-2002 difiere significativamente respecto a la del periodo 1990-1992 a un nivel de significación del 5% (0.05).

La hipótesis nula,  $H_0$ , es que no existe diferencia entre las distribuciones de los porcentajes de la población subnutrida del periodo 2000-2002 y la del periodo 1990-1992 (la cual se toma como referencia). Es decir, los porcentajes de la población subnutrida de los países de América Latina y el Caribe del periodo 2000-2002 son significativamente iguales a los de la distribución del periodo 1990-1992.

Si la hipótesis es verdadera, los porcentajes de la población subnutrida de los países en el periodo 2000-2002 deberán ser significativamente los mismos que los porcentajes del periodo 1990-1992. Los cálculos se muestran en el Cuadro 4. La primera columna indica el número del país incluido en el estudio, la segunda sus nombres, la tercera la población subnutrida de 1990-1992 en millones de personas. Con esa información se obtiene la distribución en porcentaje de población subnutrida de 1990-1992 (cuarta columna). Los porcentajes se utilizan para calcular la población subnutrida esperada de 2000-2002 (sexta columna). El número se obtiene multiplicando cada porcentaje de población subnutrida en 1990-1992 por el total de población subnutrida observada en 2000-2002 (quinta columna). En la última columna se generan los elementos del estadístico; finalmente, la suma total de esos elementos arroja el valor de la  $\chi_c^2$ , el cual es igual a 8.89 unidades (Cuadro 4).

Para determinar qué tan significativas son las diferencias de los valores observados con los esperados, el resultado de la  $\chi_c^2$  se compara con el resultado de la  $\chi^2$  de las tablas ( $\chi_i^2$ ). Este último valor se estima con 22 grados de libertad<sup>5</sup> y un nivel de significancia del 5%. Los resultados se presentan en el Cuadro 5.

El resultado de la  $\chi_i^2$  con un nivel de significación del 0.05 es de 33.92 unidades. Dado que el valor de la  $\chi_c^2$  es menor que el valor de la  $\chi_i^2$ , cae en la región de aceptación o de  $H_0$ . Por lo tanto, la prueba indica que no hay un cambio significativo en la distribución de la población subnutrida observada en el periodo 2000-2002 con relación a la distribución de la población subnutrida observada en el periodo 1990-1992. Las dos distribuciones son significativamente iguales; es decir, estadísticamente no hay diferencias significativas.

Ya que la distribución de la población subnutrida esperada del periodo 2000-2002 se basa en la distribución de la población observada

<sup>5</sup> Los grados de libertad se calculan con los 23 datos de la población subnutrida –uno por cada país– menos la constante integrada por el total de la población subnutrida en el periodo 2000-2002.

CUADRO 4. Prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$  para la distribución de población subnutrida observada y esperada en 2000-2002 con base en la distribución de 1990-1992

$\chi^2$		Población subnutrida 1990-1992		Población subnutrida 2000-2002		Calculado
		Observadas	Esperadas	Observadas	Esperadas	
Nº	País *	*		(O) *	(E)	
		(millones)	(%)	(millones)	(millones)	
1	Argentina	0.70	1.18	0.60	0.62	0.00
2	Bolivia	1.90	3.20	1.80	1.70	0.01
3	Brasil	18.50	31.14	15.60	16.51	0.05
4	Chile	1.10	1.85	0.60	0.98	0.15
5	Colombia	6.10	10.27	5.70	5.44	0.01
6	Costa Rica	0.20	0.34	0.20	0.18	0.00
7	Cuba	0.80	1.35	0.40	0.71	0.14
8	Ecuador	0.90	1.52	0.60	0.80	0.05
9	El Salvador	0.60	1.01	0.70	0.54	0.05
10	Guatemala	1.40	2.36	2.80	1.25	1.93
11	Guyana	0.20	0.34	0.10	0.18	0.03
12	Haití	4.60	7.74	3.80	4.10	0.02
13	Honduras	1.10	1.85	1.50	0.98	0.27
14	Jamaica	0.30	0.51	0.30	0.27	0.00
15	México	4.60	7.74	5.20	4.10	0.29
16	Nicaragua	1.20	2.02	1.40	1.07	0.10
17	Panamá	0.50	0.84	0.80	0.45	0.28
18	Paraguay	0.80	1.35	0.80	0.71	0.01
19	Perú	9.30	15.66	3.40	8.30	2.89
20	Venezuela <sup>a</sup>	2.30	3.87	4.30	2.05	2.46
21	Rep. Dom.	1.90	3.20	2.10	1.70	0.10
22	Trin. y Tob.	0.20	0.34	0.20	0.18	0.00
23	Uruguay	0.20	0.34	0.10	0.18	0.03
$\Sigma$	América Latina y el Caribe <sup>b</sup>	59.40	100.00	53.00	53.00	8.89

FUENTES: Columnas con asterisco (\*): Cuadro 1; columnas sin asterisco, cálculos propios.

NOTAS: <sup>a</sup> República Bolivariana de. <sup>b</sup> Comprende los países que figuran en el cuadro.

del periodo 1990-1992 y la prueba  $\chi^2$  no reporta diferencias significativas, el resultado implica que los esfuerzos para reducir la subnutrición en América Latina entre los periodos 1990-1992 y 2000-2002 no han tenido efectos significativos. Evidentemente, ésta es una conclusión general para la región. Un estudio por país arrojaría diferencias entre ellos, ya que –como se explicó anteriormente– presentan comportamientos diversos.

CUADRO 5. *Población subnutrida observada y esperada en el periodo 2000-2002: prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$*

Prueba	$\chi^2$	Valor	Probabilidad
Calculada		8.89	0.99
Tablas		33.92	0.05
Grupos o clases	(g)	23	
Constantes	(c)	1	
Grados de libertad	(g-c)	22	
Significancia	( $\pm$ )	0.05	

FUENTE: Cuadro 4 y cálculos propios.

#### PRUEBAS DE NORMALIDAD PARA LAS VARIABLES EXPLICATIVAS

¿Qué podría explicar los niveles de subnutrición en América Latina durante el periodo 2000-2002? En un intento por comprender el fenómeno, se supondrá que la población subnutrida tiene relación con la producción y los precios de los alimentos. Este supuesto obliga a probar la existencia de relaciones entre esas variables; aquí se buscará identificar si las hay, y para ello se utilizará la prueba de independencia  $\chi^2$ . Operativamente, se emplean tablas de doble entrada. Las variables que se estudiarán son:

1. Para la población subnutrida, la proporción de población subnutrida en el periodo 2000-2002 (Cuadro 6).
2. Para la producción de alimentos, el índice del volumen físico de la producción de alimentos por habitante en el año 2002 (año base: promedio anual trienio 1999-2001=100).
3. Para los precios de los alimentos, el índice anual de precios al consumidor de alimentos en 2002 (año base: 2000=100).

Para la construcción de las tablas de doble entrada se recodificaron las variables. La recodificación se elaboró con base en la media de cada serie, de esta forma se crearon dos categorías por variable, una que agrupa los valores inferiores a la media y otra que agrega los superiores a ella.

La media del índice del volumen físico de la producción de alimentos por habitante en el año 2002 tiene un valor de 102.0190 unidades; la media del índice anual de precios al consumidor de alimentos 2002 es igual a 116.8714 unidades; y la de la proporción de población

CUADRO 6. Variables para la prueba de independencia  $\chi^2$ 

País	Índice del volumen físico de la producción de alimentos por habitante (2002)	Índice anual de precios al consumidor: alimentos (2002)	Proporción de población subnutrida en 2000-2002
	(1)	(2)	(3)
	(porcentajes)	(porcentajes)	(porcentajes)
Argentina	96	132.0	1.6
Bolivia	104.7	99.7	21.18
Brasil	108.2	117.0	8.97
Chile	102.4	102.9	3.9
Colombia	100.4	118.8	13.32
Costa Rica	94.5	121.8	5.00
Ecuador	101.6	142.5	4.76
El Salvador	99.7	105.3	11.11
Haití	99	127.4	46.91
Jamaica	95.2	115.1	11.54
México	99.6	109.6	5.17
Nicaragua	107.8	111.8	26.92
Paraguay	96.6	114.4	14.29
Perú	106.3	100.2	12.88
Rep. Dom.	105.4	110.6	24.71
Trin. y Tob.	128.9	125.6	15.38
Uruguay	93	117.2	2.94
Guatemala	101	121.6	23.93
Honduras	106	113.0	22.73
Panamá	97	98.8	26.67
Venezuela	99.1	149.0	17.34

FUENTES: (1) CEPAL, *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2005* (Cuadro 2.4.1.5, Índices del Volumen Físico de la Producción de Alimentos por Habitante), Chile, 2006; (2) CEPAL, *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2005* (Cuadro 2.3.2, Índices Anuales de Precios al Consumidor: Alimentos), Chile, 2006; (3) Cálculos propios con base en FAO, *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo, 2005* (Cuadro 1. Prevalencia de la subnutrición... en los países en desarrollo), Italia, 2005.

subnutrida del periodo 2000-2002 es igual a 15.2976 unidades. Las escalas para la recodificación se presentan en el Cuadro 7.

Antes de probar que las variables son independientes o que están relacionadas, es necesario demostrar que las muestras proceden de poblaciones normalmente distribuidas. Por ello se examina la normalidad de las series mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-

CUADRO 7. *Recodificación de las variables*

Índice del volumen físico de la producción de alimentos por habitante en 2002		Índice anual de precios al consumidor: alimentos en 2002		Proporción de población subnutrida en 2000-2002	
Escala	Porcentaje	Escala	Porcentaje	Escala	Porcentaje
Menor	<102.0190	Menor	<116.8714	Menor	<15.2976
Mayor	>102.0190	Mayor	>116.8714	Mayor	>15.2976

FUENTE: Recodificación con base en información del Cuadro 6.

Wilk.<sup>6</sup> Los cálculos se desarrollan mediante el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows.<sup>7</sup> Los resultados se presentan en el Cuadro 8.

De acuerdo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (la cual incluye la corrección de la significación desarrollada por Lilliefors), las tres

CUADRO 8. *Pruebas de normalidad*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Proporción de población subnutrida en 2000-2002	0.116	21	0.200(*)	0.907	21	0.047
Índice del volumen físico de la producción de alimentos por habitante (2002)	0.160	21	0.167	0.796	21	0.001
Índice anual de precios al consumidor: alimentos (2002)	0.117	21	0.200(*)	0.941	21	0.233

FUENTE: Cálculos con base en el paquete SPSS versión 15.0 para Windows e información del Cuadro 6.

\* Éste es un límite inferior de la significación verdadera.

<sup>a</sup> Corrección de la significación de Lilliefors.

<sup>6</sup> Estas pruebas se utilizan para demostrar la hipótesis de que las muestras obtenidas proceden de poblaciones que se distribuyen en forma normal. El SPSS reporta por defecto la prueba de Kolmogorov-Smirnov con las probabilidades de Lilliefors. La prueba de Shapiro-Wilk se emplea si las muestras tienen menos de 50 datos.

<sup>7</sup> SPSS 15 para Windows, *Guía para el análisis de datos*, España, 2006.

variables proceden de poblaciones que se distribuyen en forma normal. Esta conclusión resulta de que los niveles críticos de significación de las tres variables son mayores a 0.05 unidades. No ocurre lo mismo con la prueba de Shapiro-Wilk, con la cual únicamente se corrobora que el índice anual de precios al consumidor de alimentos del año 2002 proviene de una población que se distribuye en forma normal. Sin embargo, para los efectos de este trabajo se acepta que las tres variables provienen de poblaciones que se distribuyen en forma normal, y por lo tanto, los resultados estadísticos que se obtengan de las pruebas de relación entre estas variables serán válidos.

Ante la existencia de normalidad en las variables, se decidió aplicar distintas pruebas estadísticas para analizar su independencia o relación. Las pruebas que se utilizaron fueron: la  $\chi^2$ , la razón de verosimilitud, la “*d*” de Somer, la gamma, y los coeficientes “*r*” de Pearson y de Spearman.

#### ANÁLISIS DE INDEPENDENCIA O RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE VOLUMEN FÍSICO DE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS POR HABITANTE Y LA PROPORCIÓN DE POBLACIÓN SUBNUTRIDA

El análisis de independencia o relación mediante  $\chi^2$  supone que las variables que se cruzan son independientes. Bajo la hipótesis nula  $H_0$  (que indica la independencia entre las variables contrastadas), se busca saber si hay bastante diferencia entre las frecuencias que ocurren y las correspondientes que se esperan, de tal modo que refuten la hipótesis nula  $H_0$ . Si los datos son compatibles con la hipótesis de independencia, la probabilidad de  $\chi^2$  calculada es alta ( $\geq 0.05$ ); en caso contrario, la probabilidad es baja ( $< 0.05$ ), si esto sucede se asume que las variables están relacionadas.

La prueba de independencia  $\chi^2$  entre el índice de volumen físico de la producción de alimentos por habitante y la proporción de población subnutrida se calcula mediante una tabla de doble entrada de 2x2 categorías (Cuadro 9).

El tamaño de la muestra (21 datos) induce a que algunas frecuencias esperadas sean menores a 5, con lo cual el resultado de la  $\chi^2 = 1.615$  unidades no es robusto<sup>8</sup> (cuadros 9 y 10).

<sup>8</sup> Para que las probabilidades de la distribución  $\chi^2$  sean una adecuada aproximación a la distribución del estadístico  $\chi^2$ , no deben tener frecuencias esperadas inferiores a 5. En caso de que haya frecuencias monores o iguales a 5, su cantidad no debe rebasar el 20% del total de las casillas. En esta investigación, las frecuencias pequeñas representan el 50 por ciento.

CUADRO 9. *Tabla de doble entrada del índice de volumen físico de la producción de alimentos por habitante y de la proporción de población subnutrida en 2000-2002. Cálculo de la  $\chi^2$*

		Proporción de población subnutrida en 2000-2002			
			Menor	Mayor	Total
Índice del volumen físico de la producción de alimentos por habitante (2002)	Menor	Frecuencia observada	10	3	13
		Frecuencia esperada	8.7	4.3	13.0
	Mayor	Frecuencia observada	4	4	8
		Frecuencia esperada	5.3	2.7	8.0
Total	Frecuencia observada	14	7	21	
	Frecuencia esperada	14.0	7.0	21.0	

FUENTE: Cálculos propios con base en información del Cuadro 6 y las escalas de recodificación del Cuadro 7.

CUADRO 10. *Pruebas de  $\chi^2$*

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrada de Pearson	1.615 <sup>b</sup>	1	0.204
Corrección por continuidad <sup>a</sup>	0.631	1	0.427
Razón de verosimilitudes	1.598	1	0.206
N de casos válidos	21		

<sup>a</sup> Calculado sólo para una tabla de 2x2.

<sup>b</sup> Dos casillas (50%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2.67.

En el Cuadro 10 se muestra que el valor  $\chi^2$  tiene una significancia asintótica de 0.204; eso significa que estadísticamente se rechaza que haya relación entre las variables. En esta investigación se había supuesto lo contrario, que hay relación entre el volumen de producción de alimentos por habitante y la proporción de personas desnutridas, pero al parecer los datos no lo prueban. Esta discrepancia puede ser producto del tamaño de la muestra (la cual es pequeña) y de la relación cantidad de datos-recodificación (21 países, 2x2 categorías). El resulta-

do de la  $\chi^2$  mediante el método de la razón de verosimilitudes,<sup>10</sup> aunque es diferente (1.307), tiene una significancia asintótica semejante, por lo que su interpretación es idéntica a la de la  $\chi^2$  de Pearson (Cuadro 10).

En la búsqueda de más pruebas para identificar la relación entre las variables, se consideró que habían sido recodificadas en categorías ordinales para elaborar las tablas de doble entrada. Con esa base se aplicaron las pruebas para variables ordinales  $d$  de Somer simétrica y Gamma. Ambas pruebas tuvieron el mismo valor (T=1.259) con una significancia mayor a 0.05 (0.208), con lo que la interpretación fue similar a la de las pruebas  $\chi^2$  y razón de verosimilitud. Se rechaza así la hipótesis de que exista alguna relación entre las variables (cuadros 11 y 12).

CUADRO 11. *Medidas direccionales*

		Valor	Error típ. asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
	Simétrica	0.277	.216	1.259	0.208
Ordinal por ordinal	$d$ de Somer				
	Recodificación del índice de producción de alimentos por habitante dependiente	0.286	.223	1.259	0.208
	Recodificación de la proporción de población subnutrida en el 2000 dependiente	0.269	.212	1.259	0.208

FUENTE: cálculos propios con base en información del Cuadro 9.

<sup>a</sup> Asumiendo la hipótesis alternativa.

<sup>b</sup> Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

<sup>9</sup> La razón de verosimilitud es un estadístico asintóticamente equivalente a  $\chi^2$ , por lo que su interpretación es igual a la de aquél y se utiliza particularmente en tablas de contingencia logarítmicas-lineales.

CUADRO 12. *Medidas simétricas*

		Valor	Error típ. asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Ordinal por ordinal	Gamma	0.538	0.343	1.259	0.208
N de casos válidos		21			

<sup>a</sup> Asumiendo la hipótesis alternativa.

<sup>b</sup> Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Por último, se aplicaron los coeficientes de correlación de Pearson (nivel escalar) y el de Spearman (nivel ordinal). Los resultados tuvieron una significancia mayor a 0.05 (de 0.224). La conclusión fue en el mismo sentido: se descarta que haya relación entre variables (Cuadro 13).

CUADRO 13. *Medidas simétricas*

		Valor	Error típ. asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	0.277	0.216	1.258	0.224 <sup>c</sup>
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	0.277	0.216	1.258	0.224 <sup>c</sup>
N de casos válidos		21			

<sup>a</sup> Asumiendo la hipótesis alternativa.

<sup>b</sup> Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

<sup>c</sup> Basada en la aproximación normal.

#### ANÁLISIS DE INDEPENDENCIA O RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE ANUAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR DE ALIMENTOS Y LA PROPORCIÓN DE POBLACIÓN SUBNUTRIDA

El análisis de independencia o relación entre el índice anual de precios al consumidor de alimentos y la proporción de población subnutrida presentó una situación idéntica al del análisis entre el índice de volumen físico de la producción de alimentos por habitante y la proporción de población subnutrida (Cuadro 14).

Estadísticamente, se rechaza que haya relación entre las variables ya que los valores de significancia de  $\chi^2$  de Pearson y de la razón de verosimilitudes son superiores a 0.05 (Cuadro 15).

CUADRO 14. *Tabla de doble entrada del índice anual de precios al consumidor de alimentos y de la proporción de población subnutrida en 2000-2002. Cálculo de la  $\chi^2$*

		Proporción de población subnutrida en 2000-2002			
		Menor	Mayor	Total	
Índice anual de precios al consumidor: alimentos (2002)	Menor	Frecuencia observada	3	0	3
		Frecuencia esperada	2.0	1.0	3.0
	Mayor	Frecuencia observada	11	7	18
		Frecuencia esperada	12.0	6.0	18.0
Total	Frecuencia observada	14	7	21	
	Frecuencia esperada	14.0	7.0	21.0	

FUENTE: Cálculos con base en el paquete SPSS e información del Cuadro 6 y escalas de recodificación del Cuadro 7.

CUADRO 15. *Pruebas de  $\chi^2$*

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrada de Pearson	1.750 <sup>b</sup>	1	0.186
Corrección por continuidad <sup>a</sup>	0.438	1	0.508
Razón de verosimilitudes	2.677	1	0.102
N de casos válidos	21		

FUENTE: Cálculos con base en el paquete SPSS e información del Cuadro 14.

<sup>a</sup> Calculado sólo para una tabla de 2x2.

<sup>b</sup> Dos casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1.00.

De igual forma, se aplicaron las pruebas para variables ordinales  $d$  de Somer simétrica y Gamma. Ambas pruebas tuvieron el valor en  $T = 1.871$  con una significancia de 0.061, con lo que la interpretación fue idéntica a la de las pruebas  $\chi^2$  y razón de verosimilitud. Se rechaza pues la hipótesis de que exista alguna relación entre las variables (cuadros 16 y 17).

CUADRO 16. *Medidas direccionales*

		Valor	Error típ. asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada	
	Simétrica	0.276	0.091	1.871	0.061	
Ordinal por ordinal	$d$ de Sommer	Recodificación del índice anual de precios al consumi- dor de alimentos 2002, dependiente	0.214	0.110	1.871	0.061
		Recodificación de la proporción de población subnutrida en el 2000 dependiente	0.389	0.115	1.871	0.061

FUENTE: Cálculos con base en el paquete SPSS e información del Cuadro 14.

<sup>a</sup> Asumiendo la hipótesis alternativa.

<sup>b</sup> Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

CUADRO 17. *Medidas simétricas*

		Valor	Error típ. asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. Aproximada
Ordinal por ordinal	Gamma	1.000	0.000	1.871	0.061
N de casos válidos		21			

FUENTE: Cálculos con base en el paquete SPSS e información del Cuadro 14.

<sup>a</sup> Asumiendo la hipótesis alternativa.

<sup>b</sup> Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Los resultados de los coeficientes de correlación de Pearson y de Spearman tuvieron una significancia mayor a 0.05 (de 0.204), con ello se descartó que exista relación entre las variables (Cuadro 18).

CUADRO 18. *Medidas simétricas*

		Valor	Error típ. asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	0.289	0.095	1.314	0.204 <sup>c</sup>
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	0.289	0.095	1.314	0.204 <sup>c</sup>
N de casos válidos		21			

FUENTE: cálculos con base en el paquete SPSS e información del Cuadro 14.

<sup>a</sup> Asumiendo la hipótesis alternativa.

<sup>b</sup> Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

<sup>c</sup> Basada en la aproximación normal.

La muestra es de 21 datos. Si ésta aumentara en cuatro datos más, posiblemente los resultados cambiarían ya que es probable que la tabla de doble entrada de 2x2 tuviera casillas con más de cinco datos. Con esto sería más certero probar si existe o no relación entre las variables. Un estudio con más información podría llegar a esos resultados.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se expusieron algunas pruebas estadísticas para identificar posibles relaciones entre variables. El proceso se ejemplificó mediante el estudio del comportamiento de la población subnutrida y su posible relación con la producción y los precios de los alimentos en los países de América Latina en los periodos 1990-1992 y 2000-2002.

En el análisis estadístico, para validar relaciones entre variables mediante pruebas paramétricas se requiere probar que los datos empleados (muestras) proceden de poblaciones normalmente distribuidas. Si es así, las pruebas derivadas y sus resultados son estadísticamente confiables; en caso contrario, las interpretaciones son limitadas. En esta investigación las variables estudiadas superaron la prueba de normalidad.

En el estudio se utilizó la prueba  $\chi^2$  para elaborar pruebas de independencia que permitieran identificar la posible relación entre las

variables. Es importante destacar que la muestra fue pequeña (21 datos). Los resultados mostraron que en el periodo 2000-2002 no estuvieron relacionadas.

También se aplicaron pruebas ordinales como la  $d$  de Somer, la Gamma y la Correlación de Spearman. De nueva cuenta, los resultados indicaron que no había relación entre las variables.

Si se decidiera construir un modelo con estas variables, y particularmente con ese tamaño de muestra (21 datos), sus resultados, interpretación y conclusiones tendrían limitaciones. Si se aumentara el tamaño de la muestra, el sentido de los resultados posiblemente cambiaría. Sin embargo, con lo que se ha manejado en este trabajo se concluye que las variables *proporción de población subnutrida en América Latina*, *producción de alimentos* y *nivel de precios al consumidor* no están relacionadas significativamente, y por lo tanto son cuestionables las afirmaciones que pudieran derivarse de la relación entre ellas.

Los resultados nos llevan a reflexionar sobre dos aspectos fundamentales: la metodología estadística y la interpretación económica. En cuanto a la primera, los resultados de las pruebas estadísticas de muestras procedentes de poblaciones que no se distribuyen normalmente presentan serias dificultades en su interpretación; esto impide en muchos casos aceptar o rechazar relaciones que parecen evidentes. El problema se agrava cuando no es posible modificar el tamaño de la muestra. En ocasiones lo que se hace es modificar los valores críticos; sin embargo, esto no resuelve el problema metodológico.

Respecto a la segunda, hay relaciones que son lógicas en lo general pero que para casos particulares pueden no ser válidas, o por lo menos no con datos agregados y en periodos específicos. Posiblemente, si se trabaja con datos absolutos, con información desagregada y en periodos más amplios, se detecte la relación entre ellas. Tampoco se descarta que sean otras las variables que expliquen los fenómenos.

Para esta aplicación, la proporción de población subnutrida en América Latina podría ser explicada por variables como la inflación, el empleo, los salarios, los hábitos de consumo, el número de integrantes por familia, la educación, y diversas políticas públicas como la de distribución del ingreso y la alimentaria, entre otras.