

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES**

**FLACSO**

**Ecuador**

**Programa de Maestría en Economía**  
Especialización en Desarrollo Económico

**TESIS**

**DESNUTRICIÓN DE LA POBLACIÓN INFANTIL EN LA ZONA  
ANDINA**

Pedro Montaivo  
Febrero de 2006

**Índice**

	<b>Pági</b>
<b>na</b>	
<b>I. Antecedentes</b>	<b>7</b>
<b>II. Introducción</b>	<b>7</b>
<b>III. De la Investigación: Preguntas y Prioridades</b>	<b>8</b>
<b>IV. Organización del Estudio</b>	<b>9</b>
<b>V. Desnutrición Infantil</b>	<b>10</b>
<b>VI. Desnutrición Infantil: Causas y Efectos</b>	<b>13</b>
<b>VII. Desnutrición en la Región Andina</b>	<b>21</b>
<b>VIII. Datos</b>	<b>25</b>
<b>Indicadores</b>	<b>28</b>
<b>Descripción de Índices</b>	<b>30</b>
<b>IX. Medidas Antropométricas</b>	<b>32</b>
<b>X. Modelo</b>	<b>33</b>
<b>XI. Índices</b>	<b>35</b>
<b>XII. Modelo Econométrico</b>	<b>37</b>
<b>XIII. Variables Instrumentales</b>	<b>43</b>
<b>XIV. Comparación de Metodologías</b>	<b>45</b>
<b>XV. Resultados</b>	<b>47</b>
<b>Perú</b>	<b>47</b>
<b>Colombia</b>	<b>55</b>
<b>Bolivia</b>	<b>61</b>
<b>Ecuador</b>	<b>68</b>
<b>XVI. Conclusiones</b>	<b>77</b>
<b>XVII. Bibliografía</b>	<b>82</b>
<b>XVIII. Tablas</b>	<b>85</b>
<b>Perú</b>	<b>85</b>
<b>Colombia</b>	<b>88</b>
<b>Bolivia</b>	<b>91</b>

<b>Ecuador</b>	<b>94</b>
<b>XIX. Apéndices</b>	<b>95</b>
<b>Apéndice 1. Componentes Principales</b>	<b>95</b>
<b>Apéndice 2. Estimación Lineal Encuesta y Aproximación de Taylor</b>	<b>105</b>
<b>Apéndice 3. Demostración Sesgo e Inconsistencia</b>	<b>108</b>
<b>Apéndice 4. Mínimos Cuadrados 2 etapas</b>	<b>109</b>
<b>Apéndice 5. Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles</b>	<b>110</b>

### Índice de Gráficos<sup>1</sup>

	Págin
a	
<b>Gráfico 1. Factores Teóricos que afectan la Desnutrición</b>	<b>16</b>
<b>Gráfico 2. Pobreza en los cuatro países de estudio</b>	<b>17</b>
<b>Gráfico 3. Desnutrición en los cuatro países por pobreza</b>	<b>21</b>
<b>Gráfico 4. Desnutrición en los cuatro países, urbano rural</b>	<b>22</b>
<b>Gráfico 5. Desnutrición en los cuatro países, acceso al agua</b>	<b>23</b>
<b>Gráfico 6. Desnutrición en los cuatro países, educación materna</b>	<b>24</b>
<b>Gráfico 7. Curvas de crecimiento. Ecuador</b>	<b>27</b>
<b>Gráfico 8. Relación HAZ Etnicidad Perú</b>	<b>53</b>
<b>Gráfico 9. Relación HAZ Escolaridad Perú</b>	<b>53</b>
<b>Gráfico 10. Relación HAZ Escolaridad Madre. Ecuador</b>	<b>75</b>
<b>Gráfico 11. Relación HAZ Edad. Ecuador</b>	<b>75</b>

### Índice de Tablas

<b>Tabla 1. Datos muestrales HAZ Ecuador</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 2. HAZ Perú por desviaciones estándar</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 3. Regresión variables de índices. Perú</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 4. Índices urbanos rurales. Perú</b>	<b>51</b>

<sup>1</sup> Todos los gráficos, tablas y regresiones fueron realizados por el autor a menos que se indique lo contrario

<b>Tabla 5. Evolución de Variables de Perú</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 6. Descripción HAZ por etnicidad Perú</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 7. HAZ Perú Anual</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 8. HAZ Perú urbano rural.</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 9. Datos mujer Perú.</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 10. HAZ Colombia</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 11. Evolución Variable Colombia</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 12. Índices Colombia</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 13. Gasto Colombia Evolución</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 14. Regresión Variables de Índices Colombia</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 15. HAZ urbano rural Colombia</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 16. Datos mujer Colombia</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 17. Índices Bolivia</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 18. Regresión variables de los índices Bolivia</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 19. Evolución del gasto Bolivia</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 20. HAZ por etnicidad y residencia Bolivia</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 21. HAZ Bolivia por desviaciones estándar</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 22. Evolución de variables por etnicidad y residencia</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 23. Datos mujer Bolivia</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 24. Regresión Variables de Índices. Ecuador</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 25. Pobreza urbano rural. Ecuador</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 26. Variables por etnicidad. Ecuador</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 27. Índices Ecuador</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 28. Regresión MCO Simple y Encuestas Perú</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 29. Regresión SURE Perú</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 30. Regresión 2 etapas MCO Perú</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 31. Regresión 3 etapas MCO Perú</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 32. Tabla de correlación Perú</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 33. Test Hausman Wu Perú</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 34. Regresión MCO Simple y Encuestas Colombia</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 35. Regresión SURE Colombia</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 36. Regresión 2 etapas MCO Colombia</b>	<b>89</b>
<b>Tabla 37. Regresión 3 etapas MCO Colombia</b>	<b>89</b>

<b>Tabla 38. Tabla de correlación Colombia</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 39. Test Hausman Wu Colombia</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 40. Regresión MCO Simple y Encuestas Bolivia</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 41. Regresión SURE Bolivia</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 42. Regresión 2 etapas MCO Bolivia</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 43. Regresión 3 etapas MCO Bolivia</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 44. Tabla de correlación Bolivia</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 45. Test Hausman Wu Bolivia</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 46. Regresión Ecuador</b>	<b>94</b>

## XVI. Conclusiones

- ❖ Los cuatro países analizados presentan grandes similitudes tanto en al parte cultural como económica. Colombia, Perú y Bolivia tienen marcados, profundos cambios económicos en sus estructuras, que han permitido redefinir los esquemas productivos de estas naciones. Estos cambios han afectado significativamente la evolución del desarrollo social en cada país y por ende el aspecto nutricional de los hogares.
- ❖ El Ecuador por otra parte, ha vivido una serie de periodos con cambios en sus políticas dependiendo de la autoridad de turno. El gasto social se profundiza, en la década de los setenta el cual ha permitido sobrellevar la situación. Sin embargo, es evidente la necesidad de una reformulación en las áreas sociales para proteger de mejor manera la población infantil.
- ❖ Colombia y Perú comparten una evolución mucho más planificada que ha tenido importantes logros al comparar los indicadores de talla edad. Por otra parte, se observa que los índices de salud y de la condición del hogar tienen un menor efecto sobre la variable en estudio. Probablemente, estos países ha logrado invertir de mejor manera en el área de salud y de infraestructura.
- ❖ Para Bolivia y Ecuador las crisis ha tenido mayores efectos sociales que repercuten sobre la población infantil. Ambos países comparten bajo crecimiento con una alta volatilidad en sus economías (especialmente hasta 2000). El bajo ingreso ha sido causal de políticas coyunturales que remedian temporalmente las falencias en la estructura social, pero que no han permitido proveer de una sólida base en términos de infraestructura o servicios de salud.

- ❖ En ambos países, los índices de salud e infraestructura a nivel del hogar, presentan un alto efecto sobre la variable talla edad. En otras palabras una mejora en cualquiera de estos dos índices presenta un alto efecto sobre la condición nutricional del menor.
- ❖ La desnutrición es más pronunciada y mayor en las poblaciones rurales de los cuatro países. De esta forma, la probabilidad de desnutrición infantil aumenta a medida que la población no pertenece a una zona urbana. La desnutrición presenta serias diferencias en estas áreas. 11.8% de la rural versus 3.2% de la urbana en Perú, 8.9% vs 5.75 en Colombia, 11.1% vs. 4.8% en Bolivia y 15% vs 9% en el Ecuador.
- ❖ En los tres países con mayor población indígena se observa un sesgo en detrimento de los menores, de estas poblaciones. Los indicadores para el desarrollo nutricional de los menores indígenas entregan resultados consistentemente peores a los de la población promedio. La desnutrición crónica en algunos casos llega en estas poblaciones al 50% de los menores, es decir uno de cada dos infantes sufre de una falta nutricional.
- ❖ Esta situación, que de por sí ya es condicional para el desarrollo del menor, se agrava aún más si se compara a las poblaciones indígenas en la serranía o poblaciones rurales donde la diferencia en las condiciones del hogar es de 3 a 1 en detrimento de los hogares pobres. Las zonas geográficas donde mayor presencia de población indígena existe coinciden con las zonas rurales de la serranía donde la baja talla representa una estatura inferior al 1.45m.

- ❖ Cabe indicar que la condición étnica necesita de un estudio mayor debido a que la categorización se realiza en función de la lengua empleada en el hogar y no en rasgos culturales.
- ❖ La escolaridad presenta un efecto positivo en todos los resultados. Sin embargo, al analizar el empleo o experiencia de la madre en labores, el coeficiente entrega un valor negativo como efecto sobre la variable talla edad.
- ❖ Adicionalmente, se observa que las poblaciones indígenas, rurales y de la serranía, tienen las tasas de educación materna más bajas que el promedio del resto de hogares. De esta forma la contribución que tiene la educación de estas madres sobre la condición nutricional del menor es mucho menor comparada con el promedio de la población.
- ❖ A pesar de esta singularidad, la educación de la madre es uno de los indicadores que mayor correlación tiene con la pobreza y con la desnutrición. La población infantil con presencia de desnutrición es un 35% menor en aquellos casos donde la madre curso un ciclo primario (6 años básicos), llegando al 25% si cursó el nivel secundario (6 años adicionales de estudio).
- ❖ El acceso al agua entrega una alta correlación entre enfermedades (diarreas y desnutrición) con la variable que cuantifica el tiempo en adquirir el agua y condiciones de alcantarillado. La tasa de desnutrición infantil en hogares que se proveen de fuentes inseguras es significativamente mayor en promedio en los cuatro países (entre 11 al 15%) versus aquellos hogares donde el agua llega por medios directos (6%).



- ❖ La presencia de endogeneidad en las regresiones iniciales, afecta exclusivamente a los datos de Colombia, Perú y Bolivia. La medida de corrección a este problema permite, además de corregir el sesgo, disponer de variables de control que capturan otros efectos sobre la variable talla edad.
- ❖ Las condiciones de la masa de la mujer son afectadas por variables dicotómicas que capturan la zona geográfica de la residencia del hogar. En todos los casos el efecto fue negativo para las poblaciones de la sierra o amazonía y de igual forma para las poblaciones rurales.
- ❖ El efecto del indicador masa corporal, se traduce directamente al coeficiente de regresión sobre la talla edad. Este valor fue positivo para todos los casos indicando la proporcionalidad directa entre estas dos variables.
- ❖ Los modelos SURE para todos los casos entregan un test positivo para la dependencia entre la variable talla edad y la masa corporal. Esto permitió que el software realice el cálculo por medio de una matriz de varianzas y covarianzas ajustada. Los resultados son consistentes con los modelos en dos y tres etapas.
- ❖ El modelo de tres etapas, es un modelo más refinado que permite emplear ecuaciones simultáneas para solucionar la dependencia interna. Los resultados son consistentes en todos los casos. El modelo es más exigente al calcular la matriz de varianzas y covarianzas mediante un proceso sistematizado. Los resultados son similares al modelo de dos etapas y SURE, difiriendo sobre todo en la probabilidad del estimador.
- ❖ A pesar de esta diferencia, se comprueba una vez más el efecto de las variables instrumentales empleadas dentro del modelo reducido.

## XVII. Bibliografía

- ALLEN, LH. and Gillespie, SR. 2001. What Works? A review of the efficacy and effectiveness of nutrition interventions. CC/SCN Nutrition policy paper No 19 and ADB Nutrition and development series No 5. September 2001.
- ALVEAR Julio Dr. Del Carmen Grijalva Maria Dra. Promoción de Nuevos Estándares Internacionales de Crecimiento del Niño. Reunión Regional. Cuernavaca México Diciembre 2004.. OPS
- Arch Pediatric Adolescence Med 1994;148:508-12
- BARRERA, A. 1990. The role of maternal schooling and its interaction with public health programs in child health production. Journal of Development Economics No 32.
- BAROOAH, V.K. 2002. The role of maternal literacy in reducing the risk of child undernutrition in India. University of Ulster and ICER.
- BARRO, R. Health and Economic Growth. Paper prepared for the World Health Organization, November 1996.
- BARTHOLOMEW David J., The Analysis and Interpretation of Multivariate Data For Social Scientists, London School of Economics and Political Science
- BEHRMAN, J. Wolfe 1987. How does mother's schooling affect the family's health, nutrition, medical care usage and household sanitation. Journal of econometrics 36.
- BEHRMAN, J., and Wolfe, B. 1984. More evidence on nutrition demand: income seems overrated and women's schooling underemphasized. J. Devel. Econ. 14: 105-128.
- BEHRMAN, J.R. 1993. The economic rationale for investing in nutrition in developing countries. World Development 21, No 11: 1749-71.
- CAMPO y FOLGOSO. PULEVA Salud. 2001 Universidad de Granada. Dpto. de Pediatría. Dra.
- Censo de Población y Vivienda 1993. Bolivia
- Consecuencias de la desnutrición infantil. Investigación y Desarrollo. Marzo 2000
- DUNTEMAN, Articles on Malnutrition 1989:22-3
- DE ONIS, Mercedes, Frongillo, Edward and Blössner, Monika. Is Malnutrition Declining? An Analysis of Changes in Levels of Child Malnutrition since 1980. 2000, WHO.
- ECLAC, Panorama Social de América Latina. 2000-2001.
- FOGEL, R. The Impact of Nutrition on Economic Growth. Lecture prepared for the International Health Economics Association. University of York. England, July 2001.
- Food and Nutrition Bulletin. Supplement. Ending Malnutrition by 2020: An Agenda for Change in the Millennium. Vol. 21, N. 3, September 2000.
- Frankenberger Documents. 1996
- Gasto Público en servicios sociales básicos en América Latina y el Caribe. CEPAL 2002

- GERALD, J. and Dorothy R. 2001. Reducción de la desnutrición crónica en el Perú: Propuesta para una estrategia nacional. School of Nutrition Science and Policy at Tufts University.
- GIBSON, J. 2001. The effect of endogeneity and measurement error bias on models of the risk of child stunting, University of Waikato.
- GALOR, O. y Mayer, D. Food for Thought: Basic Needs and Persistent Educational Inequality. Ponencia presentada en el Taller Health, Human Capital and Economic Growth. PAHO, Washington D.C., 15-16 August 2002.
- GREENE W.H. 2000, Econometric Analysis, Prentice Hall, 4th Edition
- HABICHT, J.P., Martorell, R., Yarbrough, C., Maloina, R. and Klein, R.E. 1974. Height and Weight Standards for Preschool Children. How relevant are ethnic differences in growth potential? *Lancet* 1(7858): 611-615.
- HADDAD, L., Bhattarai S., Immink M. and Kumar S. 1995. Household food security and diarrhea as determinants of nutrition: New trade-offs and new opportunities towards 2020?. Draft Discussion Paper, International Food Policy Research Institute: Washington, D. C.
- HADDAD, L. et al. 2002. Reducing child undernutrition: How far does income growth take us?, IFPRI, FCND, Discussion Paper No 137.
- HADDAD, L 2000 Explaining Child Malnutrition in Developing Countries, Smith 2000 Overcoming Child Malnutrition in developing countries. Haddad 2000 ICN 1992
- HENRIQUES, M., Strauss J. and Thomas D. 1991. How does mother's education affect child height?, *J. Human Resources* 26.
- International Food Policy Research Institute. Overcoming Child Malnutrition in Developing Countries: Past Achievements and Future Choices, 2000
- LARREA, Carlos. "Inequidad Social, Salud Reproductiva y Nutrición en Ocho Países de América Latina: Análisis Comparativo de las Encuestas DHS III". Available in: <http://www.paho.org/Spanish/HPP/HPN/larrea-encuestaDHS.htm> , 2002, PAHO: Washington D.C.
- LARREA, Carlos and Freire, Wilma. "Social Inequality and Child Malnutrition in the Andean Region", *Pan American Journal of Public Health*, Vol 11, N.5-6, May-June, 2002.
- LARREA, Carlos, Freire, Wilma and Lutter, Chessa. Equidad desde el Principio: Situación Nutricional de los Niños Ecuatorianos. 2001, OPS-MSP: Washington D.C.
- LARREA, Carlos, Freire, Wilma and Lutter, Chessa. Equidad desde el Principio: Situación Nutricional de los Niños Ecuatorianos. 2001
- MARTORELL, R. and Ho T. J. 1984. Undernutrition, morbidity and mortality. *Population and development review*, supplement to Vol. 10. (Mosley, H. and Chen. L. C. eds. *Child Survival: Strategies for Research*), 49-68.
- SEN, Amartya. *Development as Freedom*. 1999, Alfred A. Knopf: New York.
- SEMBA, Richard and Bloem, Martin (eds.) *Nutrition and Health in Developing Countries*. 2001, Humana Press: New Jersey.
- OEA – Banco Mundial. *Desarrollo infantil temprano. Nutrición 2002*
- OMS. 2001. 54ª Asamblea mundial de la salud A54/7. Punto 13.1 del orden del día provisional 9 de abril de 2001. Estrategia mundial para la alimentación del lactante y del niño pequeño. Informe de la Secretaría.

- OPS / OMS. "Nutrición y alimentación del niño en los primeros años de vida"; 1997  
Textbook of Pediatric Nutrition", Second Edition; Raven Press, New York, 1993
- OSHAUG, Eide, and Eide 1994
- PHILIP, T.J., Nelson, M., Ralph, A. and Leather, S. 1997. Socioeconomic determinants of health: The contribution of nutrition to inequalities in health. *BMJ* 1997; 314.
- PELLETIER et al. 1995
- RUEL, et al 2002. Child feeding practices are associated with child nutritional status in Latin America: Innovative uses of the demographic and health surveys. *J. Nutr.* 132: 1180–1187.
- SHETTY PS, James WPT. 1994 Body Mass Index: A measure of chronic energy deficiency in adults. Food and Nutrition paper No 56 FAO, Rome
- SRIVASTABA and Giles 1987 chp 2. Zellner 1962 y1963. Kmenta and Gilbert 1968
- SKOUFIAS, E. 2001. PROGRESA and its impacts on the human capital and welfare of households in rural Mexico: A synthesis of the results of an evaluation by IFRI, Research Report, IFPRI, Washington D.C.
- SMITH L., Haddad L. 2000, Overcoming Child Malnutrition in Developing Countries: Past Achievements and Futures Choices, IFPRI, Discussion Paper 30
- THOMAS, Duncan. 1994. Like Father, Like Son; Like Mother, Like Daughter: Parental Resources and Child Height. Labor & Population Program. Reprint Series 95-01. Thomas, Duncan, Jhon Strauss, and Maria-Helena Henriques. 1992. Survival Rates, Height-for-age and Household Characteristics in Brazil. *Journal of Development Economics*, 33, (2), 197-234. WHO. 2000. Nutrition for health an development: A global agenda for combating undernutrition. WHO/NHD/00.6.
- UNICEF 1990, 1998, artículos de Engle, Menon y Hadad remitidos 1999
- WHO. Investing in Health: Investing in Health for Economic Development. 2001.
- WHO 2000 Nutrition for health an development: A global agenda for combating malnutrition, WHO/NHD/00.6
- WHO 2000. Mortalidad infantil. *Bulletin of the World Health Organization*, 2000, 78 (10): 1222–1233
- WHO 1995, Physical status and the use and interpretation of anthropometrics. WHO Technical Report Series No 854.
- WHO 1998, Complementary feeding of young children in developing countries: a review of current scientific knowledge. WHO/NUT/98.1 Geneva 1998
- WHO 2001, Nutrition for Health and Development. Sustainable. Development and Healthy Environments. World Health Organization. Turning the tide of malnutrition. Responding to the challenge of the 21<sup>st</sup> Century
- WHO/NHD 00.7 p. 18 Wagstaff, A, Watabane, N. Socioeconomic Inequalities in Child Malnutrition in the Developing Word. Washington D.C.: World Bank; 2000.
- WHO, 2000, Is malnutrition declining? An analysis of changes in levels of child malnutrition since 1980.
- WHO, Departamento de nutrición para la salud y el desarrollo, World Health Organization, Suiza, Genova. Ref..00-0688
- ZELLNER 1962, 1963, Mehta and Swamy 1976, Kariya 1981a. Documents on Malnutrition



XVIII. TABLAS<sup>90</sup>

PERÚ. Tablas 28 y 29

PERU								
Variables	Regresiones sin indices				Resiones con indices			
	Simple		Encuestas		Simple		Encuestas	
	R 2= 0.2438		R 2 = 0.2442		R 2 = 0.2573		R 2 = 0.2573	
Talla Edad	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Indice de Biomasa	0.025	(0.002)	0.025	(0.003)	0.019	(0.002)	0.019	(0.003)
Edad	-1.405	(0.050)	-1.405	(0.061)	-1.412	(0.050)	-1.412	(0.062)
Edad al Cuadrado	0.470	(0.023)	0.470	(0.028)	0.471	(0.023)	0.471	(0.028)
Edad al Cubo	-0.051	(0.003)	-0.051	(0.004)	-0.051	(0.003)	-0.051	(0.004)
Sexo del menor	0.039	(0.014)	0.039	(0.017)	0.039	(0.014)	0.039	(0.017)
Dumy Etnicidad	-0.123	(0.025)	-0.123	(0.041)	-0.118	(0.025)	-0.118	(0.040)
Educación Pareja	0.027	(0.002)	0.027	(0.003)	0.010	(0.003)	0.010	(0.005)
Educación Mujer	0.040	(0.002)	0.040	(0.003)	0.021	(0.003)	0.021	(0.004)
Dumy Urbano	0.207	(0.019)	0.207	(0.029)	** 0.001	(0.021)	** 0.001	(0.033)
Hacinamiento	0.472	(0.049)	0.472	(0.071)	0.210	(0.051)	0.210	(0.076)
Diarrea Fiebre ponderado	-0.048	(0.007)	-0.048	(0.009)	-0.039	(0.007)	-0.039	(0.009)
Atención último parto	0.129	(0.009)	0.129	(0.012)	0.040	(0.014)	0.040	(0.019)
Numero Total de Niños Nacidos	-0.038	(0.004)	-0.038	(0.005)	-0.040	(0.004)	-0.040	(0.005)
Número de hermanos	-0.089	(0.009)	-0.089	(0.012)	-0.076	(0.009)	-0.076	(0.012)
Indice de Bienes de Vivienda					0.004	(0.001)	0.004	(0.001)
Indice de Empleo					0.005	(0.001)	0.005	(0.002)
Indice de Vivienda					0.009	(0.001)	0.009	(0.001)
Indice de Acceso a SS. Salud					0.004	(0.001)	0.004	(0.001)
Constante	-0.818	(0.046)	-0.818	(0.062)	-1.372	(0.064)	-1.372	(0.091)
* entre el 5 y 10 % de probabilidad								
** Superior al 10% de probabilidad								
Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad								

PERU					
Variables	Modelo SURE				
	Sin Indices		Con Indices		
Talla Edad	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	
Indice de Biomasa	0.029	(0.002)	0.024	(0.002)	
Edad	-1.399	(0.050)	-1.411	(0.050)	
Edad al Cuadrado	0.470	(0.023)	0.471	(0.023)	
Edad al Cubo	-0.051	(0.003)	-0.051	(0.003)	
Sexo del menor	0.041	(0.014)	0.041	(0.014)	
Dumy Etnicidad	-0.124	(0.025)	-0.121	(0.025)	
Educación Pareja	0.026	(0.002)	0.009	(0.003)	
Educación Mujer	0.039	(0.002)	0.020	(0.003)	
Dumy Urbano	0.208	(0.019)	** 0.007	(0.021)	
Hacinamiento	0.460	(0.049)	0.206	(0.050)	
Diarrea Fiebre ponderado	-0.047	(0.007)	-0.038	(0.007)	
Atención último parto	0.127	(0.009)	0.041	(0.014)	
Numero Total de Niños Nacidos	-0.040	(0.004)	-0.041	(0.004)	
Número de hermanos	-0.086	(0.009)	-0.075	(0.009)	
Indice de Bienes de Vivienda	-0.846	(0.047)	0.004	(0.001)	
Indice de Empleo			0.004	(0.001)	
Indice de Vivienda			0.009	(0.001)	
Indice de Acceso a SS. Salud			0.004	(0.001)	
Constante			-1.381	(0.064)	
<b>Indice Biomasa</b>					
Bmi Comunidad	0.869	(0.002)	0.870	(0.002)	
Edad madre al cuadrado	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)	
Ocupación de la mujer	** 0.004	(0.004)	** 0.005	(0.004)	
Dumy Sierra	0.050	(0.010)	0.051	(0.010)	
Dumy Amazon	0.035	(0.012)	0.038	(0.012)	
Peso Madre	0.058	(0.001)	0.057	(0.001)	
Constante	-2.119	(0.036)	-2.112	(0.036)	
* entre el 5 y 10 % de probabilidad					
** Superior al 10% de probabilidad					
Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad					

<sup>90</sup> Todas las tabas expuestas tienen como fuente las respectivas encuestas DHS con excepción de Ecuador que tiene como fuente la encuesta LSMS

PERU

Modelo en Dos Etapas Mínimos Cuadrados - PRIMERA ETAPA -				
Variables	Modelo sin Índices		Modelo con Índices	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Índice de Biomasa				
Edad	** 0.008	(0.029)	** -0.001	(0.030)
Edad al Cuadrado	** 0.001	(0.013)	** 0.008	(0.014)
Edad al Cubo	** -0.000	(0.002)	** -0.001	(0.002)
Sexo del menor	** 0.005	(0.008)	** 0.012	(0.008)
Dumy Etnicidad	** -0.013	(0.014)	* -0.025	(0.015)
Educación Pareja	-0.006	(0.001)	* -0.005	(0.002)
Educación Mujer	-0.010	(0.001)	-0.010	(0.002)
Dumy Urbano	** -0.001	(0.011)	0.030	(0.013)
Hacinamiento	-0.070	(0.029)	** -0.021	(0.030)
Diarrea Fiebre ponderado	** 0.001	(0.004)	** 0.005	(0.004)
Atención último parto	* 0.009	(0.005)	* 0.014	(0.008)
Número Total de Niños Nacidos	** 0.003	(0.003)	* 0.006	(0.003)
Número de hermanos	** -0.000	(0.005)	** 0.000	(0.006)
Bmi Comunidad	0.875	(0.002)	0.866	(0.002)
Edad madre al cuadrado	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)
Ocupación de la mujer	** -0.007	(0.005)	** -0.009	(0.006)
Dumy Sierra	0.029	(0.011)	0.032	(0.011)
Dumy Amazon	** 0.003	(0.011)	** -0.010	(0.013)
Peso Madre	0.056	(0.001)	0.059	(0.001)
Índice de Bienes de Vivienda			** -0.000	(0.001)
Índice de Empleo			** -0.000	(0.001)
Índice de Vivienda			-0.002	(0.001)
Índice de Acceso a SS. Salud			** 0.000	(0.000)
Constante	-1.895	(0.040)	-1.966	(0.051)
Regresión en Dos Etapas Mínimos Cuadrados				
Variables	Talla Edad		Talla Edad	
bmi2	0.029	(0.002)	0.024	(0.002)
age	-1.547	(0.052)	-1.410	(0.050)
agesq	0.524	(0.024)	0.470	(0.023)
agecube	-0.057	(0.003)	-0.051	(0.003)
sexonino	0.050	(0.014)	0.039	(0.014)
detnc	-0.168	(0.023)	-0.117	(0.025)
edumarc	0.023	(0.002)	0.010	(0.003)
edumujc	0.039	(0.003)	0.022	(0.003)
urbano	0.173	(0.018)	** 0.002	(0.021)
cuapers	0.522	(0.053)	0.209	(0.051)
morbidid2	-0.041	(0.007)	-0.039	(0.007)
gatepar1	0.122	(0.009)	0.040	(0.014)
v201	-0.032	(0.004)	-0.042	(0.004)
numherm	-0.087	(0.009)	-0.075	(0.009)
ibienvc			0.004	(0.001)
iemplevc			0.004	(0.001)
invvc			0.009	(0.001)
insersac			0.004	(0.001)
_cons	-0.752	0.047	-1.404	(0.064)
* entre el 5 y 10 % de probabilidad				
** Superior al 10% de probabilidad				
Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad				

tabla 30

PERU				
Modelo Tres Etapas Mínimos Cuadrados - PRIMERA ETAPA -				
Variables	Modelo sin Índices		Modelo con Índices	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Talla Edad				
Edad	-1.427	(0.048)	-1.429	(0.048)
Edad al Cuadrado	0.476	(0.023)	0.475	(0.023)
Edad al Cubo	-0.051	(0.003)	-0.051	(0.003)
Sexo del menor	0.045	(0.014)	0.045	(0.013)
Dumy Etnicidad	** -0.023	(0.025)	** -0.036	(0.025)
Educación Pareja	0.020	(0.002)	** 0.003	(0.004)
Educación Mujer	0.022	(0.002)	* 0.006	(0.003)
Dumy Urbano	0.085	(0.019)	-0.045	(0.021)
Hacinamiento	0.226	(0.047)	** 0.05	(0.049)
Diarrea Fiebre ponderado	-0.029	(0.007)	-0.024	(0.007)
Atención último parto	0.083	(0.009)	0.042	(0.013)
Número Total de Niños Nacidos	-0.089	(0.005)	-0.084	(0.005)
Número de hermanos	-0.054	(0.009)	-0.053	(0.009)
Bmi Comunidad	0.125	(0.001)	0.123	(0.001)
Edad madre al cuadrado	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)
Ocupación de la mujer	-0.022	(0.007)	** 0.013	(0.010)
Dumy Sierra	-0.360	(0.018)	-0.340	(0.018)
Dumy Amazon	-0.220	(0.022)	-0.178	(0.022)
Peso Madre	0.065	(0.002)	0.063	(0.002)
Índice de Bienes de Vivienda			0.003	(0.001)
Índice de Empleo			0.006	(0.002)
Índice de Vivienda			0.006	(0.001)
Índice de Acceso a SS. Salud			0.002	(0.001)
Constante	-2.640	(0.068)	-2.994	(0.082)
Índice de Biomasa				
Edad	** 0.002	(0.030)	** -0.001	(0.030)
Edad al Cuadrado	** 0.007	(0.014)	** 0.008	(0.014)
Edad al Cubo	** -0.001	(0.002)	** -0.001	(0.002)
Sexo del menor	** 0.012	(0.008)	** 0.011	(0.008)
Dumy Etnicidad	* -0.027	(0.015)	* -0.025	(0.015)
Educación Pareja	-0.006	(0.001)	* -0.004	(0.002)
Educación Mujer	-0.011	(0.001)	-0.010	(0.002)
Dumy Urbano	** 0.004	(0.012)	0.030	(0.013)
Hacinamiento	-0.061	(0.029)	** -0.021	(0.030)
Diarrea Fiebre ponderado	** 0.006	(0.004)	** 0.005	(0.004)
Atención último parto	0.012	(0.005)	* 0.014	(0.008)
Número Total de Niños Nacidos	0.007	(0.003)	0.006	(0.003)
Número de hermanos	** -0.000	(0.005)	** 0.000	(0.006)
Bmi Comunidad	0.867	(0.002)	0.866	(0.002)
Edad madre al cuadrado	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)
Ocupación de la mujer	** -0.007	(0.005)	** -0.009	(0.006)
Dumy Sierra	0.035	(0.011)	0.032	(0.011)
Dumy Amazon	** -0.002	(0.013)	** -0.010	(0.013)
Peso Madre	0.059	(0.001)	0.059	(0.001)
Índice de Bienes de Vivienda			** 0.000	(0.001)
Índice de Empleo			** 0.000	(0.001)
Índice de Vivienda			-0.002	(0.001)
Índice de Acceso a SS. Salud			** 0.000	(0.000)
Constante	-1.999	(0.042)	-1.966	(0.051)
Talla Edad				
Índice de Biomasa	0.030	(0.002)	0.024	(0.002)
Edad	-1.399	(0.050)	-1.411	(0.050)
Edad al Cuadrado	0.470	(0.023)	0.471	(0.023)
Edad al Cubo	-0.051	(0.003)	-0.051	(0.003)
Sexo del menor	0.041	(0.014)	0.041	(0.014)
Dumy Etnicidad	-0.124	(0.025)	-0.121	(0.025)
Educación Pareja	0.026	(0.002)	0.009	(0.003)
Educación Mujer	0.039	(0.002)	0.020	(0.003)
Dumy Urbano	0.208	(0.019)	0.007	(0.021)
Hacinamiento	0.458	(0.049)	0.206	(0.050)
Diarrea Fiebre ponderado	-0.047	(0.007)	-0.038	(0.007)
Atención último parto	0.127	(0.009)	0.041	(0.014)
Número Total de Niños Nacidos	-0.040	(0.004)	-0.042	(0.004)
Número de hermanos	-0.086	(0.009)	-0.074	(0.009)
Índice de Bienes de Vivienda			0.004	(0.001)
Índice de Empleo			0.004	(0.001)
Índice de Vivienda			0.009	(0.001)
Índice de Acceso a SS. Salud			0.004	(0.001)
Constante	-0.851	(0.047)	-1.385	(0.064)
Índice Biomasa				
Bmi Comunidad	0.869	(0.002)	0.870	(0.002)
Edad madre al cuadrado	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)
Ocupación de la mujer	** 0.004	(0.004)	** 0.005	(0.004)
Dumy Sierra	0.050	(0.010)	0.051	(0.010)
Dumy Amazon	0.035	(0.012)	0.037	(0.012)
Peso Madre	0.058	(0.001)	0.058	(0.001)
Constante	-2.123	(0.036)	-2.115	(0.036)
* entre el 5 y 10 % de probabilidad				
** Superior al 10% de probabilidad				
Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad				

tabla 31





Tabla 32

correlación			
	Talla Edad	Indice de biomasa	BMI Comunidad
Talla Edad	1.00		
Indice de biomasa	0.10	1.00	
BMI Comunidad	0.10	0.98	1.00

Tabla 33

TEST HAUSMAN WU PERU						
Source	SS	df	MS	Number of obs	=	26493
Model	13704.9419	14	978.924423	F( 14, 26478)	=	796.38
Residual	32547.4039	26478	1.22922441	Prob > F	=	0
Total	46252.3458	26492	1.7458986	R-squared	=	0.2963
				Adj R-squared	=	0.2959
				Root MSE	=	1.1087
Talla Edad DS	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
Indice de Biomasa	0.07	0.00	32.70	0.00	0.07	0.07
Edad	-1.36	0.05	-27.82	0.00	-1.45	-1.26
Edad al cuadrado	0.45	0.02	19.78	0.00	0.41	0.49
Edad al Cubo	-0.05	0.00	-16.12	0.00	-0.05	-0.04
Sexo del niño	0.03	0.01	2.55	0.01	0.01	0.06
Dumy Etnicidad	-0.11	0.02	-4.59	0.00	-0.16	-0.06
Educación marido	0.03	0.00	11.56	0.00	0.02	0.03
Educación mujer	0.04	0.00	17.35	0.00	0.04	0.05
Urbano Rural	0.17	0.02	9.27	0.00	0.13	0.20
Cuartos por persona (Asinamiento)	0.49	0.05	10.63	0.00	0.40	0.59
Diarrea Fiebre IRA poderado	-0.05	0.01	-7.20	0.00	-0.06	-0.04
Atención último parto	0.11	0.01	12.53	0.00	0.09	0.13
Numero total de niños nacidos	-0.06	0.00	-15.53	0.00	-0.06	-0.05
<b>residuos</b>	<b>-0.21</b>	<b>0.00</b>	<b>-45.48</b>	<b>0.00</b>	<b>-0.22</b>	<b>-0.20</b>
Constante	-1.28	0.04	-28.63	0.00	-1.37	-1.20

COLOMBIA. Tablas 34 y 35

COLOMBIA								
Variables	Regresiones sin Indices				Resiones con Indices			
	Simple		Encuestas		Simple		Encuestas	
	R <sup>2</sup> = 0.1494		R <sup>2</sup> = 0.1494		R <sup>2</sup> = 0.1556		R <sup>2</sup> = 0.1556	
Talla Edad	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Índice de Biomasa	0.016	(0.003)	0.016	(0.004)	0.014	(0.003)	0.014	(0.004)
Edad	-1.156	(0.090)	-1.156	(0.094)	-1.170	(0.090)	-1.170	(0.095)
Edad al cuadrado	0.457	(0.042)	0.457	(0.043)	0.460	(0.042)	0.460	(0.043)
Edad al Cubo	-0.055	(0.006)	-0.055	(0.006)	-0.056	(0.006)	-0.056	(0.006)
Sexo del niño	0.073	(0.025)	0.073	(0.026)	0.074	(0.025)	0.074	(0.026)
Edad de la mujer	0.025	(0.003)	0.025	(0.003)	0.022	(0.003)	0.022	(0.003)
Región Central	-0.071	(0.029)	*-0.071	(0.036)	-0.075	(0.030)	-0.075	(0.036)
Región Bogotá	-0.466	(0.042)	-0.466	(0.050)	-0.446	(0.042)	-0.446	(0.050)
Escolaridad Pareja	0.016	(0.004)	0.016	(0.005)	0.014	(0.005)	0.014	(0.006)
Escolaridad Mujer	0.023	(0.004)	0.023	(0.005)	0.019	(0.005)	0.019	(0.006)
Cuartos por persona	0.491	(0.072)	0.491	(0.076)	0.434	(0.074)	0.434	(0.078)
Lugar de Residencia Actual	0.075	(0.013)	0.075	(0.016)	0.063	(0.015)	0.063	(0.019)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	-0.039	(0.014)	-0.039	(0.015)	-0.032	(0.014)	-0.032	(0.015)
Atención Último Parto	**0.015	(0.014)	**0.015	(0.016)	-0.095	(0.031)	-0.095	(0.036)
Número Total de niños nacidos	-0.100	(0.010)	-0.100	(0.014)	-0.092	(0.010)	-0.092	(0.014)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	na	na	0.005	(0.001)	0.005	(0.001)
Índice de Empleo	na	na	na	na	0.000	**0.002	**0.000	(0.002)
Índice de Acceso a Salud	na	na	na	na	0.008	(0.002)	0.008	(0.002)
Índice de Vivienda Básica	na	na	na	na	0.000	**0.001	**0.001	(0.001)
Constante	-1.247	(0.090)	-1.247	(0.101)	-1.853	(0.157)	-1.853	(0.183)
* entre el 5 y 10 % de probabilidad								
** Superior al 10% de probabilidad								
Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad								

COLOMBIA				
Modelo SURE				
Variables	Sin Indices		Con Indices	
Talla Edad	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Índice de Biomasa	0.047	(0.003)	0.045	(0.003)
Edad	-1.184	(0.106)	-1.185	(0.106)
Edad al cuadrado	0.459	(0.047)	0.456	(0.047)
Edad al Cubo	-0.055	(0.006)	-0.055	(0.006)
Sexo del niño	0.059	(0.026)	0.061	(0.026)
Edad de la mujer	0.027	(0.003)	0.024	(0.003)
Región Central	**0.001	(0.030)	**0.004	(0.031)
Región Bogotá	-0.327	(0.045)	-0.310	(0.045)
Escolaridad Pareja	0.008	(0.004)	**0.001	(0.005)
Escolaridad Mujer	0.021	(0.005)	0.013	(0.006)
Cuartos por persona	0.482	(0.075)	0.402	(0.077)
Lugar de Residencia Actual	0.070	(0.014)	0.048	(0.016)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	-0.030	(0.014)	*-0.03	(0.014)
Atención Último Parto	**0.01	(0.014)	-0.122	(0.031)
Número Total de niños nacidos	-0.106	(0.010)	-0.096	(0.010)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	0.004	(0.001)
Índice de Empleo	na	na	**0.003	(0.002)
Índice de Acceso a Salud	na	na	0.010	(0.002)
Índice de Vivienda Básica	na	na	**0.001	(0.001)
Constante	-1.486	(0.104)	-2.210	(0.169)
<b>Índice Biomasa</b>				
BMI Comunidad	0.071	(0.004)	0.071	(0.004)
Meses de Lactancia	0.008	(0.003)	0.008	(0.003)
Ocupación madre	-0.121	(0.024)	-0.127	(0.025)
Peso Madre	0.325	(0.002)	0.325	(0.002)
Urbano Rural	-0.451	(0.047)	-0.455	(0.047)
Constante	-10.188	(0.134)	-10.192	(0.134)
* entre el 5 y 10 % de probabilidad				
** Superior al 10% de probabilidad				
Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad				

COLOMBIA				
Modelo en Dos Etapas Mínimos Cuadrados - PRIMERA ETAPA -				
Variables	Modelo sin Indices		Modelo con Indices	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Índice de Biomasa				
Edad	** -0.261	(0.175)	** -0.234	(0.174)
Edad al cuadrado	** 0.093	(0.078)	** 0.082	(0.078)
Edad al Cubo	** -0.01	(0.010)	** -0.008	(0.010)
Sexo del niño	** 0.014	(0.042)	** 0.019	(0.042)
Edad de la mujer	0.020	(0.004)	0.018	(0.005)
Región Central	0.455	(0.050)	0.390	(0.051)
Región Bogotá	0.669	(0.078)	0.615	(0.078)
Escolaridad Pareja	-0.061	(0.007)	-0.058	(0.010)
Escolaridad Mujer	-0.039	(0.008)	-0.039	(0.009)
Cuartos por persona	** 0.182	(0.126)	** -0.04	(0.128)
Lugar de Residencia Actual	** -0.027	(0.038)	** -0.057	(0.038)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	** 0.004	(0.023)	** 0.02	(0.023)
Atención Último Parto	0.064	(0.023)	-0.024	(0.051)
Número Total de niños nacidos	0.038	(0.017)	0.045	(0.017)
BMI Comunidad	0.075	(0.004)	0.076	(0.004)
Meses de Lactancia	* 0.005	(0.003)	0.007	(0.003)
Ocupación madre	** 0.008	(0.029)	** 0.031	(0.041)
Peso Madre	0.320	(0.002)	0.318	(0.002)
Urbano Rural	** -0.149	(0.093)	-0.309	(0.100)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	** -0.000	(0.002)
Índice de Empleo	na	na	** -0.002	(0.005)
Índice de Acceso a Salud	na	na	** 0.006	(0.004)
Índice de Vivienda Básica	na	na	0.008	(0.002)
Constante	-10.050	(0.205)	-10.480	(0.308)
Regresión en Dos Etapas Mínimos Cuadrados				
Variables	Talla Edad		Talla Edad	
Índice de Biomasa	0.058	(0.004)	0.057	(0.004)
Edad	-1.085	(0.113)	-1.127	(0.113)
Edad al cuadrado	0.419	(0.050)	0.435	(0.050)
Edad al Cubo	-0.050	(0.006)	-0.052	(0.006)
Sexo del niño	0.064	(0.027)	0.056	(0.027)
Edad de la mujer	0.021	(0.003)	0.019	(0.003)
Región Central	-0.081	(0.032)	-0.076	(0.033)
Región Bogotá	-0.414	(0.048)	-0.424	(0.048)
Escolaridad Pareja	0.022	(0.004)	0.017	(0.006)
Escolaridad Mujer	0.026	(0.005)	0.021	(0.006)
Cuartos por persona	0.478	(0.081)	0.400	(0.082)
Lugar de Residencia Actual	0.048	(0.014)	0.055	(0.017)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	-0.035	(0.015)	-0.031	(0.015)
Atención Último Parto	** -0.012	(0.015)	-0.117	(0.033)
Número Total de niños nacidos	-0.113	(0.011)	-0.107	(0.011)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	0.004	(0.001)
Índice de Empleo	na	na	** 0.001	(0.002)
Índice de Acceso a Salud	na	na	0.008	(0.002)
Índice de Vivienda Básica	na	na	** -0.001	(0.001)
Constante	-1.523	(0.110)	-2.085	(0.179)
* entre el 5 y 10 % de probabilidad				
** Superior al 10% de probabilidad				
Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad				

Tabla 36

COLOMBIA				
Modelo Tres Etapas Mínimos Cuadrados - PRIMERA ETAPA -				
Variables	Modelo sin Indices		Modelo con Indices	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Talla Edad				
Edad	-1.142	(0.109)	-1.146	(0.109)
Edad al cuadrado	0.445	(0.049)	0.444	(0.049)
Edad al Cubo	-0.054	(0.006)	-0.053	(0.006)
Sexo del niño	0.054	(0.026)	0.057	(0.026)
Edad de la mujer	0.023	(0.003)	0.020	(0.003)
Región Central	* -0.060	(0.031)	* -0.061	(0.032)
Región Bogotá	-0.404	(0.048)	-0.392	(0.049)
Escolaridad Pareja	0.016	(0.004)	0.015	(0.006)
Escolaridad Mujer	0.020	(0.005)	0.017	(0.006)
Cuartos por persona	0.407	(0.078)	0.354	(0.080)
Lugar de Residencia Actual	0.071	(0.024)	0.065	(0.024)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	-0.030	(0.015)	* -0.027	(0.015)
Atención Último Parto	** -0.001	(0.014)	-0.120	(0.032)
Número Total de niños nacidos	-0.113	(0.010)	-0.104	(0.011)
BMI Comunidad	-0.013	(0.002)	-0.013	(0.002)
Meses de Lactancia	** -0.002	(0.002)	** -0.002	(0.002)
Ocupación madre	** 0.01	(0.018)	** 0.011	(0.025)
Peso Madre	0.026	(0.002)	0.026	(0.002)
Urbano Rural	** -0.044	(0.058)	** -0.056	(0.063)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	0.004	(0.001)
Índice de Empleo	na	na	** -0.000	(0.003)
Índice de Acceso a Salud	na	na	0.009	(0.002)
Índice de Vivienda Básica	na	na	** -0.000	(0.001)
Constante	-2.252	(0.128)	-2.867	(0.192)
Índice de Biomasa				
Edad	** -0.23	(0.174)	** -0.234	(0.174)
Edad al cuadrado	** 0.081	(0.078)	** 0.082	(0.078)
Edad al Cubo	** -0.01	(0.010)	** -0.008	(0.010)
Sexo del niño	** 0.02	(0.042)	** 0.019	(0.042)
Edad de la mujer	0.021	(0.004)	0.019	(0.005)
Región Central	0.434	(0.050)	0.390	(0.051)
Región Bogotá	0.649	(0.077)	0.615	(0.078)
Escolaridad Pareja	-0.060	(0.007)	-0.058	(0.010)
Escolaridad Mujer	-0.038	(0.008)	-0.039	(0.009)
Cuartos por persona	** 0.1	(0.125)	** 0.038	(0.128)
Lugar de Residencia Actual	** -0.043	(0.038)	** -0.057	(0.038)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	** 0.02	(0.023)	** 0.021	(0.023)
Atención Último Parto	0.066	(0.023)	** -0.024	(0.051)
Número Total de niños nacidos	0.036	(0.017)	0.045	(0.017)
BMI Comunidad	0.076	(0.004)	0.076	(0.004)
Meses de Lactancia	0.007	(0.003)	0.007	(0.003)
Ocupación madre	** 0.01	(0.028)	** 0.031	(0.041)
Peso Madre	0.319	(0.002)	0.318	(0.002)
Urbano Rural	** -0.142	(0.093)	-0.309	(0.100)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	** -0.000	(0.002)
Índice de Empleo	na	na	** -0.002	(0.005)
Índice de Acceso a Salud	na	na	** 0.01	(0.004)
Índice de Vivienda Básica	na	na	0.008	(0.002)
Constante	-10.014	(0.205)	-10.480	(0.308)
Talla Edad				
Índice de Biomasa	0.057	(0.004)	0.055	(0.004)
Edad	-1.177	(0.105)	-1.178	(0.105)
Edad al cuadrado	0.455	(0.047)	0.453	(0.047)
Edad al Cubo	-0.055	(0.006)	-0.054	(0.006)
Sexo del niño	0.058	(0.025)	0.060	(0.025)
Edad de la mujer	0.027	(0.003)	0.023	(0.003)
Región Central	** 0.017	(0.030)	** 0.01	(0.030)
Región Bogotá	-0.306	(0.045)	-0.290	(0.045)
Escolaridad Pareja	** 0.007	(0.004)	** -0.001	(0.005)
Escolaridad Mujer	0.020	(0.005)	0.011	(0.005)
Cuartos por persona	0.471	(0.075)	0.389	(0.076)
Lugar de Residencia Actual	0.072	(0.014)	0.048	(0.016)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	-0.029	(0.014)	* -0.025	(0.014)
Atención Último Parto	** 0.01	(0.014)	-0.123	(0.031)
Número Total de niños nacidos	-0.106	(0.010)	-0.096	(0.010)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	0.003	(0.001)
Índice de Empleo	na	na	* 0.003	(0.002)
Índice de Acceso a Salud	na	na	0.010	(0.002)
Índice de Vivienda Básica	na	na	** 0.001	(0.001)
Constante	-1.564	(0.104)	-2.292	(0.168)
Índice de Biomasa				
BMI Comunidad	0.069	(0.003)	0.069	(0.003)
Meses de Lactancia	0.008	(0.002)	0.008	(0.002)
Ocupación madre	-0.116	(0.024)	-0.124	(0.024)
Peso Madre	0.324	(0.002)	0.324	(0.002)
Urbano Rural	-0.449	(0.047)	-0.453	(0.047)
Constante	-10.110	(0.134)	-10.115	(0.134)
* entre el 5 y 10 % de probabilidad				
** Superior al 10% de probabilidad				
Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad				

Tabla 37

tabla 38

correlación			
	BMI Comunidad	Talla Edad	Indice de Biomasa
BMI Comunidad	1		
Talla Edad	0.0501	1	
Indice de Biomasa	0.5656	0.0772	1

Tabla 39

TEST HAUSMAN WU COLOMBIA						
Source	SS	df	MS	Number of obs	=	5900
Model	1881.6201	16	117.601257	F( 16, 5883)	=	125.7
Residual	5500.2892	5883	0.93494631	Prob > F	=	0
Total	7381.9093	5899	1.25138316	R-squared	=	0.254
				Adj R-squared	=	0.252
				Root MSE	=	0.9669
Talla Edad DS	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interva
Indice de Biomasa	0.06	0.00	17.21	0.00	0.06	0.07
Edad	-1.12	0.10	-10.77	0.00	-1.33	-0.92
Edad al cuadrado	0.44	0.05	9.38	0.00	0.34	0.53
Edad al Cubo	-0.05	0.01	-8.78	0.00	-0.06	-0.04
Sexo del niño	0.05	0.03	2.08	0.04	0.00	0.10
Edad de la mujer	0.02	0.00	7.92	0.00	0.02	0.03
Región Central	0.04	0.03	1.04	0.30	-0.03	0.10
Región Bogotá	-0.40	0.04	-9.28	0.00	-0.49	-0.32
Escolaridad Pareja	0.02	0.00	5.12	0.00	0.01	0.03
Escolaridad Mujer	0.03	0.00	5.81	0.00	0.02	0.03
Cuartos por persona	0.41	0.07	5.57	0.00	0.26	0.55
Lugar de Residencia Actual	0.06	0.01	4.21	0.00	0.03	0.08
Diarrea Fiebre IRA poderado	-0.03	0.01	-2.50	0.01	-0.06	-0.01
Atención Último Parto	0.00	0.01	-0.35	0.73	-0.03	0.02
Número Total de niños nacidos	-0.11	0.01	-11.55	0.00	-0.13	-0.10
Residuos	-0.25	0.01	-29.49	0.00	-0.26	-0.23
Constante	-1.53	0.10	-15.02	0.00	-1.73	-1.33

BOLIVIA. tablas 40 y 41

BOLIVIA								
Variables	Regresiones sin Indices				Regresiones con Indices			
	Simple		Encuestas		Simple		Encuestas	
	R <sup>2</sup> = 0.1311		R <sup>2</sup> = 0.1311		R <sup>2</sup> = 0.1495		R <sup>2</sup> = 0.1495	
Talla Edad	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Índice de Biomasa	0.026	(0.005)	0.026	(0.007)	0.020	(0.005)	0.020	(0.007)
Edad	-1.673	(0.162)	-1.673	(0.175)	-1.707	(0.161)	-1.707	(0.176)
Edad al cuadrado	0.633	(0.076)	0.633	(0.084)	0.639	(0.076)	0.639	(0.083)
Edad al Cubo	-0.074	(0.010)	-0.074	(0.011)	-0.074	(0.010)	-0.074	(0.011)
Sexo del niño	**0.042	(0.045)	**0.042	(0.052)	**0.046	(0.046)	**0.046	(0.051)
Dummy Etnicidad	-0.420	(0.085)	-0.420	(0.096)	-0.370	(0.086)	-0.370	(0.098)
Escolaridad Pareja	0.017	(0.007)	*0.017	(0.009)	**0.01	(0.007)	**0.009	(0.009)
Escolaridad Mujer	0.023	(0.007)	0.023	(0.008)	**0.01	(0.007)	**0.02	(0.009)
Urbano o Rural	**0.09	(0.061)	**0.085	(0.094)	-0.356	(0.072)	-0.356	(0.111)
Cuartos por Persona	0.672	(0.130)	0.672	(0.159)	**0.182	(0.146)	**0.182	(0.174)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	**0.022	(0.023)	**0.022	(0.028)	**0.016	(0.023)	**0.0156	(0.028)
Atención último Parto	0.237	(0.073)	0.237	(0.072)	0.153	(0.075)	0.153	(0.076)
Número Total de niños nacidos	-0.044	(0.011)	-0.044	(0.016)	-0.043	(0.011)	-0.043	(0.017)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	na	na	0.015	(0.003)	0.015	(0.003)
Índice de Empleo	na	na	na	na	**0.001	(0.001)	**0.001	(0.002)
Índice de Acceso a Servicios de	na	na	na	na	**0.004	(0.003)	**0.004	(0.003)
Índice de Vivienda Básica	na	na	na	na	0.006	(0.002)	*0.006	(0.003)
Constante	-0.517	(0.173)	-0.517	(0.192)	-1.181	(0.228)	-1.181	(0.282)

\* entre el 5 y 10 % de probabilidad  
 \*\* Superior al 10% de probabilidad  
 Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad

BOLIVIA				
Modelo SURE				
Variables	Sin Indices		Con Indices	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Talla Edad				
Índice de Biomasa	0.040	(0.006)	0.036	(0.006)
Edad	-1.585	(0.201)	-1.639	(0.200)
Edad al cuadrado	0.579	(0.091)	0.599	(0.090)
Edad al Cubo	-0.066	(0.012)	-0.068	(0.012)
Sexo del niño	**0.035	(0.052)	**0.043	(0.052)
Dummy Etnicidad	-0.353	(0.097)	-0.328	(0.098)
Escolaridad Pareja	0.017	(0.007)	**0.012	(0.008)
Escolaridad Mujer	0.023	(0.008)	*0.014	(0.009)
Urbano o Rural	**0.071	(0.068)	-0.281	(0.081)
Cuartos por Persona	0.844	(0.151)	0.426	(0.168)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	**0.01	(0.026)	**0.008	(0.026)
Atención último Parto	0.269	(0.080)	0.235	(0.083)
Número Total de niños nacidos	-0.048	(0.012)	-0.046	(0.012)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	0.014	(0.003)
Índice de Empleo	na	na	**0.001	(0.001)
Índice de Acceso a Servicios de	na	na	**0.001	(0.003)
Índice de Vivienda Básica	na	na	*0.004	(0.002)
Constante	-0.757	(0.209)	-1.185	(0.266)
Índice Biomasa				
BMI Comunidad	3.074	(0.056)	3.077	(0.056)
Dummy Altiplano	0.286	(0.059)	0.292	(0.059)
Lugar Residencia Infancia	-0.047	(0.022)	-0.049	(0.022)
Meses de Lactancia	0.013	(0.004)	0.013	(0.004)
Peso Madre	0.160	(0.004)	0.159	(0.004)
Ocupación Madre	**0.008	(0.025)	**0.008	(0.025)
Constante	-7.120	(0.181)	-7.110	(0.181)

\* entre el 5 y 10 % de probabilidad  
 \*\* Superior al 10% de probabilidad  
 Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad

BOLIVIA					BOLIVIA				
Modelo en Dos Etapas Mínimos Cuadrados - PRIMERA ETAPA -					Modelo Tres Etapas Mínimos Cuadrados - PRIMERA ETAPA -				
Variables	Modelo sin Índices		Modelo con Índices		Variables	Modelo sin Índices		Modelo con Índices	
Índice de Biomasa	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Talla Edad	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Edad	** -0.024	(0.196)	\	(0.198)	Edad	-1.590	(0.197)	-1.628	(0.197)
Edad al cuadrado	** 0.027	(0.089)	** 0.071	(0.089)	Edad al cuadrado	0.579	(0.089)	0.593	(0.089)
Edad al Cubo	** -0.005	(0.011)	* -0.011	(0.012)	Edad al Cubo	-0.065	(0.012)	-0.067	(0.011)
Sexo del niño	** 0.048	(0.051)	** 0.038	(0.051)	Sexo del niño	** 0.036	(0.051)	** 0.041	(0.051)
Dummy Etnicidad	0.301	(0.095)	** 0.135	(0.098)	Dummy Etnicidad	-0.233	(0.097)	-0.232	(0.097)
Escolaridad Pareja	-0.025	(0.007)	-0.040	(0.009)	Escolaridad Pareja	0.017	(0.007)	0.016	(0.009)
Escolaridad Mujer	-0.031	(0.008)	-0.028	(0.009)	Escolaridad Mujer	0.016	(0.008)	** 0.013	(0.009)
Urbano o Rural	0.259	(0.069)	0.285	(0.084)	Urbano o Rural	** 0.018	(0.072)	* 152	(0.083)
Cuartos por Persona	-0.444	(0.153)	-0.392	(0.167)	Cuartos por Persona	0.773	(0.149)	0.487	(0.156)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	** -0.005	(0.026)	** 0.026	(0.028)	Diarrea Fiebre IRA ponderado	** -0.005	(0.025)	** 0.006	(0.025)
Atención último Parto	** 0.015	(0.071)	** 0.05	(0.082)	Atención último Parto	0.238	(0.078)	0.230	(0.082)
Número Total de niños nacidos	* 0.021	(0.012)	* 0.007	(0.012)	Número Total de niños nacidos	-0.050	(0.012)	-0.049	(0.012)
BMI Comunidad	2.913	(0.058)	2.994	(0.057)	BMI Comunidad	-0.393	(0.057)	0.011	(0.003)
Dummy Altiplano	0.347	(0.059)	0.346	(0.060)	Dummy Altiplano	-0.357	(0.059)	** 0.002	(0.005)
Lugar Residencia Infancia	* 0.05	(0.027)	** 0.037	(0.026)	Lugar Residencia Infancia	** 0.031	(0.026)	** 0.002	(0.003)
Meses de Lactancia	0.008	(0.004)	0.009	(0.004)	Meses de Lactancia	** 0.006	(0.004)	** 0.002	(0.002)
Peso Madre	0.170	(0.005)	0.164	(0.005)	Peso Madre	0.049	(0.004)	-0.384	(0.057)
Ocupación Madre	** 0.004	(0.025)	* -0.154	(0.082)	Ocupación Madre	** 0.008	(0.025)	-0.334	(0.059)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	** -0.002	(0.003)	Índice de Bienes de Vivienda	na	na	** 0.018	(0.026)
Índice de Empleo	na	na	0.010	(0.005)	Índice de Empleo	na	na	** 0.005	(0.004)
Índice de Acceso a Servicios de	na	na	* -0.006	(0.003)	Índice de Acceso a Servicios de Salud	na	na	0.047	(0.004)
Índice de Vivienda Básica	na	na	** -0.002	(0.002)	Índice de Vivienda Básica	na	na	** 0.042	(0.081)
Constante	-7.381	(0.251)	-7.022	(0.328)	Constante	-2.007	(0.257)	-2.144	(0.326)

Regresión en Dos Etapas Mínimos Cuadrados

Talla Edad	Modelo sin Índices		Modelo con Índices	
Índice de Biomasa	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Edad	0.046	(0.006)	0.040	(0.006)
Edad al cuadrado	-1.712	(0.204)	-1.619	(0.203)
Edad al Cubo	0.618	(0.092)	0.587	(0.092)
Sexo del niño	-0.069	(0.012)	-0.066	(0.012)
Dummy Etnicidad	** 0.022	(0.053)	** 0.038	(0.052)
Escolaridad Pareja	-0.415	(0.098)	-0.340	(0.099)
Escolaridad Mujer	0.016	(0.008)	0.016	(0.008)
Urbano o Rural	0.029	(0.008)	0.018	(0.009)
Cuartos por Persona	-0.163	(0.066)	-0.333	(0.082)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	0.958	(0.158)	0.483	(0.171)
Atención último Parto	** 0.016	(0.027)	** 0.004	(0.026)
Número Total de niños nacidos	0.212	(0.074)	0.224	(0.085)
BMI Comunidad	-0.044	(0.013)	-0.047	(0.013)
Dummy Altiplano	na	na	0.014	(0.003)
Lugar Residencia Infancia	na	na	** -0.001	(0.001)
Meses de Lactancia	na	na	** 0.000	(0.003)
Peso Madre	na	na	* 0.004	(0.002)
Ocupación Madre	na	na	-1.273	(0.270)

Tabla 42

\* entre el 5 y 10 % de probabilidad  
 \*\* Superior al 10% de probabilidad  
 Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad

Índice de Biomasa	Modelo sin Índices		Modelo con Índices	
Edad	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Edad	** 0.102	(0.198)	** 0.104	(0.198)
Edad al cuadrado	** 0.069	(0.089)	** 0.071	(0.089)
Edad al Cubo	** 0.010	(0.012)	** 0.011	(0.012)
Sexo del niño	** 0.045	(0.051)	** 0.038	(0.051)
Dummy Etnicidad	* 1.170	(0.097)	** 0.135	(0.098)
Escolaridad Pareja	-0.030	(0.007)	-0.040	(0.009)
Escolaridad Mujer	0.032	(0.008)	-0.038	(0.009)
Urbano o Rural	0.250	(0.072)	0.285	(0.084)
Cuartos por Persona	-0.446	(0.149)	-0.392	(0.157)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	** 0.025	(0.026)	** 0.026	(0.026)
Atención último Parto	** 0.004	(0.079)	** 0.050	(0.082)
Número Total de niños nacidos	** 0.010	(0.012)	** 0.007	(0.012)
BMI Comunidad	2.992	(0.057)	** 0.002	(0.003)
Dummy Altiplano	0.368	(0.059)	0.010	(0.005)
Lugar Residencia Infancia	** 0.031	(0.026)	* 0.006	(0.003)
Meses de Lactancia	0.010	(0.004)	** 0.002	(0.002)
Peso Madre	0.164	(0.004)	2.994	(0.057)
Ocupación Madre	** 0.019	(0.025)	0.346	(0.060)
Índice de Bienes de Vivienda	na	na	** 0.037	(0.026)
Índice de Empleo	na	na	0.009	(0.004)
Índice de Acceso a Servicios de Salud	na	na	0.164	(0.005)
Índice de Vivienda Básica	na	na	* 154	(0.082)
Constante	-7.106	(0.258)	-7.022	(0.328)

Talla Edad	Modelo sin Índices		Modelo con Índices	
Índice de Biomasa	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Edad	0.042	(0.006)	0.039	(0.006)
Edad al cuadrado	-1.583	(0.201)	-1.636	(0.200)
Edad al Cubo	0.578	(0.091)	0.598	(0.090)
Sexo del niño	-0.066	(0.012)	-0.068	(0.012)
Dummy Etnicidad	** 0.036	(0.052)	** 0.044	(0.052)
Escolaridad Pareja	-0.350	(0.097)	-0.325	(0.098)
Escolaridad Mujer	0.017	(0.007)	** 0.011	(0.008)
Urbano o Rural	0.023	(0.008)	* 0.14	(0.009)
Cuartos por Persona	** 0.068	(0.068)	-0.276	(0.081)
Diarrea Fiebre IRA ponderado	0.838	(0.151)	0.425	(0.169)
Atención último Parto	** 0.011	(0.026)	** 0.008	(0.026)
Número Total de niños nacidos	0.267	(0.080)	0.235	(0.083)
BMI Comunidad	-0.048	(0.012)	-0.046	(0.012)
Dummy Altiplano	na	na	0.014	(0.003)
Lugar Residencia Infancia	na	na	** 0.001	(0.001)
Meses de Lactancia	na	na	** 0.001	(0.003)
Peso Madre	na	na	* 0.004	(0.002)
Ocupación Madre	na	na	-1.200	(0.266)

\* entre el 5 y 10 % de probabilidad  
 \*\* Superior al 10% de probabilidad  
 Variables sin asterisco menor al 5 % de probabilidad

Tabla 43

Tabla 44

correlación			
	Indice de Biomasa	BMI Comunidad	Talla Edad
Indice de Biomasa	1		
BMI Comunidad	0.922	1	
Talla Edad	0.0306	0.0395	1

Tabla 45

TEST HAUSMAN WU BOLIVIA						
Source	SS	df	MS	Number of obs	=	2582
				F( 15, 2566)	=	39.28
Model	917.388543	15	61.1592362	Prob > F	=	0
Residual	3995.35449	2566	1.55703604	R-squared	=	0.1867
				Adj R-squared	=	0.182
Total	4912.74303	2581	1.9034262	Root MSE	=	1.2478
Talla Edad DS	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
Indice de Biomasa	0.066	0.006	10.730	0.000	0.054	0.078
Edad	-1.645	0.192	-8.570	0.000	-2.022	-1.269
Edad al cuadrado	0.595	0.086	6.880	0.000	0.425	0.764
Edad al Cubo	-0.067	0.011	-6.020	0.000	-0.089	-0.045
Sexo del niño	0.045	0.049	0.920	0.360	-0.051	0.142
Dummy Etnicidad	-0.339	0.094	-3.620	0.000	-0.522	-0.155
Escolaridad Pareja	0.023	0.007	3.310	0.001	0.010	0.037
Escolaridad Mujer	0.029	0.007	3.940	0.000	0.015	0.044
Urbano o Rural	-0.247	0.127	-1.950	0.052	-0.496	0.002
Cuartos por Persona	0.827	0.143	5.780	0.000	0.546	1.107
Diarrea Fiebre IRA poderado	-0.004	0.025	-0.140	0.888	-0.052	0.045
Lugar de Residencia Actual	0.048	0.044	1.100	0.272	-0.038	0.134
Atención último Parto	0.243	0.078	3.110	0.002	0.089	0.396
Número Total de niños nacidos	-0.054	0.012	-4.460	0.000	-0.077	-0.030
Residuos	-0.201	0.015	-13.540	0.000	-0.230	-0.172
Constante	-1.047	0.205	-5.100	0.000	-1.450	-0.644

ECUADOR. tabla 46

ECUADOR						
VARIABLES	REGRESION 1 (R2 0.23)		REGRESION 2 (R2 0.23)		REGRESION 3 (R2 0.23)	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Talla Edad						
Edad	-0.098	0.154	-1.049	0.152	-1.000	0.155
Edad al Cuadrado	0.253	0.070	0.276	0.069	0.261	0.070
Edad al Cubo	-0.024	0.009	-0.026	0.009	-0.025	0.009
Sexo del niño	0.105	0.044	0.107	0.044	0.110	0.044
Urbano	** -0.004	0.056	** -0.002	0.055	** 0.076	0.053
Cuartos por Persona	0.502	0.084	0.511	0.084	0.556	0.081
Hogar Indígena	-0.462	0.100	-0.542	0.095	-0.506	0.100
Dumy Sierra	-0.280	0.054	-0.317	0.050	-0.265	0.052
Edad Jefe	0.007	0.002	0.007	0.002	0.008	0.002
Indice de Salud	0.005	0.001	0.005	0.001	na	na
Indice bienes del Hogar	0.039	0.023	* 0.042	0.023	na	na
Indice de Empleo	** 0.020	0.023	** 0.020	0.023	na	na
Escolaridad madre	0.024	0.008	0.025	0.008	0.031	0.008
Edad madre	0.008	0.003	0.008	0.003	0.007	0.003
Porcentaje de consumo de frutas	** -0.002	0.002	na	na	** -0.002	0.002
Porcentaje consumo proteínas	0.993	0.359	na	na	1.002	0.359
Porcentaje de consumo de Cereales	-0.496	0.240	na	na	-0.586	0.240
Escolaridad Madre	0.020	0.008	0.022	0.008	0.026	0.008
Constante	-1.479	0.191	-1.477	0.186	-1.353	0.161
Regresión 1	con índices y consumo alimenticio					
Regresión 2	con índices sin consumo de alimentos					
Regresión 3	sin índices con consumo de proteínas					
.	entre el 5 y 10 % de probabilidad					
**	más del 10% de probabilidad					



## **XIX. Apéndices**

### **Apéndice 1**

#### **Análisis de Componentes Principales (ACP)**

El núcleo fundamental del Análisis de Componentes Principales (ACP), y en general del Análisis Factorial, es el problema de la obtención de los vectores y valores propios (principales) de un operador vectorial, que en el campo del cálculo matricial se da bajo el problema de la diagonalización de una matriz cuadrada. Este problema algebraico, que inicialmente impulsó el desarrollo del Análisis Factorial en el estudio de la regresión lineal entre múltiples variables en los trabajos que Pearson (1901, 1904) realizó en aplicaciones biológicas y psicométricas, se ha convertido, a lo largo de nuestro siglo, en el uno de los instrumentos más extendidos en todas las ramas científicas. No sólo es una técnica de análisis empírico de la varianza, sino que puede jugar un papel decisivo en la formulación teórica, tal y como lo demuestra su papel protagonista en la formulación de la teoría de la Mecánica Cuántica moderna.

Aunque una exposición general de los fundamentos matemáticos del ACP requiera la introducción de espacios vectoriales aleatorios de dimensión infinita, esta exposición se hace centrada en espacios vectoriales reales de dimensión finita, lo que permite una cierta simplificación.

Si existe un conjunto de medidas  $\{X_i(w_j)\}$  de  $p$  variables  $\{X_i\}$  sobre un conjunto de  $n$  sujetos  $\{w_j\}$ . Se asume por  $X_i(w_j)$  el valor (real) que toma la variable  $X_i$  en el sujeto  $w_j$ . Estos datos permiten definir una tabla o matriz de la forma

		variables					
		$X_1$	$X_2$	...	$X_i$	...	$X_p$
sujetos	$\omega_1$	$X_1(\omega_1)$			$X_i(\omega_1)$	...	$X_p(\omega_1)$
	$\omega_2$	⋮			⋮		⋮
	⋮	⋮			⋮		⋮
	$\omega_j$	$X_1(\omega_j)$			$X_i(\omega_j)$	...	$X_p(\omega_j)$
	⋮	⋮			⋮		⋮
	$\omega_n$	$X_1(\omega_n)$			$X_i(\omega_n)$	...	$X_p(\omega_n)$

1 Matriz de datos  $p \times n$

Cuando el número de variables  $p$  y el número de sujetos  $n$  son mayores que dos, el desarrollo de las relaciones entre variables o sujetos se vuelve difícil (regresión, correlaciones, estructuras, etc.). Desde un punto de vista geométrico, el conjunto de datos puede ser visto como un objeto cuya dimensión es  $p$ , donde cada sujeto define un punto de dicho objeto. Una representación bidimensional de dicho objeto siempre será parcial e incompleta, es decir, nunca podrá poner de relieve toda la información contenida en él.

La estrategia del ACP es clara desde este punto de vista. Se trata de encontrar la mejor representación bidimensional posible de dicho objeto, es decir, aquella que es capaz de dar la mayor información de él. El grado de bondad de dicha representación vendrá determinada por el porcentaje de información total del objeto puesta de relieve en ella. En algunos casos puede llegar al 90% mientras que en otros no pase del 30%, lo cual indica el grado de orden del objeto (datos) representado (la información que contiene). El paso a seguir es la representación óptima del conjunto  $\{X_i(\omega_j)\}$ .

Para ello, se toma en cuenta el conjunto de  $n$  sujetos  $\{w_j\}$  que pueden ser considerados como vectores del espacio vectorial euclidiano (real)  $\mathbf{R}^p$ , puesto que cada sujeto se determina por su puntuación en cada una de las  $p$  variables.

El sujeto  $w_j$  de la tabla será el vector

$$|w_j\rangle = (X_1(w_j), X_2(w_j), \dots, X_p(w_j)) \quad (1)$$

donde  $X_i(w_j)$  representa la ccordenada del vector-sujeto  $|w_j\rangle$  sobre el vector de la base canónica de  $\mathbf{R}^p$   $|e_i\rangle$ , es decir,

$$|w_j\rangle = \sum_{i=1}^p X_i(w_j) |e_i\rangle \quad (2)$$

El producto escalar definido en  $\mathbf{R}^p$  es el ordinario

$$\forall (|u\rangle, |v\rangle) \in \mathbf{R}^p \quad \langle u|v\rangle = \sum_{i=1}^p u_i v_i \quad (3)$$

Y se representa en la base canónica de  $\mathbf{R}^p$  por la matriz unidad  $I_p$ . Al espacio vectorial  $\mathbf{R}^p$  lo llamamos el espacio de los sujetos.

Por otra parte, el conjunto de  $p$  variables  $\{X_i\}$  puede ser considerado como vectores generadores del subespacio vectorial  $\mathbf{V}$  del espacio vectorial de variables aleatorias  $L^2$ , y constituyen una base no ortogonal de  $\mathbf{V}$ , por lo que su dimensión viene dada por el rango del sistema generador, siendo  $\leq p$ .

Todo vector de  $\mathbf{V}$  puede expresarse como una combinación lineal de los vectores generadores, es decir,

$$\forall |U\rangle \in \mathbf{V} \quad |U\rangle = \sum_{i=1}^p u_i |X_i\rangle \quad (4)$$

Al subespacio vectorial  $\mathbf{V}$  se lo denomina el subespacio de las variables. El producto escalar en el espacio de las variables viene dado por

$$\forall (|U\rangle, |V\rangle) \in \mathbf{V} \quad \langle U | V \rangle = \mathbf{E}[U, V] \quad (5)$$

Para distinguir a los vectores de los distintos espacios vectoriales se opta por designar con minúsculas a los vectores-sujeto y con mayúsculas a los vectores-variable, así,  $|u\rangle$  designa un vector del espacio de los sujetos, y  $|U\rangle$  un vector del subespacio de las variables. Cuando se trata de a un vector-variable en su calidad de variable exclusivamente, se omite  $| \rangle$ .

Para simplificar el análisis, es necesario que las variables estén centradas, es decir,  $\mathbf{E}[X_j] = 0$ . Con ello, no se altera la forma del objeto, ni las relaciones que en él se dan. Si las variables de los datos de partida no están centradas se debe centrarlas. La media de cada variable es

$$\mathbf{E}[X_j] = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_j(\omega_j) \quad (6)$$

entonces la variable centrada será

$$X_j^c = X_j - \mathbf{E}[X_j] \quad (7)$$

En primer lugar, se define la aplicación  $F$  del espacio de los sujetos  $\mathbf{R}^p$ , al subespacio de las variables  $\mathbf{V}$ , de modo que

$$\forall |u\rangle \in \mathbf{R}^p \quad \mathbf{F}(|u\rangle) = |U\rangle = \sum_{i=1}^p u_i |X_i\rangle \quad (8)$$

donde

$$|u\rangle = \sum_{i=1}^p u_i |e_i\rangle \quad (9)$$

Es decir, a cada vector  $|u\rangle$  del espacio de los sujetos, le corresponde un vector  $|\xi^T\rangle$  del subespacio de las variables, formado por la combinación lineal de los vectores generadores, ponderados por las componentes escalares  $\{u_i\}$  que definen al vector  $|u\rangle$  en su base canónica.

Nótese que, según la aplicación definida,

$$F(|e_i\rangle) = |X_i\rangle \quad (10)$$

es decir, al conjunto de vectores de la base canónica de  $\mathbf{R}^p$ , le corresponde el conjunto de vectores generadores del subespacio de las variables.

La condición de variables centradas se mantiene para cualquier vector de  $\mathbf{V}$ , puesto que

$$\forall |U\rangle \in \mathbf{V} \quad \mathbf{E}[U] = \sum_{i=1}^p u_i \mathbf{E}[X_i] = \mathbf{0}. \quad (11)$$

se define la forma bilineal  $G$  de  $\mathbf{R}^p \times \mathbf{R}^p$  en  $\mathbf{R}$  por:

$$\forall (|u\rangle, |v\rangle) \in \mathbf{R}^p \times \mathbf{R}^p \quad \Gamma(|u\rangle, |v\rangle) = \langle u | \Gamma | v \rangle = \langle U | V \rangle \quad (12)$$

y por definición del producto escalar en  $\mathbf{V}$

$$\langle u | \Gamma | v \rangle = \mathbf{E}[UV] \quad (13)$$

Dado que las variables  $U$  y  $V$  están centradas, la esperanza de su producto es igual a su covarianza, por lo que

$$\langle u | \Gamma | v \rangle = \text{Cov}[U, V] \quad (14)$$

es decir, dado un par cualesquiera de vectores-sujeto, la forma bilineal  $G$  obtiene la covarianza sus vectores-variable asociados a través de la aplicación  $F$ .

De ello se deduce que  $\langle u | \Gamma | u \rangle = \mathbf{E}[U^2] = \mathbf{Var}[U]$ .

Los elementos de la matriz  $p \times p$  asociada a la forma bilineal  $G$ , vienen dados por

$$\Gamma_{ij} = \langle e_i | \Gamma | e_j \rangle = \mathbf{E}[X_i X_j] = \mathbf{Cov}[X_i, X_j]. \quad (15)$$

Matriz que corresponde a la matriz de covarianza del conjunto de las  $p$  variables  $\{X_i\}$  de la tabla.

La matriz de covarianza  $G$  es simétrica positiva, ya que

$$\Gamma_{ij} = \mathbf{Cov}[X_i, X_j] = \mathbf{Cov}[X_j, X_i] = \Gamma_{ji} \quad (16)$$

y

$$\forall |u\rangle \in \mathbb{R}^p \quad \langle u | \Gamma | u \rangle = \mathbf{Var}[U] > 0 \quad (17)$$

Al plantearse cual es la mejor representación bidimensional posible de un objeto de  $p > 2$  dimensiones, se debe concluir que esta será la que muestre una mayor extensión del mismo, o la que nos muestre más cosas de él. El concepto estadístico de varianza de una variable, es un buen indicador de la "extensión" que toman un conjunto de sujetos "vistos" desde ella. Por ello, se define matemáticamente los objetivos del ACP como:

1) Encontrar un vector  $|c_1\rangle \in \mathbb{R}^p$ , tal que  $\langle c_1 | \Gamma | c_1 \rangle = \mathbf{Var}[C_1]$  sea máxima, con la condición de que  $\langle c_1 | c_1 \rangle = 1$ . Es decir, se desea encontrar el vector unitario que defina la línea de máxima proyección del objeto a representar. También se puede decir que se busca la dimensión más extensa del objeto.

2) Encontrar un segundo vector  $|c_2\rangle$ , tal que  $\langle c_2 | \Gamma | c_2 \rangle = \mathbf{Var}[C_2]$  sea máxima, con la condición de que sea ortogonal a  $|c_1\rangle$ , y por tanto, que cumpla  $\langle c_1 | c_2 \rangle = 0$  y  $\langle c_2 | c_2 \rangle = 1$ .

Estos dos vectores definen los ejes de la mejor representación bidimensional del objeto, es decir, permiten mostrar la máxima información posible de él, en un plano bidimensional. El porcentaje de información que cada vector aporta a la representación viene dado por la relación entre su varianza y la varianza total.

3) repetir el paso 2) hasta completar una base ortogonal de  $\mathbf{R}^p$ , lo que supone encontrar el conjunto de vectores  $\{|c_3\rangle, \dots, |c_p\rangle\}$ , tal que  $\langle c_i | c_j \rangle = 0$ , para  $i \neq j$  y  $\langle c_i | c_i \rangle = 1$ . Con ello se determina una base ortogonal de  $p$  para la representación óptima de los sujetos de nuestra tabla de datos.

A este conjunto de  $p$  vectores-sujeto  $\{|c_i\rangle\}$  le corresponderá el conjunto de vectores-variable  $\{|C_i\rangle\}$  que permite la representación óptima de las variables.

La condición de ortogonalidad nos asegura la independencia estadística de las variables obtenidas.

La condición de ser vectores de norma 1 es debido a que la varianza de la variable asociada es afectada por la norma del vector.

Se demuestra que el conjunto de vectores que satisfacen las condiciones anteriores son precisamente los vectores propios del operador  $G$  (el operador asociado a la forma bilineal), es decir, aquellos que cumplen

$$\Gamma |c_i\rangle = \lambda_i |c_i\rangle \quad (18)$$

donde

$$|c_i\rangle = \sum_{l=1}^p c_{il} |e_l\rangle \quad (19)$$

Los vectores propios son aquellos vectores que sólo quedan modificados en su módulo al ser transformados por el operador.

El escalar  $l_i$  es el valor propio de  $G$  asociado al vector propio  $|c_i\rangle$ , y el conjunto de los valores propios  $\{l_i\}$  definen la matriz diagonal equivalente a la matriz  $G$ .

Los vectores propios hallados reciben el nombre de vectores principales del ACP, y sus vectores-variable asociados  $|C_i\rangle$  del subespacio de las variables, el de componentes principales del ACP, donde

$$F(|c_i\rangle) = |C_i\rangle = \sum_{i=1}^p c_{ii} |X_i\rangle \quad (20)$$

Los valores propios  $l_i$  determinan la varianza "soportada" por el eje de su correspondiente vector propio  $|c_i\rangle$ , ya que

$$\text{Var}[C_i] = \langle c_i | \mathbf{\Gamma} | c_i \rangle = \langle c_i | \lambda_i c_i \rangle = \lambda_i \langle c_i | c_i \rangle = \lambda_i \quad (21)$$

y la varianza total viene dada por la suma de todos los valores propios

$$\text{Var}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^p \text{Var}[X_i] = \sum_{i=1}^p \lambda_i \quad (22)$$

Si se ordena los valores propios (varianzas) de  $G$ , de mayor a menor, se tiene que  $|c_1\rangle$  y  $|c_2\rangle$  satisfacen los puntos 1) y 2) respectivamente, mientras que el resto de vectores propios satisfacen el punto 3), ya que el conjunto de vectores propios de  $G$  forman una base ortonormal de  $\mathbf{R}^p$ .

Ahora se dan las condiciones de plantear la representación de los datos originales tanto en el espacio de los sujetos (representación de los sujetos), como en el espacio de las variables (representación de las variables).



### Representación en el espacio de los sujetos

Se debe calcular las coordenadas de cada sujeto de nuestra tabla de datos, en relación a los ejes definidos por los vectores principales de G. Estas coordenadas permiten su representación óptima escogiendo los dos primeros vectores principales (los de máxima varianza).

El operador que define la proyección de cualquier vector de  $\mathbf{R}^p$  sobre el conjunto de vectores principales, viene dado por

$$P_c = \sum_{i=1}^p |c_i\rangle\langle c_i| \quad (23)$$

La proyección de un vector-sujeto en el nuevo sistema de ejes es

$$P_c |\omega_j\rangle = \left( \sum_{i=1}^p |c_i\rangle\langle c_i| \right) |\omega_j\rangle = \sum_{i=1}^p \langle c_i | \omega_j \rangle |c_i\rangle = \sum_{i=1}^p \omega_{ji} |c_i\rangle \quad (24)$$

donde  $\omega_{ij}$  es la coordenada del vector  $|\omega_j\rangle$  sobre el vector principal  $|c_i\rangle$ , y viene dada por

$$\begin{aligned} \omega_{ij} = \langle c_i | \omega_j \rangle &= \left\langle \left( \sum_{l=1}^p c_{il} |e_l\rangle \right) \middle| \left( \sum_{k=1}^p X_k(\omega_j) |e_k\rangle \right) \right\rangle = \\ &= \sum_{l=1}^p \sum_{k=1}^p X_k(\omega_j) c_{il} \langle e_l | e_k \rangle = \sum_{l=1}^p X_l(\omega_j) c_{il} \end{aligned}$$

### Representación en el espacio de las variables

El mismo planteamiento anterior se lo puede formular para el caso del subespacio vectorial de las variables  $\mathbf{V}$ . Al conjunto de vectores principales  $\{|c_i\rangle\}$  de  $G$ , le corresponde, por la aplicación  $F$ , el conjunto de componentes principales  $\{|C_i\rangle\}$ , donde

$$|C_i\rangle = \sum_{j=1}^p c_{ij} |X_j\rangle \quad (25)$$

Por tanto, el proyector sobre las componentes principales es

$$P_C = \sum_{i=1}^p |C_i\rangle\langle C_i| \quad (26)$$

por lo que, el cálculo de las coordenadas de un vector-variable viene dado por

$$P_C |X_j\rangle = \left( \sum_{i=1}^p |C_i\rangle\langle C_i| \right) |X_j\rangle = \sum_{i=1}^p \langle C_i | X_j \rangle |C_i\rangle \quad (27)$$

y

$$\langle C_i | X_j \rangle = \text{Cov}[C_i, X_j] \quad (28)$$

por definición de producto escalar en  $\mathbf{V}$ .

Una propiedad destacada de la representación de las variables es

cos(

$$\langle C_i | X_j \rangle = \frac{\langle C_i | X_j \rangle}{\langle C_i | C_i \rangle \langle X_j | X_j \rangle} = \frac{\text{Cov}[C_i, X_j]}{\text{Var}[C_i] \text{Var}[X_j]} = \rho(C_i, X_j) \quad (29)$$

Esto indica que la representación de variables en los planos definidos por los componentes principales, los ángulos entre cada vector-variable y el eje de proyección nos da el índice de correlación entre la variable y la componente principal.

## Apéndice 2

### Estimación lineal para encuestas y expansión de Taylor

La estimación para encuestas se realiza mediante un estimador lineal de mínimos cuadrados ordinarios y el estimador de ponderados.<sup>91</sup>

Sea  $h, i, j$  los índices de los elementos de la población, donde  $h=1, \dots, L$  son los estratos;  $i=1, \dots, N_h$  son las unidades de los estratos  $h$ ; y  $j=1, \dots, M_{hi}$  son los elementos de las unidades  $(h, i)$ . El vector  $\beta$  está definido entre  $(0, k)$  es un vector de población de parámetros finitos que se estimará. Estos parámetros están definidos con respecto a los resultados de la variable  $Y_{hij}$  y un vector de variables explicativas  $k+1$  con  $X_{hij} = (X_{hi0}, \dots, X_{hijk})$  donde el estimador  $\beta_0$  es un vector de constantes. Así, se puede definir la variable:

$$G(\beta) = X'Y - X'X\beta = 0 \quad (1)$$

Donde el vector de resultados  $Y$  proviene de la población total y  $X$  es la matriz de variables explicativas de la población total. Si existe la inversa de  $X'X$  entonces la solución de  $G$  esta dada por

$$\beta = (X'X)^{-1} X'Y \quad (2)$$

Dadas las observaciones  $(y_{hij}, x_{hij})$  recogidas en función de un diseño muestral, se necesita estimar  $\beta$  en función del diseño. Para realizar esto, la matriz  $X'X$  y  $X'Y$  necesitar ser observadas como matrices de población total. Para ello

$$X'Y = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{N_h} \sum_{j=1}^{M_{hi}} X_{hij} Y_{hij} \quad (3)$$

---

<sup>91</sup> La herramienta empleada se desarrolla con mayor análisis en Greene, cap. 10,11,14,15 y 16. Además se ejemplifica en los instructivos de STATA versión 8, SVY y Manual.

El estimador se obtiene

$$X' \hat{X} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{N_h} \sum_{j=1}^{M_{hi}} w_{hij} x'_{hij} x_{hij} = X'_s W X_s \quad (4)$$

$$X' \hat{Y} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{N_h} \sum_{j=1}^{M_{hi}} w_{hij} x'_{hij} y_{hij} = X'_s W Y_s \quad (5)$$

Donde  $W = \text{diag}(W_{hij})$  es una matriz diagonal que contiene los ponderados  $w_{hij}$

El estimador resultante es

$$\hat{\beta} = \left( X' \hat{X} \right)^{-1} X' \hat{Y} = (X'_s W X_s)^{-1} X'_s W Y_s \quad (6)$$

que a su vez es la solución para la ecuación

$$\hat{G}(\beta) = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{N_h} \sum_{j=1}^{M_{hi}} w_{hij} d_{hij} \quad (7)$$

donde  $d = x'_{hij} e_{hij}$  y donde  $e = y_{hij} - x_{hij} \beta$

Para la linealización de la matriz de varianzas y covarianzas<sup>92</sup> se aplica la ecuación de Taylor de primer orden:

$$\hat{\beta} - \beta = - \left\{ \frac{\partial \hat{G}(\beta)}{\partial \beta} \right\}^{-1} \hat{G}(\beta) \quad (8)$$

---

<sup>92</sup> La linealización implica en algún grado la robustez de la matriz de varianzas y covarianzas que se puede obtener en una regresión normal. STATA incluye dentro del comando regress la posibilidad de calcular varianzas robustas por un cálculo adicional. Sin embargo, los dos métodos no son equivalentes dado la inclusión de clusters y un diseño muestral para las encuestas. Referirse al comando regress y al manual SVY de STATA versión 8 para mayor detalle sobre el cálculo de varianzas robustas.

Lo que resulta en

$$V(\hat{\beta}) = \left[ \left\{ \frac{\partial \hat{G}(\beta)}{\partial \beta} \right\}^{-1} V\{\hat{G}(\beta)\} \left\{ \frac{\partial \hat{G}(\beta)}{\partial \beta} \right\}^{-T} \right]_{\beta = \hat{\beta}} \quad (9)$$

$$= (X'_s W X_s)^{-1} V\{\hat{G}(\beta)\}_{\beta = \hat{\beta}} (X'_s W X_s)^{-1} \quad (10)$$

Que es simplemente el calculo de la matriz de varianzas y covarianzas empleando estimadores calculados para el diseño muestral, es decir tomando en cuenta las observaciones.

### Apéndice 3

**Demostración sesgo e inconsistencia cuando existe correlación entre variables endógenas y las perturbaciones.**

Para ejemplificar el problema se plantea un conjunto de ecuaciones simultaneas

$$q_d = \alpha_1 + \alpha_2 y + e_d \quad (1)$$

$$q_s = \beta_1 p + e_s \quad (2)$$

$$q_s = q_d = q \quad (3)$$

donde el sistema de ecuaciones es completo dado que  $\alpha \neq \beta$

Sí

$$E[e_{dt}] = E[e_{st}] = 0 \quad (5)$$

$$E[e_{dt}^2] = \sigma_d^2, E[e_{st}^2] = \sigma_s^2, E[e_{dt}e_{st}] = 0 \quad (6)$$

$$E[e_{dt}y_t] = E[e_{st}y_t] = 0 \quad (7)$$

El modelo reducido estará dado por

$$p = \frac{\alpha_2 y}{\beta_1 - \alpha_1} + \frac{e_d - e_s}{\beta_1 - \alpha_1} = \Pi_1 y + v_1 \quad (8)$$

$$q = \frac{\beta_1 \alpha_2 y}{\beta_1 - \alpha_1} + \frac{\beta_1 e_d - \alpha_1 e_s}{\beta_1 - \alpha_1} = \Pi_2 y + v_2 \quad (9)$$

Entonces la covarianza de  $[p, e_d] = \frac{\sigma_d^2}{(\beta_1 - \alpha_1)}$  lo que da la inconsistencia en el modelo.

## Apéndice 4

### Mínimo Cuadrado dos Etapas

El método de mínimos cuadrados en dos etapas consiste en utilizar como instrumentos para la estimación de la variable endógena valores predichos en una regresión de todas las variables independientes.

Sea,

$$y_t' = -x_t' B \Gamma^{-1} + e_t' \Gamma^{-1} \quad (1)$$

la forma reducida para la solución del sistema de  $m$  ecuaciones con  $m$  variables endógenas designadas por  $y_1, \dots, y_m$ , con  $k$  variables endógenas  $x_1, \dots, x_k$  las cuales pueden también incluir valores predeterminados  $y_m$ . El primer elemento de  $x$  será la constante 1 y existen  $m$  perturbaciones estructurales  $e_t$  donde  $t=1 \dots T$

donde

$T$  = coeficiente de las variables dependientes no singular

$B$  = coeficiente de las variables independientes

entonces (1) puede expresarse

$$y_t' = x_t' \Pi + v_t' \quad (2)$$

Y sea

$$\hat{Y} = X[(X'X)^{-1}X'Y_j] = XP_j \quad (3)$$

la predicción de los valores de  $Y$  en todas las  $x$

Entonces el estimador de mínimos cuadrados en dos etapas esta dado por:

$$\delta_j = \begin{bmatrix} \hat{Y}_j' Y_j & \hat{Y}_j' X_j \\ X_j' Y_j & X_j' X_j \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{Y}_j' y_j \\ X_j' y_j \end{bmatrix} \quad (4)$$

## Apéndice 5

### Mínimos cuadrados generalizados factibles

La estimación que realiza el comando SUREG de STATA se basa en los mínimos cuadrados generalizados MCG y los mínimos cuadrados generalizados factibles MCGF. Dado que el planteamiento del modelo indica dos regresiones una para la variable talla y otra para la variable masa corporal de la mujer, estas regresiones pueden compartir exactamente las mismas variables explicativas, ser una un subconjunto del otro o simplemente no tener relación. De esta forma al regresionar con las mismas variables para ambas variables dependientes se faculta la existencia de correlación entre las perturbaciones de las ecuaciones.

Sea

$$x_1 = f_1(Y, \rho : \theta) + e_1 \quad (1)$$

donde  $x_1$  es la primera ecuación de un conjunto de  $m$  ecuaciones. La estructura multiecuacional esta dada por

$$y_i = X_i \beta + e_i \quad (2)$$

donde existen  $i=1, \dots, m$  ecuaciones con  $T$  observaciones en la muestra.

$$e_i = [e'1, e'2, \dots, e'm]' \quad (3)$$

con

$$E[e_{it}] = 0 \quad (4)$$

$$\text{Var}[e_{it}] = \sigma^2 \quad (5)$$

$$\text{Cov}[e_{it}, e_{js}] = 0, \text{ si } s \neq t \text{ o } i \neq j \quad (6)$$

$$E[ee'] = V \quad (7)$$



donde

$$V = E[ee'] = \begin{bmatrix} \sigma_{11}\Omega_{11} & \sigma_{12}\Omega_{12} & \cdots & \sigma_{1m}\Omega_{1m} \\ \sigma_{21}\Omega_{21} & \sigma_{22}\Omega_{22} & \cdots & \sigma_{2m}\Omega_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{m1}\Omega_{m1} & \sigma_{m2}\Omega_{m2} & \cdots & \sigma_{mm}\Omega_{mm} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Para desarrollar los mínimos cuadrados generalizados suponemos que  $E[e_i e_i'] = \sigma_{ij}$  si  $i=j$  lo que implica que no existe correlación y por lo tanto los errores están bien comportados.

Entonces  $\Omega$  se convierte en una identidad  $I_T$

Separando la identidad de la matriz obtenemos

$$V = \Sigma I \quad (9)$$

Donde sigma es una matriz de covarianzas de errores

Por lo tanto el estimador es simplemente

$$\beta = [X'V^{-1}X]^{-1}X'V^{-1}y \quad (10)$$

entonces

$$\beta = [X'\Sigma^{-1}IX]^{-1}X'\Sigma^{-1}Iy \quad (11)$$

Si las ecuaciones no están correlacionadas entonces la varianza es igual a cero y por lo tanto no existe diferencia entre mínimos cuadrados ordinarios y este modelo

Si las variables explicativas son idénticas, entonces MCO = MCG.

Si los regresores son un subconjunto del otro, MCG no aportara ganancias de eficiencia en la estimación de las ecuaciones mas reducidas.

Finalmente, si existe una correlación no restringida de los errores y regresores diferentes en la ecuación, los resultados dependerán de los datos, tomando en cuenta que: cuanto mayor sea la correlación de los errores, mayor será la ganancia de eficiencia en los MCG y cuanto menor sea la correlación entre las matrices X, mayor será la ganancia en utilizar MCG.

Sin embargo, los MCG tienen un grave problema que sobrepasar y es el hecho que la matriz  $\Sigma$  no es conocida<sup>93</sup> por lo tanto se necesita estimar la matriz. Para ello se desarrollan el modelo de MCGF, que consiste en:

$$\sigma_{ij} = s_{ij} = \frac{e_i e_j}{T} \quad (12)$$

que presenta un estimador consistente e insesgado<sup>94</sup>

---

<sup>93</sup> O raramente conocida

<sup>94</sup> Para demostración de insegamiento del estimador de la varianza referirse a Greene, Cap 15.