

Cambios tecnológicos y productividad en el Sector Agropecuario: un análisis de la Región Andina

CARLOS LUDEÑA
THOMAS W. HERTEL
PAUL V. PRECKEL
Y
ALEJANDRO NIN-PRATT¹

Resumen

Este estudio mide la productividad total de los factores del sector agropecuario y sub-sectores para los países del área Andina durante el periodo de 1971-2000, usando un índice direccional Malmquist. Los resultados indican que en la mayoría de los países hubo un estancamiento del crecimiento productivo entre 1970 hasta mediados de la década de los ochenta. Sin embargo, durante la década de los noventa, la mayoría de países muestran importantes ganancias en productividad. De estos, el sector más dinámico ha sido el sector pecuario, especialmente el sector de producción de cerdos y aves.

Palabras Clave: Productividad Total de los Factores, Índice Malmquist, Agricultura, Agrícola, Pecuario

Abstract

This study measures total factor productivity growth of the agricultural sector and its sub-sectors for the countries of the Andean region for 1971-2000, using a directional Malmquist index. The results show that most of the countries show stagnation in productivity growth between 1970 and the mid 1980's. However, during the 1990's, most of the countries show large productivity gains. Of these, the most dynamic sector has been the livestock sector, especially pig and poultry production.

Key words: Total Factor Productivity, Malmquist Index, Agriculture, Crops, Livestock

¹ Carlos E. Ludeña, es candidato al Ph.D., Hertel y Preckel son Profesores en el Departamento de Economía Agrícola en Purdue University, Indiana, y Nin-Pratt es Economista Agrícola, IFPRI, Washington DC.
Se reconoce el apoyo del *USDA National Research Initiative for Markets and Trade* (2001-35400-10214).
ludenac@purdue.edu

1. Introducción

El sector agropecuario en países en desarrollo es uno de los sectores de más importancia dentro de la economía de estos países. Este sector genera empleo (directa e indirectamente) y es parte importante del Producto Interno Bruto (PIB) y de las exportaciones. El crecimiento que este sector tenga dentro de las economías de estos países impactará de gran manera el desempeño económico en general. Es por esto que cambios en las fuentes de crecimiento de este sector son de crítica importancia para las economías de los países en desarrollo.

Entre estas fuentes de crecimiento del sector agropecuario están el cambio tecnológico y el crecimiento en la productividad. El uso más eficiente de los recursos e insumos en la producción de alimentos, representa la liberalización de mano de obra y capital hacia otros sectores de la economía, al igual que la producción de alimentos a menores costos. El determinar los niveles de productividad y sus cambios a lo largo del tiempo es una manera de saber la efectividad, si la eficiencia del sector agropecuario está disminuyendo o aumentando, y cuáles son las posibles causas de estos cambios.

Estas ganancias en eficiencia en la producción de productos agropecuarios tienen mayor relevancia cuando países del área andina como Ecuador, Colombia, Perú, entre otros, están embarcados en un proceso de apertura comercial. Dicho proceso impone nuevas presiones en cada país, modificando la manera en que cada uno de estos se posiciona para ser más competitivos y hacer frente a las nuevas exigencias de los mercados internacionales. El aumento en la productividad del sector agropecuario de estos países es un factor determinante en como estos países pueden afrontar dichos retos en el futuro.

En general, la medición de productividad en agricultura ha capturado el interés de economistas por largo tiempo. La mayoría del trabajo en esta área se ha enfocado en la medición de productividad a nivel sectorial, con una menor atención a la medición de productividad sub-sectorial. La principal razón para esta falta de investigación es por razones de limitaciones en los datos. Por esta falta de información, la productividad en sub-sectores ha sido usualmente medida por índices parciales de productividad de los factores (PPF) (como la productividad de la tierra o del trabajo). Empero, la PPF es una medida imperfecta de productividad, que a veces puede dar un análisis erróneo de eficiencia y productividad.

Un índice más exacto de eficiencia es la productividad total de los factores (PTF), la cual toma en cuenta todos los insumos relevantes y da una visión más comprensiva de productividad. La productividad total de los factores presenta notables ventajas con respecto a los índices PPF, al momento de medir la

repercusión de mejoras en la producción resultado de un uso más eficiente de los recursos productivos o de la aplicación de innovaciones técnicas.

La PTF captura no solo el aumento cuantitativo de los factores de producción, como son tierra, capital (maquinaria) y trabajo, sino que captura también otras fuentes de crecimiento. Estas otras fuentes de crecimiento incluyen un conjunto heterogéneo de elementos que influyen en la producción, pero que no pueden atribuirse solamente al aumento cuantitativo en el uso de los factores productivos, y que se relacionan con cambios tecnológicos y su difusión, mejoras en la organización de la producción, capacitación de la mano de obra, entre otros.

Este estudio se enfoca en la medición de la productividad total de los factores en el sector agropecuario en general, y los sub-sectores agrícola y pecuario de los países del área andina en los últimos 30 años. Para producir estas medidas de productividad desagregadas aplicamos un índice direccional Malmquist (Nin et al., 2003) usando datos de la FAO entre 1971 y 2000 sobre insumos y productos de la producción agrícola y pecuaria de los países del área andina.

La primera sección de este documento presenta una breve revisión de la medición de productividad en agricultura y el problema de la asignación entre insumos y productos. La segunda sección discute la metodología utilizada y el índice direccional Malmquist. La tercera sección discute los datos usados y la cuarta y última sección presentan los resultados para los países del área andina y las conclusiones de este documento.

2. Medición de productividad en agricultura

El desarrollo en la medición de la productividad total de los factores ha sido impulsado en las últimas décadas gracias a varias contribuciones metodológicas. Färe et al. (1994) usaron las funciones de distancia desarrolladas por Caves, Christensen y Diewert (1982) para la medición de productividad con métodos no paramétricos. Ellos decompusieron las diferencias en productividad en cambios en eficiencia y cambios en la frontera productiva (cambios tecnológicos). Una frontera mundial es creada en base a los datos de todos los países en la muestra, permitiendo la comparación de cada país a esa frontera. *Cuán* más cerca un país se acerca a esa frontera se llama 'cambios en eficiencia', y *qué* tanto la frontera mundial cambia en referencia a la mezcla de insumos observada de cada país se llama 'cambios tecnológicos' o 'innovación'. Los países no pueden continuar mejorando su eficiencia en producción indefinidamente y en algún punto en el tiempo, van a llegar a las frontera, momento en el cual cualquier crecimiento va a estar determinado solamente por la tasa de innovación, o el movimiento de la frontera misma.

La popularidad del índice Malmquist ha crecido en los últimos años, con múltiples aplicaciones en varias áreas. Coelli y Rao (2003) presentan una revisión de esta aplicación usada para comparar productividad en agricultura entre varios países, con la mayoría de los estudios enfocados en productividad a nivel macro sectorial (o nacional). La disponibilidad de investigación en productividad a nivel de subsectores es limitada, condicionada por la asignación de insumos a actividades individuales. Por ejemplo, la cantidad de mano de obra y fertilizante pueden ser conocidos, pero no cuánto ha sido asignado a cada actividad. Sin esta información, la medición de productividad en subsectores se hace generalmente usando como sustituto medidas parciales de productividad de los factores (PPF) como por ejemplo “producto por cabeza de ganado” y “producto por hectárea de tierra” (Rae y Hertel, 2000; Nin et al., 2004).

Las medidas parciales de productividad de los factores miden productividad en términos de un insumo específico. Algunos de los ejemplos más comunes de PPF son la productividad de la tierra (rendimiento por hectárea) y la productividad de la mano de obra. La PPF es simple, intuitiva, y una medida frecuentemente usada, pero con algunos problemas. Por ejemplo, es una alta productividad en mano de obra siempre deseable? Cuales son las medidas apropiadas de producción y mano de obra? De acuerdo a Zepeda (2001), la PPF puede llevar a conclusiones erróneas, y no puede dar una clara indicación de cómo cambia. Por ejemplo, la productividad de la tierra y de la mano de obra puede incrementar mediante el uso de tractores, fertilizante, o la mezcla de productos. La productividad total de los factores (PTF) es una medida que toma en cuenta todos los factores relevantes, y que por lo tanto ofrece una visión más completa de la productividad.

La manera más razonable de encontrar un punto medio entre la medida sectorial PTF y la medida de producto específico PPF incluye el estimar la asignación de insumos a actividades específicas. Nin et al. (2003) propusieron una metodología alternativa para la medición de eficiencia y productividad específica de un producto. Ellos calcularon la productividad de cultivos y de ganado usando funciones direccionales de distancia, adaptando una medida direccional de eficiencia para enfocarse en un solo producto a la vez, sin requerir de la asignación de todos los insumos a cada producto específico. Las funciones de distancia son usadas para estimar un índice Malmquist que mide el crecimiento en productividad en una dirección específica de un producto (p.ej. cultivos o ganado).

2.1 Índice Direccional Malmquist

El índice Malmquist esta basado en la idea de una función que mide la distancia desde un vector insumo/producto dado hasta la frontera técnicamente eficiente, a lo

largo de una dirección definida por los niveles relativos de los otros productos. La función de distancia de producto de Shephard es definida como el recíproco de la máxima expansión proporcional del vector de producto y dado el insumo x , tratando de incrementar todos los productos simultáneamente. Färe et al. mostraron que la función de distancia de Shephard puede ser calculada como la solución a un problema de programación lineal, con el modelo exhibiendo retornos constantes de escala.

A diferencia de la función de distancia de producto de Shephard, la función de distancia direccional solamente permite la expansión de un producto en una dirección específica (Chambers, Chung y Färe, 1996 y 1998; Chung, Färe y Grosskopf, 1996 y 2000). Planteado como un problema de programación lineal, la medida de distancia direccional es:

$$\bar{D}(\mathbf{x}, \mathbf{y}; \mathbf{g}_x, \mathbf{g}_y) = \max_{z^k, \mathbf{b}} \mathbf{b} \quad (1)$$

sujeto a

$$\sum_{k=1}^N z^k y_j^k \geq y_j^{k*} + \mathbf{b} g_{yj} \quad j = 1, \dots, J$$

$$\sum_{k=1}^N z^k x_h^k \geq x_h^{k*} - \mathbf{b} g_{xh} \quad h = 1, \dots, H$$

$$z^k \geq 0 \quad k = 1, \dots, N$$

donde k es el conjunto de países (k^* es un país específico), j es el conjunto de productos, h es el conjunto de insumos, z^k es el peso de los datos del país k , \mathbf{g}_y y \mathbf{g}_x determinan la dirección en que D es definido, y g_{yj} y g_{xh} denotan los componentes *javo* y *havo* de \mathbf{g}_y y \mathbf{g}_x , respectivamente. La función de distancia es definida simultáneamente como la contracción de insumos y la expansión de productos ($-\mathbf{g}_x$, \mathbf{g}_y), que en el caso de una medida orientada en productos, tenemos que $\mathbf{g}_x = 0$.

A pesar de esto, la distancia a la frontera puede cambiar dependiendo de la dirección en que es medida. Por ejemplo, el país A puede estar más cerca a la frontera que el país B cuando se usa la medida de distancia Shephard, pero el país B puede estar más cerca de la frontera si medimos en la dirección del producto 1. Como fue demostrado por Färe y Grosskopf, la función de distancia de Shephard es un caso especial de la función de distancia direccional.

Nin et al. (2003) toman ventaja de información acerca de asignación de insumos mediante la introducción de restricciones a insumos específicos para insumos

asignados, modificando la función de distancia direccional en (1). El problema modificado es:

$$D_0(\mathbf{x}, y_i, \mathbf{y}_{-i}; g = (y_i, \mathbf{0})) = \max_{z^k, \mathbf{b}_i^{k*}} \mathbf{b}_i^{k*} \quad (2)$$

sujeto a

$$\sum_{k=1}^N z^k y_{-i}^k \geq y_{-i}^{k*} \quad -i \in j \text{ and } j = 1, 2, \dots, J$$

$$\sum_{k=1}^N z^k y_i^k \geq y_i^{k*} (1 + \mathbf{b}_i^{k*}) \quad i \in j \text{ and } i \notin -i$$

$$\sum_{k=1}^N z^k x_{hj}^k \leq x_{hj}^{k*} \quad h \in A$$

$$\sum_{k=1}^N z^k y_h^k \leq y_h^k \quad h \notin A$$

$$z^k \geq 0 \quad k = 1, \dots, N$$

donde A es el conjunto de insumo asignables, x_{hj}^k es el nivel del insumo asignable h usado para producir el producto j del país k , y_i^k es el producto específico para el cual la eficiencia está siendo medida, y y_{-i}^{k*} es el nivel de los otros productos (para los cuales la eficiencia no está siendo medida).

Nin et al. argumentan que hay dos características que distinguen su medida de la forma más general de la medida de distancia direccional. Primero es que la dirección de la expansión de productos y contracción de insumos incrementa solamente en el producto i avo, mientras que todos los otros productos e insumos son mantenidos constantes o fijos. El segundo es que los factores o insumos físicos que pueden ser asignados a otros productos son tratados como otros insumos. Es decir, los insumos asignables son limitados individualmente por producto, e insumos que no son asignados son limitados agregadamente. Por ejemplo, tierra en pastizales es un insumo del sector pecuario y tierra arable es un insumo del sector agrícola.

Usando la función de distancia modificada, el índice direccional Malmquist para un producto específico es definido como:

$$DM(t, t+1) = \left[\frac{(1 + \bar{D}_0^t(x^t, y_i^t, y_{-i}^t; y_i^t, \mathbf{0}))}{(1 + \bar{D}_0^t(x^{t+1}, y_i^{t+1}, y_{-i}^{t+1}; y_i^{t+1}, \mathbf{0}))} \cdot \frac{(1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^t, y_i^t, y_{-i}^t; y_i^t, \mathbf{0}))}{(1 + \bar{D}_0^t(x^{t+1}, y_i^{t+1}, y_{-i}^{t+1}; y_i^{t+1}, \mathbf{0}))} \right]^{0.5} \quad (3)$$

El índice direccional Malmquist indica mayor productividad si su valor es mayor a 1. El índice en (3) puede ser descompuesto en un componente de eficiencia y un componente de cambio tecnológico.

$$DEFF(t, t+1) = \frac{(1 + \bar{D}_0^t(x^t, y_i^t, y_{-i}^t; y_i^t, \mathbf{0}))}{(1 + \bar{D}_0^t(x^{t+1}, y_i^{t+1}, y_{-i}^{t+1}; y_i^{t+1}, \mathbf{0}))} \quad (4)$$

y

$$DTECH(t, t+1) = \left[\frac{(1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^t, y_i^t, y_{-i}^t; y_i^t, \mathbf{0}))}{(1 + \bar{D}_0^t(x^t, y_i^t, y_{-i}^t; y_i^t, \mathbf{0}))} \cdot \frac{(1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y_i^{t+1}, y_{-i}^{t+1}; y_i^{t+1}, \mathbf{0}))}{(1 + \bar{D}_0^t(x^{t+1}, y_i^{t+1}, y_{-i}^{t+1}; y_i^{t+1}, \mathbf{0}))} \right]^{0.5} \quad (5)$$

A pesar de esto, hay dos limitaciones de este índice direccional Malmquist. El primero es que no está siempre definido, en donde en ciertos casos la función de distancia toma valores de -1 (el apéndice A muestra la magnitud de este problema en nuestra aplicación empírica). Esto puede pasar cuando por ejemplo el problema de programación lineal en la dirección y_2 no es factible porque progreso tecnológico ha ocurrido permitiendo la producción de más y_1 y y_2 de lo que era posible en el periodo t . El segundo es que puede haber un perjuicio en la medida por la reasignación de factores de producción, es decir, el movimiento de insumos no asignados de una actividad a otra, en vez de crecimiento tecnológico.

3. Datos

Como ya hemos discutido anteriormente, este estudio se enfoca en los países de la región andina como son Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Los datos de insumos y de productos fueron recolectados principalmente de FAOSTAT 2004 y cubren un periodo de 30 años desde 1971 a 2000. Los datos incluyen tres productos (cultivos, rumiantes) y no rumiantes), y nueve factores de producción (alimento de ganado, inventario animal, tierra en pastura, tierra arable y en cultivos permanentes, fertilizante, tractores, máquinas de ordeño, cosechadoras y

trilladoras, y mano de obra). Estos datos presentan dos limitaciones: a) no tienen información de precios, y b) no asignan el uso de insumos a actividades en agricultura. Como es mencionado en Zepeda (2001), esto es de particular importancia cuando la tenencia o producción está concentrada en un pequeño grupo de productores o cultivos, de tal manera que la reasignación podría mejorar la producción en agricultura. Por estas razones, los datos de FAO pueden tomar total ventaja del índice direccional Malmquist. Esto permite el cálculo del crecimiento de productividad por sector dados los insumos usados y los productos de todos los sectores.

En este estudio asumimos que cinco insumos son asignables a actividades específicas: tierra en cultivo a cultivos, inventario animal de rumiantes y máquinas de ordeño a rumiantes, inventario animal de no rumiantes a no rumiantes. Alimento de ganado a ganado, el cual no puede ser distribuido entre rumiantes y no rumiantes. Todos los otros factores de producción se mantienen sin asignar. La descripción de los insumos y de los productos usados es:

3.1 Productos

La cantidad de la producción de cultivos es en millones de 1989-1991 dólares internacionales. El índice de producción de cultivos de FAO (1986) estimado para cada país fue ajustado usando el valor de la producción de cultivos en 1990. La cantidad de la producción de ganado es en millones de 1989-1991 dólares internacionales (ERS, 2004). Agregados de productos para rumiantes y no rumiantes fueron calculados usando precios internacionales (Rao 1993, tabla 5.3). Las series de producto de 1990 fueron expandidas para cubrir el periodo 1971-2000 usando los índices de producción de FAO. La producción de rumiantes y no rumiantes es en millones de 1989-1991 dólares internacionales. Los índices de producción de rumiantes y no rumiantes fueron estimados usando la misma metodología de FAO, y usando los datos de Rao.

3.2 Insumos

Fertilizantes

La cantidad de fertilizante (N, P, K) en toneladas métricas de nutrientes consumidos en agricultura por cada país.

Mano de Obra

El total de la población económicamente activa (en miles) trabajando o buscando trabajo en agricultura, caza, pesca o silvicultura, ya sea como

empleadores, trabajadores temporales asalariados o dependientes sin actividad laboral que desempeñan una actividad agrícola.

Tierra

Esta es expresada en miles de hectáreas, e incluye: las tierras bajo cultivos temporales (las que dan dos cosechas se toman en cuenta sólo una vez), las praderas temporales para corte o pastoreo, las tierras dedicadas a huertas comerciales o huertos, y las tierras temporalmente en barbecho por menos de cinco años, tierras destinadas a cultivos permanentes como arbustos destinados a la producción de flores, árboles frutales, nogales y vides, pero excluyen las tierras plantadas con árboles destinados a la producción de leña o madera. Praderas y pastos permanentes se refieren a los terrenos utilizados permanentemente (cinco años o más) para forrajes herbáceos, ya sean cultivados o silvestres (praderas o tierras de pastoreo silvestres).

Maquinaria Agrícola

Hay tres tipos de maquinaria usados como insumos: Tractores, cosechadoras y trilladoras, y ordeñadoras mecánicas, expresados como el número total en uso. Tractores se refiere al número total de tractores (excluyendo tractores de jardín) usados en agricultura. No hacemos ninguna calibración de los datos con respecto a la potencia o caballaje de los tractores. Cosechadoras y trilladoras se refieren al número de máquinas autopropulsadas que cosechan y trillan en una sola operación. Las máquinas de ordeño se refieren al número total de instalaciones que consisten de varias unidades de ordeño, cada una compuesta de un tanque de almacenaje, un pulsador y cuatro pezoneras.

Inventario Animal

El inventario o stock animal es el número de ganado vacuno, ovejas, cabras, cerdos, pollos, pavos, patos y gansos expresados en unidades de ganado equivalente (UG). Dada la variabilidad en el tamaño de las especies animales a lo largo de las diferentes regiones geográficas, las unidades animales son estandarizadas para permitir comparaciones alrededor del mundo. Estadísticas del peso en canal del año 2000 fueron usadas para generar factores de conversión para varias regiones alrededor del mundo, y usadas para convertir las cantidades de stock en unidades de ganado usando el ganado de OCDE como la unidad de referencia (1.0).

Alimento de Ganado

Esta es la cantidad de alimento animal expresada en toneladas métricas de proteína. Los datos provienen de los balances alimentarios de FAOSTAT, y

corresponden a las cantidades de productos agropecuarios comestibles dados como alimentación al ganado durante el periodo de referencia. Estos han sido transformados en cantidades de proteína usando información del contenido de proteína en cada producto. Los productos usados en este estudio son: cereales, salvado, aceites, tortas, frutas, vegetales, raíces y tubérculos, melaza, grasa animal, harinas de pescado y carne, suero, leche, y otros productos animales.

4. Resultados

4.1 Crecimiento en productividad total de los factores

La productividad del sector agropecuario en los países del área andina tuvo un crecimiento positivo durante el periodo entre 1971 y 2000. De los seis países en la muestra, tres de ellos presentan un crecimiento promedio por año positivo mayor a 1.0. Perú y Colombia son los países con mayor crecimiento en productividad con 2.77 y 2.32 por ciento por año (primera columna en la tabla 1). Venezuela y Chile presentan las menores tasas de crecimiento promedio en productividad con 0.21 y 0.57 por ciento. Bolivia creció a una tasa de 1.54 por ciento y Ecuador a 0.81 por ciento por año.

Comparando estos países al promedio de Sudamérica (1.20) y de Latinoamérica (1.04), podemos observar que Bolivia, Colombia y Perú crecieron a tasas por encima del promedio de los países del área. A nivel global estos tres países también superan el promedio mundial (0.94) y el de países en desarrollo (0.64) y desarrollados (0.98). Venezuela y Chile sin embargo muestran tasas de crecimiento menores incluso al promedio de los países en desarrollo. Estas cifras denotan la heterogeneidad de crecimiento en los países de la región andina.

Analizando más detenidamente los sectores dentro de agricultura, podemos observar que el sector agrícola ha tenido un crecimiento positivo en productividad en todos los países del área a excepción de Chile. Nuevamente Bolivia, Colombia y Perú presentan las mayores tasas de crecimiento en productividad. La productividad del sector pecuario creció con tasas mayores al 1.0 por ciento en 5 de los 6 países andinos. Esto no es sorprendente y denota las ganancias en productividad de este sector, especialmente en la producción de cerdos y aves como veremos más adelante. Las tasas de crecimiento son mayores que el promedio de Sudamérica y de Latinoamérica, a excepción de Ecuador.

En cuanto a la productividad en los sectores pecuarios, podemos observar que para los países con series de tiempo comparables (Bolivia, Chile y Perú), el crecimiento en productividad de cerdos y aves fue mayor que la de ganado vacuno y

lechero. Los resultados de este estudio confirman otros estudios (Delgado et al.), (1999), en donde cerdos y aves al ser más eficientes en el uso de alimentos, presentan mayores tasas de crecimiento en productividad que los rumiantes.

Si comparamos las medidas de productividad agregadas (del sector pecuario) con las de los sub-sectores (rumiantes y no rumiantes) podemos observar que estas difieren una de otra. Tomando el caso de Perú, podemos observar que la tasa de crecimiento del sector pecuario (2.80) está dentro del rango de los dos sectores que lo conforman: rumiantes (0.33) y no rumiantes (4.12). Esta no es un promedio de las dos, ya que la importancia de cada sub-sector varía dentro del sector pecuario. Sin embargo, en el caso de Chile podemos observar que este razonamiento no es consistente y que el crecimiento del sector pecuario es mayor que las tasas de crecimiento de los dos sectores que lo conforman. Esta discrepancia se puede deber a la desagregación de la base de datos necesaria para poder obtener las medidas de PTF desagregadas y a las características de cada país en la muestra.

Tabla No. 1

**Comparación de PTF Agregado y Desagregado
(1971-2000)**

País / Región	Desagregado				Agregado		
	Agro- pe- cuario	Agrí- cola	Ru- mian- tes	No Ru- mian- tes	Agro- pe- cuario	Agrí- cola	Pecua- rio
Bolivia	1.54	2.34	4.27 ^A	5.78 ^A	1.23	2.02	2.16
Chile	0.57	-0.12	0.26	1.09	1.96	2.72	1.68
Colombia	2.32	5.26 ^B	2.55 ^C	n.d.	1.79	1.79	3.02
Ecuador	0.81	0.67	1.44	1.37 ^B	0.11	0.07	0.10
Perú	2.77	2.29	0.33 ^B	4.12 ^B	1.58	1.20	2.80 ^B
Venezuela	0.21	1.03 ^D	0.05	-0.99 ^E	1.85	1.29	2.11
Suramérica	1.20	1.66	0.85	3.94	1.22	1.20	1.08
Latinoamérica	1.04	1.14	0.52	3.34	0.99	0.93	1.36
Países en desarrollo	0.64	0.50	0.72	2.37	0.91	0.45	2.41
Países desarrollados	0.98	2.22	0.96	2.15	1.56	2.21	1.75
Promedio Mundial	0.94	1.20	0.34	2.00	1.10	1.38	1.12

Solo se muestran los países para los cuales los problemas de PL son factibles para todos los años ^A1971-97, ^B1971-94, ^C1971-93, ^D1979-2000, ^E1974-2000

4.2 Cambios tecnológicos y cambios en eficiencia

Una vez discutido cuales han sido las tasas de crecimiento en productividad, es importante saber cuales son las causas por las cuales se observan estas tasas de crecimiento (decrecimiento) en la productividad de los sectores agropecuarios para los países andinos. Para esto, descomponemos el índice Malmquist en sus dos componentes: el cambio en eficiencia y el cambio tecnológico (Tabla 2). De manera general podemos observar que en la mayoría de casos, el crecimiento proveniente de cambios tecnológicos domina el cambio en eficiencia. Es decir, el crecimiento en productividad proviene de expansión en la frontera productiva más que el movimiento de dichos países hacia esta frontera. Esto quiere decir que las innovaciones tecnológicas en producción han sido más importantes que la eficiencia con la que los factores se usan en el proceso productivo. Esto se debe a la naturaleza del índice Malmquist usado en este estudio, el cual es un índice acumulado, el cual no permite que haya cambios tecnológicos negativos.

Tabla No. 2

Tasa anual de crecimiento en la productividad en eficiencia técnica y cambio tecnológico (%)
1971-2000

País	Eficiencia Técnica				Cambio Tecnológico			
	Agro- pe- cuario	Agrí- cola	Ru- mian- tes	No Ru- mian- tes	Agro- pe- cuario	Agrí- cola	Ru- mian- tes	No Ru- mian- tes
Bolivia	0.02	0.47	2.09	1.49	1.52	1.87	2.18	4.29
Chile	-0.20	0.77	-0.44	-1.40	0.77	-0.89	0.70	2.53
Colombia	0.00	0.00	0.00	n.d.	2.32	5.26	2.55	n.d.
Ecuador	-0.08	-0.13	-0.18	-6.12	0.89	0.80	1.62	7.49
Perú	0.23	0.68	-1.96	-2.19	2.54	1.60	2.29	6.31
Venezuela	-0.82	-0.34	-0.94	-10.82	1.04	1.37	0.99	9.83

Tabla No. 3

Crecimiento promedio por país y sector por décadas

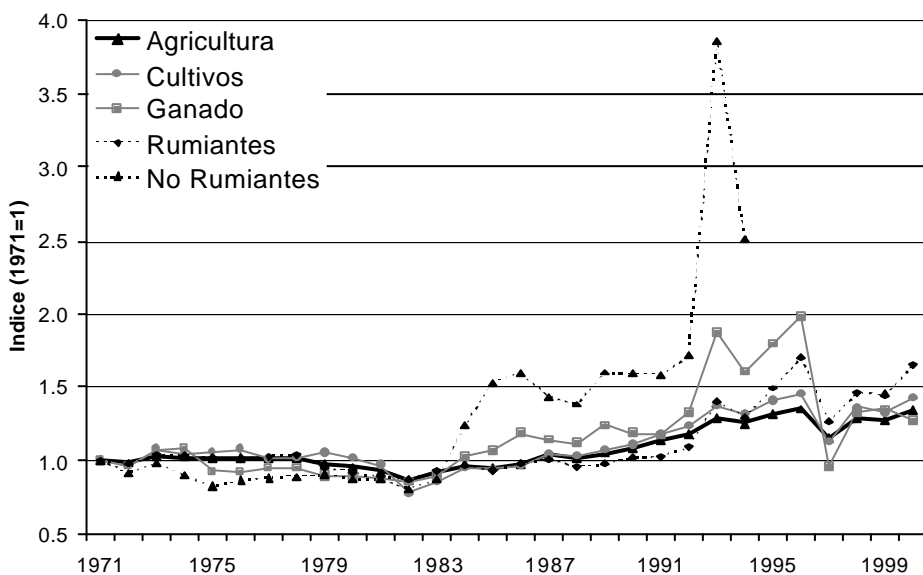
País y Sector	71-80	81-90	91-01
<i>Bolivia</i>			
Agropecuario	0.80	1.10	2.74
Agrícola	0.22	1.85	5.02
Pecuario	1.38	1.50	3.63
Rumiantes	5.03	0.02	1.90
No Rumiantes	1.79	3.04	1.54
<i>Chile</i>			
Agropecuario	0.26	1.52	-0.07
Agrícola	-6.97	3.77	1.54
Pecuario	0.42	3.02	1.60
Rumiantes	-0.03	1.12	-0.32
No Rumiantes	3.03	2.46	-2.15
<i>Colombia</i>			
Agropecuario	1.60	1.93	3.44
Agrícola	4.14	3.18	13.63
Pecuario	1.01	3.31	4.77
Rumiantes	3.97	6.48	7.78
<i>Ecuador</i>			
Agropecuario	-0.96	1.25	2.18
Agrícola	-1.36	0.87	2.53
Pecuario	-3.25	2.98	0.68
Rumiantes	-1.58	1.07	4.94
No Rumiantes	-6.99	6.13	12.11
<i>Perú</i>			
Agropecuario	2.36	1.69	4.28
Agrícola	-1.25	1.64	6.64
Pecuario	1.82	6.35	-3.30
Rumiantes	0.23	0.95	-0.94
No Rumiantes	4.60	2.76	6.38
<i>Venezuela</i>			
Agropecuario	2.17	-2.23	0.74
Agrícola	n.d.	-0.24	2.99
Pecuario	2.22	0.17	3.98
Rumiantes	2.30	-2.65	0.56
No Rumiantes	8.95	-0.27	-8.07

4.3 Evolución de la productividad entre 1970-2000

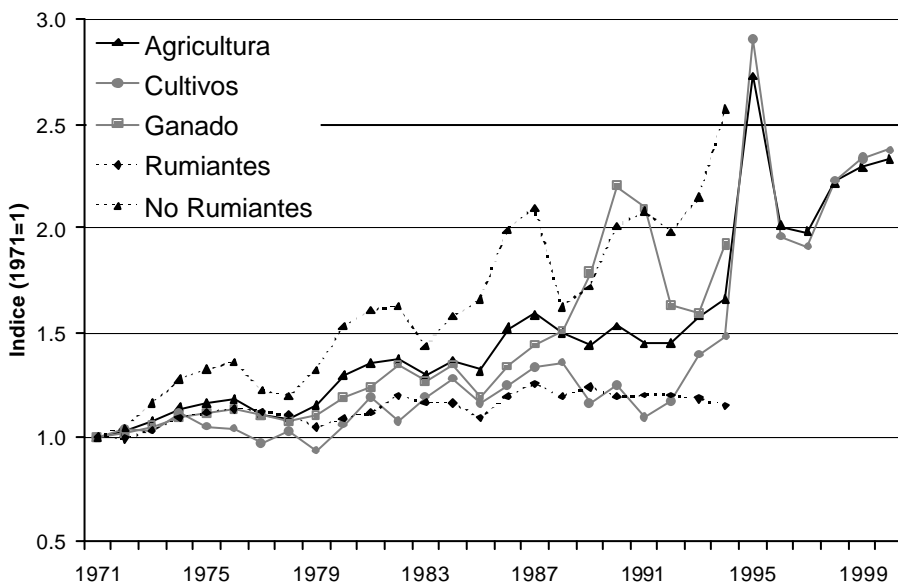
Para ilustrar de mejor manera el crecimiento de la productividad, las figuras 1a hasta la 1e muestran el crecimiento acumulado en productividad para el sector agropecuario y cada uno de los sectores que lo conforman para todos los países excepto Venezuela (por falta de datos). Estos gráficos muestran los cambios en productividad debido a factores internos y externos como son políticas a nivel general de la economía y sectoriales (específicas al sector agropecuario) o desastres naturales (El Niño). Por razones de conveniencia vamos a discutir los casos de Perú y Ecuador, y como las políticas y eventos externos han moldeado los cambios en productividad en estos dos países.

FIGURAS 1a – 1e

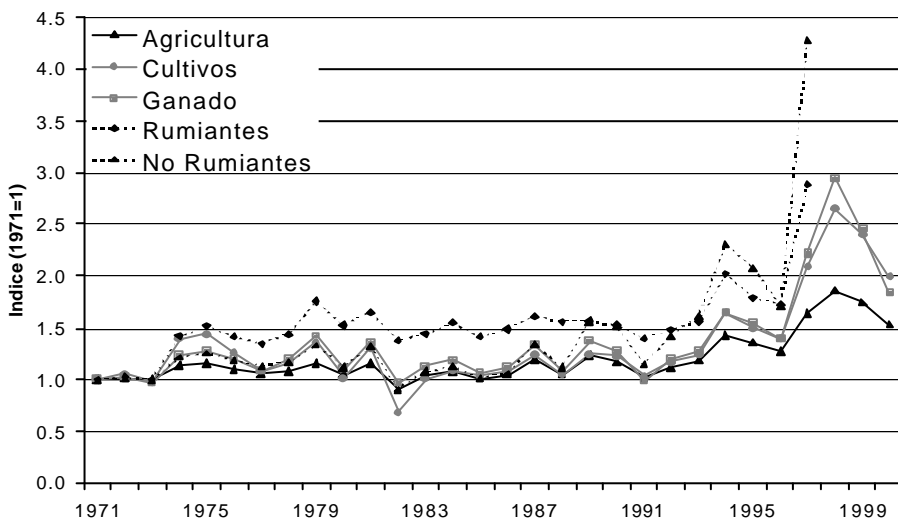
a. Ecuador



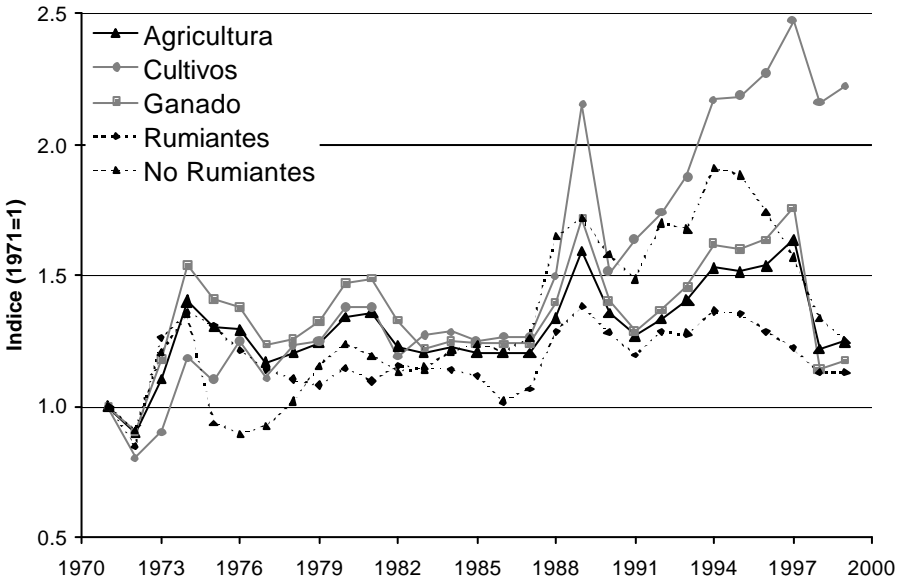
b. Perú



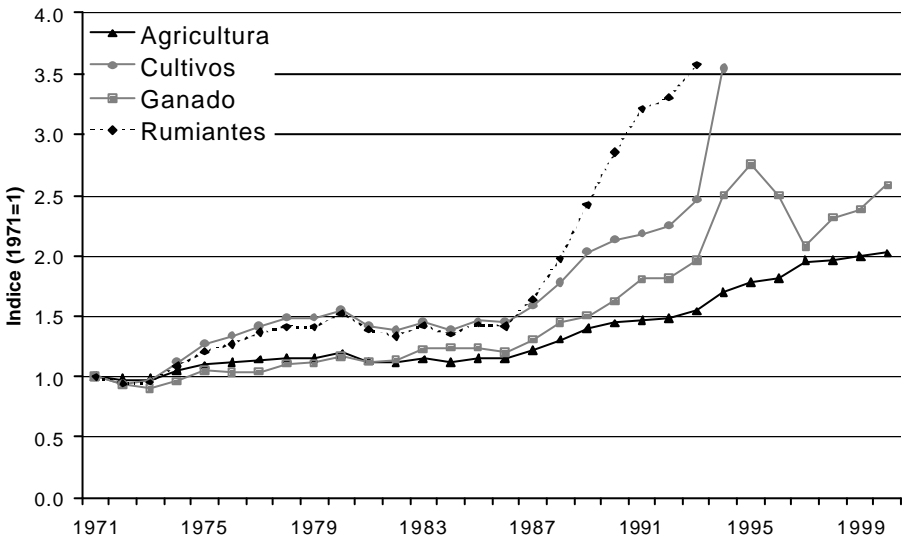
c. Bolivia



d. Chile



e. Colombia



4.4 Perú

En el Perú solamente 5.9 por ciento de la tierra es arable, una cifra relativamente menor a Colombia, Chile y otros países más pequeños de la región. Esta limitación tiene importantes implicaciones porque cualquier crecimiento del sector agropecuario en Perú va a estar íntimamente ligado con incrementos en productividad más que de la expansión de la tierra arable (Hamann y Paredes, 1991).

Durante la década de los 70 el Perú, al igual que otros países de Latino América, persiguió una política de sustitución de las importaciones, la cual tuvo efectos negativos en el sector agropecuario. Entre los años 1970 y 1975, el gobierno militar implementó una reforma agraria que eliminó las grandes haciendas y formó cooperativas en su reemplazo. Posteriormente, estas cooperativas fueron fragmentadas en unidades productivas individuales (Sheahan, 1999). Con dicha conversión a parcelas individuales pudo haber una pérdida de economías de escala (Hamann y Paredes, 1991).

Adicionalmente a la reforma agraria, durante la década de los 70's y 80's hubo una política estatal de control de precios, mediante el monopolio en las compras por parte del estado y el subsidio a la importación de alimentos. El objetivo de estas políticas era en parte reducir el costo de vida de los centros urbanos. Sin embargo, a su vez estas redujeron los incentivos de agricultores debido a la baja en los precios de sus productos.

Durante este periodo, la productividad del sector agropecuario creció a 0.80 por ciento por año. El sector pecuario tuvo en mayor crecimiento (1.38) anual, siendo el sector de rumiantes (5.03) el motor de este subsector. El sector agrícola creció apenas a 0.22 por ciento por año. En la figura 1b podemos observar el crecimiento inicial después de la reforma agraria, crecimiento que se estancó después de 1975 (cambio de gobierno).

No es hasta el gobierno de Alan García que la tendencia de control de precios en agricultura se eliminó. Es durante el periodo entre 1985 y 1988, durante los primeros años del gobierno de Alan García, en donde se aplicaron políticas a favor del sector agrícola. Estas incluyeron crédito directo a escala masiva, y el soporte de precios en los cultivos más importantes. Los precios relativos cambiaron de gran manera a favor de la agricultura como consecuencia de la política del gobierno de controlar todos los precios de productos y servicios, excepto el de los alimentos.

La productividad del sector agropecuario mejoró relativamente a la década anterior. El crecimiento en productividad del sector agrícola mejoró durante estos años, con un crecimiento de 1.85 por ciento por año. El sector pecuario creció a 1.5

por ciento, con el sector de rumiantes creciendo a 3.04 por ciento por año. Sheahan (1999) nota que durante este periodo se vio un incremento en la producción mediante incentivos, asistencia técnica y cambios en los métodos de producción para reducir costos.

Sin embargo, la sostenibilidad de las políticas del gobierno de Alan García fue corta, y pronto sus efectos se vieron en el deterioro de la economía y el aumento de la inflación. El programa de ajuste en 1990 cortó los créditos hacia el sector agrícola de manera dramática. El tipo de cambio incentivó la importación de productos a precios relativamente menores a los costos de producción domésticos. El gobierno subsidió las importaciones de alimentos, en un esfuerzo de contrarrestar la inflación mediante intervención directa, esfuerzos estériles dados los desbalances monetarios y fiscales a nivel macro que impulsaron una mayor inflación.

El gobierno de Fujimori no perdió tiempo en eliminar el soporte de precios y subsidios al sector agropecuario. Pero al mismo tiempo que eliminó controles en el sector y en la economía en general, también eliminó aranceles y cuotas a la importación de productos manufacturados. Esto permitió un cambio positivo en precios relativos hacia la agricultura por la reducción masiva de la protección a la industria. El precio de productos agrícolas creció 28 por ciento entre 1990 y 1995 relativo a los precios de otros productos y servicios. El gobierno también inició un programa de titularización de la tierra, bajo la premisa de que la legalización de la propiedad incentivaba la inversión en el sector agropecuario.

El crecimiento en la productividad en Perú durante el periodo 1991-2000 es relativamente mayor que en las dos décadas anteriores. El sector agropecuario creció a una tasa promedio de 4.28% por año, siendo el sector agrícola el de mayor crecimiento con una tasa de 6.64%. El sector pecuario tuvo un retroceso en productividad; sin embargo al desglosar el cambio en productividad en este sector podemos observar que el sector de no-rumiantes creció a una tasa de 6.38%, mientras que rumiantes tuvo un crecimiento negativo cercano al 1%.

Un incentivo importante para estas ganancias en productividad, además de la eliminación del control de precios, fue la apertura comercial que Perú tuvo durante este periodo. López-Córdova y Mezquita (2003) muestran que hay ganancias en productividad relacionadas a mayor integración y comercio. Ellos muestran que en el sector de manufacturas las ganancias en productividad vienen principalmente de una mayor disciplina en importaciones. Otros factores que son una mayor disponibilidad de insumos de calidad mundial, la adquisición de tecnología mediante importaciones o exportaciones, y una mayor disciplina de las firmas en su proceso productivo (aumento en eficiencia).

4.5 Ecuador

En el caso de Ecuador, entre 1970 y 1982, el crecimiento económico generado por el sector petrolero tuvo un efecto negativo en otros sectores de la economía, incluyendo el sector agropecuario (de Janvry et al.), 1994). Durante este periodo, el Ecuador inició una política de industrialización mediante la sustitución de importaciones financiada por las regalías del petróleo. El sector industrial fue protegido por aranceles e incentivos adicionales como exoneración de impuestos. La tasa de cambio se mantuvo en 25 sucres por dólar, y se mantuvo sobrevaluada. Esto incentivó la expansión de sectores de productos no exportables como construcción, transporte y servicios en detrimento de otros sectores, principalmente agricultura.

El resultado de los ocho años de boom petrolero y de industrialización mediante sustitución de importaciones modificó profundamente la economía ecuatoriana. El sector agropecuario fue seriamente afectado por la apreciación del tipo de cambio y fue reemplazado por el petróleo como el motor de crecimiento de la economía. Esto afectó la productividad del sector agropecuario (Figura 1a) que decreció a una tasa de 1% por año. La productividad en los sectores agrícola y pecuario decreció en 1.36% y 3.25% por año respectivamente. Los sectores de rumiantes y no-rumiantes decrecieron en 1.6% y 7% por año, respectivamente.

Los primeros años de regreso a la democracia vieron el fin del boom petrolero y el comienzo de la crisis de la deuda externa. Entre 1981 y 1982, el costo del pago de la deuda se incrementó, las ganancias por exportaciones declinaron y las importaciones fueron gradualmente reducidas por las crecientes limitaciones de divisas externas. Esta situación forzó en 1982 al gobierno de Osvaldo Hurtado a devaluar la moneda por primera vez en 11 años. La crisis fiscal redujo la capacidad de inversión del gobierno en investigación agrícola y desarrollo de infraestructura. Adicionalmente, durante 1982, el efecto de la corriente de El Niño provocó lluvias e inundaciones, lo cual causó una caída de la productividad en ese sector, retardando el efecto positivo de la tasa de cambio para ese sector.

El programa de austeridad económica implantado en 1983 por el gobierno de Osvaldo Hurtado, permitió al Ecuador mejorar su balanza de pagos. El tipo de cambio se depreció, permitiendo que los precios relativos de los productos agrícolas mejoren. Esto incentivó para los agricultores, y la productividad de todos los sectores en general se incrementó durante este periodo. Durante el gobierno de Febres Cordero se profundizan las reformas económicas, que incluyeron liberalización del comercio y del sector financiero, las cuales en un principio impulsaron crecimiento económico. Sin embargo, incrementos en salarios e inflación eventualmente erosionaron estas ganancias. Posteriormente, el gobierno de Rodrigo Borja reemplazó las políticas de libre mercado con políticas de austeridad e

intervención del estado. Su programa resultó inicialmente en nuevo crecimiento económico, pero inflación y desempleo se mantuvieron a niveles altos.

La productividad del sector agropecuario en general se incrementó durante la década de los ochenta, creciendo a una tasa de 1.25% por año. El sector pecuario creció rápidamente a una tasa de 3% por año, del cual la producción de cerdos y aves creció a 6% por año. El crecimiento en productividad del sector de no-rumiantes se debió especialmente a un cambio estructural en el sistema de producción. La producción de cerdos y aves que tradicionalmente había estado concentrada en pequeños agricultores, cambió con el establecimiento de empresas a gran escala cerca de los grandes centros urbanos. La introducción de nuevas tecnologías permitió la reducción en costos de producción, y el incremento en productividad observado.

Durante la década de los 90, la liberalización de la economía y el comercio de productos agrícolas y la reducción de los aranceles de importación se consideran factores importantes que explican los excelentes resultados generales de la producción del sector. Entre 1993 y 2003 el PIB del sector agropecuario tuvo un crecimiento promedio del 4.2 por ciento. El aumento de las oportunidades de mercado impulsó el crecimiento de la inversión en la agricultura y la utilización de tecnología agrícola moderna, como la inseminación artificial y la utilización de semillas híbridas. Algunos sectores se han beneficiado también de la Zona Andina de Libre Comercio y más recientemente de la adhesión a la Organización Mundial del Comercio. La productividad en el sector agropecuario creció a 2.18% por año. El sector agrícola creció a 2.5%, y los sectores de rumiantes y no rumiantes a tasas de 5 y 12 por ciento, respectivamente.

5. Conclusiones

Este estudio ha tratado de extender la investigación previa en la medición de productividad en agricultura, y de servir de punto para discutir la influencia de políticas macroeconómicas y sectoriales en el crecimiento de productividad en los países del área andina. Para esto usamos un índice direccional Malmquist que ayuda a enmendar las diferencias entre las medidas parciales y totales de productividad de los factores, y adapta una medida direccional de eficiencia para enfocarse en un solo sector, sin requerir de la asignación de los factores de producción a productos específicos.

Usando esta metodología se estimaron medidas de productividad del sector agropecuario y subsectores para los países de la región andina (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). Los resultados de este estudio muestran

como las medidas de productividad en el sector pecuario son diferentes unas de otras, cuando este es desagregado en rumiantes y no rumiantes. El crecimiento en no rumiantes ha llevado en gran manera al crecimiento en productividad en el sector pecuario, con la productividad en rumiantes (ganado vacuno y lechero) creciendo a tasas menores.

Los resultados de este estudio también muestran, en el caso específico de Perú y Ecuador, como las políticas macroeconómicas y sectoriales pueden afectar el crecimiento en productividad en el sector agropecuario. Se puede observar en estos dos países que durante la década de los 90's las políticas de liberalización de los mercados y de apertura comercial pudieron haber tenido efectos positivos en la productividad del sector agropecuario. Sin embargo, es necesario un análisis más detenido para determinar el efecto real de estas políticas en el sector agropecuario.

Bibliografía

- Caves, D.W., L.R. Christensen, and W.E. Diewert. 1982. The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity. *Econometrica* 50: 1393-1414.
- Chambers, R.G., Y.H. Chung, and R. Färe. 1996. Benefit and Distance Functions. *Journal of Economic Theory* 70: 407-19.
- _____, 1998. Profit, Directional Distance Functions, and Nerlovian Efficiency. *Journal of Optimization Theory and Applications* 98: 351-64.
- Chung, Y.H., R. Färe, and S. Grosskopf. 1997. Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach. *Journal of Environmental Management* 51: 229-40.
- Coelli, T., and D.S. Prasada Rao. 2003. Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000. Plenary Paper presented at the 2003 International Association of Agricultural Economics (IAAE) Conference, Durban August 16-22.
- de Janvry, A., A. Hraham, E. Sadoulet, R. Espinel, W. Spurrier, H-P. Nissen, and F. Welsch. 1994. *The Political Feasibility of Adjustment in Ecuador and Venezuela*. Christian Morrison ed. Development Centre of the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, France.
- Delgado, C., M. Rosengrant, H. Steinfeld, S. Ehui, and C. Courbois. 1999. *Livestock to 2020: The Next Food Revolution*. 2020 Vision for Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper 28, International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Economic Research Service (ERS) website. Accessed January, 2004.
- Färe, R. and S. Grosskopf. 1996. *Intertemporal Production Frontiers: with Dynamic DEA*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zhang. 1994. Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries. *American Economic Review* 84: 66-83.

- Färe, R., and S. Grosskopf. 2000. Theory and Application of Directional Distance Functions. *Journal of Productivity Analysis* 13: 93-103.
- FAO. 1986. *The FAO Agricultural Production Index*. FAO Economic and Social Development Paper No. 63, Statistics Division, Rome.
- FAOSTAT database. <http://apps.fao.org/>. Accessed January, 2004.
- Hamann, A. J. y Carlos E. Paredes. 1991. The Peruvian Economy: Characteristics and Trends. Carlos E. Paredes and Jeffrey D. Sachs, eds. *Peru's Path to recovery: A Plan for Economic Stabilization and Growth*.
- López-Córdova, E. y M. Mesquita Moreira. 2003. *Regional Integration and Productivity: The Experiences of Brazil and Mexico*. Institute for the Integration of Latin America and the Caribbean (INTAL), Buenos Aires. Working Paper 14.
- Nin, A., C. Arndt, T.W. Hertel, and P.V. Preckel. 2003. Bridging the Gap between Partial and Total Factor Productivity Measures using Directional Distance Functions. *American Journal of Agricultural Economics* 85: 928-942.
- Nin, A., T.W. Hertel, K. Foster, and A.N. Rae. 2004. Productivity Growth, Catching-up and Uncertainty in China's Meat Trade. *Agricultural Economics* 31: 1-16.
- Rae, A.N. and T. W. Hertel. 2000. Future Developments in Global Livestock and Grains Markets: The Impacts of Livestock Productivity Convergence in Asia-Pacific. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 44: 393-422.
- Rao, P. 1993. Intercountry Comparisons of Agricultural Output and Productivity. FAO Economic and Social Development Paper No. 112. Rome.
- Sheahan, John. 1999. *Searching for a Better Society: The Peruvian Economy From 1950*. The Pennsylvania State University Press. pp 64-70.
- Zepeda, L. 2001. *Agricultural Investment, Production Capacity and Productivity. Agricultural Investment and Productivity in Developing Countries*. L. Zepeda, ed., FAO. pp: 3-19.

Apéndice A

Número de problemas de programación lineal (PL) factibles en los sectores Agrícola, Pecuario, Rumiantes y de No Rumiantes cuando la observación es evaluada en el período t y la tecnología es del período $t + 1$ (un problema de PL por año, 1971-2000; máx.=30)

País	Agrícola	Pecuario	Rumiantes	No rumiantes
Bolivia	30	30	29	29
Chile	30	30	30	30
Colombia	27	30	28	12
Ecuador	30	30	30	28
Perú	30	29	29	29
Venezuela	23	30	30	28
% problemas factibles	94	100	98	71