



# DOCUMENTS OF THE ROUND TABLE ON RURAL COMPETITIVENESS

March 25, 2004 Lima - Peru

Prospects for Research and  
Development in the  
Agricultural Sector

REED HERTFORD  
PHILIP G. PARDEY  
STANLEY R. WOOD

The Role of  
Technological Capital  
in Agriculture

A. FLAVIO AVILA  
R. E. EVENSON

Special Report N° 6

**December, 2004**



**DOCUMENTS OF THE  
ROUND TABLE ON  
RURAL COMPETITIVENESS**

**March 25, 2004 Lima - Peru**

**Prospects for Research and  
Development in the  
Agricultural Sector**

**REED HERTFORD  
PHILIP G. PARDEY  
STANLEY R. WOOD**

**The Role of  
Technological Capital  
in Agriculture**

**FLAVIO AVILA  
R.E. EVENSON**

**Special Report No. 6**

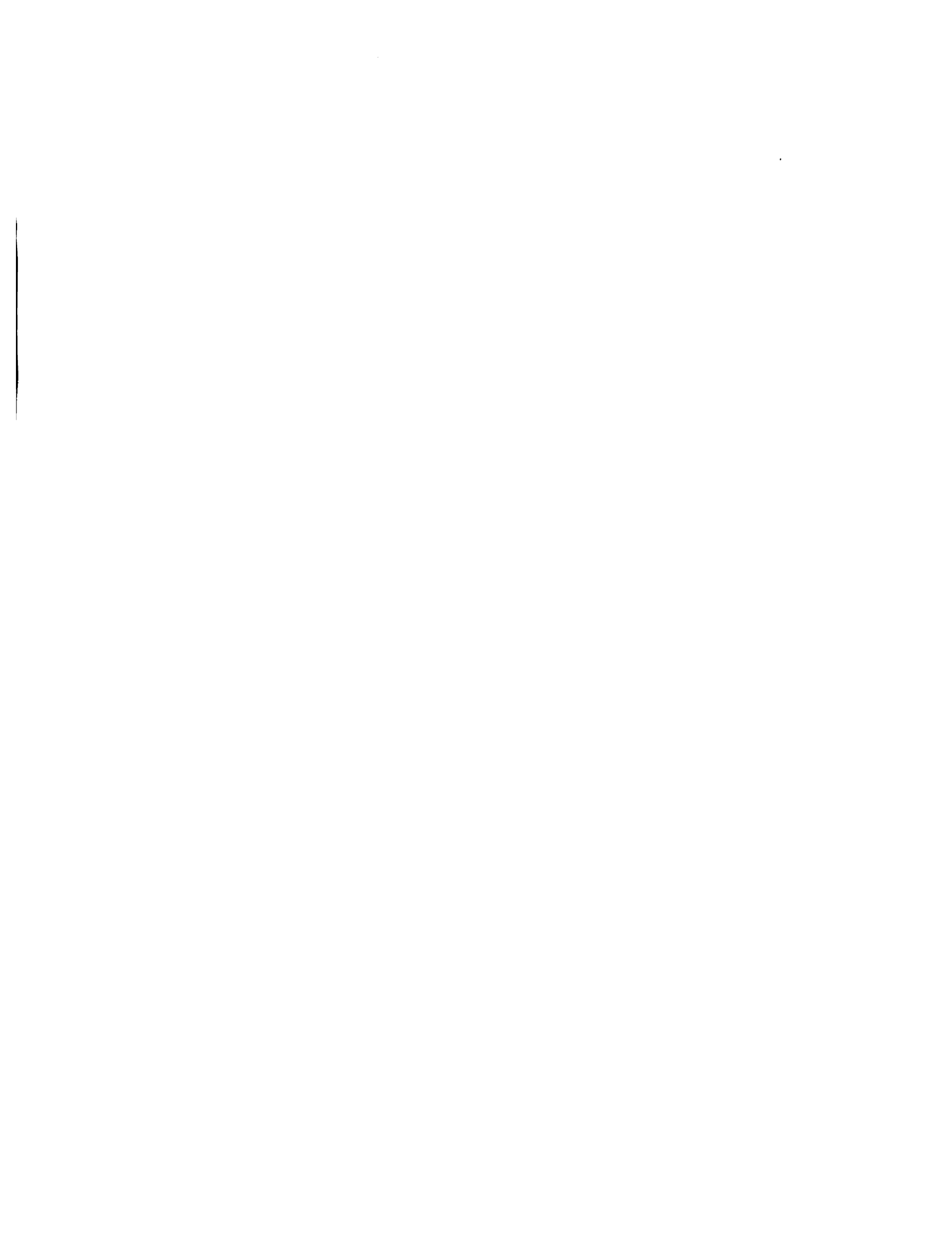
**December, 2004**

**FONTAGRO**  
**REGIONAL FUND FOR AGRICULTURAL TECHNOLOGY**  
**TECHNICAL-ADMINISTRATIVE SECRETARIAT**

**Interamerican Development Bank**  
1300 New York Avenue, NW., Stop W0510  
Washington, DC. 20577  
Phone: 1 (202) 623-3876 – Fax: 1 (202) 623-3968  
E-mail: [fontagro@iadb.org](mailto:fontagro@iadb.org) - [www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)

# TABLE OF CONTENT

|  | Page |
|--|------|
| Introduction .....   | 5    |
| Press Release .....  | 7    |
| A Strategic Look at Agriculture in Latin America and the<br>Caribbean: Prospects for Research and Development .....                      | 9    |
| Executive Summary .....  | 11   |
| 1. Introduction .....  | 16   |
| 2. The LAC agricultural economy in retrospect .....  | 17   |
| 3. Agricultural Productivity .....   | 21   |
| 4. Policy and institutional developments .....   | 24   |
| 5. Agricultural research .....   | 28   |
| 6. Spatial perspectives on LAC agriculture.....  | 30   |
| 7. Strategic assessments of the local and spillover effects of R&D .....   | 34   |
| 8. Innovation implications .....   | 38   |
| References .....   | 40   |
| Appendix .....   | 42   |
| Total Factor Productivity Growth in Agriculture: The Role of<br>Technological Capital .....  | 53   |
| 1. Introduction. ....  | 55   |
| 2. Methods .....   | 56   |
| 3. TFP estimates by regions and countries.....   | 60   |
| 4. Defining technological capital. ....  | 67   |
| 5. Changes in Technological Capital .....  | 71   |
| 6. TFP growth, cereal yields, fertilizer consumption, value added per<br>worker, growth in GDP per capita and technological capital..... | 73   |
| 7. Determinants of TFP growth: A statistical decomposition. ....   | 76   |
| 8. Policy implications .....   | 80   |
| References. ....   | 83   |
| Appendix .....   | 85   |



# INTRODUCTION

**T**he Annual Meeting of the Boards of Governors of the Inter-American Development Bank and the Inter-American Investment Corporation took place in March 2004 in Lima, Peru. As part of the agenda, a Round Table on Rural Competitiveness was organized on Thursday March 25. The Round Table “Challenges, Opportunities and Resources for Technology Innovation in Agriculture in Latin America and the Caribbean” was inaugurated by Mr. Enrique V. Iglesias, President of the IDB and by Mr. Ian Johnson, Vice-President of the World Bank.

The overall activity included a presentation on competitiveness and agricultural productivity trends; a presentation on strategic investments in regional public goods; a round table on financing of technological innovation; and an updating session on the Regional Fund for Agricultural Technology. Mr. Carlos M. Jarque, Manager of the IDB Sustainable Development Department and Dr. Nicolás Mateo, Executive Secretary of FONTAGRO coordinated the round table and updating session respectively.

This publication includes the two documents commissioned and discussed at this event. They represent important contributions to research on competitiveness, productivity and investments on regional public goods:

Hertford, R., P. G. Pardey and S. R. Wood. 2004. A Strategic Look at Agriculture in Latin America and the Caribbean: Prospects for Research and Development. IFPRI, BID, FONTAGRO. 51 p.

Avila, A. F. and R. E. Evenson. 2004. Total Factor Productivity Growth in Agriculture: The Role of Technological Capital. University of Yale, EMBRAPA, FONTAGRO. 43 p.

The Board of Directors and the Administrative-Technical Secretariat of the Fund are especially thankful to the authors and the institutions involved for allowing us the opportunity to disseminate their results during this meeting. The Administrative-Technical Secretariat of FONTAGRO has done the translation and editing of this publication, and it is solely responsible for any errors in the final product.





## IDB PRESIDENT IGLESIAS CALLS FOR BOOST IN AGRICULTURAL RESEARCH



From right to left: Enrique Iglesias, President of the IDB; Ian Johnson, Vice-President of the WB; and Jesús de los Santos, Sub-Secretary of State of Agriculture, Dominican Republic

**New technology is needed to increase productivity, reduce rural poverty and protect the environment**

LIMA, Peru - IDB President Enrique V. Iglesias today called for major new funding for agricultural research to correct what he called “chronic underinvestment” in Latin America and the Caribbean in new technologies that the region needs to compete on world markets, address problems of poverty at home, and protect the environment.

Iglesias made his remarks at the “Rural Competitiveness Round Table: Agricultural Technological Innova-

tion in Latin America and the Caribbean,” which is being held in conjunction with the 45th Annual Meeting of the IDB’s Board of Governors. Also participating in the round table were ministers of agriculture and representatives from the private sector, academia, and international organizations, including the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) and the Regional Fund for Agricultural Technology (FON-TAGRO). According to the IDB President, more than

30 percent of the region’s population works in the primary sector, and food products represent more than 30 percent of the region’s gross national product and more than 40 percent of exports in some countries. But in what he called a “dramatic contradiction,” less than 0.5 percent of agricultural earnings are being invested in research in the sector.

The region has the institutions it needs to counteract this sub-investment in science and technology, said Iglesias, including national and international research



centers, universities, foundations, private firms, and FONTAGRO. The region needs to better coordinate research initiatives and avoid duplication of efforts.

Iglesias singled out FONTAGRO as a particularly promising initiative. Launched in 1998 and located at the IDB's Washington, D.C., headquarters, the fund has provided \$7 million to finance 35 research projects and has raised \$23 million in counterpart funds for this purpose. Projects have been carried out in the areas of improvement of efficiency, social and environmental development, competitiveness, agricultural policies, and institutional strengthening. The fund has a membership of 12 Latin American and Caribbean countries.

The IDB president also described a new initiative in

which the IDB will finance joint research and natural resource management programs together with the World Bank in which CGIAR research centers and national programs will work in partnership.

#### BACKING FOR REGIONAL FUND

In his remarks, CGIAR Chairman Ian Johnson lauded the enormous impact technology has had in boosting agricultural production. But he emphasized that the agricultural sector cannot be seen only as an engine of economic growth, but also as source of jobs and income for low-income producers and a major factor in environmental protection.

He called for a lowering of trade barriers to agricultural products, saying that they

penalize developing countries and reduce opportunities for small farmers to innovate. Speaking at the seminar's close, Carlos M. Jarque, manager of the IDB's Sustainable Development Department, called for the formation of research networks and alliances among the private sector, universities and international and national institutions. Referring to FONTAGRO, he said, "We are absolutely convinced of the importance of having a regional fund for financing technological development that responds to the region's needs." He urged an increase in the fund's capital, which now stands at \$33 million, and the creation of a close working relationship among the CGIAR centers and the private sector.

The round table was held to highlight the dramatic changes that have occurred in the region's rural sector over the past few decades. Speakers described the challenges posed by trade liberalization, agricultural subsidies, intellectual property regimes, privatization of agricultural extension services, changes in national research systems, and the increased competition.

---

A STRATEGIC  
LOOK AT AGRICULTURE  
IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN

---

PROSPECTS FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT

REED HERTFORD\*  
PHILIP G. PARDEY  
STANLEY R. WOOD

\* Reed Hertford is President, EAM Company, Chatham, Massachusetts; Philip Pardey is Professor of Science and Technology Policy, Department of Applied Economics, University of Minnesota; and Stanley Wood is a Senior Scientist with the International Food Policy Research Institute. Authorship is alphabetical.

This paper is a summary and interpretation of the volume *Assessing Agricultural R&D Priorities and Prospects in Latin America and the Caribbean*. Washington D.C.: IDB and IFPRI, 2004 forthcoming. Prepared by the International Food Policy Research Institute (IFPRI) for the Annual Meeting of the Boards of Governors of Inter-American Development Bank in Lima, Peru, March 26, 2004.

The authors thank Julian Alston, Connie Chan-Kang, César Revoredo, Kate Sebastian and Liang You whose collaboration on our forthcoming book made this paper possible. A special thanks is due Ulrike Wood-Sichra who artfully crunched many of the numbers for this report.

## EXECUTIVE SUMMARY

**I**ncreasing rural livelihood options and incomes continues to present a major social and economic development challenge to governments throughout Latin America and the Caribbean (LAC). While agriculture remains the mainstay of the region's rural economies, over the past few decades agricultural output grew more slowly in LAC than in other developing regions of the world. Flawed macroeconomic policies have often been blamed. But there is ample evidence from within and beyond LAC that strong and persistent agricultural growth, and the consequent benefits for rural communities and economic progress, is heavily reliant on sustained and sufficient support for agricultural research and development (R&D)

Payoffs to agricultural R&D investments in LAC and elsewhere have been high. Moreover, there is no evidence that those payoffs have diminished over time, suggesting that more not less funding for research is socially beneficial. But there remain important public policy questions about R&D funding and performance. Precisely, how much should be spent and by whom? What roles should the public and private sectors play, and what regulatory and policy regimes best optimize

those roles? To what extent should countries in LAC rely on home-grown technologies versus tapping technologies developed elsewhere? How can these technological spillover potentials be realized, and how does the changing nature of the agricultural and (especially) bio-sciences affect the scope, scale, and structure of local research vis-à-vis research done by others?

Responding to these policy questions requires an appreciation of the current and prospective status of food demand and agricultural supply in LAC. We first consider the fundamentals that have driven the changes we later describe.

### FOREMOST FUNDAMENTALS

#### ***Budget stringencies and trade-liberalizing policies***

Budget-restricting macroeconomic and sector-specific policies since the mid-1980s have limited public funds for agricultural R&D and rural infrastructure, precisely when increasing these productivity-promoting investments would have positioned LAC producers to better compete internationally in the face of trade-liberalizing policy changes.

### ***Rapid growth and changing structure of food demand***

Growth in total population, incomes, and urbanization are prime determinants of the growth in the quantity and type of food demanded. The past four decades have seen high growth in population and incomes relative to other regions, and LAC's share of total population living in urban areas makes the region look more like the U.S. and Western Europe than other developing regions. These changes have contributed to a growing demand for higher-value, more processed, diverse, and "healthier" foods. As retail food sales have continued to climb, supermarkets have become dominant players in the agri-food economy (accounting for roughly 50-60 percent of the region's agri-food sales compared with just 10-20 percent only a decade ago).

### ***Close Proximity to the United States***

This has not only had more obvious, numerous, and economically important consequences for LAC employment and trade in agriculture, but also less obvious, although equally significant, consequences for "spillins" of U.S. agricultural technologies into the region. However, close spatial proximity is a two-edge sword. Just as closeness fosters technological spillins to LAC, it also makes the region's producers more vulnerable to competition from North American producers.

### ***Good aptitude for agriculture, but persistent resource-related constraints***

The performance of agriculture in LAC has often belied the generally favorable natural resource base for agriculture in the region. However, the inherent low soil fertility of tropical savannas has hampered growth in those areas. Furthermore, soil erosion in densely populated, cultivated hillsides, especially in the Central American and Andean

regions, continue to threaten long-term agricultural productivity.

These fundamentals have shaped the environment for agriculture and agricultural R&D and driven the major sectoral changes in the 1960-2001 period, to which we now turn.

## **FOREMOST CHANGES**

### ***Healthy but unremarkable agricultural growth slowing general economic progress***

At 2.9 percent per year for the 1961-2002 period, the growth of agricultural production in the region was outpaced by the growth in other developing regions of the world. There are apparently strong links between agricultural growth and overall economic growth in LAC, and thus the modest performance of LAC agriculture has likely constrained overall economic growth.

### ***Poor productivity performance***

Although the evidence is limited, a review of empirical studies of aggregate agricultural productivity in LAC point to generalized declines in multi-factor productivity since the 1960s. Indeed some authors suggest there has been "technical regression" in some parts of LAC—typically, declining aggregate output coupled with unchanging production costs overall..

### ***Modest gains in land and labor productivity***

While both land and labor productivities have grown at moderate rates in the past four decades in LAC, labor productivity growth (2.3 percent per year since 1961) has slightly outpaced land productivity growth (2.2 percent per year). Within LAC the highest land productivity growth since 1960 was registered in Mexico and Brazil – coincidentally, countries that accounted regularly for a combined total of almost two thirds of the region's agricultural R&D spending.

### ***Reducing government intervention in agriculture***

After the mid-1980s, commodity policies were evolved in similar ways for livestock and principal crop sectors. Producers often benefited from tariff reductions on inputs, direct price supports, and favorable sanitary/phytosanitary measures, while consumer prices were subject to some control. However, these measures were generally moderated in recent years, with rice being an important exception.

### ***Livestock outpaced crop growth over the long-haul***

Consistent with our observation regarding changing food demand trends, the 3.4 percent per year growth in the livestock sector outpaced the 2.5 percent per year crop sector growth (1961-2002). Both sectors grew less in LAC than in developing countries as a whole. Over the past ten years, however, crop output has increased with both sectors now growing at over three percent per year. Brazil's long term growth in livestock output has been spectacular—4.9 percent per year for the 1961-2002 period. In the Caribbean, by contrast, it is only in recent times that both livestock and crop output have seen sustained positive growth.

### ***Chicken meat was the star performer in the livestock sector; soybeans among crops***

In 1961 chicken meat and soybeans represented 2.6 and 0.2 percent of livestock and crop output respectively; by 2001, those shares had risen to 18 and 21 percent. Other commodities have declined in importance, including beef and veal, cassava, mutton and lamb, along with traditional export crops like coffee and bananas.

### ***Strong growth in demand for animal feed***

Expanding livestock production--especially chicken and turkey meat--has boosted the demand for animal feeds. Almost 50 percent

of the cassava crop, nearly 60 percent of the maize crop, and practically all the sorghum crop are now consumed by animals in LAC.

### ***Rapid growth agricultural sectors have benefited from technological spillovers***

Worldwide, the evidence indicates that the spatial spillovers of agricultural technologies have accounted for half or more of all measured productivity growth. The prima facie evidence suggests LAC is no different. The highest growth commodities in the crops and livestock sectors (soybeans and chicken meat) are obvious cases in point. New evidence for Brazil indicates that upwards of 20 percent of the \$12.5 billion in benefits derived since 1981 from improved soybean varieties are attributable to spillovers from the United States.

### ***Variability in the contribution of crop yield***

Area expansion contributed more than yield growth to increased output for most crops. Spatially disaggregating the national data revealed that rapidly rising yields occurred where yields were already high, and slow yield growth occurred where yields were initially low. Land productivity gaps are apparently widening. This is consistent with the notion that bigger R&D systems have been better able to capture and utilize technology spillover opportunities.

### ***Trade patterns shifted towards imports***

During the past 40 years imports have become a greater share of total agricultural trade for most LAC countries. Agricultural export-import ratios declined for 29 (73 percent) of the countries in the region. Imports were dominated by cereals (wheat, maize, rice and sorghum) of which half went to Brazil, Argentina, and Mexico. During the 1990s, soybeans, fruits, beverage crops, sugar, and cereals were the main exports. Notably, sugar and beverage crop exports shrank markedly in the 1990s compared with

the 1980s. Brazil, Argentina, and Mexico account for practically two thirds of the region's agricultural exports. These changes are consistent with the finding that agricultural markets in LAC were opening up to trade while the competitiveness of its producers was being compromised by recent reductions in infrastructure, R&D, and, possibly, education investments.

***Investments in agricultural R&D are low, uneven and generally faltering***

Public spending on agricultural R&D fared poorly during the 1980s although rebounded in some countries during the first half of the 1990s. But the recovery seems fragile and not shared widely throughout the region. Public research in countries like Brazil and Colombia that did better in the early 1990s suffered cutbacks in the later part of the decade. Many of the poorer (and smaller) countries failed to experience any sustained growth in funding for the past several decades. Moreover, by the mid 1990s, LAC research intensity ratios (public agricultural R&D spending as a percent of agricultural GDP) were still low by world standards—less than one percent for many Latin American countries, compared with an OECD country average of 2.75 percent.

***Technological bifurcation?***

There are worrying indications of a bifurcation of research throughout the region. Richer countries may be making sufficient investments to stay in the race (although even here the trends are not entirely convincing, with investment slowdowns in many of these countries in recent years), but poorer countries seem to be slipping behind, both in terms of their ability to generate new technologies now and to continue doing so in the future.

## LOOKING FORWARD

New global food demand and supply projections using national data point to a 50 percent increase in LAC's demand for cereals (primarily wheat, rice, maize and sorghum) by 2020—much of which can be met from growth in domestic supplies, stemming the recent rapid growth in net cereal imports. The demand for meat and feed grains will likely continue to rise more rapidly than demand for food crops. The quantity of meat exports should rise, but decline in value terms as cheaper poultry products substitute for higher value pork. Total trade expansion in LAC, projected to double by 2020, might be second only to that projected for the United States. Importantly, these generally positive projections presume robust investments in irrigation, agricultural research, rural roads, and education throughout the region.

A more detailed examination of the potential local and spillover impacts of new technologies among different LAC agroecologies shows that the economic benefits from R&D-induced productivity gains in eight regionally important crops will be unevenly distributed. While Southern Cone countries will realize most of the projected benefits from six of these eight commodities, countries in Mesoamerica capture most of the benefits from improving sorghum yields, and the Andean countries gain most of the benefits from improved potato productivity. But there are tradeoffs involved and economies of scale and scope to consider so that some research is best left to national agencies, other research to collective action among countries.

The overriding importance of continued, indeed enhanced, technical progress to achieving LAC's food security and broader development objectives leads us to the key research policy implications of our findings:



### ***Reinvest and revitalize local agricultural R&D capabilities***

Technological stagnation, even regression, is likely without sufficient local R&D capacity. And such stagnation translates into declining market shares, lower incomes for LAC farmers, and less contribution from agriculture to overall economic growth. It is of paramount importance that the current downward trends in funding R&D throughout the region are reversed. Certainly the evidence suggests that more, not less, R&D will be an economically valuable use of society's scarce resources. Indeed, as markets become more open and as any direct government support to producers continues to decline, technical change plays an even more critical role in improving the competitiveness of LAC agriculture.

### ***Recognize the respective and evolving public and private roles***

It is a fallacy to think that private interest will substitute for a lack of public support for R&D. Often the roles are complementary (those countries in the world with substantial private research also have strong public science sectors). Nonetheless, the conduct, structure and orientation of public research should not crowd out private interests. The long lags between investing in R&D and realizing a benefit mean that persistence pays. But anticipating the important structural changes in agriculture is critical too. The projected increased demand for livestock products, particularly white meats (and the

derived demand for feed), higher value fruits, vegetables and other horticultural crops, as well as the demand for higher quality foods, has immediate R&D policy implications—including the amount of public funding required and the orientation of the research, the intellectual property regimes that affect the private incentives to innovate, and the regulatory decisions that affect the trade and local use of modern agricultural technologies.

### ***Reorient R&D to optimize technological spillover opportunities***

All too often domestic R&D policies are driven solely by domestic considerations. Tapping technologies developed elsewhere has been critical to past productivity gains in LAC, and likely to be even more important in the future. Benefiting from potential spillovers requires outward-oriented R&D strategies (both public and private)—first identifying where relevant technological opportunities may be occurring *outside* domestic systems and, second, developing the local capacity to adapt these technologies to local (agroecological) realities. As the threshold scale and scope of much agricultural R&D continues to increase—thereby putting full-blown research programs in many areas beyond the economic reach of many countries in LAC—this will reinforce trends, still largely nascent at the regional level, toward collectively conceived (and, perhaps, jointly funded) research initiatives.

# 1

## INTRODUCTION

---

**A**gricultural research throughout Latin America and the Caribbean (LAC) is in the midst of substantial change. This involves shifts in public and private funding and in the conduct of agricultural research and development (R&D), including the orientation of that research. It also encompasses substantial regulatory and institutional changes regarding the development and transfer of technologies used in food and agriculture, including changes in the access and use of the know-how and technologies developed in other parts of the world (not least because of changing intellectual property regimes). Some of this change stems from a broad set of policy and institutional reforms that have spurred reevaluations of the proper public role in agricultural R&D and the amounts and forms of research funding. Some of the change derives from even more fundamental sectoral, macroeconomic, and trade policy

reforms that directly affect food and agriculture and thereby the research that serves these sectors.

In this paper, we identify a set of fundamental forces shaping LAC agriculture, and the research that serves it. The resulting changes are then highlighted, including those relating to production, productivity, public policies, and agricultural R&D. The location-specific nature of much agricultural R&D and the sector's heavy reliance on natural inputs makes our spatial assessment of agriculture, drawing on new spatial data, especially revealing. Using the same spatial data, economic simulations are presented which illustrate the importance of spatial spillovers of technologies targeted to different crops and agroecologies. The implications of these spillovers bear directly on collective efforts to fund, conduct, and co-ordinate research in the region.

## 2

# THE LAC AGRICULTURAL ECONOMY IN RETROSPECT

---

**L**ooking back to look forward is instructive. Too, the future is inevitably anchored in past developments.

### AGGREGATE TRENDS

In 2000, LAC produced US\$2 trillion (in constant 1995US\$), or almost six percent of the world's GDP [World Bank, 2004]. Since 1965, the economies of the LAC region, on average, grew faster than the global average, eclipsing the annual rate of growth in Africa, Western Europe, and North America, but not that in East Asia & Pacific which grew by 7.9 percent per annum in the 1980-2000 period compared with 2.6 percent in LAC.

An index of aggregate agricultural output in LAC grew to US\$163 billion 1989-91 international dollars by 2000. This represented a 2.6 fold increase in the index over 39 years, or an average rate of growth of 2.8 percent per annum.<sup>1</sup> Yet, LAC's AgGDP (agriculture

value-added) performance has been unremarkable by world standards, lagging well behind the 2.7 percent per annum rate of growth in the 1980-2000 period for all middle and low income countries, but especially South Asia's 3.9 percent per year rate. Neither has LAC performed well on a per capita basis, growing by only 0.5 percent per annum. This is faster than Africa (which shrank by 0.6 percent per annum), but slower than all other regions of the world. AgGDP grew the slowest in the Caribbean countries, the Andean countries, and the Southern Cone, excluding Brazil and Chile.

---

and reported by the World Bank [2004]. In this section we also report various agricultural output indexes [Pardey, et. al., 2000]. These indexes were formed by aggregating annual, national output measures for 134 crop and 23 livestock categories [FAOSTAT 2004], where each commodity quantity in the index was weighted by the respective 1989-91 average commodity prices (denominated in international dollars based on an unpublished agricultural purchasing power parity index obtained from FAO).

---

<sup>1</sup> The AgGDP measures reported are value added measures (i.e., gross value of output minus the value of purchased inputs) taken from national accounts data

Omitting three exceptionally small countries (Trinidad and Tobago, St. Kitts and Nevis, and Grenada), we found a strong link between AgGDP and GDP growth. Countries with more robust overall economies also have more robust agricultural sectors.

LAC agricultural production is spatially concentrated, with Brazil, Argentina, and Mexico alone producing nearly two thirds of the region's agricultural output since 1961 (measured in gross value terms). The top ten countries have typically accounted for about 90 percent of the region's output. Brazil is the only country to have significantly increased its share of the region's total value of agricultural production (from 0.315 in 1961 to 0.413 in the late 1990s).

Agriculture now accounts for a generally smaller share of total output than in earlier years.<sup>2</sup> In 2000, AgGDP averaged about seven percent of GDP in LAC; in 1965 it accounted for 17 percent. Once again this regional average belies considerable cross-country variation. Agriculture is a much more significant sector in some countries—especially in Guyana (31 percent of total output), Nicaragua (32 percent), and Haiti (30 percent) in 2000. In fact, the Mesoamerican and Caribbean countries generally rely more on agriculture than the rest of the region.

From 1961 to 2002, growth in livestock output (3.4 percent per annum) was greater than that for crops (2.5 percent per annum, see Table 1). In the Caribbean both crop and livestock output contracted over the same period. The largest sustained growth at the regional scale was some 4 percent per annum for crop output in the Southern Cone exclud-

---

<sup>2</sup> The exceptions are Jamaica, Chile, and Venezuela, where agriculture's share has changed little, and Suriname, Guyana, and Nicaragua, where agriculture's output share has actually grown since the early 1960s.

ing Brazil, and 4.9 percent per annum for livestock in Brazil.<sup>3</sup> LAC's four-decade growth rate was around 2.9 percent, whereas all developing countries grew at just over 3 percent per annum, and Asia at 3.8 at percent. Even sub-Saharan Africa managed to expand its agricultural output at a slightly faster rate than did LAC. In the past nine it appears that crop output has surged in the Southern Cone and has held steady in other regions except for the Caribbean where a recovery has been in progress with both crop and livestock output, although at much more modest rates than most parts of the region.

## COMMODITY TRENDS

For many commodities, area expansion generally outpaced yield growth in crop production. Furthermore, crop yield growth in LAC lagged the rates achieved by other developing countries. More than half the increase in production was attributable to area expansion for 68 crops for which we have data, and yield growth outpaced area expansion for just 29 crops. Only 12 of the crops with dominant yield effects recorded yield increases averaging more than two percent per annum—maize, barley, papayas, pineapples, persimmons, sunflower seed, potato, tea, sugar beets, tomatoes, watermelons, green chilies, and peppers.

Our value share data show most dramatic gains for oil crops, specifically soybeans. Since 1961 soybean output grew at a spectacular rate of about 14 percent per annum. In

---

<sup>3</sup> Frequently, we separate out Brazil because its comparatively large economic size makes it of intrinsic interest and it typically dominates (sub-) regional totals if included in these figures. The regional groupings referred to here include the Southern Cone comprising: Argentina, Brazil, Chile, Paraguay and Uruguay; Mesoamerica comprising: Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, and Panamá; and the Andean Region comprising: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú and Venezuela.

1961 soybeans represented just 0.2 percent of crop output. By 2001 they represented 18 percent of a much larger total crop output. (Table 2). While technology played its part, a strong export demand and an especially supportive policy environment (particularly in Brazil which accounted for over 60 percent of the region's soybean production in 2001) were two important factors behind this growth. Beverage crops (including coffee, tea, cocoa and mate) slipped in importance. Coffee, for example, fell from around 11 percent in 1961 to about 4.4 percent in 2001.

Among the top ten livestock commodities, chicken meat, hens eggs, and turkey meat have increased their production value shares since 1961 (Table 3). The greatest gains were for chicken meat, which increased its share of the value of livestock output from less than 3.0 percent in 1961 to about 21 percent in 2001. During the same period, the value of cattle meat production slipped from 54 to 41 percent of the livestock total. Once again, Brazil is a big producer, ranking first in the case of five of the nine livestock commodity groups that were analyzed.

Changes in population and consumption patterns are important considerations when thinking about research investment priorities. Over half a billion people live in LAC. Slightly more than half the region's population lives in just two countries—Brazil has 33 percent of the total and Mexico 19 percent. There are also quite a number of small countries: just 5.2 percent of the total population lives in 30 of the region's 46 countries, including four Mesoamerican countries and 26 Caribbean countries. By global standards, population growth has been quite high, averaging 2.2 percent per year after 1960 (compared with a world average of 1.8 percent).

According to the United Nations Fund for Population Advancement (UNFPA), the

region's high population growth rate was the result of its rapid urbanization [UNFPA, 1998]. And the increasing urbanization was the result of rural-to-urban migration, which de Janvry and Sadoulet [2000] maintain is largely a manifestation of the region's pervasive rural poverty.

Food availability has trended upward for all regions of the world at a reasonably steady pace, but barely so for sub-Saharan Africa. The LAC trend shows a more rapid increase in per capita food availability during the 1960s and 1970s (0.7 percent per year) than for the subsequent two decades (0.2 percent per year). By 1997, people consumed an average of 2,798 calories per capita per day in LAC, close to the world's average rate of 2,782 calories daily.

Where do these calories come from? In 1961, maize was the most important source of calories (as it was and still is for Africa), accounting for 16.3 percent of the average intake. By the late 1990s it ranked second at 14.1 percent of the calories consumed, with sugar becoming the primary source of calories (as it is in the United States, but not in Western Europe). Beans and cassava are now less significant sources of calories than they were at the beginning of the 1960s, but still rank among the 11 most important sources. Bananas and potatoes are less significant in LAC diets now, too, and no longer rank among the top 11-calorie sources. Soybean oil is now the fifth most important source of calories. It was not even on the top 11 lists in 1961. Poultry meat is also a new entrant on the list, ranking ninth in 1997. More generally, 16.2 percent of the daily calorie intake of the region's population came from animal products at the outset of the 1960s. This share grew to 18 percent by the late 1990s and is likely to continue to grow.

Trade allows countries to exploit their comparative advantages and to reap gains from specialization. Technical changes can reinforce or reshape these important sources of growth. The massive increase in global trade over the past several decades is well known. Agriculture has shared in that trade expansion, including LAC agriculture. In real terms, agricultural exports from LAC now total US\$55.4 billion (1997 dollars) compared with US\$23.0 billion in 1961, an average rate of growth of 1.8 percent per annum. Agricultural imports grew from US\$6.6 billion in 1961 to US\$29.3 billion in 1997, a 3.6 percent per annum rate of increase, or twice the rate of export growth.

Notwithstanding the overall growth in agricultural trade, trade in mining and manufacturing products expanded even faster so that

agricultural exports dropped as a share of total merchandise trade.<sup>4</sup> At the outset of the 1960s, agricultural exports constituted nearly one half of all merchandise exports from the region; now they are barely one quarter. The trade shares of agricultural imports have gone from 11 to 14 percent during the four decades under review.

As expected, Brazil, Argentina, and Mexico feature prominently in most aspects of agricultural trade, accounting for nearly 55 percent of all agricultural imports and 63 percent of the region's agricultural exports. Brazil is the biggest exporter of agricultural products, while Mexico is the biggest importer. Argentina exports more livestock products than any other country in the region and is second to Brazil in terms of crop exports. Interestingly, Uruguay is third ranked in livestock exports.

---

<sup>4</sup> Merchandise trade excludes trade in services and construction.

# 3

## AGRICULTURAL PRODUCTIVITY

---

A conventional productivity index is a measure of the quantity of outputs divided by a measure of the quantity of inputs. The most widely used productivity measures express a single output per unit of a particular input such as land or labor. These are partial factor productivity (PFP) indices. Changes in PFP may arise from changes in technology, or changes in the use of other (unmeasured) inputs. Thus, an increase in yields (a land PFP) could simply reflect the increased use of fertilizer. More comprehensive productivity measures are scarce and, perhaps, now a bit outdated, but they all point to decreases in multi-factor productivity in LAC agriculture.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> A more meaningful measure of changes in productivity accounts for all inputs and outputs. This results in an accounting of total factor productivity (TFP). In practice the available data make it impossible to get a truly comprehensive accounting of all the inputs used in production, so a TFP index is really a conceptual construct rather than a practical reality. Instead, what are usually reported are *multi-factor* productivity (MFP) indices that account for a major subset of all inputs. Fewer inputs are omitted in the MFP index than in the PFP measure. MFP estimates for LAC agriculture are few in number, and now somewhat dated, but they all point in the same direction as our

### *Land and labor productivity*

There are significant spatial differences in both the levels and rates of change in labor productivity throughout LAC (Table 4).<sup>6</sup> The Southern Cone region (excluding Brazil) consistently produced more output per agricultural worker than any other region in LAC

---

land productivity measures. Arnade [1998] found MFP declining in over half of the LAC countries he studied; Trueblood [1996] found productivity declining in 77 percent of his countries; Fulginiti and Perrin [1998] found productivity falling in 40 percent of their countries; and Hutchinson and Langhama [1999] found that productivity was declining in all six of the Caribbean countries they studied.

<sup>6</sup> Both the land and labor productivity ratios reported here are constructed using measures of gross agricultural output (i.e., crop and livestock output) based on the production quantities reported in FAO [2003]. The land productivity measure is a ratio of gross output to the total hectares used in agriculture, whether irrigated or non-irrigated cropland, pastureland, or rangeland. Labor productivity measures are gross output relative to the economically active agricultural population, male and female. Given the available data, land and labor quality differences are ignored, as are the effects of part-time farming. The land-in-use construct takes some account of multiple cropping by using harvested area rather than arable land as the estimate of cropped area (to which was added pastureland as a measure of grazed areas to get total land used in agriculture).

(US\$11,059 per worker in 2001, denominated in 1989-91 international prices). Brazil had the fastest growing labor productivity: 3.9 percent per annum since 1961. In contrast, the Caribbean had the lowest level (US\$1,420 in 2001) and rate of growth (0.75 percent per annum) of labor productivity.

The disparities in labor productivity are even more pronounced among countries (note to translator: eliminate reference earlier here to Table 5). In 2001, with just 10 and 12 percent, respectively, of the Argentine and Uruguayan labor forces employed in agriculture, these two countries produced more agricultural output per agricultural worker than any other country in LAC, except for Martinique, specifically US\$18,722 (1989-91 international prices) per worker in Argentina and US\$10,982 in Uruguay. This contrasts starkly with Haiti's dismal productivity performance. The country (with 64 percent of its labor force employed in agriculture) produced just US\$275 worth of agricultural output per worker, a figure that has not grown for four decades.

There are also marked spatial differences in land productivity throughout LAC (Table 4 lower panel) In 2001, there US\$228 (1989-91 international dollars) of agricultural output per hectare on average, but US\$53 in Bolivia and US\$2,504 per hectare in Barbados. Notwithstanding the lackluster improvement in land productivity in the Caribbean since 1961, the region still ranked first in terms of value of agricultural output per hectare throughout LAC in 2001. Land productivity in LAC rose much less rapidly in the 1961-2001 period than in all developing countries of the world.

#### ***A Finer Spatial Assessment of Crop Yields***

Going beyond the national level data discussed above, a greater appreciation of the spatial distribution of production can be developed with data available from second-

level (departments or states) and third-level (*municipio*) administrative units. Sub-national production and area harvested data for 43 countries in LAC for the 1975-95 period has been compiled for eight important crops—cassava, dry beans, maize, potatoes, rice, sorghum, soybeans, and wheat [Pardey, et. al., 2000]. On comparing yields against harvested areas in these more spatially disaggregated data, a clear bimodal pattern in rice yields was found—a clustering of harvested area in the 0.8 to 2.0 tons per hectare range (mostly in Brazil), presumably reflecting rice grown under rainfed conditions.

A second somewhat less sharply defined clustering in the 3.2 to 5.6 tons per hectare range is most likely irrigated rice. About 5.0 million hectares of wheat (61 percent of the region's total area under wheat) falls within the 1.9 to 2.2 tons per hectare range. Virtually all of this wheat is located in the Pampas of Argentina, a fairly homogeneous agroecology. The spatial pattern of maize yields is the antithesis of the pattern seen for wheat since there is much more significant spatial disparity. A wide variety of micro-regions are producing at quite different levels of yield from a very broad range of germplasm. The broad adaptability of maize germplasm would appear to permit farmers to produce more competitively in a wider variety of agroecologies than is the case for wheat. However, consistent with these observations are the greater difficulties of improving maize compared to wheat in LAC—since there are so many different kinds of agroecologies that need to be targeted.

Comparing these yield data with world averages shows LAC average yields in the mid-1990s to have been above world yields only in the cases of cassava, sorghum, and soybeans; and, in the latter case, LAC's yields were but 5.0 percent higher. Finally, we sought to show the specificity of productivity



levels by agroecological zone (the zones are defined in Table 7, along with the “megadomains” that have been adopted by FONTAGRO). This constituted a test of the hypothesis that certain commodities and technologies are best suited to a few specific environments, already seen in the wheat yields just presented. For this purpose, our spatial allocation maps were combined with the regional agroecological zone (AEZ) maps to estimate the area and production share of each commodity in each of the region’s AEZs. We then digitally overlaid these maps on country boundaries. (see Figure 1)

The upper part of Table 5 shows for each crop the share of harvested area in each agroecological zone across the whole of LAC, while the lower half shows the equivalent distribution of production. A comparison of the two halves of the Table illustrates the variation in productivity levels among AEZs. For example, AEZ 45, the semi-arid tropics, contains over 27 percent of the LAC harvested area of beans (primarily in Northeast Brazil), but provides only around 19 percent of LAC production. By contrast, AEZ 31, the moderately cool, humid/sub-humid subtropics, contains 14 percent of the area but contributes 20 percent of the production. Similarly for rice, AEZ 43, the tropical, flat,

humid/sub-humid AEZ (primarily, in this case, Cerrados of Brazil), contains over 30 percent of LAC’s harvested rice area that is rainfed, but only 17 percent of its production, while the irrigated areas of AEZ 31 contain about 22 percent of the area and about 34 percent of the production. We see that some commodities are strongly preferred in a few AEZs—for example, three quarters of the potato production comes from just AEZs 21 and 31.

If there were no productivity bias, we would expect the proportionate area of each commodity found in each AEZ to be about the same as the area shares of each AEZ in LAC agricultural land. For example, AEZ 31 occupies 16 percent of LAC, and we would expect to find 16 percent of the area of each crop in that AEZ, if there were no agroecological bias, that is, the ratio of these percentages would be one. If the ratio is two, the commodity is twice as concentrated in that AEZ than uniform area shares would indicate. Thus, for example, potatoes in AEZ 21, rice in AEZ 30, and wheat in AEZ 32 are six to eight times more concentrated in those AEZs. Similarly, ratios that are less than 1.0 suggest an unfavorable set of agroecological conditions for production.

## 4

### POLICY AND INSTITUTIONAL DEVELOPMENTS

---

**H**ertford, Pardey and Wood [2004, forthcoming] contains a comprehensive review of “economy-wide”, plus sectoral- and commodity-specific, policies that have affected LAC agriculture since 1960. The intention is to broaden the basis for understanding the sector’s past performance and to support efforts to model and measure the influence of particular policy initiatives, especially those relating to agricultural research. Here we highlight some of the important policy details.

Following the wave of economy-wide policy reforms that swept over the region, beginning in the mid-1980s, most countries pursued restrictive monetary policies in the sense that monetary policies were typically not geared to financing an expansion of public-sector deficits. Instead, efforts were generally being made to reduce fiscal deficits. Many countries also gradually reformed their trade policies. This typically involved the removal of a large number of non-tariff barriers, ostensibly to reallocate resources more in line with comparative advantage, reduce wastage, and lower import prices—changes that were reinforced by trade agreements such as MERCOSUR, CACM, CARICOM, and the

Andean Pact. The economic shocks that followed the Russian economic crisis of 1998 spilled over to a capital flight from much of LAC. Recessions resulted, many of which lasted to early 2000 (and, for countries like Argentina, have persisted to the present). In Mexico, interest rates increased markedly and the nominal exchange rate was allowed to depreciate. Brazil also increased short-term interest rates, but initially sought to defend its currency against devaluation, eventually abandoning this policy when it was clearly failing. Argentina’s interest rates steadily increased and in February 2002 the government ended the “convertibility law” which had fixed the exchange rate in U.S. dollar terms. Notably, Argentina now pursues a quite aggressive, pro-trade policy; while Brazil, for its part, now provides export credits and cash advances on exported commodities.

LAC governments have had a long history of extensive interventions in the marketing of agricultural goods through parastatal and public enterprises that operated in export markets, as well as marketing boards that managed important items of domestic consumption. Following the economic reforms that commenced in the mid-1980s, these

public-sector roles in marketing agricultural goods were reduced enormously. Meanwhile, restrictive monetary policies constrained resources for agricultural lending and for public-sector agricultural budgets more generally. One result was the creation by governments of "special funds" to provide resources chiefly to small producers. As private credit tightened, investments in rural roads, rural infrastructure, irrigation, and research and extension were also noticeably curtailed.

When assessing sector-specific policies, it has been observed that, for the most part, agricultural policy reforms have occurred in the context of broader economic reforms, and agricultural policy has in most instances been directly dictated by macroeconomic policy, with often little explicit concern for agriculture, rural development, or poverty [de Janvry, et al., 1997]. Some exceptions to this view have occurred, however, in Brazil, Mexico, and Colombia. Brazil, for example, has been providing direct assistance to producers in the form of product marketing loans, mainly to help producers confront international competition. In Mexico, a 15-year program of direct payments to producers was put in place in 1994. Payments are decoupled from current and future production and from the quantity of inputs utilized. About 65 percent of Mexican producers are participating. The Colombian government supports the consumption of domestically produced agricultural commodities by resorting to the tried and true method of controlling the importation of substitutes. Both Brazil and Colombia (as well as a few other countries, notably Panama) have come to offer credit to agriculture and debt relief to farmers.

An examination of selected commodity-specific policies since reforms were initiated in the mid-1980s is revealing. We deal first with livestock commodities, then corn/maize, rice, soybeans, and wheat. Beef is both ex-

ported and imported throughout LAC, but no consistent pattern of taxes on exports or imports is evident. In any event, almost all the support schemes targeted specifically at beef producers were eliminated by the end of the 1990s. There are some exceptions, however. The Dominican Republic, Ecuador, and Uruguay were providing tariff exemptions for inputs used in beef production; and most countries have in place sanitary and phytosanitary regulations that constitute major nontariff threats, not only to beef, but to all livestock products. Consumer prices of beef have had a history of being controlled in Brazil, Colombia, Costa Rica, and Venezuela.

Milk has traditionally been an imported commodity throughout LAC, except in Uruguay where it is an export and taxed, although in just the past three or four years it has emerged as an export of growing significance in some countries. Countries protected producers through trade barriers and exemptions from domestic taxes. Low milk and dairy product prices have been generally maintained for consumers; and milk has been used in nutritional supplementation programs in Mexico, Peru, Uruguay, and Venezuela.

In the case of pork, border measures were used to support its price. These took two forms: tariffs and sanitary/phytosanitary measures. For poultry, the region has faced stiff competition from cheap U.S. poultry parts. As a result, chicken meat has typically been subject to high tariffs along with various nontariff barriers. In addition, most countries controlled the prices of maize and sorghum feed inputs.

Only sugar contributed more calories to average daily per capita consumption than maize, accounting for about 15 percent of total calories in LAC. Consumers were protected by price controls applied to corn products like tortillas and corn flour, for example, in Cen-

tral America, the Dominican Republic, and Mexico. For all countries, save Argentina, which (until recently) taxed maize exports, it was generally an imported commodity. Brazil adopted measures to increase its self-sufficiency in the domestic production of maize in the late 1990s. Input costs for maize were subsidized, and a large credit facility was established. Rising feed and food costs led Colombia to reduce its import duty on maize from 80 to 37 percent in late 1999. Other Andean countries and Nicaragua recently undertook similar actions.

Rice is quite important to LAC agriculture. In production value terms, it was the sixth most important crop and the third most important grain after sorghum and maize. In consumption terms (as a source of calories) it ranked fourth, after sugar, maize and wheat. Historically, rice was either a taxed export commodity or a protected import commodity, except in Colombia where rice exports were equivalently subsidized. However, as the late 1990s approached, rice faced a generally freer market throughout LAC. Intervention in farm prices had been phased out, and tariff rate quotas or variable tariffs accorded with WTO agreements. Consumption subsidies for rice had also been largely eliminated, although the crop frequently appeared in market baskets provided in various welfare schemes to poor consumers.

After 1998, this generally freer market situation began to erode as an increased number (and more complex array) of restrictions on rice imports reappeared in most countries. Brazil, Costa Rica, the Dominican Republic, El Salvador, Nicaragua, and Panama pursued these types of policies, although Chile and the Andean Pact countries have not followed suite.

As shown above, the importance of soybeans increased markedly during the late 1980s and

1990s. Argentina and Brazil became major exporters. Soybean exports were not taxed, except in Argentina (only on oil and meal), and imports were subject to fairly standard tariff rates. Available evidence showed that in importing countries protection overall was positive, with most of this taking the form of support prices paid to producers and credit assistance. Colombia extended new credit facilities and resources to soybean and other oilseeds producers in 2001. Venezuela uses licenses and tariff rate quotas to limit trade in soybeans. Soybeans still come in for special treatment elsewhere in the region, although this has moderated when compared with the policies of earlier years.

In the late 1990s, wheat was fourth in terms of the value of crop production and third as a source of calories. Along with the other three crops just discussed, wheat has also been subject to significant regulation, although the extent of intervention appears to be decreasing. Argentina, for example, removed export taxes on wheat in 1990. Throughout the region, subsidies on consumption were eliminated by the end of the 1990s, even though a few countries (including Guatemala, Uruguay, and Venezuela) retained some consumer subsidies. After 1997, and in contrast to the case of rice, import restrictions on wheat were not raised.

Partly as a consequence of liberalized investment opportunities, and partly because of more fundamental forces such as rapidly urbanizing populations and growing per capita incomes, the structure of food marketing is changing rapidly throughout much of LAC. Retail food sales are rapidly becoming the prevailing mode of delivery to consumers, with supermarkets and self-service convenience stores now dominant players in the agri-food economy [Reardon and Berdegue, 2002]. Rough estimates are that 50-60 percent of the region's agri-food sales are now through

supermarkets compared with just 10-20 percent a decade ago, with these developments being more pronounced in the larger, richer countries of the region. The top supermarket chains (including Wal-Mart, Royal Ahold, and Carrefour) account for an estimated 65 percent of supermarket sales in the region, so

that private food quality standards and supply chain management decisions made by food retailers are having increasingly pervasive and profound effects on commodity choice, quality, and timing of delivery by the farm production sector.

# 5

## AGRICULTURAL RESEARCH

---

Private ingenuity and economic activity provide the lion's share of the wealth creation worldwide. But laissez-faire markets miss some socially productive opportunities. Where markets fail, commonly in health, education, law and order, and (especially) R&D, the strongest case for government intervention can be made<sup>7</sup>.

Research is a particularly risky business. Many lines of inquiry just fail to pan out scientifically or economically. Economists have long studied the returns to R&D. Their evidence is that the payoffs to investments in agricultural research are particularly high, even after factoring in the losers [Alston, et al., 2000]. Importantly, there is no evidence that the returns to R&D have diminished over time, so high current returns bode well for the future. But how much should be spent on what types of R&D, who should pay for and

conduct the research, what is the right balance between doing domestic R&D and tapping technologies developed elsewhere in the world? To help properly address these important public policy questions, the status of agricultural R&D in LAC must be scrutinized.

By the mid-1990s (the latest year for which internationally comparable totals are available), there was US\$21.7 billion spent worldwide on public agricultural R&D. LAC countries spent US\$1.95 billion (international 1993 prices), or about 8.8 percent of the global total and almost more than twice the amount they spent in 1976. But there are large disparities. More than half of the region's 1996 expenditures occurred in Brazil. And Brazil and Mexico together spend almost two thirds of the LAC total. Three additional countries spent more than US\$100 million, while a sizable number of countries spent US\$16 million or less.

To adjust for the size of the sector, agricultural research intensity ratios, measuring total public spending as a percent of agricultural output (AgGDP), are commonly used. In the mid-1990s, LAC countries invested annually

---

<sup>7</sup> This section draws from Pardey and Beintema [2001], Beintema and Pardey [2001], Beintema et al., [2000 and 2001] and Pardey, et al., [2003 and 2004]. See also the agricultural science and technology initiative (ASTI) web site at <<http://www.asti.cgiar.org/pubs-lac.htm>> for more institutional information and science indicators regarding agricultural R&D in LAC.

on average US\$1.12 for every US\$100 of agricultural output--almost double the 1976 figure (Table 6). Again, there are wide disparities--from just 0.13 for Guatemala to over 1.70 for Brazil and Uruguay. These agricultural research intensity ratios for Brazil and Uruguay are well above those for most developing countries, but far under those for developed countries (which averaged US\$2.62 of public R&D for every US\$100 of output). Although funding from non-government organizations (chiefly commodity-based producer organizations) grew tenfold from 1976 to 1996, this was from a very small base and certainly insufficient to boost LAC's low research intensity ratios.

Other private research has not filled the gap. In rich countries, private firms account for about half of total agricultural research spending. However, total private sector spending on agricultural R&D was only 4.4 percent of total private and public spending in LAC in the late 1990s<sup>8</sup>, and more than half the private

spending occurred just in Brazil. A few other countries, notably Honduras and Panama, host private research facilities, accounting (respectively) for seven and 46 percent of total spending for agricultural R&D in those two countries. Nonetheless, it seems that most of the private technologies used in the region were based on research done elsewhere.

After the generally dismal decade of the 1980s, public investments in agricultural R&D rebounded in some countries during the first half of the 1990s. But the recovery was fragile where it did occur. Public research in countries like Brazil and Colombia that did better in the early 1990s suffered cutbacks in the later part of the decade, and many poorer (and smaller) countries have not experienced growth in funding for the past several decades. This signals a bifurcation of research in the region, with richer countries at least "staying in the race," while small countries are slipping behind.

---

<sup>8</sup> R&D investments are measured on a location of performer basis, irrespective of where the firm may be headquartered.

# 6

## SPATIAL PERSPECTIVES ON LAC AGRICULTURE

---

Two biophysical factors that most influence the pursuit of agriculture and the adoption of specific production practices are physiography and climate. These have been characterized by elevation, slope, rainfall, and temperature; and the resulting picture for agriculture in the LAC region is pretty favorable [Sebastian and Wood, 2000].

Just over half of LAC lies below 300 meters, while about 17 percent lies above 1,000 meters. The Southern Cone, including Brazil, occupies almost two thirds of the region, but contains less than one third of the land over 1,000 meters.<sup>9</sup> Forty-four percent of Mesoamerica is above 1,000 meters, significantly more than the equivalent 28 percent of the Andean Region and

ar greater than the 8.0 percent of the Southern Cone lands.<sup>10</sup>

We also found that 41 percent of LAC is essentially flat (less than five percent slope), and that just over two thirds of these flat lands are found in the Southern Cone. A remarkable 55 percent of Mesoamerica is occupied by moderate to steeply sloping lands (greater than 16 percent slope) compared to 33 percent and 13 percent of Andean and Southern Cone sub-regions respectively. Slope has many influences on agroecosystem capacity and management options, including drainage needs and soil erosion hazards, as well as mechanization and irrigation potential. Around two thirds of LAC has average annual temperatures in the range of 20-27 degrees Celsius, with the areas of 20-25 degree average annual temperature in the Southern Cone alone occupying around 25 percent of LAC. LAC agriculture also has reasonably good access to water, measured by average annual precipitation. Sixty-eight percent of the region enjoys an average annual rainfall

---

<sup>9</sup> Frequently, we separate out Brazil because its comparatively large economic size makes it of intrinsic interest and it typically dominates sub-regional and regional totals if included in these figures. The regional groupings referred to here include the Southern Cone comprising of Argentina, Brazil, Chile, Paraguay and Uruguay; Mesoamerica comprising of Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, and Panamá; and the Andean Region comprising of Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú and Venezuela.

---

<sup>10</sup> See Wood and Pardey [1998] for a discussion of the changing estimates of land area by elevation class for LAC. Significant land areas have been reclassified as better, satellite-derived, digital elevation data have become available.



greater than 1,000 millimeters (the derivation of a more robust water availability variable, the length of growing season, is discussed below). Mesoamerica (primarily Mexico) and the Southern Cone (primarily the Atacama Desert) have the largest shares of drier areas (an average of less than 250 millimeters of rainfall per year), occupying 10.0 and 7.6 percent of their lands respectively.

While physiography and climate tend to be the dominant determinants of the biophysical capacity of land to support agriculture, soil quality is also important. Figure 2 indicates the proportion of each 5 x 5 km mapping cell that is free of soil constraints, and the most dominant soil constraints within each cell. We found that up to 55 percent of the land area in LAC is constrained by one or other manifestation of soil acidity. Where economically feasible, the management response to this problem has been to apply lime or use acid tolerant crops or crop varieties. The other regionally significant constraint is that of shallow and gravelly soils (13 percent of the area), the former often associated with sloping lands. Only about 12 percent of all LAC soils are dominantly free from constraints.

However, unless new technologies, land use policies, or large-scale migration open up major new areas of agricultural land, the spatial pattern of future research and development impacts--in terms of productivity, natural resources, and rural household welfare--will most likely be determined by the current geography and location of agricultural production. We now turn to those aspects of the sector.

A high proportion of agricultural land in LAC is committed to pasture (Table 7). Only Oceania (primarily Australia) has a much higher share of land in pasture--some 88 percent of total agricultural land compared with around 80 percent for South America

and 81 percent for Africa. Contrary to trends in both Oceania and Africa--where the area in pasture declined after the mid-1980s--pasture area grew continuously for the past 30 years in South America, though the rates have been declining. Pasture in Africa has hardly changed in the most recent 10 years (1992-2001) and actually declined in Oceania. The area of irrigated agricultural land has grown throughout LAC. The global rate of expansion in irrigated area in the 1992-2001 period was around 0.9 percent per annum, Brazil, however, expanded its irrigated areas at well above the global average rate. To obtain spatially disaggregated understandings of agriculture, sub-national production statistics and land cover maps have been the two primary sources. Of increasing availability and usefulness are data from a variety of satellite-based sensors that detect and record the nature of the earth's land cover.

We found that around 31 percent of the total land area in LAC was being used for agriculture. Roughly one quarter of that area is being intensively cultivated. Areas containing more than 60 percent of agricultural land cover account for 7.7 percent of the 31.1 percent of land that is agricultural. The Southern Cone contains approximately 38 percent of the land under agriculture, while the other sub-regions have between 17 and 21 percent. The Caribbean and Mesoamerica are the most intensively cultivated in terms of the proportion of agricultural land that falls in the greater than 60 percent agriculture land cover class. The Southern Cone and Andean sub-regions have only around 20 percent of their agricultural land in this higher intensity agricultural land cover class.

Beyond these broad, but nonetheless informative, classifications of land types, it is useful for technology assessment purposes to be more explicit about the agroecological attrib-

utes of geographical areas.<sup>11</sup> Here the term agroecological zones (AEZs) is used to denote geographical areas within which the potential biophysical impact of a new technology on a particular crop is expected to be reasonably uniform. Our definition was earlier shown in Table 7. A feature of this classification system is that it identifies existing production areas and distinguishes between rainfed and irrigated areas for the first time in a regional dataset. Apart from including a rich set of attributes, supporting characterizations of land at the sub-national level, this classification has been applied to the world and, therefore, provides a more general basis for considering the direct and spillover consequences of technical change.

Some 25 percent of the agricultural land in LAC falls within the flat, rainfed, sub-humid, warm sub-tropics/tropics (AEZ 43). Much of the agricultural land in the Brazilian cerrados, Venezuela, Northern Argentina, and the savannahs of Bolivia is so classified. The rainfed, cool/cold sub-tropics (AEZ 31) are the next most extensive area, accounting for 16 percent of agricultural area. This zone occurs almost exclusively in the Southern Cone countries, including southern Brazil, Uruguay, the Argentine Pampas, and central Chile.

While AEZs 31 and 43 constitute about half of the agricultural area in the Southern Cone, AEZs 21 and 43 jointly account for about half of the agricultural area in the Andean Region. The agricultural land in Mesoamerica is agroecologically diverse, although the rainfed, sloping, warm sub-tropics and tropics (AEZ 44)—more popularly known as the “well-watered hillsides”—account for about

30 percent of the agricultural land in this sub-region.

We have also developed a comparable production database for the whole of LAC for eight commodities comprising two thirds of all harvested area in the mid-1990s—cassava, dry beans, maize, potatoes, rice, sorghum, soybeans, and wheat—using satellite data interpretations of the location of agriculture and its spatial intensity, maps of the spatial variation in the biophysical production potential of each crop, and any other data on the spatial distribution of crops and pasture, cropping intensities, and crop prices. From this we developed crop-specific production maps for a base period 1993-95 (earlier presented as Table 8). A significant share of the harvested areas for the eight crops occurs in just four agroecological zones. About 32 percent of the region’s harvested area for cassava occurs in AEZ 43, as does 31 percent of the rice area, and 19 percent of the harvested area under sorghum. AEZ 31 accounts for 29 percent of the maize area, 40 percent of the soybean area, and 60 percent of the harvested wheat area. About 46 percent of the harvested area for potatoes falls in the moderately cool to cool tropics (AEZ 21), while 27 percent of the harvested area for beans lies in the flat, semi-arid, tropics (AEZ 45). An indication of the concentration of crops according to their agroecological extent is the share of total harvested area that occurs within the two most important agroecological zones for each crop. Results show that 37 percent of the sorghum area lies within two zones, along with 43 percent of the bean area, and 48 percent of the maize area. The region’s potato and wheat areas have exceptionally limited agroecological extents, as 75 percent of the potato area and 88 percent of the wheat area occur in just two AEZs.

For most commodities, the zonal pattern of harvested area corresponds closely to the

---

<sup>11</sup> Other aspects, like infrastructure, have different spatial dimensions that affect spatial patterns of adoption. The AEZs need not coincide with spatial patterns of adoption.

pattern of production, although there are two exceptions. The most extensive cultivation of beans occurs in AEZ 45, containing some 27 percent of the harvested area and 19 percent of LACn production, yet the largest production share occurs in AEZ 31 which accounts for 20 percent of the bean production and only 14 percent of the harvested area. Figure 1 shows that AEZ 45 is primarily found in Northeastern Brazil, where there is a preponderance of poor people working land with limited agricultural potential and where beans are a staple food, whereas AEZ 31 includes the major commercial bean producing areas

of Argentina, output from which is primarily exported. For rice, AEZ 43 accounts for the dominant share of harvested area—some 31 percent of the region's total rice area—but only 17 percent of the production, while the 22 percent of harvested area in AEZ 30 provides 34 percent of production. This disparity in area harvested and output produced primarily reflects the differences between the extensive, rainfed cultivation of rice in the Cerrados region (AEZ 43) and the irrigated production systems prevailing in southern Brazil (AEZ 30).

## STRATEGIC ASSESSMENTS OF THE LOCAL AND SPILLOVER EFFECTS OF R&D

---

**T**he great importance of technology spillovers—the adoption of research results beyond their place of origin—has been succinctly summarized:

. . . First, intranational and international spillovers of public agricultural R&D are very important. In the small proportion of studies that has taken them into account, spillovers were responsible for a sizeable share—in many cases, more than half—of total measured agricultural productivity growth and the corresponding research benefits. Second, spillovers can have profound implications for the distribution of research benefits. . . depending on [a country's] trade status and capacity to adopt the technology. Third, it is not easy to measure these impacts. . . Finally, because spillovers are so important, research resources have been misallocated both within and among nations, [if spillovers are not taken into account] [Alston, 2002, pp.316-17].

Clearly, research investments whose consequences are entirely domestic, within a nation, are a nation's own business. But research investments that have regional applicability should, in principle, be treated as regional public goods. The research should

be conducted on a regional basis. Absent binding regional governance mechanisms, some nations would act as “free riders,” that is, benefiting from research for which they have not paid and underinvesting because they can count on spillovers from elsewhere making up for their reduced investment.

In short, agricultural R&D undertaken in one place may have implications for other places through prices and trade, or because the technology itself can be adopted elsewhere. Research is typically funded on the basis of geopolitical (e.g., country) jurisdictions, whereas research spillover potentials are heavily conditioned by agroecological similarities. Moreover, different crops are produced with different intensities in different agroecological zones. But, typically, agroecologies span multiple funding jurisdictions. Thus, when assessing the productivity and other consequences of agricultural R&D, it is desirable to also estimate the geopolitical as well as agroecological incidence of the benefits from R&D. Matching the geopolitical incidence of the benefits with the incidence of the costs is critical for conceiving of plausible, collective—specifically, regional—R&D initiatives. In this way, the costs of any

collectively conceived R&D can be shared with the benefits so countries can support the research in proportion to the expected benefits they are likely to receive. Armed with information on the likely geopolitical incidence of the benefits it is possible to ameliorate the free-rider problems that often bedevil regional research initiatives. The *ex ante* (forward looking) assessment of LAC agricultural R&D, done by Alston, et al., [2004] that is briefly summarized here, is the first study to comprehensively and simultaneously identify the agroecological and geopolitical incidence of the benefits from R&D.

The model, designed for investigating the implications of research spillovers in an agroecological cum geopolitical dimension, is an extension of the *Dream* model that was designed to measure returns to commodity-oriented agricultural research in an open-economy setting, allowing for price and technology spillover effects between the locale (country, region, or agroecological zone) in which the research originates and other areas of the world.<sup>12</sup> The model combines percentage research-induced supply shifts with functions that represent the projected pattern of adoption of technology over time. Measures of economic benefit are computed from 1994 to 2020 and discounted back to a base year to compute the present values of benefits.

Two major sets of technology simulations were formulated [Alston, et al., 2004]. The first took new technologies to be introduced on a country-by-country basis, while the second introduced new technologies to agroecological zones (AEZs) which typically span one or more countries. For both the country-specific and AEZ-specific simulations, two groups of runs were performed.

---

<sup>12</sup> The *DREAM* model is detailed in Alston, Norton and Wood [1998]. A computer program and implementation guidelines for the applications reported here can be downloaded from <http://www.ifpri.org> (search for dream).

One assumed that the new technology could not pass from the originating country (or originating AEZ) to any other. These were called the “without technology spillover simulation runs.” For the second group of runs the new technologies were transferred from the originating country (or originating AEZ) to any other country (or AEZ). These were dubbed the “with technology spillover simulation runs.” The technology effect manifests itself in the model as a one-shot productivity increasing (or ost reducing) effect in the targeted country or agroecology.<sup>13</sup>

Table 8 shows the sub-regional and LAC-wide benefits from research-induced zone-specific technical changes that were represented as one-percent supply shifts on a zone-by-zone basis for each of the eight crops. Thus, for example, the upper block of results gives the total benefits arising from a one-percent supply shift in each of the seven agroecological zones in which bean production occurred in the base year 1994 (which was calibrated empirically using an average of three years of data centered on 1994). Since the results refer to different (zone-specific) changes in technology, it would not make sense to sum the measures of benefits across zones (i.e., across technical changes) within a geopolitical sub-region.<sup>14</sup> It does, however, make sense to sum across sub-regions for a single zone-specific technological change (this amounts to adding up benefits within a zone, across geopolitical borders), and we do this for each of the eight crops.

---

<sup>13</sup> More formally, the research-induced effects are introduced into the model as equilibrium displacements, represented as downward shifts in supply. Specifically, our “with-” versus “without-R&D” comparisons involved a localized one percent reduction in the unit costs of production at full adoption.

<sup>14</sup> It might make sense to add up the measures of benefits across zones, if we had in mind a simultaneous release of two different technologies, applicable in different zones or, equivalently, partial spillovers between zones of a zone-specific technological change.

This allows us to compare the total benefits, as well as their distribution among countries and sub-regions, arising from different zone- and crop-specific technological changes.

Comparing among sub-regions within a zone, we see, for example, that almost all the benefits from innovations in bean production within AEZ 31 accrue to Southern Cone countries (US\$116,473 of a total of US\$117,516). In contrast most of the benefits from improvements in bean technology applicable in AEZ 40 accrue to Mesoamerican countries. Table 8 makes it clear that the geopolitical incidence of R&D benefits is affected not only by the crop being researched but also by the agroecological orientation of the R&D. Several questions can be addressed using the information in this table. Suppose that it is equally easy (i.e., would cost the same) to achieve a one-percent zone specific improvement in productivity of any of the eight crops. Then we can determine which type of technological change would be preferred by each of the sub-regions, or the LAC region as a whole, simply by comparing the benefit estimates.

First, consider LAC as a whole. Among all the technological changes represented in Table 8, LAC would benefit most from a one percent improvement in productivity in soybeans in AEZ 31 (worth US\$700 million), followed by maize in AEZ 31 (worth US\$599 million) and then soybeans in AEZ 43 (worth US\$567 million). The Southern Cone sub-region would rank these top three types of productivity increases in soybeans and maize in the same order as LAC as a whole. The other sub-regions would rank the technological changes differently. For instance, the Mesoamerican sub-region would gain most from an improvement in maize productivity in AEZ 44 (worth US\$172 million), and would also gain substantially from maize productivity improvements in AEZs 42, 43, and 45,

(US\$27 million, US\$26 million, and US\$82 million), as well as sorghum in AEZ 45 (US\$33 million)—all in the warm tropics and subtropics. In the Caribbean region, the highest-ranking technological changes are for rice in AEZ 40 (US\$29 million) and cassava in AEZ 44 (US\$14 million), with significant gains from rice improvement in other zones (42, 43, and especially 44)—again, all in the warm tropics and subtropics. In contrast, in the Andean sub-region (perhaps, not surprisingly) potatoes rank high, with the greatest benefits from productivity gains in AEZ 21 (US\$203 million); the next-highest ranking is rice in AEZ 21 (US\$101 million)—the cold tropics. Alternatively, we can ask, commodity-by-commodity, where should the research be focused, among agroecological zones so as to yield the biggest payoff to the LAC region (or particular subregions)? For beans, the answer is not clear. Four zones (21, 32, 44, and 45) offer roughly equal benefits to the region from one percent productivity gains (about US\$120 million). But these different AEZs are distributed quite differently among sub-regions so the alternatives imply very different patterns of benefits within LAC (e.g., Mesoamerica reaps most of the benefits from bean productivity gains in AEZ 44, while the Southern Cone reaps most of the benefits from bean productivity gains in AEZ 45).

For cassava, the highest payoff is from productivity gains in the warm tropics and subtropics, especially AEZs 43 (US\$334 million), 44 (US\$252 million), and 42 (US\$237 million), with most of these benefits accruing to the Southern Cone sub-region. For maize, the ranking is more pronounced, with AEZ 21 in the cold subtropics (US\$604 million) well ahead of the next-ranked AEZs 44 (US\$292 million) and 43 (US\$280 million); note also that the regional distribution of benefits is very different between these zones. For potatoes, AEZ 21 offers the highest payoff,

mostly in the Andean sub-region. For rice, AEZ 31 offers the greatest payoff to LAC as a whole (US\$396 million), almost entirely within the Southern Cone; the next-highest ranked zone is AEZ 43 (US\$224 million) with somewhat less-concentrated benefits. For sorghum, AEZ 45 offers the highest payoff (US\$38 million). For soybeans, as noted earlier, AEZs 31 (US\$700 million) and 43 (US\$567 million) offer the greatest payoff, almost all within the Southern Cone. Finally,

for wheat, AEZ 31 dominates (US\$271 million) and, again, the benefits accrue almost entirely to the Southern Cone. This new approach to evaluating the consequences of agricultural R&D can help allocate future R&D resources at different spatial scales of decision-making—be it allocating resources among crops and agroecological zones within a country, or for sub-regional groupings of countries, or for the LAC region as a whole.

# 8

## INNOVATION IMPLICATIONS

---

The agricultural productivity patterns for LAC reviewed above were mixed. Overall, in terms of basic land and labor productivity, the region lagged developing-country (especially Asian) developments. There were exceptions to these general trends, however. The high growth chicken meat and soybeans commodities benefited from enabling policy regimes which have been shifting toward less government intervention. Equally (and, perhaps, more) important, both commodities had access to substantial productivity-enhancing technologies developed outside of LAC which they aggressively adopted. Soybean production is more circumscribed by agroecological influences than is chicken production in (largely climate-controlled) confined conditions. Thus, more local screening and adaptive research was required to tailor the spillin soybean technologies to the specific agroecologies of Brazil, Argentina and elsewhere.

Actively scouting for technological opportunities from outside, and adapting those technologies as required, will continue

to be critical to the success of LAC agriculture. This is true whether the technologies come from other countries in the region, or from countries elsewhere in the world. Regrettably, many LAC countries appear too small to support a critical mass of domestic research capacity. Research capacity constraints in national systems are becoming more apparent as agricultural science becomes more complex, e.g., the technical and legal complexities surrounding biotechnology-based innovation. Such changes are driving even higher the investment thresholds required to sustain domestic innovation capacity.

In dealing with these and related realities, we see the following priorities for LAC:

- Refinance agricultural R&D
- Reverse negative agricultural R&D funding trends
- Fine tune R&D programs to:
  - ▶ Tap technological spillins and conduct necessary adaptive research
  - ▶ Target original research where spillins are less accessible, e.g.,



technologies chiefly of relevance for the warm, humid tropics.

Some countries are already pursuing such strategies. Brazil, for example, established research labs in Montpellier, France and Beltsville, Maryland (U.S.) staffed with Brazilian researchers conducting joint research with host country collaborators.<sup>15</sup> Continued trade and investment liberalization will further open borders to ideas (increasingly manifest as proprietary intellectual property) and inputs (that also embodied much technology).

There are interesting regional options in LAC for collectively conceived, funded, and managed R&D. For example, the region has its several PROCIs (*los Programas Colaborativos de Investigación*), and there is also the *Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR)*, founded in 1995 to facilitate

R&D relating to irrigated rice.<sup>16</sup> In 2002, public and private agencies from 12 countries (plus *CIAT* and *IRRI*) pooled almost US\$600,000 for *FLAR* sponsored rice research which is focused on varietal improvement. And then there is FONTAGRO which is building an endowment, the annual earnings from which are allocated on a competitive basis by its owners/beneficiaries for agricultural R&D throughout the region.

Such cross-country collective action has the potential to exploit research opportunities in LAC that otherwise would be lost, because their investment threshold is beyond that of individual countries. These same institutional mechanisms might also be better positioned to capture the potentially large regional benefits from technological spillins in a cost-effective fashion.

---

<sup>15</sup> These spillins have tangible economic consequences. For example, new evidence for Brazil estimates that upwards of 20 percent of the \$12.5 billion in benefits derived since 1981 from improved soybean varieties is attributable to spillins from the United States (and similarly up to 12 percent of the benefits from improved edible beans varieties are spillins from international research) [Pardey, et al., 2004]. Continuing to capture these spillin benefits is critical for southern Brazil (AEZ 30). For the furtherance of LAC agriculture, mainly because over 90 percent of agricultural R&D takes place outside LAC.

---

<sup>16</sup> The institutional and financial details regarding *FLAR* are described in Binenbaum, Pardey and Sanint [2004]. The design principles for *FLAR* were inspired by the Australian Research and Development Corporations (*RDCs*). The *RDCs* are industry-specific institutions (for example, for the grains, cotton, dairy, grapes and wine sectors) to generate checkoff funding (via commodity levies), matched with general taxpayer funds to support agricultural R&D [Alston, et al., 1999].

## REFERENCES

- Alston, J.M., P.G. Pardey, S. Wood and L. You. 2004. "Strategic Technology Investments for LAC Agriculture: A Framework for Evaluating the Local and Spillover Effects of R&D," in Hertford, R., P.G. Pardey and S. Wood, eds. 2004. *Assessing Agricultural R&D Priorities and Prospects in LAC and the Caribbean*. Washington D.C.: BID and IFPRI, forthcoming.
- Alston, J.M. 2002. "Spillovers." *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 46(3)(September): 315-346.
- Alston, J.M., C. Chan-Kang, M.C. Marra, P.G. Pardey, and TJ Wyatt. 2000. *A Meta-Analysis of Rates of Return to Agricultural R&D: Ex Pede Herculem?* IFPRI Research Report No. 113, Washington D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Arnade, C.A. 1998. "Using a Programming Approach to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity," *Journal of Agricultural Economics*, 49: 67-84
- Beintema, N.M. and P.G. Pardey. 2001. "Recent Developments in the Conduct of LACn Agricultural Research." Paper prepared for the ICAST conference on Agricultural Science and Technology, Beijing, November 7-9, 2001.
- Beintema, N.M., A.F.D. Avila, and P.G. Pardey. 2001. *Agricultural R&D in Brazil: Policy, Investments, and Institutional Profile*. Washington, D.C.: IFPRI, EMBRAPA and FONTAGRO.
- Beintema, N.M., L.J. Romano, and P.G. Pardey. 2000. *Agricultural R&D in Colombia: Policy, Investments, and Institutional Profile*. Washington, D.C.: IFPRI and FONTAGRO.
- de Janvry, Alain, and Elisabeth Sadoulet. 2000. "Rural poverty in Latin America. Determinants and exit paths," *Food Policy* 25(4) (August): 389-411.
- de Janvry, Alain, N. Key, and Elisabeth Sadoulet. 1997. "Agricultural and Rural Development Policy in Latin America: New Directions and New Challenges." Working Paper No. 815, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California, Berkeley.
- Food and Agriculture Organization. FAOSTAT databases consulted in 2004, 2003 and 1997.
- Fulginiti, L.E., and R.K. Perrin. 1998. "Agricultural Productivity in Developing Countries." *Agricultural Economics*. 19: 45-52.
- Hertford, R. P.G. Pardey and S. Wood, eds. 2004, forthcoming. *Assessing Agricultural R&D Priorities and Prospects in LAC and the Caribbean*. Washington D.C.: BID and IFPRI, forthcoming.
- Hutchinson, S.D., and M.R. Langham. 1999. "Productivity Growth in the Caribbean: A Measure of Key Components." Paper presented at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Nashville, Tennessee.
- Pardey, P.G. and N.M. Beintema. 2001. "Slow Magic: Agricultural R&D a Century After Mendel." IFPRI Food Policy Report. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

- Pardey, P.G., B. Koo and C. Nottenburg. 2003. "Creating, Protecting, and Using Crop Biotechnologies Worldwide in an Era of Intellectual Property." Paper presented to World Intellectual Property Organization (WIPO) and International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) *Symposium on Intellectual Property Rights in Plant Biotechnology*, Geneva, Switzerland, October 24. (Available on line at <http://www.upov.int/en/documents/Symposium2003/index.html>.)
- Pardey, P.G., J.M. Alston, C. Chan-Kang, E.C. Magalhães, and S.A. Vosti. 2004. "Assessing and Attributing the Benefits from Varietal Improvement Research: Evidence from Embrapa, Brazil." Staff Paper, Department of Applied Economics, St. Paul: University of Minnesota, in process.
- Pardey, P.G., C. Chan-Kang, and S. Wood. 2000. *The Changing Structure of LAC Agriculture: A Quantitative Regional Perspective*. Report prepared for the Inter-American Development Bank. Washington D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Reardon, T. and J.A. Berdegúe. 2002. "The Rapid Rise of Supermarkets in LAC: Challenges and Opportunities for Development," *Development Policy Review* 20(4)(September): 317-34
- Sebastian, K.L. and S. Wood. 2000. *Spatial Aspects of Evaluating Technical Change in Agriculture in LAC and the Caribbean*. Report prepared for the Inter-American Development Bank. Washington D.C.: IFPRI.
- Trueblood, A.M. 1996 *An Intercountry Comparison of Agricultural Efficiency and Productivity*. Unpublished Ph.D. dissertation. Minneapolis, Minnesota: University of Minnesota
- United Nations Fund for Population Advancement (UNFPA). 1998. *The State of World Population, 1998*. New York: UNFPA.
- World Bank. 1999. *World Development Indicators*. Washington, D.C.: World Bank, CD-ROM.

## APPENDIX

Table 1--:World and LAC: Growth in the Production of Crops and Livestock, 1961-2002

|  | 1961-2002          |           |       | 1993-2002          |           |       |
|--|--------------------|-----------|-------|--------------------|-----------|-------|
|  | Crop               | Livestock | Total | Crop               | Livestock | Total |
|  | (percent per year) |           |       | (percent per year) |           |       |
| Mexico   | 1.97               | 3.32      | 2.61  | 2.09               | 3.62      | 2.84  |
| Mesoamerica (excluding Mexico)                 | 2.33               | 3.25      | 2.66  | 2.03               | 2.81      | 2.31  |
| Mesoamerica                                    | 2.06               | 3.30      | 2.62  | 2.08               | 3.47      | 2.72  |
| Caribbean                                      | -0.87              | -0.19     | -0.62 | 2.82               | 1.45      | 2.30  |
| Andean Countries                               | 2.55               | 3.09      | 2.82  | 2.43               | 3.28      | 2.85  |
| Brazil   | 2.32               | 4.89      | 3.44  | 3.24               | 4.78      | 3.94  |
| Southern Cone (excluding Brazil)               | 4.00               | 1.64      | 2.89  | 4.68               | 0.80      | 2.87  |
| Southern Cone                                  | 2.89               | 3.69      | 3.25  | 3.74               | 3.38      | 3.57  |
| <i>Latin America and the Caribbean</i><br>(47) | 2.51               | 3.39      | 2.91  | 3.21               | 3.32      | 3.26  |
| Asia (40)                                      | 3.06               | 5.54      | 3.81  | 2.79               | 4.57      | 3.36  |
| Sub-Saharan Africa (53)                        | 3.35               | 2.27      | 3.06  | 3.06               | 2.73      | 2.97  |
| Developing Countries (183)                     | 3.06               | 4.94      | 3.66  | 2.93               | 4.31      | 3.39  |
| United States                                  | 1.98               | 1.92      | 1.95  | 1.41               | 1.92      | 1.65  |
| Western Europe (29)                            | 0.67               | 0.21      | 0.41  | 1.34               | 0.42      | 0.83  |
| Developed Countries (67)                       | 0.39               | -0.41     | -0.03 | 0.78               | 0.20      | 0.48  |
| <i>World (246)</i>                             | 2.12               | 1.95      | 2.05  | 2.22               | 2.20      | 2.21  |

Source: Compiled by the authors from FAOSTAT (2004)

(nn) Denotes number of countries.

Note: Caribbean: Antigua, Barbuda, Bahamas, Barbados, Belize, British Virgin Islands, Cayman Island, Cuba, Dominica, Dominican Republic, Falkland Island, French Guiana, Grenada, Guadeloupe, Guyana, Haiti, Jamaica, Martinique, Montserrat,

Table 2—LAC: Top Ten Crops, 1961–2001 (crops are listed by their 2001 rank)

| Rank | Commodities   | 1961                  | 1971       | 1981       | 1991       | 2001       | 1961-2001    |
|------|---------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
|      |               | (percentage of total) |            |            |            |            | (% per year) |
| 1    | Soybeans      | 0.2                   | 1.4        | 8.4        | 9.9        | 17.9       | 13.8         |
| 2    | Maize         | 9.9                   | 11.7       | 11.9       | 9.9        | 12.0       | 2.8          |
| 3    | Sugar Cane    | 12.1                  | 10.4       | 10.7       | 12.3       | 10.3       | 2.8          |
| 4    | Oranges       | 2.4                   | 3.1        | 5.1        | 6.4        | 5.0        | 5.4          |
| 5    | Rice, paddy   | 5.1                   | 4.9        | 5.3        | 4.9        | 4.6        | 2.5          |
| 6    | Coffee, green | 10.9                  | 6.8        | 6.9        | 5.6        | 4.4        | 1.0          |
| 7    | Bananas       | 5.6                   | 6.3        | 4.4        | 4.7        | 4.0        | 1.7          |
| 8    | Wheat         | 4.5                   | 3.9        | 3.9        | 4.1        | 3.9        | 2.2          |
| 9    | Beans, dry    | 5.3                   | 5.5        | 4.4        | 4.2        | 2.8        | 1.1          |
| 10   | Cassava       | 4.8                   | 5.8        | 3.7        | 3.1        | 2.4        | 0.0          |
|      | Other crops   | 39.2                  | 40.0       | 35.3       | 34.8       | 32.8       |              |
|      | <b>Total</b>  | <b>100</b>            | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |              |

Source: Compiled by the authors from FAOSTAT (2004) and 1989-91 prices in international dollars

Table 3—LAC: Top Ten Livestock Products, 1961–2001 (products are listed by 2001 rank)

| Rank | Commodities        | 1961                  | 1971       | 1981       | 1991       | 2001       | 1961-2001    |
|------|--------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
|      |                    | (percentage of total) |            |            |            |            | (% per year) |
| 1    | Beef and Veal      | 54.0                  | 49.2       | 48.5       | 47.7       | 41.2       | 2.4          |
| 2    | Chicken Meat       | 2.6                   | 5.1        | 9.2        | 12.8       | 20.7       | 8.3          |
| 3    | Cow                | 19.9                  | 22.1       | 20.3       | 19.8       | 19.8       | 2.8          |
|      | Milk, whole, fresh |                       |            |            |            |            |              |
| 4    | Pigmeat            | 8.7                   | 9.3        | 9.7        | 7.4        | 7.8        | 2.6          |
| 5    | Hen Eggs           | 3.8                   | 4.9        | 5.9        | 7.1        | 6.8        | 4.7          |
| 6    | Mutton and Lamb    | 3.1                   | 2.8        | 1.4        | 1.2        | 0.8        | -0.5         |
| 7    | Wool, greasy       | 4.7                   | 3.5        | 2.4        | 1.7        | 0.7        | -1.3         |
| 8    | Honey              | 0.5                   | 0.5        | 0.6        | 0.6        | 0.4        | 2.7          |
| 9    | Turkey Meat        | 0.1                   | 0.1        | 0.2        | 0.2        | 0.4        | 6.0          |
| 10   | Horsemeat          | 0.8                   | 0.9        | 0.5        | 0.4        | 0.4        | 0.1          |
|      | Other livestock    | 1.7                   | 1.5        | 1.3        | 1.2        | 0.9        |              |
|      | <b>Total</b>       | <b>100</b>            | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |              |

Source: Compiled by the authors from FAOSTAT (2004) and 1989-91 prices in international dollars

Table 4: LAC Land and Labor Productivity in Agriculture, 1961–2001

|                                  | 1961                             | 1971     | 1981     | 1991     | 2001     | Growth rate  |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|--------------|
|                                  | (1989-991 international dollars) |          |          |          |          | (% per year) |
| <b>Labor Productivity</b>        |                                  |          |          |          |          |              |
| Mexico                           | 1,077.9                          | 1,538.2  | 1,997.8  | 2,116.1  | 2,784.9  | 1.95         |
| Mesoamerica (excluding Mexico)   | 836.1                            | 1,136.6  | 1,286.4  | 1,343.5  | 1,507.8  | 1.18         |
| Mesoamerica                      | 1,005.2                          | 1,408.2  | 1,780.1  | 1,871.2  | 2,349.8  | 1.75         |
| Caribbean                        | 1,025.6                          | 1,178.3  | 1,390.8  | 1,429.4  | 1,420.0  | 0.75         |
| Andean Countries                 | 1,061.6                          | 1,305.1  | 1,519.4  | 1,781.7  | 2,189.3  | 1.68         |
| Brazil                           | 1,215.7                          | 1,481.0  | 2,119.3  | 3,209.7  | 5,509.7  | 3.94         |
| Southern Cone (excluding Brazil) | 5,490.6                          | 6,686.2  | 8,499.1  | 8,879.8  | 11,059.4 | 1.55         |
| Southern Cone                    | 1,969.8                          | 2,254.8  | 3,034.7  | 4,208.0  | 6,653.1  | 3.10         |
| Latin America and the Caribbean  | 1,464.1                          | 1,761.7  | 2,261.7  | 2,768.7  | 3,822.0  | 2.34         |
| Asia                             | 277.9                            | 329.6    | 382.5    | 480.2    | 642.8    | 2.11         |
| Sub-Saharan Africa               | 312.9                            | 348.9    | 330.8    | 360.5    | 394.4    | 0.38         |
| Developing Countries             | 336.1                            | 393.4    | 451.4    | 547.8    | 713.9    | 1.85         |
| United States                    | 18,754.7                         | 30,060.7 | 37,302.5 | 41,429.7 | 59,832.1 | 2.59         |
| Western Europe                   | 3,948.0                          | 7,058.3  | 10,610.7 | 15,869.5 | 23,411.7 | 4.40         |
| Developed Countries              | 3,055.1                          | 5,137.2  | 7,088.6  | 9,130.4  | 12,012.5 | 3.26         |
| World                            | 702.4                            | 832.3    | 902.1    | 971.0    | 1,110.8  | 1.01         |
| <b>Land Productivity</b>         |                                  |          |          |          |          |              |
| Mexico                           | 76.5                             | 114.7    | 176.9    | 193.5    | 250.8    | 2.74         |
| Mesoamerica (excluding Mexico)   | 177.1                            | 254.1    | 283.0    | 293.5    | 363.3    | 1.37         |
| Mesoamerica                      | 89.1                             | 133.9    | 192.9    | 209.7    | 269.0    | 2.48         |
| Caribbean                        | 381.8                            | 410.3    | 472.4    | 468.2    | 510.5    | 0.63         |
| Andean Countries                 | 62.7                             | 81.7     | 102.8    | 126.4    | 161.7    | 2.28         |
| Brazil                           | 114.7                            | 123.6    | 166.6    | 203.9    | 287.4    | 2.48         |
| Southern Cone (excluding Brazil) | 82.0                             | 93.3     | 119.4    | 135.1    | 168.2    | 1.73         |
| Southern Cone                    | 95.9                             | 108.1    | 143.8    | 171.4    | 231.3    | 2.25         |
| Latin America and the Caribbean  | 93.2                             | 112.4    | 149.1    | 173.8    | 228.0    | 2.21         |
| Asia                             | 164.5                            | 212.8    | 270.0    | 354.2    | 483.8    | 2.73         |
| Sub-Saharan Africa               | 32.5                             | 42.5     | 48.4     | 61.9     | 79.0     | 2.10         |
| Developing Countries             | 98.2                             | 126.4    | 163.8    | 215.0    | 293.7    | 2.79         |
| United States                    | 261.6                            | 344.6    | 404.9    | 438.3    | 534.4    | 1.69         |
| Western Europe                   | 819.9                            | 1,022.2  | 1,201.4  | 1,363.9  | 1,462.6  | 1.44         |
| Developed Countries              | 218.3                            | 280.5    | 317.3    | 352.0    | 357.5    | 1.17         |
| World                            | 144.9                            | 184.2    | 220.8    | 262.3    | 315.1    | 1.90         |

Source: Compiled by authors from FAOSTAT (2004).

Table 5: LAC: Harvested Area and Production for Eight Strategic Crops by Agroecological Zones, 1993-95

| Agroecological Zone    | Beans      | Cassava    | Maize      | Potatoes   | Rice       | Sorghum    | Soybeans   | Wheat      |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>(percentage)</i>    |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Harvested area</b>  |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Aez20                  | 0.56       | 0.45       | 1.40       | 3.17       | 0.58       | 1.46       | 0.02       | 1.37       |
| Aez21                  | 12.50      | 4.99       | 11.20      | 45.97      | 7.12       | 11.02      | 2.25       | 3.68       |
| Aez30                  | 2.21       | 3.41       | 0.70       | 2.40       | 7.62       | 0.13       | 1.07       | 1.21       |
| Aez31                  | 14.03      | 6.88       | 29.35      | 28.61      | 21.82      | 18.16      | 39.94      | 59.54      |
| Aez32                  | 0.69       | 0.00       | 2.12       | 1.99       | 0.00       | 12.83      | 5.13       | 28.67      |
| Aez40                  | 2.29       | 1.46       | 1.23       | 2.10       | 1.96       | 1.87       | 0.06       | 0.10       |
| Aez41                  | 2.19       | 3.25       | 2.07       | 0.03       | 1.88       | 6.12       | 0.83       | 0.11       |
| Aez42                  | 3.76       | 14.21      | 6.86       | 1.65       | 7.59       | 2.38       | 5.07       | 2.03       |
| Aez43                  | 15.36      | 32.30      | 18.16      | 1.67       | 30.48      | 18.67      | 28.64      | 0.46       |
| Aez44                  | 16.18      | 18.32      | 16.03      | 3.63       | 14.16      | 6.91       | 7.95       | 0.88       |
| Aez45                  | 27.34      | 14.20      | 9.43       | 8.69       | 5.40       | 18.15      | 6.86       | 1.32       |
| Aez46                  | 2.89       | 0.52       | 1.44       | 0.11       | 1.39       | 2.30       | 2.19       | 0.65       |
| <i>Total</i>           | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> |
| <b>Crop production</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Aez20                  | 0.9        | 0.5        | 1.4        | 3.5        | 0.9        | 2.1        | 0.0        | 2.6        |
| Aez21                  | 15.4       | 5.7        | 10.5       | 41.4       | 7.5        | 8.7        | 2.6        | 2.9        |
| Aez30                  | 2.9        | 3.3        | 1.4        | 1.8        | 11.7       | 0.1        | 1.0        | 1.3        |
| Aez31                  | 20.2       | 10.0       | 38.0       | 34.0       | 34.2       | 22.6       | 38.1       | 57.9       |
| Aez32                  | 1.2        | 0.0        | 3.3        | 2.0        | 0.0        | 15.1       | 5.8        | 30.1       |
| Aez40                  | 3.1        | 0.7        | 1.1        | 2.5        | 1.9        | 1.5        | 0.1        | 0.2        |
| Aez41                  | 2.2        | 3.1        | 1.8        | 0.0        | 2.4        | 4.6        | 0.9        | 0.2        |
| Aez42                  | 3.7        | 17.8       | 5.6        | 1.8        | 6.8        | 1.7        | 5.4        | 1.9        |
| Aez43                  | 12.6       | 28.5       | 16.3       | 1.7        | 16.8       | 20.4       | 30.0       | 0.4        |
| Aez44                  | 16.2       | 17.7       | 14.0       | 3.3        | 11.5       | 4.0        | 7.6        | 0.6        |
| Aez45                  | 18.7       | 12.5       | 5.4        | 7.9        | 4.8        | 16.1       | 6.2        | 1.1        |
| Aez46                  | 2.9        | 0.4        | 1.3        | 0.1        | 1.5        | 3.0        | 2.3        | 0.8        |
| <i>Total</i>           | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> |

Source: Calculated by authors.

Table 6: World and LAC: Public and Private Agricultural R&D Indicators, circa 1995

|   | Developing World<br>LAC | Total         | Developed<br>World | Total<br>World |
|---|-------------------------|---------------|--------------------|----------------|
| <b>Agricultural R&amp;D Expenditures</b>      |                         |               |                    |                |
| <i>(millions 1993 international dollars)</i>  |                         |               |                    |                |
| Public  | 1,947                   | 11,469        | 10,215             | 21,684         |
| Private                                       | 91                      | 672           | 10,829             | 11,511         |
| <b>Total</b>                                  | <b>2,038</b>            | <b>12,141</b> | <b>21,044</b>      | <b>33,194</b>  |
| <b>Agricultural Research Intensity Ratios</b> |                         |               |                    |                |
| <i>(percentages)</i>                          |                         |               |                    |                |
| Public  | 0.98                    | 0.62          | 2.64               | 1.04           |
| Private                                       | 0.01                    | 0.04          | 2.80               | 0.61           |
| <b>Total</b>                                  | <b>0.99</b>             | <b>0.66</b>   | <b>5.43</b>        | <b>1.65</b>    |

Source: Data used in Pardey and Beintema [2001]



Table 7: Regional Land Use Patterns and Rates of Change of Land Use, 1992–2001

| <b>A. Land Use Patterns, 1999-2001 Averages</b> |            |                   |                       |                               |          |                            |
|---|------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------|----------|----------------------------|
| REGIONS   | Total Land | Agricultural Land |                       | Share of Agricultural Land in |          | Share of Crop-             |
|   |            | Area              | Percent of Total Land | Pasture                       | Cropland | land in:<br>Irrigated Land |
|   |            | (thousand has.)   |                       | (percentage)                  |          |                            |
| AFRICA  | 2,963,313  | 1,106,527         | 37.3                  | 81.3                          | 18.7     | 6.1                        |
| ASIA  | 3,098,214  | 1,672,783         | 54.0                  | 66.3                          | 33.7     | 33.7                       |
| THE AMERICAS                                    | 3,855,775  | 1,268,969         | 32.9                  | 69.1                          | 30.9     | 10.6                       |
| North America                                   | 1,837,993  | 486,963           | 26.5                  | 54.0                          | 46.0     | 10.3                       |
| United States                                   | 915,896    | 412,203           | 45.0                  | 56.8                          | 43.2     | 12.6                       |
| C. America & Caribbean                          | 264,836    | 141,772           | 53.5                  | 69.8                          | 30.2     | 18.9                       |
| South America                                   | 1,752,946  | 640,234           | 36.5                  | 80.3                          | 19.7     | 8.3                        |
| Brazil  | 845,651    | 261,877           | 31.0                  | 74.9                          | 25.1     | 4.4                        |
| EUROPE  | 2,260,161  | 489,264           | 21.6                  | 37.3                          | 62.7     | 8.3                        |
| OCEANIA   | 849,137    | 474,304           | 55.9                  | 88.4                          | 11.6     | 4.8                        |
| WORLD   | 13,067,673 | 5,012,085         | 38.4                  | 69.6                          | 30.4     | 17.8                       |

| <b>B. Rates of Change of Land Use by Land Class, 1992-2001</b> |                       |         |          |                |
|--|-----------------------|---------|----------|----------------|
| REGIONS  | Agricultural Land     | Pasture | Cropland | Irrigated Land |
|  | (percentage per year) |         |          |                |
| AFRICA   | 0.14                  | 0.01    | 0.73     | 0.76           |
| ASIA   | 0.28                  | 0.34    | 0.17     | 1.14           |
| THE AMERICAS   | 0.11                  | 0.08    | 0.18     | 0.62           |
| North America  | -0.31                 | -0.22   | -0.42    | 0.58           |
| United States  | -0.37                 | -0.24   | -0.54    | 0.59           |
| C. America & Caribbean   | 0.18                  | 0.10    | 0.37     | 0.44           |
| South America  | 0.42                  | 0.23    | 1.25     | 0.86           |
| Brazil   | 0.68                  | 0.50    | 1.24     | 1.15           |
| EUROPE   | -0.18                 | 0.24    | -0.42    | -0.38          |
| OCEANIA  | -0.26                 | -0.38   | 0.69     | 0.95           |
| WORLD  | 0.11                  | 0.09    | 0.14     | 0.89           |

Note: Growth Rates are for areas.

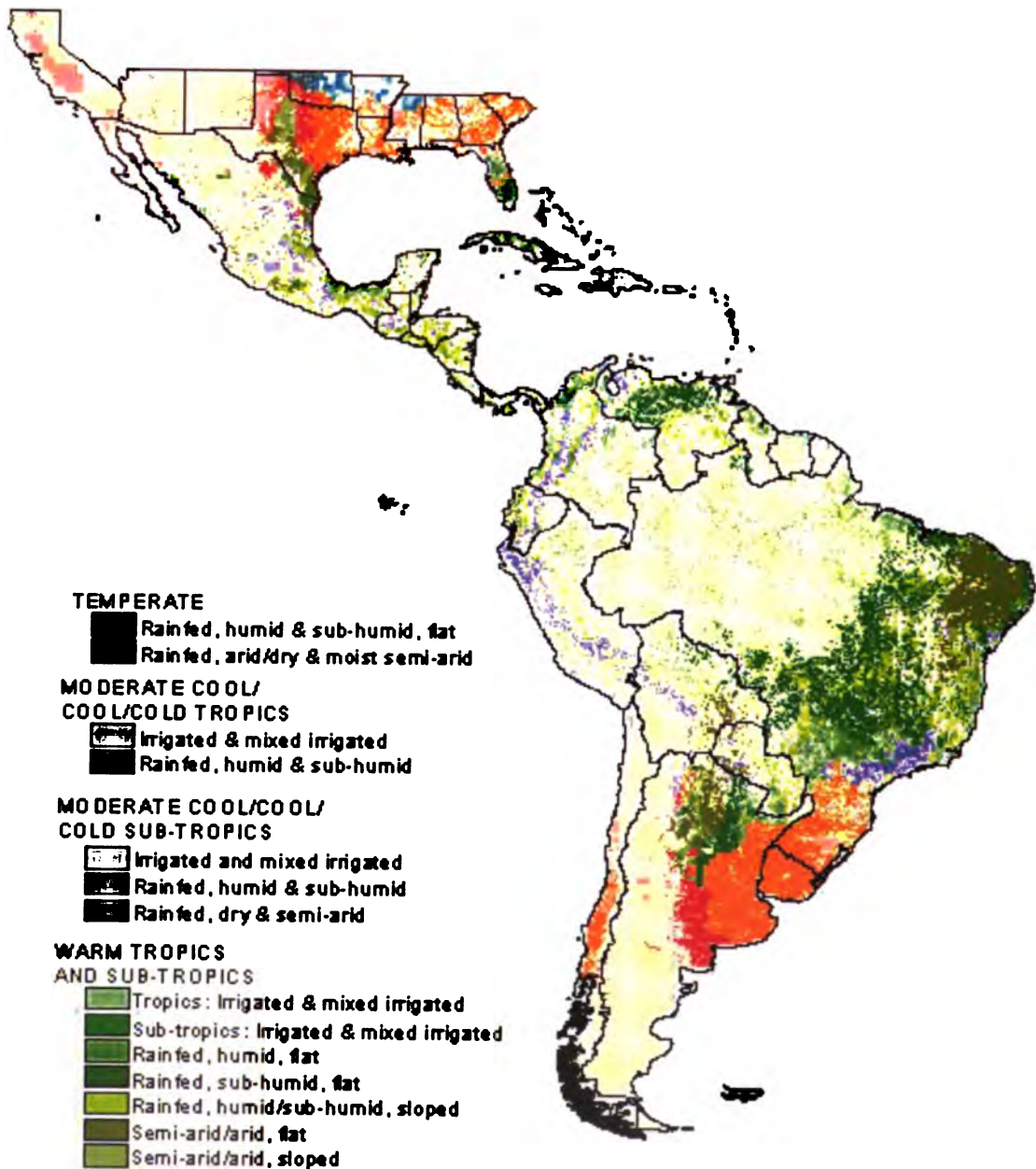
Source: Compiled by authors from FAOSTAT (2004)

Table 8: LAC Total Economic Benefits of Productivity Change- One Percent, AEZ-specific shifts

|                      | Cold Topics |         |    |         |    | Cold Subtropics |    |        |        |         | Warm Tropics and Subtropics |         |         |         |  |
|----------------------|-------------|---------|----|---------|----|-----------------|----|--------|--------|---------|-----------------------------|---------|---------|---------|--|
|                      | 20          | 21      | 30 | 31      | 32 | 30              | 31 | 32     | 40     | 41      | 42                          | 43      | 44      | 45      |  |
| (1,000 U.S. dollars) |             |         |    |         |    |                 |    |        |        |         |                             |         |         |         |  |
| <b>Beans</b>         |             |         |    |         |    |                 |    |        |        |         |                             |         |         |         |  |
| Mesoamerica          |             | 40,366  |    | 449     |    |                 |    | 32,281 |        | 5,345   |                             | 13,777  | 66,503  | 21,084  |  |
| Caribbean            |             | 241     |    | 206     |    |                 |    | 2,988  |        | 1,527   |                             | 475     | 4,716   | 213     |  |
| Andean               |             | 24,247  |    | 388     |    |                 |    | 129    |        | 683     |                             | 6,218   | 5,691   | 894     |  |
| Southern             |             | 57,245  |    | 116,474 |    |                 |    | 3,767  |        | 18,560  |                             | 62,559  | 47,921  | 99,051  |  |
| LAC                  | -           | 122,072 | -  | 117,517 | -  |                 |    | 39,165 | -      | 26,116  |                             | 83,029  | 124,830 | 121,241 |  |
| <b>Cassava</b>       |             |         |    |         |    |                 |    |        |        |         |                             |         |         |         |  |
| Mesoamerica          |             | (28)    |    |         |    |                 |    | (34)   | 45     | (74)    |                             | (125)   | 3,291   | (53)    |  |
| Caribbean            |             | (14)    |    |         |    |                 |    | 7,453  | 6,818  | 575     |                             | 1,712   | 13,879  | (27)    |  |
| Andean               |             | 35,710  |    |         |    |                 |    | 1,452  | 11,590 | 15,525  |                             | 19,982  | 27,600  | 4,331   |  |
| Southern             |             | 39,050  |    |         |    |                 |    | (2)    | 20,704 | 221,969 |                             | 312,800 | 207,762 | 136,758 |  |
| LAC                  | -           | 74,718  | -  | -       | -  |                 |    | 8,900  | 39,157 | 237,995 |                             | 334,368 | 252,532 | 141,009 |  |
| <b>Maize</b>         |             |         |    |         |    |                 |    |        |        |         |                             |         |         |         |  |
| Mesoamerica          |             | 16,677  |    | 1,572   |    |                 |    |        |        | 26,972  |                             | 25,904  | 172,326 | 82,246  |  |
| Caribbean            |             | 1,269   |    | 1,012   |    |                 |    |        |        | 834     |                             | 2,097   | 3,946   | 202     |  |
| Andean               |             | 5,584   |    | 2,394   |    |                 |    |        |        | 3,181   |                             | 27,096  | 14,832  | 6,269   |  |
| Southern             |             | 32,754  |    | 599,111 |    |                 |    |        |        | 38,719  |                             | 224,778 | 101,019 | 31,582  |  |
| LAC                  | -           | 56,285  | -  | 604,089 | -  |                 |    | -      | -      | 69,706  |                             | 279,874 | 292,123 | 120,299 |  |
| <b>Potato</b>        |             |         |    |         |    |                 |    |        |        |         |                             |         |         |         |  |
| Mesoamerica          | 18,141      | 22,695  |    | 41      |    |                 |    | 1,190  |        |         |                             |         | 408     |         |  |
| Caribbean            | 118         | 740     |    | 27      |    |                 |    | 5,506  |        |         |                             |         | 465     |         |  |
| Andean               | 6,809       | 203,045 |    | 26      |    |                 |    | 2      |        |         |                             |         | 9,190   |         |  |
| Southern             | 8           | 38,120  |    | 106,351 |    |                 |    | 2      |        |         |                             |         | 5,116   |         |  |
| LAC                  | 25,077      | 264,600 | -  | 106,445 | -  |                 |    | 6,700  | -      | -       |                             | -       | 15,180  | -       |  |

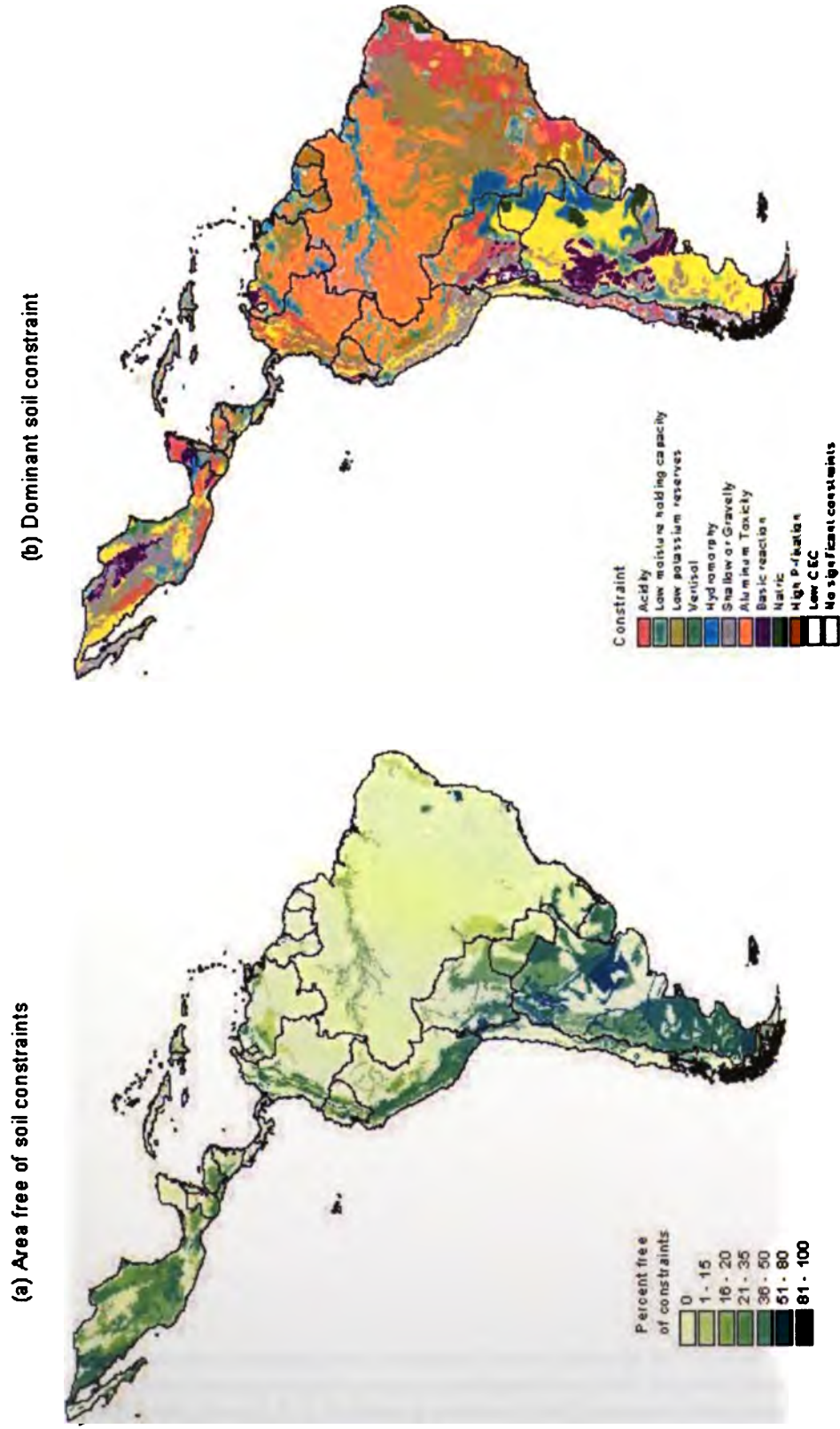


Figure 1: Prototype Agroecological Zones (AEZs) within the LAC Cropland Extent



Source: IFPRI reinterpretation of data from USGS EDC 1998/1999; IIASA/FAO 1999; University of Kassel 1999.

Figure 2: Share of Area Free from Soil Constraints and Dominant Soil Constraints in LAC



Source: Sebastian and Wood (2000)



# TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY GROWTH IN AGRICULTURE

---

## THE ROLE OF TECHNOLOGICAL CAPITAL<sup>1</sup>

A. FLAVIO AVILA  
R.E. EVENSON

---

<sup>1</sup> This document is part of a postdoctoral research in the Economic Growth Center of the University of Yale (New Haven, Connecticut). Flavio Avila is an agricultural economist and researcher for the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, Brasil). R.E. Evenson is profesor in the Economics Department, University of Yale.





# 1

## INTRODUCTION

---

**F**AO publishes data on production of crops and livestock. FAO also publishes data on cropland, pastureland, labor used in agriculture, fertilizer, seeds, tractors and combine harvesters and animal stocks. Our purpose in this chapter is to utilize these data to calculate rates of change in Total Factor Productivity (TFP) for crop production, livestock production and aggregate agricultural production for two periods, 1961-1980 and 1981-2001.

These calculations have clear limitations, given the nature of the data on which they are based. The first limitation is that we only compute rates of change in TFP. TFP levels cannot be compared across countries. The second and most important limitation is that we do not make adjustments for input “quality” changes (although in part VII of the paper we do so indirectly). The TFP calculations reported in this chapter should be regarded as “raw” calculations.

There is one merit to these raw TFP growth calculations relative to calculations in the literature. And that is that these indexes have a “standardized” quality. A common methodology is applied for the calculation of share weights for all countries. A common time period is utilized for all countries. The fact that we have not attempted input quality adjustments also contributes to the standardized nature of the calculations.

In part II of this chapter we detail the methods used in our calculations. In part III we summarize the calculations by region. Part IV defines a two-way classification of Technological Capital (Innovation Capital and Imitation Capital). In Part V, an analysis of changes in Technology Capital is reported. In Part VI, TFP growth rates are related to Technological Capital. In Part VII, a statistical TFP decomposition analysis is reported. This analysis is designed to identify “sources” of TFP growth. Concluding comments are offered in Part VIII.

## 2

### METHODS

---

**T**FP indexes can be derived in several comparable ways. The least restrictive derivation is from the accounting relationship in which the value of products is equal to the value of factors used to produce these products.

#### A. THE ACCOUNTING RELATIONSHIP DERIVATION

$$\sum P_i Q_i = PQ = \sum R_j I_j = RI \quad (1)$$

where  $P_i$  are product prices,  $Q_i$  product quantities,  $R_j$  input prices and  $I_j$  input quantities.

$P$  and  $R$  are price vectors,  $Q$  and  $I$  product and input vectors.

This accounting relationship simply requires that inputs,  $I_j$ , receive payments,  $R_j$ , that exhaust the total value of production ( $\sum P_i Q_i$ ). It does not require that all

producers be technically efficient in the sense that they produce on a production function. Nor does it require that producers are allocatively efficient.

When (1) is expressed in a “rate of change” form, the resultant expression is

$$\sum_i Q_i \frac{\partial P_i}{\partial t} dt + \sum_i P_i \frac{\partial Q_i}{\partial t} dt = \sum_j I_j \frac{\partial R_j}{\partial t} dt + \sum_j R_j \frac{\partial I_j}{\partial t} dt \quad (2)$$

divide both sides of (2) by  $\sum_i P_i Q_i$  and multiply the two right hand side terms

by  $R_j / R_j$  and  $I_j / I_j$ . Note that  $\frac{I_j R_j}{\sum I_j R_j} = C_j$ , the factor share of factor  $j$ .

The rate of change in a variable is defined to be:

$$\hat{I}_j = \frac{1}{I_j} \frac{\partial I_j}{\partial t} dt$$

Thus,  $\hat{P} + \hat{Q} = \sum_j C_j \hat{R}_j + \sum_j C_j \hat{I}_j = \hat{R} + \hat{I}$  when TFP is constant,

The residual TFP growth then can be measured in two equivalent ways in a closed economy in competitive equilibrium:

$$G_{TFP} = \hat{R} - \hat{P} \quad (3)$$

and

$$G_{TFP} = \hat{Q} - \hat{I} \quad (4)$$

With international trade, the price relationship will not necessarily hold but the  $\hat{Q} - \hat{I}$  relationship holds in all economies.

Note that:

$$\hat{Q} = \sum_i S_i \hat{Q}_i \quad (5)$$

where  $S_i$  is the share of product  $i$  in total output and

$$\hat{I} = \sum_j C_j \hat{I}_j$$

where  $C_j$  is the cost share of input  $j$  in total costs.

This relationship can also be derived from a minimized cost function and, as a result,  $G_{TFP}$  is also a measure of cost reduction at constant factor prices.

## B. PRODUCTION GROWTH RATES

For calculations from F.A.O. data, we make an approximation for estimating  $\hat{Q}$ . F.A.O. publishes “indexes” of crop, livestock and aggregate production for each country for the 1961-2001 period. Because production is affected by weather, we first form 3 year moving averages of each index and then estimate the following for two periods, 1961-80 and 1980-2001:

$$\ln(I_C) = a + b_C \text{ Year}$$

$$\ln(I_L) = a + b_L \text{ Year} \quad (6)$$

$$\ln(I_A) = a + b_A \text{ Year}$$

The coefficients  $b_C$ ,  $b_L$  and  $b_A$  are geometric rates of change in the indexes. Note, however, that the indexes are actually “Laspayres” indexes using FAO dollar prices. Given the complexities of the number of commodities and the year to year variability – we argue that this approximation is not a serious departure from the accounting framework. Output growth rates for 20 Latin American, 21 Asian and 37 African countries are reported in Appendix 1.

### C. INPUT GROWTH RATES

For inputs, the same procedure was used to estimate growth rates for the two periods. The inputs for crop and livestock production were:

Crops: Cropland, Labor, Fertilizer, Animal Power, Machine Services  
(Tractors plus Harvesters)

Livestock: Pastureland, Labor, Fertilizer, Animal Capital, Feed

F.A.O. reports data series for cropland, pastureland, labor and fertilizer. For animal power, the total of horses and mules was the series used. For machines services, tractors plus combine harvesters formed the series. Animal capital was based on cattle numbers.

Feed estimates are from NIN, ARNDT, HERTEL & PRECKEL (2003). These authors transformed the total of feed consumed by animals (for all products) from the FAO database in terms of Mcal of metabolizable energy for ruminants per kg of feed (not in dry matter basis) based on the United States-Canadian Tables of Feed Composition: Nutritional Data for United States and Canadian Feeds (1982).

In a second step, they transformed the total of feed for each country in tons of corn equivalent dividing the total of energy by the content of energy in a kilogram of corn. In our study we used this total of feed to estimate the annual growth rate for feed in each of the 82 developing countries and for each of the two periods of analysis. Input growth rates are reported in Appendix 2.

### D. INPUT COST SHARES

The starting point for establishing input cost shares was that studies for Brazil (Avila and Evenson) and India (Evenson and Kislev) reported carefully measured share calculations. For India, share calculations for crop production are available for 1970 and 1985. For Brazil, share calculations are available for both crop and livestock production for 1970 and 1990 based on Agricultural Census data.

For crop production shares, “adjusted” India shares were applied to Asian and African countries. Adjusted Brazil shares were applied to Latin American countries. The adjustment process requires computing quantity cropland ratios for fertilizer quantities, seed quantities, number of work animals and number of

tractors and harvesters. These quantity/cropland ratios were then expressed relative to Brazil or India ratios. Cost shares to Brazil were as measured in Brazil studies. For other Latin American countries, the cost shares for fertilizer, seed, work animals and machine services were scaled using the country/Brazil comparisons. The shares of cropland and labor were adjusted proportionately, so that the sum of shares equaled one. The same procedure was applied to obtain African and Asian shares using Indian shares as the comparison.

For livestock shares, only Brazilian shares were carefully measured. The adjustment process called for creating quantity/value ratios in real U.S. dollars for fertilizer, animal capital and feed. The shares for fertilizer, animal capital and feed were adjusted by comparing these quantity/value ratios to Brazil shares. The pastureland and labor shares were adjusted proportionately so as to sum one.

For inputs with exceptionally high growth rates (see Appendix 2) a further adjustment was required to reflect the fact that over a 20 year period the midpoint share overstates the average geometric shares. Input growth rates were compared to production growth shares for this adjustment.<sup>2</sup> All input shares are reported in Appendix 3. For aggregate TFP growth, livestock and crop shares in aggregate value were used to weight crop and livestock TFP growth (Prasad Rao and T. Coelli (2003)).

---

<sup>2</sup> For Input-Output growth differences, the adjustment was:

|    |     |
|----|-----|
| 2% | .91 |
| 3% | .83 |
| 4% | .75 |
| 5% | .68 |

# 3

## TFP ESTIMATES BY REGIONS AND COUNTRIES

---

### A. LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN

**T**able 1 reports TFP growth estimates for Latin America and the Caribbean countries for crop, livestock and aggregate TFP growth. The average TFP growth for both periods is also reported. Regional TFP growth rates are weighted by cropped area.

For the 1961-2001 period, only three Latin American countries, Uruguay, Guatemala and Panama experienced TFP growth rates below one percent (this is roughly the rate of decline in the real prices of farm commodities (Figure 6)). The Southern Cone countries had the best TFP performance, the Caribbean countries, the worst (largely, because of poor crop productivity performance in the 1981-2000 period).

Aggregate TFP performance, as well as crop and livestock TFP performance was better in the 1981/01 period for countries in the Southern Cone and Andean regions. For Central America and the Caribbean, the 1981/01 period showed slower TFP rates than the 1961/80 period.

Table 1 - TFP Index Growth Rates for Latin America and Caribbean-1961/80 and 1981/2001

| Regions and Countries         | Agricultural TFP Growth Rates - % |               |              |              |              |              |              |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                               | Crops                             |               | Livestock    |              | Aggregate    |              | Average      |
|                               | 1961/80                           | 1981/01       | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      |              |
| <b><i>Southern Cone</i></b>   | <b>1.49%</b>                      | <b>3.14%</b>  | <b>0.72%</b> | <b>2.51%</b> | <b>1.02%</b> | <b>2.81%</b> | <b>1.92%</b> |
| Argentina                     | 3.08%                             | 3.93%         | 0.90%        | 0.43%        | 1.83%        | 2.35%        | 2.09%        |
| Brazil                        | 0.38%                             | 3.00%         | 0.71%        | 3.61%        | 0.49%        | 3.22%        | 1.86%        |
| Chile                         | 1.08%                             | 2.22%         | 0.24%        | 1.87%        | 0.69%        | 2.05%        | 1.37%        |
| Paraguay                      | 3.97%                             | -1.01%        | -0.36%       | 1.29%        | 2.63%        | -0.30%       | 1.17%        |
| Uruguay                       | 1.29%                             | 2.02%         | -0.32%       | 0.53%        | 0.01%        | 0.87%        | 0.44%        |
| <b><i>Andean</i></b>          | <b>1.11%</b>                      | <b>1.71%</b>  | <b>1.73%</b> | <b>1.92%</b> | <b>1.41%</b> | <b>1.81%</b> | <b>1.61%</b> |
| Bolivia                       | 1.73%                             | 3.14%         | 2.81%        | 1.39%        | 2.30%        | 2.33%        | 2.31%        |
| Colombia                      | 2.01%                             | 1.27%         | 0.49%        | 2.24%        | 1.37%        | 1.73%        | 1.55%        |
| Ecuador                       | -0.74%                            | 2.24%         | 0.98%        | 2.51%        | -0.16%       | 2.34%        | 1.09%        |
| Peru                          | -0.83%                            | 1.86%         | 1.86%        | 2.14%        | 0.36%        | 1.98%        | 1.17%        |
| Venezuela                     | 2.42%                             | 0.87%         | 3.41%        | 1.07%        | 3.03%        | 0.99%        | 2.01%        |
| <b><i>Central America</i></b> | <b>1.65%</b>                      | <b>1.05%</b>  | <b>2.77%</b> | <b>1.53%</b> | <b>2.17%</b> | <b>1.32%</b> | <b>1.74%</b> |
| Costa Rica                    | 2.86%                             | 2.09%         | 1.10%        | 0.75%        | 1.74%        | 1.19%        | 1.47%        |
| El Salvador                   | 1.22%                             | -0.87%        | 1.99%        | 1.00%        | 1.77%        | 0.32%        | 1.05%        |
| Guatemala                     | 3.31%                             | 0.53%         | 0.90%        | -0.28%       | 1.38%        | -0.08%       | 0.65%        |
| Honduras                      | 1.54%                             | -0.39%        | 2.07%        | 1.91%        | 1.91%        | 1.25%        | 1.58%        |
| Mexico                        | 1.53%                             | 1.43%         | 3.02%        | 1.63%        | 2.26%        | 1.51%        | 1.89%        |
| Nicaragua                     | 1.33%                             | -0.70%        | 2.94%        | 1.92%        | 2.25%        | 0.99%        | 1.62%        |
| Panama                        | 2.29%                             | -1.33%        | 1.61%        | 1.49%        | 1.93%        | 0.02%        | 0.97%        |
| <b><i>Caribbean</i></b>       | <b>0.66%</b>                      | <b>-0.89%</b> | <b>2.60%</b> | <b>2.06%</b> | <b>2.03%</b> | <b>0.90%</b> | <b>1.47%</b> |
| Dominican Rep.                | 0.99%                             | -1.15%        | 1.88%        | 2.60%        | 1.59%        | 1.28%        | 1.43%        |
| Haiti                         | 0.60%                             | -1.04%        | 3.44%        | 1.80%        | 2.60%        | 0.50%        | 1.55%        |
| Jamaica                       | -0.65%                            | 1.32%         | 3.28%        | -0.35%       | 2.31%        | 0.12%        | 1.22%        |
| <b>Average rate</b>           | <b>1.46%</b>                      | <b>2.40%</b>  | <b>1.42%</b> | <b>2.21%</b> | <b>1.39%</b> | <b>2.31%</b> | <b>1.85%</b> |

These results, in general, are very similar to those obtained by other authors for Latin America countries, e.g. Avila & Evenson (1995) and Gasquez & Conceição (2001) for Brazil, Lema & Parrellada (2000) for Argentina, Romano (1993) for Colombia and Madrid-Aris (1997) for Cuba. TFP growth rates for LAC sub-regions are also shown graphically in the Figure 1.

## B. ASIA

Table 2 shows the TFP growth rates for the Asian countries calculated for the two periods of analysis – 1961/1980 and 1981/2001 and for crops, livestock and aggregate.

Table 2 – TFP Index Growth Rates for Asia – 1962/81 and 1981/2001

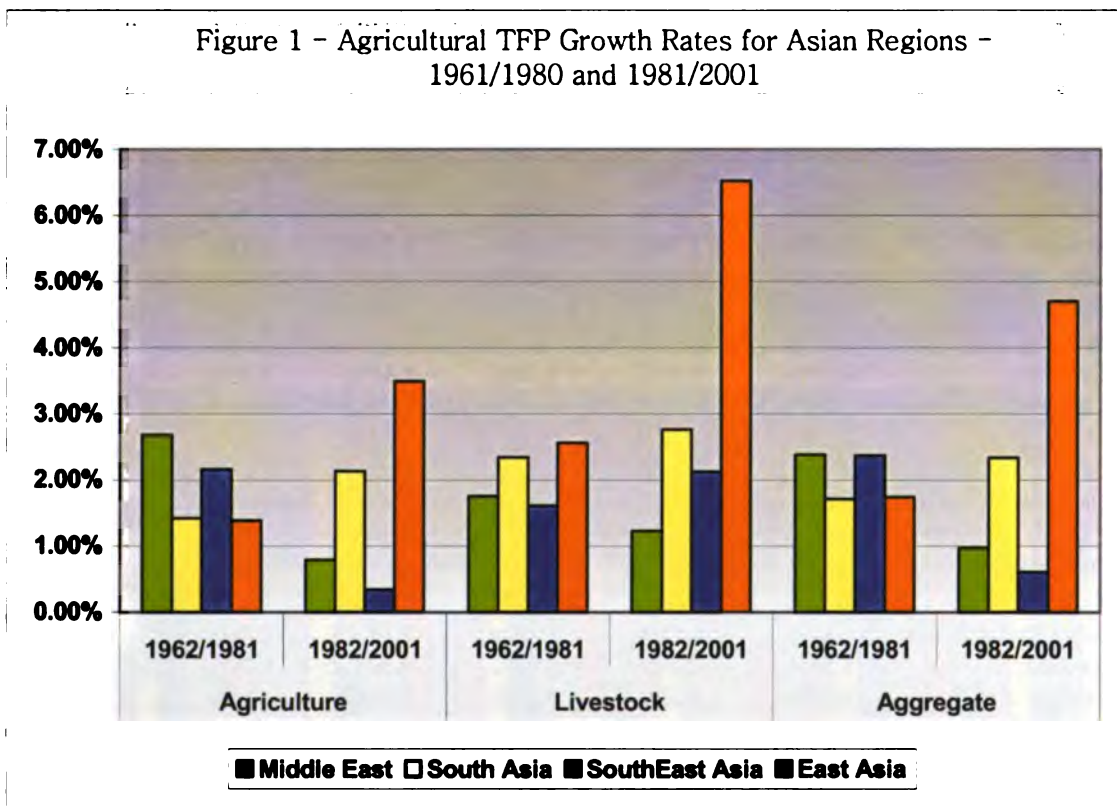
| Regions and Countries  | Agricultural TFP Growth Rates - % |              |              |              |              |              | Average      |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                        | Crops                             |              | Livestock    |              | Aggregate    |              |              |
|                        | 1961/80                           | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      |              |
| <b>Middle East</b>     | <b>2.68%</b>                      | <b>0.79%</b> | <b>1.76%</b> | <b>1.23%</b> | <b>2.39%</b> | <b>0.98%</b> | <b>1.68%</b> |
| Afghanistan            | 0.63%                             | -0.94%       | 0.94%        | 2.54%        | 0.71%        | -0.05%       | 0.33%        |
| Iran                   | 3.32%                             | 2.32%        | 2.37%        | 5.00%        | 2.71%        | 3.17%        | 2.94%        |
| Iraq                   | 2.53%                             | -0.06%       | 1.25%        | -5.81%       | 2.00%        | -1.24%       | 0.38%        |
| Saudi Arabia           | 4.54%                             | 1.22%        | 5.05%        | 3.41%        | 3.58%        | 2.16%        | 2.87%        |
| Syria                  | 0.55%                             | 2.45%        | 2.62%        | 0.67%        | 1.10%        | 1.94%        | 1.52%        |
| Turkey                 | 3.40%                             | 0.12%        | 1.43%        | -0.07%       | 3.06%        | 0.08%        | 1.57%        |
| Yemen                  | 1.07%                             | 2.50%        | 0.53%        | 2.21%        | 0.93%        | 2.43%        | 1.68%        |
| <b>South Asia</b>      | <b>1.42%</b>                      | <b>2.14%</b> | <b>2.34%</b> | <b>2.76%</b> | <b>1.71%</b> | <b>2.34%</b> | <b>2.03%</b> |
| Bangladesh             | -0.23%                            | 1.06%        | 0.75%        | 2.65%        | -0.01%       | 1.30%        | 0.65%        |
| India                  | 1.54%                             | 2.33%        | 2.63%        | 2.66%        | 1.92%        | 2.41%        | 2.16%        |
| Nepal                  | 0.20%                             | 2.42%        | 1.36%        | 1.11%        | 0.50%        | 2.10%        | 1.30%        |
| Pakistan               | 1.48%                             | 1.32%        | 1.17%        | 3.98%        | 1.18%        | 2.54%        | 1.86%        |
| Sri Lanka              | -0.39%                            | -1.21%       | -2.19%       | 1.30%        | -0.93%       | -0.92%       | -0.93%       |
| <b>South East Asia</b> | <b>2.16%</b>                      | <b>0.34%</b> | <b>1.61%</b> | <b>2.13%</b> | <b>2.37%</b> | <b>0.61%</b> | <b>1.49%</b> |
| Cambodia               | -6.14%                            | 2.27%        | -0.66%       | 0.54%        | -5.75%       | 1.96%        | -1.89%       |
| Indonesia              | 3.95%                             | -0.78%       | 3.08%        | 2.41%        | 4.43%        | -0.39%       | 2.02%        |
| Laos                   | 1.74%                             | 1.95%        | -0.01%       | 3.43%        | 1.20%        | 2.52%        | 1.86%        |
| Malaysia               | 2.95%                             | 0.67%        | 3.80%        | 3.70%        | 3.62%        | 1.39%        | 2.51%        |
| Philippines            | 1.62%                             | -1.13%       | 1.87%        | 3.29%        | 1.89%        | -0.30%       | 0.79%        |
| Thailand               | 1.61%                             | 1.04%        | -0.76%       | 1.26%        | 1.18%        | 1.08%        | 1.13%        |
| Vietnam                | -0.52%                            | 3.94%        | 0.22%        | 0.76%        | -0.37%       | 3.26%        | 1.45%        |
| <b>East Asia</b>       | <b>1.39%</b>                      | <b>3.49%</b> | <b>2.56%</b> | <b>6.52%</b> | <b>1.75%</b> | <b>4.70%</b> | <b>3.22%</b> |
| China                  | 1.39%                             | 3.63%        | 2.58%        | 6.59%        | 1.76%        | 4.76%        | 3.26%        |
| Mongolia               | 0.37%                             | -9.48%       | 1.09%        | -0.02%       | 0.31%        | -0.54%       | -0.12%       |
| <b>Average rate</b>    | <b>1.71%</b>                      | <b>2.02%</b> | <b>2.20%</b> | <b>3.45%</b> | <b>1.92%</b> | <b>2.50%</b> | <b>2.21%</b> |

The TFP results obtained are also similar to those calculated for Asian countries such as India (Evenson, Pray & Rosegrant, 1999), Thailand (Krasachat, 2002), Malaysia (Shamsudim, Rhadam & Abdlatif, 1999) and Vietnam (Ngoc Que & Goletti, 2001).



TFP rates for Asian economies over the 1961-2001 period are higher than observed in Latin America. This is primarily because of the excellent TFP performance of China. The South Asia economies had TFP performance similar to the Southern Cone countries in Latin America. TFP performance varied by period. The Middle East had an excellent performance in the 1961-80 period, but a poor performance in the 1981-2001 period. The same was true for Southeast Asian countries.

Seven countries (Afghanistan, Iraq, Bangladesh, Sri Lanka, Cambodia, the Philippines and Mongolia) had TFP growth rates below one percent. All were subject to civil strife. Figure 2 depicts sub-regional TFP growth rates.



## AFRICA

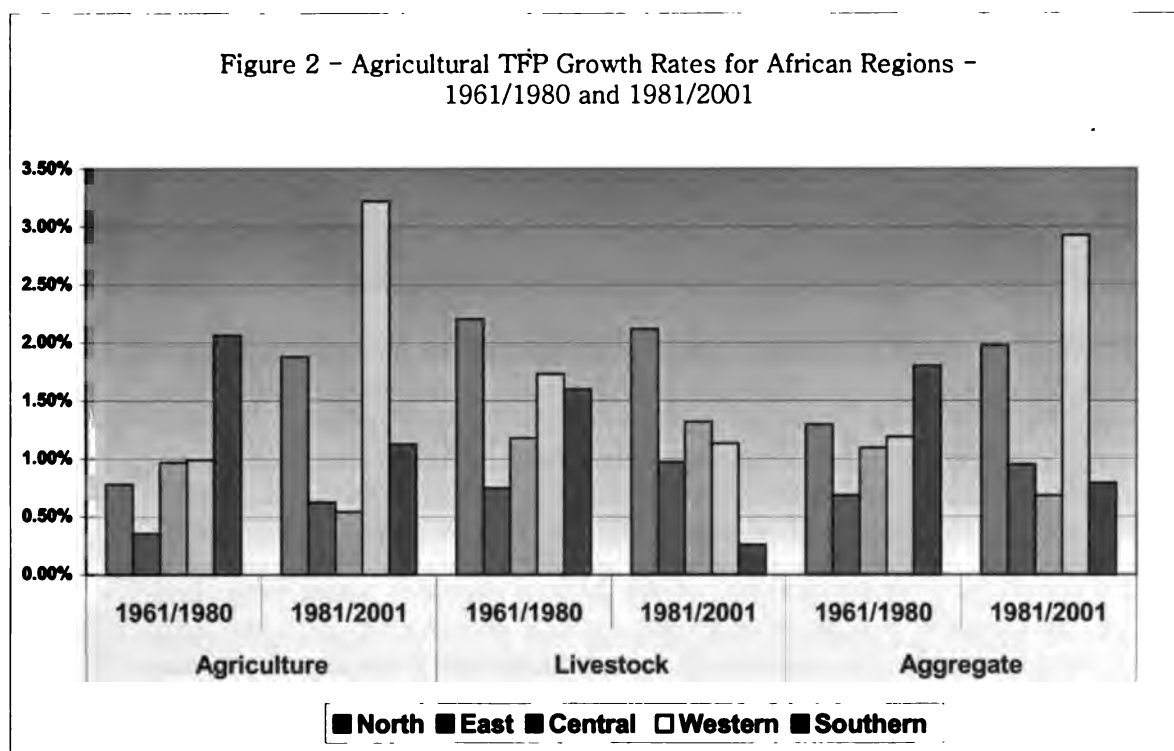
The agricultural productivity TFP growth rates for five African sub-regions are presented in the Table 3.

Table 3 - TFP Index Growth Rates for Africa - 1961/80 and 1981/2001

| Regions and Countries | Agricultural TFP Growth Rates - % |              |              |              |              |              |              |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                       | Crops                             |              | Livestock    |              | Aggregate    |              | Average      |
|                       | 1961/80                           | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      |              |
| <b>North</b>          | <b>0.78%</b>                      | <b>1.88%</b> | <b>2.20%</b> | <b>2.12%</b> | <b>1.29%</b> | <b>1.98%</b> | <b>1.63%</b> |
| Algeria               | -1.76%                            | 2.86%        | 4.08%        | 2.49%        | 0.27%        | 2.69%        | 1.48%        |
| Egypt                 | 1.26%                             | 3.07%        | 1.54%        | 2.89%        | 1.33%        | 3.03%        | 2.18%        |
| Libya                 | 5.86%                             | 1.31%        | 3.15%        | -0.38%       | 5.13%        | 0.76%        | 2.95%        |
| Morocco               | 0.64%                             | 0.83%        | 0.36%        | 1.56%        | 0.56%        | 1.10%        | 0.83%        |
| Tunisia               | 2.40%                             | 1.84%        | 2.29%        | 3.21%        | 2.37%        | 2.40%        | 2.39%        |
| <b>East</b>           | <b>0.35%</b>                      | <b>0.62%</b> | <b>0.75%</b> | <b>0.97%</b> | <b>0.68%</b> | <b>0.95%</b> | <b>0.82%</b> |
| Ethiopia              | 0.14%                             | 1.95%        | -0.37%       | 0.74%        | -0.06%       | 1.52%        | 0.73%        |
| Sudan                 | 1.47%                             | 0.75%        | 1.31%        | 1.24%        | 1.38%        | 1.07%        | 1.22%        |
| Uganda                | -0.09%                            | 0.53%        | 1.76%        | 1.43%        | 0.26%        | 0.67%        | 0.46%        |
| Kenya                 | 1.96%                             | -0.16%       | 1.64%        | 1.09%        | 1.80%        | 0.50%        | 1.15%        |
| Madagascar            | 0.29%                             | -0.92%       | 0.62%        | 0.59%        | 0.41%        | -0.37%       | 0.02%        |
| <b>Central</b>        | <b>0.97%</b>                      | <b>0.54%</b> | <b>1.18%</b> | <b>1.32%</b> | <b>1.09%</b> | <b>0.68%</b> | <b>0.89%</b> |
| Cameron               | 2.09%                             | 1.74%        | 2.50%        | 1.80%        | 2.17%        | 1.75%        | 1.96%        |
| Chad                  | -1.41%                            | 3.85%        | 0.84%        | 2.48%        | -0.26%       | 3.39%        | 1.56%        |
| Dem. Rep. Congo       | 0.85%                             | -1.41%       | -0.56%       | 0.32%        | 0.52%        | -1.00%       | -0.24%       |
| Rep. Congo            | -0.87%                            | -0.41%       | 1.83%        | 1.12%        | -0.24%       | -0.05%       | -0.14%       |
| Rep. Central Africa   | 1.42%                             | 0.76%        | 2.98%        | 2.36%        | 1.78%        | 1.14%        | 1.46%        |
| Rwanda                | 1.54%                             | -3.57%       | 3.90%        | -0.14%       | 1.76%        | -3.18%       | -0.71%       |
| <b>Western</b>        | <b>0.99%</b>                      | <b>3.22%</b> | <b>1.73%</b> | <b>1.13%</b> | <b>1.19%</b> | <b>2.93%</b> | <b>2.06%</b> |
| Benin                 | 0.51%                             | 5.25%        | 3.50%        | 1.99%        | 1.25%        | 4.68%        | 2.96%        |
| Guinea                | 0.51%                             | 2.56%        | 1.05%        | 2.63%        | 0.63%        | 2.58%        | 1.60%        |
| Ghana                 | -1.34%                            | 4.32%        | 2.31%        | -0.14%       | -0.84%       | 3.93%        | 1.54%        |
| Togo                  | -0.15%                            | 2.82%        | 1.09%        | 2.14%        | 0.16%        | 2.70%        | 1.43%        |
| Mauritania            | -0.56%                            | 5.67%        | 0.69%        | 1.33%        | -0.25%       | 4.90%        | 2.32%        |
| Niger                 | -2.27%                            | 1.13%        | 0.73%        | 1.62%        | -1.13%       | 1.30%        | 0.09%        |
| Burkina Faso          | 0.35%                             | 2.42%        | -0.89%       | 3.49%        | -0.02%       | 2.73%        | 1.35%        |
| Ivory Coast           | 1.85%                             | 0.62%        | 2.81%        | 0.82%        | 1.91%        | 0.63%        | 1.27%        |
| Mali                  | 1.47%                             | -2.99%       | 3.14%        | 0.35%        | 2.45%        | -1.45%       | 0.50%        |
| Nigeria               | 1.83%                             | 4.31%        | 1.58%        | 0.94%        | 1.76%        | 3.75%        | 2.75%        |
| Senegal               | -1.52%                            | 4.98%        | 3.98%        | 0.65%        | 0.19%        | 3.46%        | 1.83%        |
| Sierra Leone          | -1.71%                            | 0.34%        | 1.37%        | 3.58%        | -0.95%       | 0.91%        | -0.02%       |

|                     |              |              |              |              |              |              |              |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Southern</b>     | <b>2.06%</b> | <b>1.12%</b> | <b>1.60%</b> | <b>0.26%</b> | <b>1.80%</b> | <b>0.79%</b> | <b>1.30%</b> |
| Angola              | 1.03%        | 0.82%        | -0.05%       | -1.08%       | 0.66%        | 0.23%        | 0.44%        |
| Botswana            | -3.90%       | 2.13%        | 0.78%        | 0.65%        | -2.25%       | 1.58%        | -0.34%       |
| Malawi              | 0.64%        | -1.21%       | -0.29%       | -1.50%       | 0.54%        | -1.24%       | -0.35%       |
| Mozambique          | 1.56%        | 1.07%        | 4.07%        | 0.87%        | 1.92%        | 1.04%        | 1.48%        |
| Zimbabwe            | -1.75%       | -0.06%       | 0.40%        | -1.19%       | -1.16%       | -0.40%       | -0.78%       |
| South Africa        | 4.11%        | 2.74%        | 3.05%        | 1.91%        | 3.61%        | 2.32%        | 2.96%        |
| Zambia              | 1.95%        | -0.28%       | -0.42%       | -1.41%       | 1.12%        | -0.70%       | 0.21%        |
| Namibia             | 2.00%        | 0.56%        | 3.81%        | 2.21%        | 2.64%        | 1.18%        | 1.91%        |
| Tanzania            | -0.59%       | -0.40%       | -0.55%       | -1.23%       | -0.58%       | -0.63%       | -0.61%       |
| <b>Average rate</b> | <b>1.03%</b> | <b>1.74%</b> | <b>1.49%</b> | <b>1.09%</b> | <b>1.20%</b> | <b>1.68%</b> | <b>1.44%</b> |

For the 1961-2001 period, African TFP performance is lower than Asian and Latin American performance. Two regions, East and Central Africa had TFP growth rates below one percent. Twenty of the thirty seven countries in Africa failed to produce TFP growth of one percent. Twenty of the thirty two countries in Sub-Saharan Africa failed to produce TFP growth of one percent.



For Africa as a region, crop and livestock TFP rates were similar. TFP performance was better in the 1981-2001 period, particularly in North Africa and West Africa. Figure 3 shows African TFP growth by region.

The average TFP indexes growth for all three world regions for agriculture, livestock and aggregate are presented in Figure 4. A synthesis of the results obtained for all the regions are presented in Table 4, classified by range.

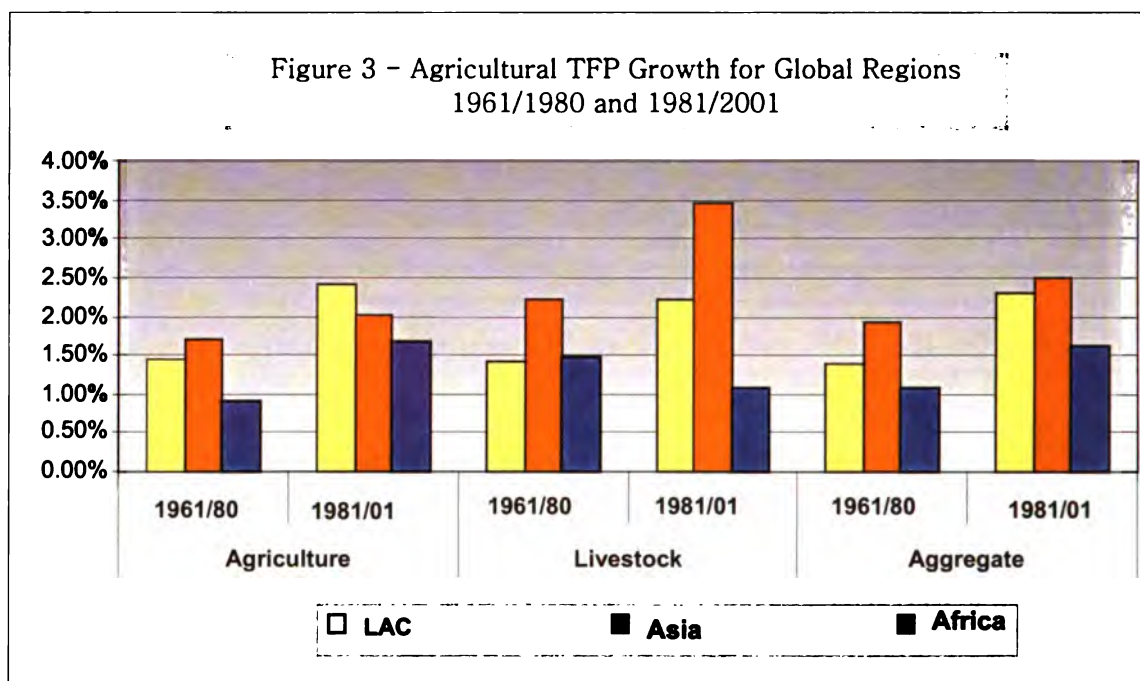


Table 4 - Regional Aggregate TFP Calculations classified by ranges

| Regions | 0% > TFP | 0% < TFP < 1% | 1% < TFP < 2% | TFP + 2% | Total |
|---------|----------|---------------|---------------|----------|-------|
| LAC     | -        | 3             | 14            | 3        | 20    |
| Asia    | 3        | 4             | 8             | 6        | 21    |
| Africa  | 8        | 8             | 14            | 7        | 37    |
| Total   | 11       | 15            | 36            | 16       | 78    |

Table 4 shows the poor performance of the African countries where more than 20% of the countries had negative growth in TFP and another 20% had TFP growth rates below 1%. The countries in Asia demonstrated the best performance (30% of the countries have TFP with more than 2%). In the aggregate Latin America and Caribbean countries also had a good performance with no negative TFP rates and more than 85% of the countries with TFP growth rates above 1%.

## 4

### DEFINING TECHNOLOGICAL CAPITAL

---

**A**t least three distinctive types of human resource capital have been used in the context of understanding agricultural TFP performance of developing countries:

**Human Capital** is a term that has been in use for many years. It is generally measured in years of schooling attained by workers in the labor force.

**Social Capital** is a term introduced more recently to capture social relationships in communities and countries. The measurement of social capital is not standardized, but must measure it in terms of organization, membership and participation.

**Technological Capital** is a term in limited use to describe the capacity of a region or country to invent new technology and to innovate or commercialize that technology (we will call this Innovation Capital). It is also used to describe the capacity to “master” technology produced outside the region or country (we will call this capacity, Imitation Capital).

For the agricultural sector, it is well known that crop varieties developed by international Agricultural Research Centers (IARCs) and National Agricultural Research System (NARS) plant breeding programs have a high degree of “location specificity”. The field performance of a crop variety depends of soil, climate and market conditions. The “Green Revolution” modern crop varieties (MVs), for example, showed a high degree of sensitivity to soil and climate conditions. IARC-crossed MVs were typically released in several countries served by IARC mandates. NARS-crossed MVs, on the other hand, had limited value outside the region for which they were targeted (Evenson and Gollin, 2000 report that only 6 percent of NARS-crossed rice MVs were released in a second country. IRRI-crossed rice varieties were typically released in several Asian countries, but had little adoption in Latin America and Africa.

Yet, it remains the case that many development programs in agriculture are designed to achieve TFP based cost reductions through technology mastery or Imitation Capital. Agricultural extension programs, in particular, are not designed to produce innovations. They are designed to facilitate improved mastery of technology already available to farmers.

For industrial technology, most observers see low degrees of location specificity, except for two classes of industrial products. The first class is linked to the location specificity of agricultural products and to institutions. In poor rural economies with limited institutional and market development, there may be little demand for industrial goods. This limited demand may mean that incentives for technology mastery are limited. The second class of products with location specificity is products developed to save labor in high wage economies. These products have little or no demand in low wage economies. But they do have international markets. It is, however, one of the major puzzles of development experience that few, if any countries have achieved Imitation Capital led growth in industry until after achieving Innovation Capital led growth in agriculture. This is partly explained by the two classes of location linked demand, but a considerable part of the explanation appears to simply be a lack of investment in technology mastery in industry.

For purpose of this exercise, we define two indexes, an Innovation Capital Index and an Imitation Capital Index. The Innovation Capital index is based on data for investments in Agricultural Research and Industrial Research. Three classes for agricultural research investments are defined for two periods, 1961-1980 and 1981-2001. Data, from ISNAR, are expressed in terms of Agricultural Scientists/Cropped Area. The three classes are:

1. Agricultural Scientists/Cropland    LT .02
2. Agricultural Scientists/Cropland    .02 to .04
3. Agricultural Scientists/Cropland    .04 and higher

For Industrial R&D, we use UNESCO-World Bank data on R&D/GDP to define three classes:

1. R&D/GDP    LT .003
2. R&D/GDP    .003 to .005
3. R&D/GDP    GT .005

The Imitation Capital Index is also based on two components, schooling of the working population (males) and extension worker/cropland ratios. The classes for worker schooling are:

1. LT 4 years
2. 4 to 6 years
3. GT 6 years

The classes for extension worker/cropland ratios are:

1. LT .06
2. .06 - .4
3. GT .4

For the Innovation Capital Index, the sum of the Agricultural Scientist class and the Industrial R&D class defines the index in each period. For the Imitation Capital Index, the sum of the Schooling class and the Extension Worker class defines the index in each period. Figure 5 reports country classifications by Innovation Class for the two periods 1961-1980 and 1981-2001 (class 22 indicates that the country was in innovation class 2 in both periods). Imitation classes are shown in parentheses for the two periods.

Figure 4 - Innovation-Imitation Classes 1970 (first digit) 1990 (second digit)-  
Imitation Classes in Parentheses

| Innov 22                     | Innov 23          | Innov 24         | Innov 32        | Innov 33           | Innov 34          | Innov 44          |
|------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Afghanistan (22)             | Benin (34)        | Mali (34)        | Sudan (22)      | Cameroon (45)      | Algeria (34)      | Botswana (45)     |
| Angola (22)                  | Burkina Faso (44) |                  |                 | Dominican Rep (45) | Bangladesh (34)   | Colombia (46)     |
| Cambodia (22)                | Guinea (33)       |                  |                 | Haiti (23)         | Ecuador (45)      | Egypt (35)        |
| Central African Republic(44) | Mauritania (33)   |                  |                 | Honduras (34)      | Ghana (35)        | Gambia (33)       |
| Chad (33)                    | Morocco (44)      |                  |                 | Laos (33)          | Guyana (44)       | Iraq (33)         |
| Dem Rep Congo (23)           | Nicaragua (34)    |                  |                 | Lybia (44)         | Malawi (44)       | Jamaica (35)      |
| Ethiopia (23)                | Niger (33)        |                  |                 | Mongolia (44)      | Panama (56)       | Kenya (55)        |
| Mozambique (22)              | Rwanda (44)       |                  |                 | Nepal (34)         | Paraguay (44)     | Saudi Arabia (44) |
| Namibia (22)                 | Yemen (23)        |                  |                 | Nigeria (34)       | Senegal (33)      | Sierra Leone (44) |
|                              |                   |                  |                 | Togo (23)          | SriLanka (56)     | Uruguay (45)      |
|                              |                   |                  |                 | Tunisia (34)       | Syria (35)        |                   |
|                              |                   |                  |                 | Vietnam (33)       | Tanzania (34)     |                   |
|                              |                   |                  |                 | Zambia (44)        | Venezuela (45)    |                   |
|                              |                   |                  |                 |                    | Zimbabwe(45)      |                   |
| Innov 45                     | Innov 46          | Innov 43         | Innov 55        | Innov 56           | Innov 66          |                   |
| Bolivia (33)                 | Mexico (45)       | Ivory Coast (44) | Argentina (44)  | Chile (45)         | Brazil (46)       |                   |
| Costa Rica (44)              | Pakistan (45)     | Madagascar (44)  | Mauritius (56)  | El Salvador (35)   | China (56)        |                   |
| Guatemala (34)               |                   |                  | Philippines(66) | India (35)         | South Africa (56) |                   |
| Indonesia (45)               |                   |                  |                 |                    |                   |                   |
| Iran (34)                    |                   |                  |                 |                    |                   |                   |
| Malaysia (55)                |                   |                  |                 |                    |                   |                   |
| Peru (46)                    |                   |                  |                 |                    |                   |                   |
| Thailand (46)                |                   |                  |                 |                    |                   |                   |
| Turkey (46)                  |                   |                  |                 |                    |                   |                   |
| Uganda (34)                  |                   |                  |                 |                    |                   |                   |

The eight countries in Innovation class 22 have effectively been without Innovation Capital over the 1961-2001 period. Five of these countries have also been without Imitation Capital. Seven are African countries. All have been in civil conflict. All are mass poverty countries.

The nine countries in Innovation Class 23 have invested in sufficient agricultural research to bring them into class 3 in the 1981-2001 period. None have invested in industrial R&D. Most have some Imitation Capital. All of these countries are in Africa. One country, Mali, has moved two Innovation Capital Classes and one, Sudan, has experienced retrogression from Innovation Class 3 to Innovation Class 2. All countries in Innovation Classes 22, 23, 24 and 32 inherited virtually nothing in the way of Innovation Capital from their colonial Mother Countries. None have industrial competitiveness. Some have Imitation Capital – but much of this is based on NGO extension programs. Innovation Class 33 has 12 members. Innovation Class 34 has 14 members.

Most of these countries have higher Imitation Capital than Innovation Capital. This reflects the widespread view that Imitation Capital is less costly than Innovation Capital. But only 4 of the 26 countries in Innovation Capital Classes 33 and 34 (Cameroon, Zambia, Ghana and Venezuela) report significant investment in industrial R&D. All others moved from Innovation Capital Class 2 to 3 or 3 to 4 by strengthening agricultural research programs.

Of the 26 countries in Innovation Capital Class 33 and 34, seven are Latin American countries and seven are Asian countries. Twenty four countries were in Innovation Class 4 in the first period. Of these, twelve increased their Innovation Capital and two decreased their Innovation Capital. Those countries remaining in Class 44 invested little in industrial R&D (only Kenya and Egypt report significant industrial R&D). All countries achieving improvements, achieved it by investing in industrial R&D as did all countries in Innovation Class 55, 56 and 66. Thus, of the 82 countries classified in Figure 5, only 25 had significant investment in Industrial R&D.

Nine countries began in Innovation Capital classes 5 and 6. And all have achieved impressive economic growth over the 1961-2001 period.



# 5

## CHANGES IN TECHNOLOGICAL CAPITAL

---

**F**rom the first to the second period, the Innovation Class declined for four countries, was unchanged for 36, improved by one class for 36 and by two classes for 3. For Imitation Classes, 36 countries remained unchanged, 32 increased by one class and 11 countries realized improvements of two classes.

Was improvement in Innovation Class closely related to improvements in Imitation Class? Was improvement related to the first period Imitation and Innovation Class levels?

In addition to the Imitation and Innovation Classes, there are two other indicator variables available for two periods. One of these is the index of Industrial Competitiveness constructed by the United Nations Industrial Development Office (UNIDO). The second is a ranking of an important institutional index, the Patent Effectiveness indicator of Park and Ginnarte.

Table 5 reports Tobit estimates of changes in each of the four indexes as they relate to period 1 levels of the four indexes.

Table 5 – Tobit Estimates: Technology Capital Improvements from Period 1 to Period 2

|                      | Agricultural Imitation |                 | Agricultural Innovation |                 | Industrial Competitive Patent Rights |                 |
|----------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
|                      | (1)                    | (2)             | (1)                     | (2)             | (2)                                  | (2)             |
| Periods              |                        |                 |                         |                 |                                      |                 |
| Agr. Imitation       | -.862<br>(4.17)        | -.871<br>(2.71) | -.153<br>(1.56)         | -.116<br>(.81)  | .04<br>(4.23)                        | .204<br>(2.54)  |
| Agr. Innovation      | .688<br>(4.47)         | .631<br>(2.43)  | -.154<br>(2.03)         | -.217<br>(1.87) | -.002<br>(.26)                       | -.063<br>(.96)  |
| Ind. Competitiveness |                        | -.336<br>(.07)  |                         | -.338<br>(.15)  | -.047<br>(.29)                       | 8.091<br>(5.73) |
| Patent Rights        |                        | -.329<br>(1.26) |                         | -.069<br>(.43)  | -.006<br>(.60)                       | -.380<br>(4.22) |
| Constant             | 1.309<br>(2.22)        | 2.506<br>(1.98) | 1.835<br>(5.46)         | 2.319<br>(3.31) | -.094<br>(2.03)                      | .201<br>(.51)   |
| #obs                 | 77                     | 47              | 77                      | 47              | 47                                   | 47              |
| Prob> Chi2           | .0000                  | .0003           | .004                    | .1192           | .0016                                | .0000           |
| Pseudo-R2            | .1090                  | .1464           | .0605                   | .0514           | -.1818                               | .3438           |

*Competitiveness or patent rights.*

*Agricultural Innovation improvements are not closely related to levels of other indexes.*

*Industrial Competitiveness improvements and patent rights are related to Agricultural Imitation levels. This appears to be primarily a schooling effect.*

These estimates indicate the following: Improvements in all indexes, except patent rights, are subject to diminishing returns. High period 1 values are associated with lower improvement values. Agricultural Imitation improvements are associated with high levels of Agricultural Innovation capacity but not to high levels of Industrial competitiveness on patent rights. Agricultural Innovation improvements are not closely related to levels of other indexes. Industrial competitiveness improvements and patent rights are related to Agricultural Imitation levels. This appears to be primarily a schooling effect.

# 6

## TFP GROWTH, CEREAL YIELDS, FERTILIZER CONSUMPTION, VALUE ADDED PER WORKER, GROWTH IN GDP PER CAPITA AND TECHNOLOGICAL CAPITAL

Is Technological Capital related to aggregate TFP growth and related indicators? Table 6 provides tabulations for both Innovation and Imitation Capital and TFP growth, cereal yields, modern variety adoption, fertilizer consumption, value added per worker and GDP per capita growth.

Table 6: Innovation–Imitation Capital, TFP Growth and Other Indicators

| Indicators by Innovation Capital Class |                      |                               |                       |                             |                             |                       |
|--|----------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Innovation Capital Class               | Aggregate TFP Growth | Modern Varieties Adoption (%) | Cereal Yields (kg/ha) | Fertilizer per hectare (kg) | Value Added per worker (\$) | GDP Growth per capita |
| 2                                      | .93                  | 13                            | 880                   | 7.3                         | 409                         | 1.11                  |
| 3                                      | 1.61                 | 31                            | 1858                  | 77.3                        | 956                         | 1.23                  |
| 4                                      | 1.92                 | 44                            | 2516                  | 108.6                       | 1651                        | 1.65                  |
| 5+6                                    | 2.60                 | 68                            | 3167                  | 159.2                       | 1456                        | 2.59                  |
| Indicators by Imitation Capital Class  |                      |                               |                       |                             |                             |                       |
| Imitation Capital Class                | Aggregate TFP Growth | Modern Varieties Adoption (%) | Cereal Yields (kg/ha) | Fertilizer per hectare (kg) | Value Added per worker (\$) | GDP Growth per capita |
| 2                                      | .96                  | 12                            | 848                   | 34.4                        | 378                         | 1.19                  |
| 3                                      | 1.66                 | 34                            | 1679                  | 67.3                        | 486                         | 1.24                  |
| 4                                      | 1.57                 | 44                            | 2028                  | 61.0                        | 2916                        | 1.64                  |
| 5+6                                    | 2.82                 | 72                            | 3497                  | 189.2                       | 1128                        | 2.74                  |

Clearly all indicators are related to both Innovation and Imitation Classes. Consider the Innovation Class indicators. Aggregate TFP growth is clearly related to Innovation Class. The adoption of green revolution modern crop varieties is as well. Cereal yields are 3.6 times as high in Innovation class 5 and 6 as in class 2. Fertilizer usage is 21 times as high. Value added per worker is 3 to 4 times as high and GDP per capita growth is 2.4 times as high.

The same comparisons hold for the Imitation Class indexes (with a little less consistency in pattern). This is to be expected since the two indexes are highly correlated. Can we distinguish between the two indexes? This is important because many policy makers suggest that developing countries do not really need to innovate. They need to imitate – and imitation is less costly than innovation. Others argue that innovation is necessary in agriculture because crop varieties have a high degree of location specificity.

We report an exercise designed to begin to test the proposition that for a given Innovation Class, higher Imitation investments produce higher TFP growth. We do this by defining Innovation-Imitation Classes. We compare Innovation-Imitation Classes with similar or lower Imitation Classes against Innovation-Imitation Classes where the Imitation Class is higher (for Innovation Class 2, 3 and 4. We combine Innovation-Imitation Classes 5 and 6. The comparison groups for this exercise are:

- D22: lowest Innovation and Imitation Classes
- D23+D24: Innovation Class 2 (higher Imitation Classes)
- D32+D33: Innovation Class 3 (including lower and equal Imitation Classes)
- D34+D35: Imitation Class 3 (higher Imitation Class)
- D43+D44: Innovation Class 4 (including lower and equal Imitation Classes)
- D45+D46: Innovation Class 4 (higher Imitation Classes)
- D55+D56+D66: Innovation Classes 5 and 6 (higher Imitation Classes)
- D53+D54+D64+D65: Innovation Classes 5 and 6 (lower Imitation Classes)

These Innovation x Imitation Classes are designed to determine whether higher Imitation Classes, holding Innovation Classes constant, add to TFP growth. A second set of Innovation x Imitation Classes was designed to determine whether higher Innovation Classes, holding Imitation Classes constant, add to TFP growth. These were:

- D22: lowest Innovation and Imitation Classes
- D32: Imitation Class 2 (higher Innovation Class)
- D23+D33: Imitation Class 3 (equal or lower Innovation Class)
- D43+D53: Imitation Class 4 (higher Innovation Classes)
- D24+D34+D44: Imitation Class 4 (equal or lower Innovation Class)
- D54+D64: Imitation Class 4 (higher Innovation Classes)
- D55+D56+D66: Imitation Class 5 & 6 (equal or higher Innovation Classes)
- D35+D45+D56: Imitation Class 5 & 6 (lower Innovation Class)

The results reported in Table 7 are somewhat anomalous because of the 54+64 results (these affected Argentina in two periods and Brazil and Chile in one period). The estimates do show that higher Innovation Classes add roughly 35 percent to TFP growth. Higher Imitation Classes add roughly 25 percent to TFP growth.

Table 7- Imitation-Innovation Comparisons

| Innovation Advantages               |       |            | Imitation Advantages               |       |            |
|-------------------------------------|-------|------------|------------------------------------|-------|------------|
| TFP by Innovation Classes           |       |            | TFP by Imitation Classes           |       |            |
| 22                                  | .884  |            | 22                                 | .859  |            |
| 32                                  | 1.639 | +86%       | 23+24                              | 1.023 | +19%       |
| 23+33                               | 1.244 |            | 32+33                              | 1.354 |            |
| 43+53                               | 2.461 | +95%       | 34+35                              | 1.850 | +37%       |
| 24+34+44                            | 1.498 |            | 43+44                              | 1.928 |            |
| 54+64                               | -.112 | -107%      | 45+46                              | 1.921 | -.4%       |
| 55+56+66                            | 4.277 |            | 55+56+66                           | 3.450 |            |
| 35+45+46+56                         | 1.568 | +63%       | 53+54+64+65                        | 1.841 | +46%       |
| <b>Average Innovation Advantage</b> |       | <b>35%</b> | <b>Average Imitation Advantage</b> |       | <b>25%</b> |

# 7

## DETERMINANTS OF TFP GROWTH: A STATISTICAL DECOMPOSITION

---

The previous section of this paper showed that TFP growth was associated with Technological Capital. In this section, we refine this analysis further in a TFP decomposition framework. We consider two “adjustments” for labor quality in this section. We also consider proxy variables for general technological progress. Consider the following TFP derivation from a production function.

$$Y = A_{(t)} (LQ_L)^\alpha H^\beta K^{1-\alpha-\beta} \quad (7)$$

where: Y is aggregate production  
 $A_{(t)}$  is a shifter of the production function  
 L is unadjusted labor  
 $Q_L$  is a labor quality index  
 H is land  
 K is machine and animal capital

when transformed to TFP form, this production function yields:

$$G_{TFP} = G_Y - C_L (G_L + G_{QL}) - C_H G_H - S_K G_K - G_A \quad (8)$$

where G represents growth rates in variables.

The actual “unadjusted” TFP calculations reported in Tables 1, 2 and 3 are based on:

$$G_{TFP}^* = G_Y - C_L G_L - C_H G_H - C_K G_K \quad (9)$$

The difference is:

$$G_{TFP} - G_{TFP}^* = C_L G_{QL} + G_A \quad (10)$$

This suggests that variables measuring labor quality and the shift in A could be used to “explain” TFP growth.

We have two measures of labor quality. The first is associated with increased schooling of the work force. The second is associated with increased nutrition of the work force. Table 8 summarizes the data in two indexes. The first is the average schooling of adult males in the workforce. This variable, from the Barro-Lee database of the World Bank is not specific to agricultural workers. It is probably the case that the average schooling of agricultural workers is lower than the average schooling for all workers. But for our purposes, it is the growth rate in schooling that is important. The second index is the Dietary Energy Sufficiency (DES) index published by the FAO. This index is based on consumption data and effectively is on average calorie per capita measure. Both measures are reported by developing country region to show the diversity in changes in these indexes.

Table 8- TFP Decomposition Estimates

|                     | First Stage Instrumented Variables |                 | Second Stage Estimates |                 |
|---------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
|                     | SCGRMVA                            | DES X SHL       | GTFP(A)                | GTFP(A)*        |
| D23+D24             | 7.65<br>(1.75)                     | 14.14<br>(.66)  |                        |                 |
| D32+D33             | 18.66<br>(2.33)                    | 18.71<br>(1.12) |                        |                 |
| D34+D35             | 13.65<br>(1.78)                    | 49.60<br>(3.00) |                        |                 |
| D43+D44             | 14.37<br>(1.91)                    | 36.07<br>(2.29) |                        |                 |
| D45+D46             | 27.83<br>(3.37)                    | 21.27<br>(1.23) |                        |                 |
| D55+D56+D66         | 32.05<br>(4.30)                    | 40.40<br>(2.60) |                        |                 |
| D53+D54+D64<br>+D65 | 22.41<br>(3.03)                    | 26.59<br>(1.72) |                        |                 |
| PCTIRR              | .116<br>(2.09)                     | .200<br>(1.72)  |                        |                 |
| Region-Asia         | 8.61<br>(3.32)                     | 8.05<br>(1.49)  | -.593<br>(1.30)        | .038<br>(.11)   |
| Region-Africa       | -3.39<br>(.87)                     | 2.85<br>(.35)   | .351<br>(.63)          | .689<br>(1.25)  |
| SCGRMVA             |                                    |                 | .0628<br>(2.60)        | 1.087<br>(3.06) |
| DES X SHL           |                                    |                 | .0419<br>(2.52)        | .0374<br>(2.42) |
| GSCH X SHL          | -3.16<br>(4.16)                    |                 | .280<br>(1.90)         | .213<br>(1.82)  |
| #obs                | 154                                | 154             | 154                    | 154             |
| R-squared           | .62                                | .25             | .18                    | .18             |
| Prob>F              | .0000                              | .0000           | .0000                  | .0000           |

The measure of GA that we use is the adoption of Green Revolution Modern Crop varieties in the country, for 1961-80 period and the 1980-2000 period. This is weighted by the crop shown in total agricultural production. Two of the three variables are treated as endogenous in the TFP model. The method used to deal with this is to use instrumental variables. The implicit model then is a 3 equation model:

SCGRMVA: Instruments

DES X SHL: Instruments

$G_{TFP}(A)$ :  $W_C$ GRMVA, DES X SHL, GSCH X SHL, Reg1, Reg2

The instruments for  $W_C$ GRMVA and DES X SHL include the exogenous variables in the  $G_{TFP}(A)$  equation, Reg1, Reg2 and GSCH X SHL, plus the Innovation-Imitation dummy variables utilized in the Table 7 regressions. Table 9 reports the estimates for both the first stage instrumented variables, SCGRMVA and DES X SHL and the second stage  $G_{TFP}(A)$  equations. In the TFP decomposition estimates, we find that the adoption of Green Revolution Modern Varieties, the growth in schooling and improved nutrition all contribute significantly to TFP growth. Table 10 reports a "growth accounting" exercise attributing growth to Green Revolution MVs, increases in schooling and increases in nutrition.

Table 9- TFP Decomposition Estimates

|                     | First Stage Instrumented Variables |                 | Second Stage Estimates |                |
|---------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------|----------------|
|                     | SCGRMVA                            | DES X SHL       | $G_{TFP}(A)$           | $G_{TFP}(A)^*$ |
| D23+D24             | 7.65<br>(1.75)                     | 14.14<br>(.66)  |                        |                |
| D32+D33             | 18.66<br>(2.33)                    | 18.71<br>(1.12) |                        |                |
| D34+D35             | 13.65<br>(1.78)                    | 49.60<br>(3.00) |                        |                |
| D43+D44             | 14.37<br>(1.91)                    | 36.07<br>(2.29) |                        |                |
| D45+D46             | 27.83<br>(3.37)                    | 21.27<br>(1.23) |                        |                |
| D55+D56+D66         | 32.05<br>(4.30)                    | 40.40<br>(2.60) |                        |                |
| D53+D54+D64<br>+D65 | 22.41<br>(3.03)                    | 26.59<br>(1.72) |                        |                |
| PCTIRR              | .116<br>(2.09)                     | .200<br>(1.72)  |                        |                |
| Region-Asia         | 8.61<br>(3.32)                     | 8.05<br>(1.49)  | -.593<br>(1.30)        | .038<br>(.11)  |
| Region-Africa       | -3.39<br>(.87)                     | 2.85<br>(.35)   | .351<br>(.63)          | .689<br>(1.25) |



Table 9- TFP Decomposition Estimates (continuation)

|            | First Stage Instrumented Variables |           | Second Stage Estimates |                 |
|------------|------------------------------------|-----------|------------------------|-----------------|
|            | SCGRMVA                            | DES X SHL | GTFP(A)                | GTFP(A)*        |
| SCGRMVA    |                                    |           | .0628<br>(2.60)        | 1.087<br>(3.06) |
| DES X SHL  |                                    |           | .0419<br>(2.52)        | .0374<br>(2.42) |
| GSCH X SHL | -3.16<br>(4.16)                    |           | .280<br>(1.90)         | .213<br>(1.82)  |
| #obs       | 154                                | 154       | 154                    | 154             |
| R-squared  | .62                                | .25       | .18                    | .18             |
| Prob>F     | .0000                              | .0000     | .0000                  | .0000           |

\*These estimates define MV adoption as  $\ln[SCGRMVA/(100-SCGRMVA)]$

Table 10- Growth Accounting 1960-2000

| Region                           | Actual TFP Growth | Proportion due to:  |                     |                      |
|----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|                                  |                   | Increased Schooling | Increased Nutrition | Green Revolution MVs |
| <b>Latin America</b>             |                   |                     |                     |                      |
| Southern Cone                    | 2.24              | .19                 | .24                 | .57                  |
| Andean                           | 1.63              | .30                 | .22                 | .48                  |
| Central America                  | 1.72              | .35                 | .19                 | .46                  |
| Caribbean                        | 1.58              | .39                 | .26                 | .35                  |
| <b>Middle East- North Africa</b> |                   |                     |                     |                      |
| Middle East                      | 1.63              | .19                 | .23                 | .58                  |
| North Africa                     | 2.29              | .28                 | .20                 | .52                  |
| <b>Asia</b>                      |                   |                     |                     |                      |
| South Asia                       | 1.96              | .22                 | .14                 | .64                  |
| Southeast Asia                   | 1.05              | .17                 | .21                 | .62                  |
| East Asia                        | 3.24              | .13                 | .33                 | .54                  |
| <b>Sub-Saharan Africa</b>        |                   |                     |                     |                      |
| East Africa                      | .78               | .51                 | .02                 | .47                  |
| Central Africa                   | .87               | .62                 | .00                 | .38                  |
| West Africa                      | 2.05              | .29                 | .35                 | .36                  |
| Southern Africa                  | 1.29              | .39                 | .03                 | .58                  |

# 8

## POLICY IMPLICATIONS

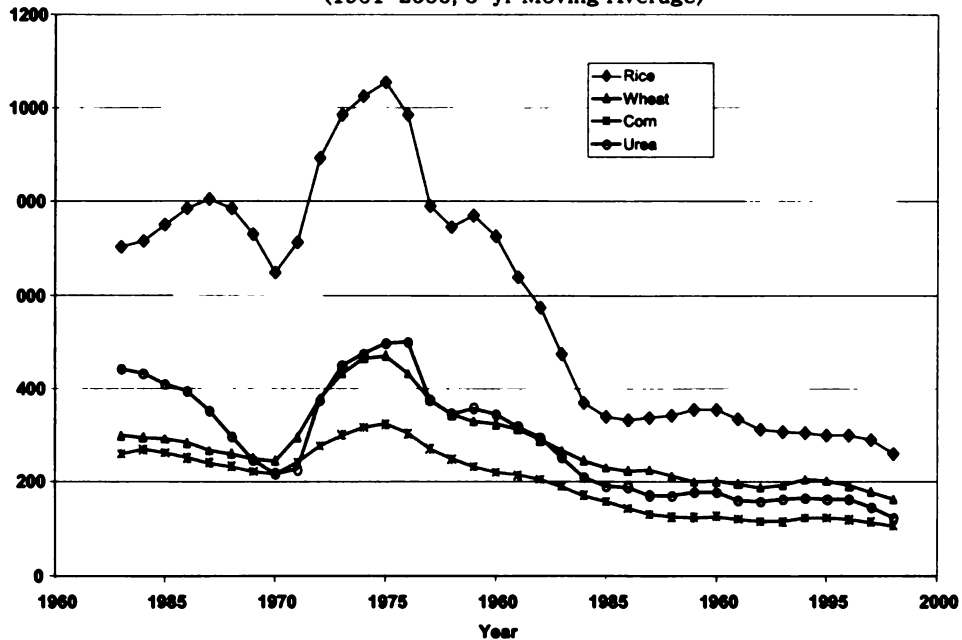
---

**I**n this paper, we develop estimates of growth in Total Factor Productivity for 2 periods, for crop production, livestock production and aggregate production. These growth rates bear the interpretation of rates of cost reduction at constant factor prices.

While these growth rates are subject to errors of measurement, they are broadly consistent with our understanding of productivity growth. Highest TFP growth rates were achieved in East Asia, followed by South Asia and the Southern Cone countries in Latin America. Lowest TFP growth rates were in East and Central Africa.

International prices for agricultural commodities have been declining in real terms over most of the second half of the 20<sup>th</sup> century (Figure 6). All OECD countries have realized more rapid TFP gains for the agricultural production sector than for the rest of the economy. These differences average about one percent per year. Developing countries have realized Green Revolution gains at different rates. Many developing countries with slow TFP growth have realized few Green Revolution gains. Others have realized high Green Revolution gains.

Figure 5 – Real World Prices For Rice, Wheat, Corn and Urea (1961-2000, 5-yr Moving Average)



Countries with low TFP gains in agriculture have fared poorly in a world where they are delivered falling real prices in an increasingly globalized economy. Two Technological Capital Indicators were developed. The Imitation indicator was based on extension programs and on schooling levels. The Innovation indicator was based on investments in agricultural research, largely in the public sector, and industrial R&D, largely in the private sector.

Perhaps the dominant message of this paper is that TFP performance is strongly related to Technological Capital. These relationships (Table 6) show that countries with minimal Innovation or Imitation Capital (figure 5) are “trapped” in a price-cost squeeze. Real prices are falling more rapidly than costs are falling.

Countries with minimal Technological Capital have cereal yields that are only one fourth the yields of countries with Technological Capital. They use only 5 percent as much fertilizer per hectare. They have low levels of adoption of Green Revolution modern varieties. Value added per agricultural worker is one quarter that of countries with Technological Capital. Growth rates in GDP per capita, while positive are only one third those of countries with Technological Capital.

An effort to distinguish between the importance of Innovation and Imitation Capital was made. It is difficult to establish this because the two indexes are highly correlated. It does appear that higher Innovation Capital, given Imitation Capital, contributes more to TFP growth than higher Imitation Capital, given Innovation Capital.

This paper also reports a TFP decomposition exercise. This exercise identified the adoption of Green Revolution modern varieties, increases in schooling of the labor force, and increases in dietary energy as sources of TFP growth.

As noted above, however, the major conclusion of this paper is that Technological Capital is required for TFP and cost reduction growth. And this means investment in agricultural research systems. It also means investment in industrial R&D as well as in private and public extension systems and in the schooling of farmers.

Investments in Technological Capital require long term commitments to investments by national governments and by aid agencies. These investments are typically not made by NGOs. Many aid agencies have backed away from long term (20-30 or 40 year) Technological Capital development programs. Tragically, many countries in Africa today are not receiving national government support to build the Technological Capital that is their only escape route from mass poverty.

## REFERENCES

- AVILA, A F.D. & EVENSON. R.E. Total Factor Productivity Growth in Brazilian Agriculture and the Role of Agricultural Research. **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**. (Vol. I), Curitiba, 31/07 a 03/08/95. pp. 631-657, 1995.
- EVENSON, R.E. & KISLEV, Y. **Agricultural Research and Productivity**. Yale University Press, New Haven and London, 1975.
- EVENSON, R.E. **Agricultural Research and Intellectual Property Rights**. Yale University, 2003 (forthcoming).
- EVENSON, R.E.; PRAY, C. E. & ROSEGRANT, M. W. **Agricultural Research and Productivity Growth in India**. IFPRI. Washington. 1999. (Research Report, 109).
- GASQUEZ, J.G. & CONCEIÇÃO, J.C.P.R. Transformações Estruturais da Agricultura e Produtividade Total dos Fatores. In: **Transformações da Agricultura e Políticas Públicas**. IPEA. Brasília, 2001.
- HUFFMAN, W.E. & EVENSON, R.E. **Science for Agriculture: A long term perspective**. Iowa University Press, Ames, Iowa, 1993.
- KRASACHAT, W. **Deforestation and Productivity Growth in Thai Agriculture**. Paper presented in the International Symposium on Sustaining Food Security and Managing Natural resources in South East Asia. Challenges for the 21's century. Chiang Mai, Thailand, January 2002.
- LEMA, D. & PARELLADA, G. **Productivity and Competitive Advantage of the Argentinean Agriculture**. INTA. Instituto de Economia y Sociología. Buenos Aires. 2000.
- MADRID-ARIS, M. Growth and Technological Change in Cuba. In: **Cuba in Transition**. ACSE, 1997.
- NGOC QE, N. & GOLETTI, F. **Explaining Agricultural Growth in Vietnam**. Agrifood Consulting International, June 2001.
- NIN, A., C. ARNDT, T.W. HERTEL & P.V. PRECKEL. Bridging the Gap between Partial and Total Factor Productivity Measures Using Directional Distance Functions. **American Journal of Agricultural Economics**. 2003 (Forthcoming).
- PIESE,J.; LUSIGE, A.; SUHARIHANTO, Q & THIRTLE, C. **Multi-factor Agricultural Productivity and Convergence in Botswana, 1981-96**. Oxford Policy Management. 2001.
- PRASADA RAO, D.S. & COELLI, T.J. **Catch-up and Convergence in Global Agricultural Productivity**. Brisbane. Center for Efficiency and Productivity Analysis. University of Queensland. 24p. 2003. (unpublished).

ROMANO, L.O. Productividad Agropecuaria: Evolución, Estado Actual y Tendencias Futuras. ICA, División Planeación Estratégica. **Boletín Técnico**. pp.7-27, 1993.

SHAMSUDIN, M.N.; RADAM, A. & ABDLATIF, I. **Productivity in the Malaysian Agriculture Sector**. Paper presented at the "Seminar On Repositioning The Agriculture Industry In The Next Millennium", 13-14 July 1999, UPM Department of Agribusiness and Information System, Faculty of Agriculture, UPM.

WEIBE, K.D.; SOULE, M.J. & SCIMMELPFENNING, D.E. Agricultural Productivity for Sustainable Food Security in Sub-Saharan Africa. In: Zepeda, L. (ed.) **Agricultural Investments and Productivity in Developing Countries**. University of Wisconsin-Madison and FAO, 2001 (FAO Economic and Social Development, Paper 148).

## APPENDIX

### APPENDIX 1 - OUTPUT GROWTH RATES

Table 1a - Latin America and Caribbean - Growth Rates on Agricultural Production - 1962/81 and 1981/2001

| Regions/Countries             | Agricultural Output Growth Rates - % (*) |               |              |              |              |               |
|-------------------------------|--|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                               | Crops                                    |               | Livestock    |              | Aggregate    |               |
|                               | 1961/1980                                | 1981/2001     | 1961/1980    | 1981/2001    | 1961/1980    | 1981/2001     |
| <b><i>Southern Cone</i></b>   | <b>2,79%</b>                             | <b>2,98%</b>  | <b>1,74%</b> | <b>2,95%</b> | <b>2,16%</b> | <b>2,80%</b>  |
| Argentina                     | 2,86%                                    | 4,43%         | 1,24%        | 0,92%        | 1,86%        | 2,18%         |
| Brazil                        | 3,20%                                    | 3,60%         | 4,28%        | 4,58%        | 3,72%        | 3,41%         |
| Chile                         | 1,40%                                    | 2,99%         | 1,92%        | 3,92%        | 1,53%        | 3,67%         |
| Paraguay                      | 5,35%                                    | 1,31%         | 1,26%        | 4,17%        | 3,53%        | 3,27%         |
| Uruguay                       | 1,16%                                    | 2,58%         | 0,00%        | 1,16%        | 0,18%        | 1,48%         |
| <b><i>Andean</i></b>          | <b>2,43%</b>                             | <b>2,65%</b>  | <b>3,95%</b> | <b>2,92%</b> | <b>3,00%</b> | <b>3,09%</b>  |
| Bolivia                       | 4,01%                                    | 4,36%         | 4,72%        | 2,77%        | 4,45%        | 3,83%         |
| Colombia                      | 3,77%                                    | 1,19%         | 2,81%        | 3,02%        | 3,22%        | 2,18%         |
| Ecuador                       | 0,67%                                    | 3,65%         | 3,81%        | 4,18%        | 1,72%        | 4,05%         |
| Peru                          | 0,87%                                    | 3,18%         | 2,79%        | 3,38%        | 1,49%        | 3,53%         |
| Venezuela                     | 2,83%                                    | 0,87%         | 5,61%        | 1,26%        | 4,10%        | 1,86%         |
| <b><i>Central America</i></b> | <b>3,60%</b>                             | <b>1,32%</b>  | <b>4,35%</b> | <b>2,84%</b> | <b>3,87%</b> | <b>1,89%</b>  |
| Costa Rica                    | 4,76%                                    | 4,26%         | 5,74%        | 3,14%        | 5,15%        | 3,77%         |
| El Salvador                   | 2,95%                                    | -0,17%        | 3,64%        | 2,48%        | 3,04%        | 0,69%         |
| Guatemala                     | 4,85%                                    | 2,51%         | 3,17%        | 2,92%        | 4,36%        | 2,63%         |
| Honduras                      | 3,26%                                    | 1,32%         | 3,73%        | 4,14%        | 3,40%        | 2,28%         |
| Mexico                        | 3,10%                                    | 1,71%         | 4,76%        | 2,35%        | 3,53%        | 1,96%         |
| Nicaragua                     | 2,92%                                    | 0,30%         | 5,39%        | 2,13%        | 3,95%        | 1,09%         |
| Panama                        | 3,39%                                    | -0,71%        | 3,98%        | 2,73%        | 3,64%        | 0,80%         |
| <b><i>Caribbean</i></b>       | <b>1,20%</b>                             | <b>-0,71%</b> | <b>2,78%</b> | <b>0,77%</b> | <b>1,48%</b> | <b>-0,28%</b> |
| Cuba                          | 2,51%                                    | -3,11%        | 2,25%        | -3,00%       | 2,09%        | -3,09%        |
| Dominican Republic            | 2,32%                                    | -0,97%        | 4,44%        | 3,59%        | 2,79%        | 0,55%         |
| Haiti                         | 1,68%                                    | -1,34%        | 2,75%        | 1,60%        | 2,05%        | -0,67%        |
| Jamaica                       | -0,51%                                   | 1,84%         | 4,45%        | 1,68%        | 0,48%        | 1,80%         |
| Trinidad and Tobago           | -1,33%                                   | 0,82%         | 5,46%        | -0,70%       | 0,06%        | 0,26%         |
| <b>Average growth rate</b>    | <b>2,55%</b>                             | <b>1,57%</b>  | <b>3,56%</b> | <b>2,38%</b> | <b>2,74%</b> | <b>1,89%</b>  |

Table 1b – Asia and North Africa – Growth Rates on Agricultural Production – 1962/81 and 1981/2001

| Regions/Countries          | Agricultural Output Growth Rates - % (*) |               |              |              |              |              |
|----------------------------|--|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | Crops                                    |               | Livestock    |              | Aggregate    |              |
|                            | 1961/1980                                | 1981/2001     | 1961/1980    | 1981/2001    | 1961/1980    | 1981/2001    |
| <b>Middle East</b>         | <b>2,56%</b>                             | <b>2,38%</b>  | <b>3,04%</b> | <b>2,82%</b> | <b>2,42%</b> | <b>2,71%</b> |
| Afghanistan                | 1,64%                                    | 0,01%         | 1,92%        | 3,82%        | 1,81%        | 2,15%        |
| Iran                       | 4,74%                                    | 4,16%         | 3,26%        | 4,30%        | 4,06%        | 4,15%        |
| Iraq                       | 2,93%                                    | 0,07%         | 1,79%        | -3,42%       | 2,18%        | -0,66%       |
| Jordan                     | -3,67%                                   | 3,61%         | 3,09%        | 5,81%        | -2,17%       | 3,88%        |
| Saudi Arabia               | 4,62%                                    | 3,20%         | 6,76%        | 5,09%        | 4,17%        | 4,46%        |
| Syria                      | 4,25%                                    | 2,72%         | 3,92%        | 2,52%        | 4,08%        | 2,66%        |
| Turkey                     | 3,41%                                    | 2,01%         | 2,19%        | 1,03%        | 3,09%        | 1,81%        |
| Yemen                      | 2,54%                                    | 3,24%         | 1,39%        | 3,44%        | 2,13%        | 3,27%        |
| <b>South Asia</b>          | <b>2,18%</b>                             | <b>2,46%</b>  | <b>2,29%</b> | <b>3,68%</b> | <b>2,21%</b> | <b>2,80%</b> |
| Bangladesh                 | 1,52%                                    | 2,15%         | 1,75%        | 3,69%        | 1,56%        | 2,37%        |
| India                      | 2,26%                                    | 2,72%         | 2,84%        | 3,84%        | 2,44%        | 3,00%        |
| Nepal                      | 1,51%                                    | 3,66%         | 2,65%        | 2,29%        | 1,85%        | 3,26%        |
| Pakistan                   | 3,63%                                    | 3,13%         | 2,75%        | 6,00%        | 3,29%        | 4,47%        |
| Sri Lanka                  | 2,01%                                    | 0,62%         | 1,45%        | 2,58%        | 1,91%        | 0,89%        |
| <b>South East Asia</b>     | <b>2,28%</b>                             | <b>3,00%</b>  | <b>2,41%</b> | <b>5,32%</b> | <b>2,27%</b> | <b>3,47%</b> |
| Cambodia                   | -4,73%                                   | 4,12%         | -1,96%       | 6,20%        | -4,31%       | 4,56%        |
| Indonesia                  | 3,31%                                    | 2,78%         | 3,81%        | 3,98%        | 3,36%        | 2,92%        |
| Laos DPR                   | 2,37%                                    | 3,65%         | 0,68%        | 5,74%        | 2,12%        | 4,03%        |
| Malaysia                   | 4,68%                                    | 2,15%         | 6,23%        | 7,00%        | 4,84%        | 3,44%        |
| Philippines                | 3,88%                                    | 1,62%         | 3,84%        | 4,97%        | 3,80%        | 2,30%        |
| Thailand                   | 4,34%                                    | 1,91%         | 3,32%        | 4,09%        | 4,15%        | 2,20%        |
| Vietnam                    | 2,14%                                    | 4,80%         | 0,96%        | 5,27%        | 1,90%        | 4,84%        |
| <b>East Asia</b>           | <b>2,85%</b>                             | <b>-1,52%</b> | <b>4,08%</b> | <b>1,88%</b> | <b>2,92%</b> | <b>1,61%</b> |
| China                      | 3,14%                                    | 3,74%         | 5,31%        | 8,28%        | 3,25%        | 5,20%        |
| Mongolia                   | 1,80%                                    | -8,10%        | 1,70%        | 0,24%        | 1,63%        | -0,13%       |
| North Korea                | 3,60%                                    | -0,20%        | 5,25%        | -2,87%       | 3,88%        | -0,23%       |
| <b>Average growth rate</b> | <b>2,38%</b>                             | <b>2,15%</b>  | <b>2,96%</b> | <b>3,55%</b> | <b>2,40%</b> | <b>2,80%</b> |



Table 1c – Africa – Growth Rates on Agricultural Production –1962/81 and 981/2001

| Regions/Countries          | Agricultural Output Growth Rates - % (*) |              |              |              |              |              |
|----------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | Crops                                    |              | Livestock    |              | Aggregate    |              |
|                            | 1961/1980                                | 1981/2001    | 1961/1980    | 1981/2001    | 1961/1980    | 1981/2001    |
| <b>East Africa</b>         | <b>2,48%</b>                             | <b>1,47%</b> | <b>2,36%</b> | <b>2,03%</b> | <b>2,42%</b> | <b>1,99%</b> |
| Ethiopia                   | 1,69%                                    | 3,50%        | 0,32%        | 1,43%        | 1,11%        | 2,67%        |
| Somalia                    | 2,11%                                    | -2,32%       | 2,58%        | 0,43%        | 2,52%        | 0,06%        |
| Sudan                      | 2,80%                                    | 2,08%        | 3,68%        | 3,60%        | 3,23%        | 2,94%        |
| Uganda                     | 2,29%                                    | 2,90%        | 3,20%        | 2,86%        | 2,29%        | 2,96%        |
| Kenya                      | 3,84%                                    | 1,72%        | 3,02%        | 2,47%        | 3,45%        | 2,10%        |
| Madagascar                 | 2,16%                                    | 0,95%        | 1,39%        | 1,36%        | 1,90%        | 1,20%        |
| <b>Central Africa</b>      | <b>2,25%</b>                             | <b>1,74%</b> | <b>2,74%</b> | <b>2,31%</b> | <b>2,29%</b> | <b>1,80%</b> |
| Cameroon                   | 2,73%                                    | 2,38%        | 3,84%        | 3,14%        | 2,99%        | 2,54%        |
| Chad                       | -0,38%                                   | 4,88%        | 0,67%        | 2,31%        | 0,09%        | 3,86%        |
| Dem. Rep. Congo            | 2,31%                                    | 0,05%        | 0,50%        | 1,38%        | 2,08%        | 0,21%        |
| Republic of Congo          | 1,10%                                    | 1,56%        | 2,88%        | 2,17%        | 1,39%        | 1,68%        |
| Rep. Central African       | 2,40%                                    | 1,74%        | 5,00%        | 4,38%        | 2,94%        | 2,71%        |
| Gabon                      | 3,24%                                    | 2,31%        | 1,22%        | 1,77%        | 2,12%        | 2,12%        |
| Rwanda                     | 4,37%                                    | -0,74%       | 5,05%        | 1,02%        | 4,44%        | -0,52%       |
| <b>Western Africa</b>      | <b>1,15%</b>                             | <b>3,38%</b> | <b>2,55%</b> | <b>2,22%</b> | <b>1,45%</b> | <b>2,93%</b> |
| Benin                      | 2,25%                                    | 6,99%        | 4,14%        | 2,63%        | 2,61%        | 6,23%        |
| Gambia                     | -0,94%                                   | 0,07%        | 2,34%        | 0,71%        | -0,46%       | 0,20%        |
| Guinea                     | 1,45%                                    | 3,50%        | 1,47%        | 3,04%        | 1,45%        | 3,43%        |
| Ghana                      | 0,24%                                    | 5,90%        | 3,76%        | 1,31%        | 0,63%        | 5,33%        |
| Togo                       | 1,09%                                    | 4,06%        | 2,01%        | 3,05%        | 1,20%        | 3,82%        |
| Mauritania                 | -1,76%                                   | 4,48%        | 0,43%        | 1,08%        | 0,23%        | 1,51%        |
| Niger                      | 0,52%                                    | 3,92%        | 1,00%        | 1,89%        | 0,71%        | 3,15%        |
| Burkina Faso               | 2,14%                                    | 4,21%        | 0,02%        | 4,40%        | 1,41%        | 4,26%        |
| Ivory Coast                | 4,63%                                    | 3,40%        | 4,57%        | 2,59%        | 4,63%        | 3,36%        |
| Liberia                    | 3,27%                                    | -1,19%       | 3,80%        | 1,01%        | 3,32%        | -1,06%       |
| Mali                       | 2,31%                                    | 4,79%        | 2,16%        | 1,52%        | 2,25%        | 3,21%        |
| Nigeria                    | -0,09%                                   | 6,42%        | 5,11%        | 1,79%        | 0,70%        | 5,60%        |
| Senegal                    | -0,61%                                   | 1,44%        | 2,20%        | 4,41%        | -0,07%       | 2,34%        |
| Sierra Leone               | 1,57%                                    | -0,65%       | 2,63%        | 1,71%        | 1,69%        | -0,28%       |
| <b>Southern Africa</b>     | <b>2,00%</b>                             | <b>1,79%</b> | <b>2,43%</b> | <b>1,41%</b> | <b>1,90%</b> | <b>1,52%</b> |
| Angola                     | -2,52%                                   | 3,51%        | 2,54%        | 2,42%        | -1,01%       | 3,00%        |
| Botswana                   | 2,82%                                    | 0,98%        | 1,34%        | 0,13%        | 1,51%        | 0,24%        |
| Malawi                     | 3,58%                                    | 3,09%        | 5,28%        | 2,07%        | 3,74%        | 2,91%        |
| Mozambique                 | 0,68%                                    | 2,37%        | 2,32%        | 0,73%        | 0,91%        | 1,92%        |
| Zimbabwe                   | 3,51%                                    | 2,14%        | 3,48%        | 2,34%        | 3,45%        | 1,85%        |
| South Africa               | 3,80%                                    | 1,57%        | 1,55%        | 0,56%        | 2,50%        | 1,14%        |
| Zambia                     | 3,17%                                    | 1,72%        | 3,94%        | 2,34%        | 3,50%        | 2,00%        |
| Namibia                    | 1,72%                                    | 1,92%        | 1,45%        | 0,77%        | 1,48%        | 0,95%        |
| Tanzania                   | 3,22%                                    | 0,61%        | 2,44%        | 2,69%        | 2,97%        | 1,23%        |
| <b>Average growth rate</b> | <b>1,76%</b>                             | <b>2,24%</b> | <b>2,51%</b> | <b>1,95%</b> | <b>1,86%</b> | <b>2,11%</b> |

## APPENDIX 2 - INPUT GROWTH RATES

Table 2a Latin America and Caribbean Growth Rates of Selected Agricultural Inputs - 1960/81 and 1981/2000

| Regions and Countries  | Agricultural Input Growth Rates - % (*) |               |              |               |                        |              |              |               |                     |               |                    |               |              |              |                      |              |
|------------------------|---|---------------|--------------|---------------|------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|
|                        | Crop Land                               |               | Labor(*)     |               | Fertilizer +Pest. (**) |              | Seeds        |               | Mechanization (***) |               | Permanent Pastures |               | Feed (****)  |              | Animal Power (*****) |              |
|                        | 1961/80                                 | 1981/00       | 1961/80      | 1981/00       | 1961/80                | 1981/00      | 1961/80      | 1981/00       | 1961/80             | 1981/00       | 1961/80            | 1981/00       | 1961/80      | 1981/00      | 1961/80              | 1981/00      |
| <b>Southern Cone</b>   | <b>1.79%</b>                            | <b>-0.14%</b> | <b>0.05%</b> | <b>0.25%</b>  | <b>8.38%</b>           | <b>8.28%</b> | <b>1.66%</b> | <b>0.48%</b>  | <b>2.51%</b>        | <b>2.02%</b>  | <b>0.81%</b>       | <b>0.39%</b>  | <b>3.42%</b> | <b>3.60%</b> | <b>-0.53%</b>        | <b>0.93%</b> |
| Argentina              | 1.70%                                   | 0.00%         | -0.93%       | 0.22%         | 9.29%                  | 12.36%       | -0.60%       | 1.02%         | 1.53%               | 1.39%         | -0.14%             | -0.04%        | 3.57%        | 1.35%        | -1.69%               | 0.91%        |
| Brazil                 | 2.83%                                   | 1.65%         | 1.13%        | -1.54%        | 16.98%                 | 4.63%        | 3.82%        | -1.59%        | 7.06%               | 2.01%         | 1.78%              | 0.37%         | 3.41%        | 3.35%        | 0.54%                | -0.01%       |
| Chile                  | 0.60%                                   | -3.38%        | 0.16%        | 0.97%         | 3.73%                  | 7.43%        | -1.10%       | -1.69%        | 0.77%               | 1.49%         | 1.72%              | 0.06%         | 4.02%        | 5.89%        | -0.88%               | 1.63%        |
| Paraguay               | 3.57%                                   | 1.24%         | 0.64%        | 1.68%         | 6.35%                  | 11.62%       | 7.46%        | 3.41%         | 2.80%               | 3.68%         | 0.75%              | 1.57%         | 5.09%        | 3.82%        | -0.84%               | 1.55%        |
| Uruguay                | 0.24%                                   | -0.23%        | -0.75%       | -0.06%        | 5.58%                  | 5.36%        | -1.28%       | 1.24%         | 0.40%               | 1.52%         | -0.07%             | -0.01%        | 1.00%        | 3.60%        | 0.23%                | 0.58%        |
| <b>Andean</b>          | <b>1.04%</b>                            | <b>-0.06%</b> | <b>1.04%</b> | <b>0.85%</b>  | <b>8.20%</b>           | <b>2.76%</b> | <b>0.74%</b> | <b>1.62%</b>  | <b>5.79%</b>        | <b>0.29%</b>  | <b>0.92%</b>       | <b>0.30%</b>  | <b>4.93%</b> | <b>2.73%</b> | <b>1.92%</b>         | <b>1.04%</b> |
| Bolivia                | 2.04%                                   | -0.31%        | 1.87%        | 1.79%         | 8.02%                  | 1.03%        | 1.03%        | 2.62%         | 6.55%               | 1.04%         | 0.61%              | 0.33%         | 3.92%        | 2.63%        | 3.47%                | 0.21%        |
| Colombia               | 0.23%                                   | -1.32%        | 1.51%        | -0.14%        | 6.40%                  | 3.41%        | 0.82%        | -0.20%        | 3.13%               | -0.43%        | 0.66%              | 0.13%         | 7.00%        | 4.38%        | 3.35%                | 1.73%        |
| Ecuador                | 0.01%                                   | 0.93%         | 0.64%        | 1.06%         | 10.00%                 | 4.98%        | -3.33%       | 4.68%         | 7.87%               | 1.46%         | 3.00%              | 0.85%         | -0.30%       | 3.97%        | 1.52%                | 2.88%        |
| Peru                   | 2.69%                                   | 0.88%         | 1.38%        | 1.39%         | 2.51%                  | 4.30%        | 0.67%        | 1.93%         | 2.81%               | -1.22%        | -0.19%             | -0.01%        | 3.92%        | 3.50%        | 0.79%                | 0.32%        |
| Venezuela              | 0.25%                                   | -0.47%        | -0.21%       | 0.16%         | 14.05%                 | 0.10%        | 4.53%        | -0.94%        | 8.58%               | 0.59%         | 0.50%              | 0.18%         | 10.09%       | -0.83%       | 0.50%                | 0.07%        |
| <b>Central America</b> | <b>0.47%</b>                            | <b>0.90%</b>  | <b>1.35%</b> | <b>0.78%</b>  | <b>8.58%</b>           | <b>2.86%</b> | <b>0.08%</b> | <b>-0.71%</b> | <b>8.90%</b>        | <b>0.85%</b>  | <b>1.08%</b>       | <b>0.95%</b>  | <b>6.92%</b> | <b>3.83%</b> | <b>0.11%</b>         | <b>0.68%</b> |
| Costa Rica             | 0.22%                                   | -0.13%        | 1.68%        | 0.87%         | 6.89%                  | 5.18%        | 0.78%        | -1.98%        | 2.79%               | 0.96%         | 4.31%              | 0.44%         | 9.04%        | 7.70%        | -0.04%               | 1.89%        |
| El Salvador            | 0.96%                                   | 0.66%         | 1.61%        | 0.73%         | 6.63%                  | 0.72%        | 2.31%        | 0.52%         | 4.24%               | 0.94%         | 0.04%              | 1.71%         | 8.54%        | 2.76%        | 0.57%                | 0.40%        |
| Guatemala              | 0.72%                                   | 0.49%         | 1.70%        | 2.07%         | 10.82%                 | 5.67%        | -0.42%       | -1.01%        | 6.25%               | 0.64%         | 0.83%              | 3.41%         | 8.53%        | 3.69%        | -2.91%               | 0.84%        |
| Honduras               | 0.97%                                   | 0.10%         | 1.74%        | 0.55%         | 7.66%                  | 10.31%       | 1.70%        | 1.16%         | 15.03%              | 2.25%         | 0.00%              | 0.08%         | 6.16%        | 4.85%        | -1.27%               | 0.31%        |
| Mexico                 | 0.18%                                   | 0.63%         | 1.44%        | 0.36%         | 9.91%                  | -0.02%       | 0.40%        | -7.46%        | 4.29%               | 1.57%         | 0.00%              | 0.47%         | 8.54%        | 2.18%        | 3.06%                | 0.18%        |
| Nicaragua              | 0.38%                                   | 3.68%         | 1.14%        | -0.06%        | 10.18%                 | -3.23%       | 1.06%        | -0.11%        | 15.02%              | 0.98%         | 1.14%              | 0.00%         | 4.85%        | 0.20%        | 2.59%                | -0.41%       |
| Panama                 | -0.14%                                  | 0.83%         | 0.14%        | 0.94%         | 7.96%                  | 1.38%        | -5.31%       | 3.94%         | 14.66%              | -1.40%        | 1.23%              | 0.55%         | 2.79%        | 5.41%        | -1.20%               | 1.53%        |
| <b>Caribbean</b>       | <b>0.55%</b>                            | <b>0.42%</b>  | <b>0.32%</b> | <b>-0.43%</b> | <b>6.32%</b>           | <b>2.63%</b> | <b>0.06%</b> | <b>0.32%</b>  | <b>1.27%</b>        | <b>-0.56%</b> | <b>-0.02%</b>      | <b>-0.47%</b> | <b>6.55%</b> | <b>0.79%</b> | <b>0.33%</b>         | <b>0.25%</b> |
| Dominican Rep.         | 1.92%                                   | 0.58%         | 0.53%        | -0.72%        | 12.25%                 | 3.76%        | 2.68%        | 0.44%         | 1.02%               | -0.83%        | 0.00%              | 0.00%         | 15.64%       | 5.88%        | 0.96%                | 0.27%        |
| Haiti                  | 1.53%                                   | 0.08%         | 0.53%        | -0.72%        | 19.22%                 | 6.94%        | 0.10%        | -0.19%        | 4.05%               | -2.30%        | -0.90%             | -0.21%        | -2.72%       | 0.07%        | 2.21%                | 0.87%        |
| Jamaica                | -0.69%                                  | 1.42%         | 0.53%        | -0.72%        | 0.13%                  | 2.46%        | -2.49%       | 1.38%         | 1.29%               | 0.34%         | 0.01%              | -0.85%        | 13.25%       | 1.40%        | -1.54%               | 0.09%        |
| <b>Average rate</b>    | <b>1.01%</b>                            | <b>0.37%</b>  | <b>0.82%</b> | <b>0.44%</b>  | <b>8.73%</b>           | <b>4.42%</b> | <b>0.64%</b> | <b>0.36%</b>  | <b>5.51%</b>        | <b>0.73%</b>  | <b>0.76%</b>       | <b>0.45%</b>  | <b>5.82%</b> | <b>3.29%</b> | <b>0.47%</b>         | <b>0.79%</b> |

(\*) - Population economically active in agriculture; (\*\*) Fert. + Pesticides = growth rates of fertilizers; (\*\*\*) - Growth rate of tractors + harv. mach.; (\*\*\*\*) - Total consumption of feed (energy) in tones of corn equivalent.; (\*\*\*\*\*) Animal power - stock of mules, horses and camels.

Table 2b - Asia - Growth Rates of Selected Agricultural Inputs - 1960/81 and 1981/2000

| Regions and Countries  | Agricultural Input Growth Rates - % (*) |              |              |              |               |               |                   |               |               |              |               |               |                     |              |               |                |         |         |             |         |         |                     |         |  |
|------------------------|---|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------------|--------------|---------------|----------------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------------------|---------|--|
|                        | Crop Land                               |              |              | Labor*       |               |               | Fert. +Pest. (**) |               |               | Seeds        |               |               | Mechanization (***) |              |               | Perm. Pastures |         |         | Feed (****) |         |         | Anim. Power (*****) |         |  |
|                        | 1961/80                                 | 1981/00      | 1961/80      | 1961/80      | 1981/00       | 1981/00       | 1961/80           | 1981/01       | 1981/80       | 1981/00      | 1981/00       | 1961/80       | 1981/00             | 1981/00      | 1961/80       | 1981/00        | 1981/00 | 1961/80 | 1981/00     | 1981/00 | 1961/80 | 1981/00             | 1981/00 |  |
| <b>Middle East</b>     | <b>0.60%</b>                            | <b>0.78%</b> | <b>0.37%</b> | <b>0.78%</b> | <b>20.20%</b> | <b>1.03%</b>  | <b>-0.28%</b>     | <b>0.32%</b>  | <b>8.44%</b>  | <b>3.12%</b> | <b>-0.07%</b> | <b>0.72%</b>  | <b>7.48%</b>        | <b>3.41%</b> | <b>-1.16%</b> | <b>-1.99%</b>  |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Afghanistan            | 0.21%                                   | 0.00%        | 1.50%        | 2.26%        | 24.72%        | -16.74%       | -0.56%            | 0.60%         | 8.85%         | 0.35%        | 0.00%         | 0.00%         | 4.68%               | 2.13%        | 1.21%         | -4.09%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Iran                   | 0.05%                                   | 1.25%        | 0.56%        | 1.44%        | 19.68%        | 2.16%         | 1.86%             | -0.64%        | 9.14%         | 4.32%        | 0.00%         | 0.00%         | 6.29%               | 4.02%        | -2.45%        | -1.44%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Iraq                   | 0.75%                                   | 0.07%        | -0.94%       | -2.30%       | 21.47%        | 8.40%         | -1.77%            | -0.06%        | 8.71%         | 2.62%        | -0.09%        | 0.00%         | 5.03%               | -4.97%       | -6.01%        | -5.68%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Jordan                 | 0.72%                                   | 0.77%        | -1.11%       | 3.35%        | 8.07%         | 3.27%         | -3.82%            | 1.18%         | 4.44%         | 1.02%        | 0.00%         | 0.00%         | 3.38%               | 8.94%        | -2.45%        | -1.44%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Saudi Arabia           | 2.85%                                   | 3.37%        | 2.09%        | -4.25%       | 8.70%         | 4.51%         | 0.70%             | -2.24%        | 11.44%        | 8.92%        | 0.00%         | 4.55%         | 4.68%               | 2.13%        | 7.92%         | 1.20%          |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Syria                  | -0.89%                                  | -0.28%       | 0.43%        | 2.03%        | 12.87%        | 4.59%         | 2.25%             | 4.40%         | 6.15%         | 5.13%        | 0.27%         | -0.02%        | 5.79%               | 2.12%        | -7.89%        | -3.27%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Turkey                 | 0.63%                                   | -0.01%       | 0.19%        | 1.16%        | 16.82%        | 1.99%         | 0.69%             | 0.40%         | 9.21%         | 1.55%        | -0.73%        | 1.25%         | 2.88%               | 0.55%        | 2.42%         | -2.72%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Yemen                  | 0.49%                                   | 1.06%        | 0.22%        | 2.56%        | 49.26%        | 0.08%         | -1.57%            | -1.09%        | 9.59%         | 1.06%        | 0.00%         | 0.00%         | 4.68%               | 2.13%        | -1.98%        | 1.55%          |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| <b>South Asia</b>      | <b>0.70%</b>                            | <b>0.30%</b> | <b>1.61%</b> | <b>1.45%</b> | <b>14.12%</b> | <b>5.00%</b>  | <b>2.09%</b>      | <b>1.12%</b>  | <b>10.99%</b> | <b>2.70%</b> | <b>0.83%</b>  | <b>-0.25%</b> | <b>2.57%</b>        | <b>4.15%</b> | <b>-0.02%</b> | <b>-1.22%</b>  |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Bangladesh             | 0.16%                                   | -0.74%       | 1.20%        | 1.23%        | 14.22%        | 5.97%         | 1.05%             | 0.39%         | 10.09%        | 0.95%        | 0.00%         | 0.00%         | 2.02%               | 2.59%        | -0.65%        | -0.09%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| India                  | 0.26%                                   | 0.03%        | 1.63%        | 1.21%        | 13.88%        | 5.30%         | 3.07%             | 1.87%         | 8.28%         | 5.03%        | -1.00%        | -0.62%        | 1.56%               | 3.50%        | -0.65%        | -0.09%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Nepal                  | 1.71%                                   | 1.66%        | 1.40%        | 1.98%        | 23.30%        | 6.81%         | 2.32%             | 1.46%         | 15.18%        | 3.62%        | 0.57%         | -0.64%        | 2.57%               | 4.15%        | 1.62%         | -2.31%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Pakistan               | 0.74%                                   | 0.44%        | 2.10%        | 1.29%        | 17.26%        | 4.94%         | 3.15%             | 2.20%         | 16.64%        | 6.03%        | 0.00%         | 0.00%         | 4.47%               | 5.28%        | 1.10%         | 0.41%          |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Sri Lanka              | 0.63%                                   | 0.08%        | 1.75%        | 1.52%        | 1.96%         | 1.97%         | 0.88%             | -0.30%        | 4.74%         | -2.10%       | 4.59%         | 0.02%         | 2.23%               | 5.25%        | -1.55%        | -4.04%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| <b>South East Asia</b> | <b>0.59%</b>                            | <b>1.26%</b> | <b>1.41%</b> | <b>1.36%</b> | <b>6.91%</b>  | <b>8.45%</b>  | <b>0.74%</b>      | <b>2.03%</b>  | <b>8.21%</b>  | <b>7.46%</b> | <b>0.87%</b>  | <b>1.71%</b>  | <b>3.55%</b>        | <b>5.80%</b> | <b>2.24%</b>  | <b>-0.59%</b>  |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Cambodia               | -3.06%                                  | 3.65%        | 0.65%        | 2.72%        | -4.86%        | 9.49%         | -5.88%            | 4.74%         | 8.18%         | 0.65%        | 0.00%         | 5.51%         | -4.55%              | 5.54%        | 5.43%         | 5.65%          |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Indonesia              | 0.00%                                   | 1.15%        | 1.14%        | 1.68%        | 12.45%        | 2.72%         | 1.96%             | 1.03%         | 4.34%         | 15.44%       | -0.27%        | -0.43%        | 4.60%               | 5.20%        | -0.56%        | -1.65%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Laos                   | 1.37%                                   | 0.86%        | 1.72%        | 2.20%        | 0.42%         | 15.06%        | 2.08%             | 3.00%         | 16.18%        | 2.65%        | -0.39%        | 0.30%         | 3.55%               | 5.80%        | 3.00%         | -2.19%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Malaysia               | 1.04%                                   | 2.51%        | 0.93%        | -1.12%       | 10.00%        | 6.29%         | 1.22%             | 0.31%         | 8.56%         | 10.28%       | 0.84%         | 0.60%         | 8.67%               | 5.42%        | 0.67%         | -0.91%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Philippines            | 1.65%                                   | 0.20%        | 2.00%        | 1.26%        | 8.25%         | 5.12%         | 1.65%             | 0.39%         | 6.78%         | 1.99%        | 1.13%         | 0.94%         | 5.75%               | 4.03%        | 9.45%         | -0.16%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Thailand               | 2.62%                                   | -0.22%       | 2.08%        | 0.90%        | 14.69%        | 9.26%         | 2.65%             | 0.12%         | 4.33%         | 10.33%       | 4.64%         | 0.93%         | 4.37%               | 7.33%        | -2.77%        | -4.89%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Vietnam                | 0.51%                                   | 0.68%        | 1.36%        | 1.90%        | 7.41%         | 11.19%        | 1.52%             | 4.63%         | 9.10%         | 10.91%       | 0.12%         | 4.16%         | 2.45%               | 7.30%        | 0.44%         | 0.00%          |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| <b>East Asia</b>       | <b>0.89%</b>                            | <b>0.45%</b> | <b>0.85%</b> | <b>0.24%</b> | <b>15.16%</b> | <b>-5.86%</b> | <b>1.62%</b>      | <b>-2.09%</b> | <b>7.40%</b>  | <b>0.65%</b> | <b>0.38%</b>  | <b>0.22%</b>  | <b>4.85%</b>        | <b>5.19%</b> | <b>0.83%</b>  | <b>0.79%</b>   |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| China                  | -0.29%                                  | 1.26%        | 1.90%        | 1.06%        | 13.72%        | 4.82%         | 0.53%             | 0.00%         | 10.83%        | 4.70%        | 1.80%         | 0.76%         | 7.45%               | 3.97%        | 4.10%         | -0.80%         |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| Mongolia               | 2.32%                                   | -0.13%       | 0.51%        | 0.10%        | 21.73%        | -13.05%       | 3.02%             | -6.61%        | 4.13%         | -4.12%       | -0.68%        | -0.11%        | 3.55%               | 5.80%        | -0.80%        | 1.59%          |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| North Korea            | 0.62%                                   | 0.22%        | 0.13%        | -0.43%       | 10.03%        | -9.36%        | 1.31%             | 0.33%         | 7.23%         | 1.38%        | 0.00%         | 0.00%         | 3.55%               | 5.80%        | -0.80%        | 1.59%          |         |         |             |         |         |                     |         |  |
| <b>Average rate</b>    | <b>0.66%</b>                            | <b>0.78%</b> | <b>1.02%</b> | <b>1.03%</b> | <b>14.18%</b> | <b>3.25%</b>  | <b>0.80%</b>      | <b>0.70%</b>  | <b>8.79%</b>  | <b>4.03%</b> | <b>0.47%</b>  | <b>0.75%</b>  | <b>3.90%</b>        | <b>4.09%</b> | <b>0.38%</b>  | <b>-1.03%</b>  |         |         |             |         |         |                     |         |  |

Agricultural Input Growth Rates - % (\*)

| Regions<br>And Countries | Crop Land |         | Labor (*) |         | Fert. + Pest. (**) |         | Seeds   |         | Mechanization (***) |         | Permanent Pastures |         | Feed (****) |         | Animal Power (*****) |         |
|--------------------------|-----------|---------|-----------|---------|--------------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|--------------------|---------|-------------|---------|----------------------|---------|
|                          | 1961/80   | 1981/00 | 1961/80   | 1981/00 | 1961/80            | 1981/00 | 1961/80 | 1981/00 | 1961/80             | 1981/00 | 1961/80            | 1981/00 | 1962/81     | 1982/01 | 1961/80              | 1981/00 |
| <b>North Africa</b>      |           |         |           |         |                    |         |         |         |                     |         |                    |         |             |         |                      |         |
| Algeria                  | 0.55%     | 0.83%   | 0.16%     | -0.30%  | 9.46%              | -0.51%  | 1.39%   | 0.24%   | 4.53%               | 1.86%   | 0.57%              | 0.67%   | 14.09%      | 4.58%   | -2.49%               | -0.88%  |
| Egypt                    | 0.65%     | 0.61%   | -1.34%    | 1.99%   | 9.11%              | -5.73%  | 1.22%   | -0.13%  | 2.25%               | 3.30%   | -0.25%             | -0.03%  | 22.62%      | 4.88%   | 0.82%                | -2.51%  |
| Libya                    | 0.28%     | 0.96%   | -0.56%    | -0.03%  | 5.08%              | 2.04%   | 2.80%   | 0.85%   | 3.87%               | 3.62%   | 0.02%              | 1.96%   | 3.74%       | 4.51%   | -5.16%               | 0.17%   |
| Morocco                  | 0.78%     | 1.14%   | 1.21%     | 0.39%   | 10.23%             | 1.61%   | 2.80%   | 0.33%   | 9.82%               | 1.43%   | 1.81%              | 0.03%   | 20.19%      | 1.79%   | -7.27%               | -3.25%  |
| Tunisia                  | 1.03%     | 0.10%   | 0.10%     | 0.56%   | 7.01%              | 1.12%   | 0.61%   | -0.60%  | 3.03%               | 1.31%   | 1.14%              | 0.03%   | 1.67%       | 5.92%   | -0.71%               | -0.01%  |
| <b>East Africa</b>       |           |         |           |         |                    |         |         |         |                     |         |                    |         |             |         |                      |         |
| Ethiopia                 | 0.96%     | 0.35%   | 1.79%     | 1.89%   | 5.33%              | 5.86%   | 1.15%   | -1.07%  | 6.37%               | 1.03%   | -0.11%             | -11.23% | 2.84%       | 3.00%   | 0.75%                | -0.63%  |
| Sudan                    | 0.91%     | -1.38%  | 1.89%     | 1.90%   | 21.17%             | 9.61%   | -2.12%  | 2.10%   | 16.57%              | -2.45%  | -5.89%             | 4.51%   | 2.92%       | 4.01%   | 0.15%                | 0.66%   |
| Uganda                   | 0.78%     | 1.86%   | 1.57%     | 1.69%   | 4.10%              | -1.38%  | 7.06%   | 5.33%   | 12.17%              | -0.40%  | -0.11%             | 1.09%   | 5.70%       | 3.98%   | 1.54%                | 0.66%   |
| Kenya                    | 1.57%     | 0.69%   | 2.39%     | 2.43%   | -7.55%             | 13.11%  | -1.65%  | -0.02%  | 6.89%               | 2.29%   | -0.11%             | -5.89%  | 5.04%       | 6.89%   | 2.92%                | 0.88%   |
| Madagascar               | 0.58%     | 0.28%   | 2.73%     | 3.13%   | 7.57%              | 2.76%   | 1.98%   | -0.57%  | -2.65%              | 5.41%   | -0.11%             | -5.89%  | 3.57%       | 1.29%   | 2.92%                | 0.88%   |
| <b>Central Africa</b>    |           |         |           |         |                    |         |         |         |                     |         |                    |         |             |         |                      |         |
| Cameroon                 | 1.91%     | 0.64%   | 2.17%     | 2.19%   | 6.68%              | 11.07%  | 1.63%   | -13.24% | 5.24%               | 1.35%   | -0.11%             | -5.89%  | -0.21%      | 1.31%   | -3.03%               | -2.57%  |
| Chad                     | 0.99%     | 0.30%   | 1.27%     | 1.24%   | 7.31%              | -0.97%  | 1.74%   | 5.66%   | 8.10%               | 0.70%   | -2.70%             | -0.28%  | 3.42%       | 2.94%   | 0.03%                | 0.39%   |
| Dem. Rep. Congo          | 1.18%     | 0.08%   | 0.76%     | 1.52%   | 10.35%             | -0.78%  | 1.75%   | 0.52%   | 16.77%              | -1.39%  | -0.45%             | -0.05%  | 1.19%       | 4.26%   | -7.47%               | -1.23%  |
| Rep. Congo               | 0.47%     | 0.77%   | 1.25%     | 1.86%   | 22.22%             | 5.99%   | -1.59%  | 5.49%   | 12.34%              | -0.12%  | -0.45%             | -0.05%  | 2.90%       | 8.58%   | 1.54%                | 2.18%   |
| Rep. Cent. African       | 1.23%     | 0.14%   | 1.88%     | 2.22%   | 15.38%             | -7.92%  | 2.87%   | 2.62%   | 6.25%               | 3.15%   | -0.45%             | -0.05%  | 4.72%       | 2.30%   | 1.54%                | -1.59%  |
| Rwanda                   | 0.59%     | 0.17%   | 0.86%     | 1.04%   | 5.09%              | -4.89%  | 2.36%   | 0.74%   | 7.22%               | 2.58%   | -0.45%             | -0.05%  | 2.09%       | 4.69%   | 1.54%                | 2.18%   |
| <b>Western Africa</b>    |           |         |           |         |                    |         |         |         |                     |         |                    |         |             |         |                      |         |
| Benin                    | 2.95%     | -0.23%  | 2.67%     | 0.99%   | 6.49%              | -5.85%  | 3.38%   | 29.01%  | 7.33%               | 0.45%   | -0.45%             | -0.05%  | 5.51%       | 3.36%   | 1.54%                | 2.76%   |
| Ghana                    | 0.73%     | 1.61%   | 1.26%     | 1.48%   | 14.20%             | 3.52%   | 0.51%   | 1.87%   | 7.80%               | 2.98%   | -0.48%             | 10.19%  | 2.82%       | 2.02%   | 0.85%                | 0.99%   |
| Togo                     | 2.62%     | 1.54%   | 0.23%     | 1.62%   | 5.77%              | 13.80%  | -0.21%  | 3.12%   | 2.69%               | 2.77%   | -0.48%             | 1.86%   | 1.55%       | 4.79%   | 4.03%                | -12.48% |
| Mauritania               | 0.37%     | 1.67%   | 1.48%     | 2.31%   | -6.22%             | 12.46%  | 2.49%   | 1.34%   | 7.93%               | 7.09%   | -0.48%             | 1.86%   | 1.68%       | 0.72%   | -0.52%               | 5.73%   |
| Niger                    | 0.44%     | 2.18%   | 2.07%     | 2.65%   | 18.75%             | -1.41%  | 4.52%   | -3.03%  | 11.25%              | -7.15%  | -0.48%             | -0.03%  | 3.02%       | 4.74%   | 1.41%                | -0.17%  |
| Burkina Faso             | 0.30%     | 1.36%   | 1.76%     | 2.02%   | 26.58%             | 8.93%   | -1.71%  | 13.24%  | 5.04%               | -0.61%  | -0.48%             | 1.86%   | 3.43%       | 6.30%   | 2.39%                | 4.04%   |
| Ivory Coast              | -2.18%    | 4.16%   | 0.50%     | 0.91%   | 23.97%             | 20.24%  | -5.32%  | 23.22%  | 10.58%              | 6.06%   | -0.48%             | 1.86%   | 1.82%       | 3.21%   | 1.27%                | 2.87%   |
| Mali                     | 2.11%     | 1.48%   | 2.39%     | 2.89%   | 19.94%             | -0.47%  | 2.57%   | -9.03%  | 16.81%              | 0.16%   | -0.48%             | 1.86%   | 12.65%      | 4.77%   | 0.98%                | -0.73%  |
| Nigeria                  | 1.45%     | 1.50%   | 1.56%     | 1.98%   | 28.97%             | 7.46%   | 0.09%   | 2.03%   | 7.50%               | 19.11%  | -0.48%             | 1.86%   | 9.48%       | -7.72%  | -0.41%               | 1.45%   |
| Senegal                  | 2.31%     | 2.95%   | 2.34%     | 1.65%   | 11.34%             | 5.25%   | 3.39%   | 0.98%   | 14.45%              | 2.04%   | -0.48%             | 1.86%   | 3.98%       | 2.63%   | 1.41%                | -0.17%  |
| Sierra Leone             | 1.24%     | 5.34%   | 1.71%     | 1.79%   | 24.50%             | -11.95% | 0.35%   | -0.04%  | 11.00%              | 6.07%   | -0.48%             | 1.86%   | -0.12%      | 5.14%   | 0.80%                | 3.88%   |
| <b>Southern Africa</b>   |           |         |           |         |                    |         |         |         |                     |         |                    |         |             |         |                      |         |
| Angola                   | 0.28%     | 0.10%   | 0.78%     | 0.27%   | 24.34%             | -1.67%  | -3.80%  | -0.20%  | 17.44%              | 5.27%   | -0.48%             | 1.86%   | -2.06%      | 6.94%   | -1.55%               | -0.48%  |
| Botswana                 | 0.00%     | -0.06%  | 2.31%     | 2.03%   | 8.16%              | 2.41%   | 2.68%   | -4.96%  | 4.92%               | 1.17%   | -0.48%             | 1.86%   | 2.57%       | -0.06%  | 2.60%                | 4.21%   |
| Malawi                   | 1.21%     | 0.30%   | 0.55%     | 0.58%   | 13.04%             | -5.77%  | 2.08%   | -0.49%  | -0.35%              | -0.23%  | -0.48%             | 1.86%   | 2.43%       | -3.22%  | 5.73%                | 0.59%   |
| Mozambique               | 0.62%     | 0.70%   | 1.18%     | 1.55%   | 8.47%              | -3.39%  | 1.81%   | 0.81%   | 5.70%               | 0.07%   | -0.41%             | 0.86%   | 3.03%       | 2.92%   | 3.34%                | 0.59%   |
| Zimbabwe                 | 0.35%     | 0.10%   | 1.15%     | 2.32%   | 13.56%             | -7.64%  | 0.25%   | 1.24%   | 11.21%              | 0.03%   | -0.41%             | 0.21%   | 2.45%       | 2.95%   | 0.47%                | 0.42%   |
| South Africa             | 0.04%     | -0.92%  | 0.63%     | 1.03%   | 1.32%              | 7.93%   | 4.25%   | 2.90%   | 8.42%               | 3.41%   | -0.41%             | 0.21%   | -0.91%      | 7.62%   | 4.97%                | 1.74%   |
| Namibia                  | 1.34%     | 1.25%   | 2.10%     | 2.49%   | 11.91%             | 0.49%   | 1.26%   | 5.54%   | 10.04%              | 0.68%   | -0.41%             | 0.21%   | 2.69%       | 2.96%   | 3.52%                | -4.69%  |
| Zambia                   | 1.43%     | 1.35%   | 2.25%     | 1.99%   | 6.18%              | -25.08% | 1.74%   | -6.24%  | 5.70%               | 0.00%   | -0.41%             | 0.21%   | 1.16%       | 5.66%   | 5.85%                | 1.48%   |
| Tanzania                 | 0.19%     | 1.25%   | -1.34%    | -0.50%  | 7.63%              | -1.65%  | 0.90%   | -13.99% | 3.34%               | -5.71%  | -0.41%             | 0.21%   | 3.94%       | 1.88%   | -4.29%               | 0.82%   |
| Average rate             | 0.30%     | 0.15%   | 2.27%     | 2.22%   | 12.79%             | -4.14%  | -1.97%  | 4.91%   | 8.23%               | 0.88%   | -0.41%             | 0.21%   | 4.83%       | -1.33%  | 5.85%                | 1.48%   |
|                          | 1.34%     | 0.87%   | 2.34%     | 2.85%   | 14.54%             | -3.08%  | 3.53%   | 15.58%  | 2.41%               | 1.05%   | -0.41%             | 0.21%   | 6.05%       | 5.36%   | 2.92%                | 1.74%   |
|                          | 0.86%     | 1.02%   | 1.35%     | 1.48%   | 11.19%             | 1.11%   | 1.34%   | 1.83%   | 7.52%               | 1.70%   | -0.26%             | 0.07%   | 4.81%       | 3.14%   | 0.93%                | 0.37%   |

## APPENDIX 3 - INPUT COST SHARES

Table 3a - Latin America and Caribbean - Crop Input Cost Shares - 1960/81 and 1981/2000

| Regions/Countries      | Crop Land    |              | Labor (*)    |              | Fert. + Chemicals (*) |              | Seeds       |             | Mechanization (*) |              | Animal Power |             |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------------|--------------|--------------|-------------|
|                        | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80               | 1981/01      | 1961/80     | 1981/01     | 1961/80           | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01     |
| <b>Southern Cone</b>   | <b>22.61</b> | <b>23.60</b> | <b>60.92</b> | <b>47.28</b> | <b>1.87</b>           | <b>6.14</b>  | <b>2.01</b> | <b>4.37</b> | <b>10.65</b>      | <b>18.69</b> | <b>6.86</b>  | <b>3.28</b> |
| Argentina              | 26.59        | 30.45        | 66.65        | 55.98        | 0.15                  | 1.34         | 1.62        | 4.67        | 4.71              | 9.36         | 7.50         | 3.84        |
| Brazil                 | 30.22        | 17.26        | 62.22        | 43.78        | 2.78                  | 12.33        | 1.89        | 3.21        | 9.49              | 23.41        | 7.01         | 3.21        |
| Chile                  | 18.53        | 20.24        | 58.79        | 41.08        | 3.07                  | 10.02        | 2.65        | 3.87        | 11.57             | 22.69        | 6.61         | 2.81        |
| Paraguay               | 18.32        | 29.49        | 63.38        | 47.66        | 0.50                  | 2.23         | 1.69        | 6.05        | 8.17              | 17.34        | 7.13         | 3.27        |
| Uruguay                | 19.35        | 20.57        | 53.55        | 47.88        | 2.85                  | 4.76         | 2.17        | 4.07        | 19.34             | 20.66        | 6.02         | 3.28        |
| <b>Andean</b>          | <b>23.20</b> | <b>21.98</b> | <b>62.81</b> | <b>52.84</b> | <b>2.98</b>           | <b>7.46</b>  | <b>1.45</b> | <b>4.59</b> | <b>5.10</b>       | <b>9.10</b>  | <b>7.07</b>  | <b>3.62</b> |
| Bolivia                | 24.09        | 26.72        | 66.65        | 57.93        | 0.23                  | 0.35         | 2.07        | 7.16        | 3.83              | 6.37         | 7.50         | 3.97        |
| Colombia               | 19.37        | 22.82        | 61.45        | 53.11        | 5.37                  | 8.06         | 1.78        | 6.37        | 6.20              | 7.09         | 6.91         | 3.64        |
| Ecuador                | 24.36        | 17.98        | 56.92        | 45.62        | 3.15                  | 5.61         | 0.74        | 1.25        | 8.32              | 22.34        | 6.40         | 3.13        |
| Peru                   | 18.26        | 22.17        | 63.14        | 56.23        | 4.35                  | 7.02         | 1.64        | 4.64        | 5.51              | 4.57         | 7.10         | 3.85        |
| Venezuela              | 29.92        | 20.23        | 65.90        | 51.33        | 1.82                  | 16.29        | 1.03        | 3.50        | 1.61              | 5.13         | 7.41         | 3.52        |
| <b>Central America</b> | <b>23.29</b> | <b>23.59</b> | <b>63.62</b> | <b>48.30</b> | <b>3.91</b>           | <b>12.55</b> | <b>0.92</b> | <b>3.19</b> | <b>4.04</b>       | <b>10.23</b> | <b>7.16</b>  | <b>3.31</b> |
| Costa Rica             | 17.84        | 12.32        | 56.60        | 31.25        | 9.00                  | 34.04        | 0.75        | 1.66        | 10.02             | 15.42        | 6.37         | 2.14        |
| El Salvador            | 22.01        | 21.94        | 65.05        | 55.65        | 4.51                  | 10.30        | 0.54        | 1.95        | 2.84              | 6.34         | 7.32         | 3.81        |
| Guatemala              | 25.15        | 26.71        | 65.90        | 51.33        | 2.88                  | 13.52        | 1.03        | 3.50        | 2.37              | 5.13         | 7.41         | 3.52        |
| Honduras               | 23.79        | 21.86        | 65.81        | 44.36        | 1.83                  | 11.31        | 0.96        | 2.85        | 1.87              | 10.51        | 7.40         | 3.04        |
| Mexico                 | 26.12        | 29.97        | 65.46        | 55.10        | 1.87                  | 6.28         | 1.31        | 3.57        | 3.93              | 9.55         | 7.36         | 3.78        |
| Nicaragua              | 25.66        | 30.79        | 64.31        | 56.59        | 3.27                  | 4.47         | 1.12        | 5.51        | 1.49              | 6.32         | 7.23         | 3.88        |
| Panama                 | 22.49        | 21.57        | 62.22        | 43.78        | 4.05                  | 7.95         | 0.70        | 3.31        | 5.72              | 18.34        | 7.00         | 3.00        |
| <b>Caribbean</b>       | <b>15.65</b> | <b>15.77</b> | <b>38.56</b> | <b>31.53</b> | <b>2.54</b>           | <b>6.53</b>  | <b>0.92</b> | <b>3.16</b> | <b>1.70</b>       | <b>3.17</b>  | <b>4.34</b>  | <b>2.16</b> |
| Dominican Rep.         | 27.24        | 25.74        | 63.65        | 52.24        | 2.78                  | 11.12        | 1.29        | 4.18        | 3.04              | 4.58         | 7.16         | 3.58        |
| Haiti                  | 33.79        | 35.63        | 69.56        | 61.08        | 0.11                  | 1.50         | 1.89        | 7.23        | 0.26              | 0.54         | 7.83         | 4.19        |
| Jamaica                | 17.23        | 17.47        | 59.59        | 44.33        | 9.84                  | 20.04        | 1.41        | 4.39        | 5.22              | 10.73        | 6.70         | 3.04        |

(\*) - Input costs ratio adjusted for geometric as explained in section 2.3

Table 3b - Latin America and Caribbean - Livestock Input Cost Shares - 1960/81 and 1981/2000

| Regions/Countries      | Permanent Pastures |         | Labor(*) |         | Fert. + Chem. + Medic. |         | Feed    |         | Mechanization |         | Animal Stock |         |
|------------------------|--------------------|---------|----------|---------|------------------------|---------|---------|---------|---------------|---------|--------------|---------|
|                        | 1961/80            | 1981/01 | 1961/80  | 1981/01 | 1961/80                | 1981/01 | 1961/80 | 1981/01 | 1961/80       | 1981/01 | 1961/80      | 1981/01 |
| <b>Southern Cone</b>   |                    |         |          |         |                        |         |         |         |               |         |              |         |
| Argentina              | 59.95              | 40.47   | 22.72    | 28.76   | 1.74                   | 4.42    | 11.21   | 13.91   | 4.38          | 12.44   | 13.42        | 10.78   |
| Brazil                 | 62.34              | 44.76   | 23.62    | 31.82   | 0.15                   | 1.17    | 11.66   | 15.39   | 2.24          | 6.87    | 9.97         | 9.25    |
| Chile                  | 58.32              | 38.55   | 22.10    | 27.40   | 3.62                   | 6.63    | 10.91   | 13.25   | 5.05          | 14.17   | 19.40        | 15.36   |
| Paraguay               | 59.19              | 37.85   | 22.43    | 26.90   | 2.18                   | 8.32    | 11.07   | 13.01   | 5.13          | 13.91   | 6.29         | 3.74    |
| Uruguay                | 60.86              | 41.11   | 23.06    | 29.22   | 0.31                   | 3.02    | 11.39   | 14.13   | 4.38          | 12.51   | 17.39        | 15.87   |
|                        | 59.04              | 40.07   | 22.37    | 28.48   | 2.43                   | 2.96    | 11.04   | 13.77   | 5.11          | 14.73   | 14.06        | 9.71    |
| <b>Andean</b>          |                    |         |          |         |                        |         |         |         |               |         |              |         |
| Bolivia                | 60.42              | 43.50   | 22.89    | 30.92   | 2.61                   | 4.50    | 11.30   | 14.95   | 2.78          | 6.12    | 13.42        | 10.78   |
| Colombia               | 62.46              | 46.29   | 23.67    | 32.90   | 0.18                   | 0.23    | 11.68   | 15.91   | 2.01          | 4.67    | 9.97         | 9.25    |
| Ecuador                | 59.56              | 44.08   | 22.57    | 31.33   | 3.67                   | 4.97    | 11.14   | 15.15   | 3.05          | 4.48    | 19.40        | 15.36   |
| Peru                   | 58.11              | 39.48   | 22.02    | 28.06   | 3.97                   | 4.37    | 10.87   | 13.57   | 5.03          | 14.51   | 6.29         | 3.74    |
| Venezuela              | 60.44              | 45.02   | 22.90    | 32.00   | 2.68                   | 3.80    | 11.31   | 15.47   | 2.68          | 3.71    | 17.39        | 15.87   |
|                        | 61.52              | 42.64   | 23.31    | 30.31   | 2.54                   | 9.15    | 11.51   | 14.66   | 1.12          | 3.24    | 14.06        | 9.71    |
| <b>Central America</b> |                    |         |          |         |                        |         |         |         |               |         |              |         |
| Costa Rica             | 60.10              | 40.98   | 22.78    | 29.12   | 3.13                   | 8.94    | 11.24   | 14.08   | 2.75          | 6.87    | 7.30         | 5.72    |
| El Salvador            | 56.66              | 31.66   | 21.47    | 22.50   | 6.37                   | 23.31   | 10.60   | 10.88   | 4.91          | 11.64   | 8.28         | 3.40    |
| Guatemala              | 60.91              | 44.12   | 23.08    | 31.36   | 3.27                   | 5.52    | 11.39   | 15.17   | 1.35          | 3.83    | 3.72         | 3.99    |
| Honduras               | 61.52              | 42.64   | 23.31    | 30.31   | 2.54                   | 9.15    | 11.51   | 14.66   | 1.12          | 3.24    | 3.92         | 3.95    |
| Mexico                 | 61.60              | 38.97   | 23.34    | 27.70   | 1.47                   | 12.91   | 11.52   | 13.39   | 2.07          | 7.02    | 6.59         | 5.93    |
| Nicaragua              | 61.50              | 44.18   | 23.30    | 31.40   | 1.82                   | 3.41    | 11.50   | 15.19   | 1.88          | 5.83    | 6.84         | 6.37    |
| Panama                 | 60.75              | 45.38   | 23.02    | 32.25   | 3.20                   | 2.92    | 11.36   | 15.60   | 1.66          | 3.86    | 13.46        | 12.98   |
|                        | 57.79              | 39.87   | 21.90    | 28.34   | 3.22                   | 5.38    | 10.81   | 13.70   | 6.27          | 12.71   | 8.28         | 3.40    |
| <b>Caribbean</b>       |                    |         |          |         |                        |         |         |         |               |         |              |         |
| Dominican Rep.         | 32.60              | 19.47   | 12.35    | 13.84   | 7.96                   | 18.90   | 6.10    | 6.69    | 0.99          | 1.11    |              |         |
| Haiti                  | 60.40              | 43.23   | 22.89    | 30.73   | 3.94                   | 8.29    | 11.30   | 14.86   | 1.47          | 2.89    | 4.42         | 5.47    |
| Jamaica                | 63.65              | 47.77   | 24.12    | 33.96   | 0.20                   | 1.53    | 11.91   | 16.42   | 0.13          | 0.32    | 3.14         | 4.89    |
|                        | 38.93              | 6.33    | 14.75    | 4.50    | 35.66                  | 84.66   | 7.28    | 2.18    | 3.37          | 2.33    | 3.14         | 4.89    |
| LAC Average rate       | 59.28              | 40.20   | 22.46    | 28.57   | 4.17                   | 10.08   | 11.09   | 13.82   | 3.00          | 7.32    | 9.80         | 8.16    |

Table 3c - Asia - Crop Input Cost Shares - 1960/81 and 1981/2000

| Regions/Countries      | Crop Land (*) |              | Labor        |              | Fert. + Pest. (*) |             | Seeds       |             | Mechanization (*) |              | Animal Power |             |
|------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|--------------|--------------|-------------|
|                        | 1961/80       | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80           | 1981/01     | 1961/80     | 1981/01     | 1961/80           | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01     |
| <b>Middle East</b>     | <b>58.29</b>  | <b>38.71</b> | <b>41.02</b> | <b>38.75</b> | <b>1.23</b>       | <b>6.19</b> | <b>2.64</b> | <b>4.05</b> | <b>6.96</b>       | <b>13.01</b> | <b>6.53</b>  | <b>3.60</b> |
| Afghanistan            | 71.51         | 69.74        | 46.82        | 49.58        | 0.23              | 0.04        | 2.00        | 3.77        | 0.28              | 0.40         | 7.45         | 4.61        |
| Iran                   | 54.63         | 34.26        | 38.27        | 37.55        | 1.02              | 4.45        | 2.76        | 2.65        | 11.78             | 19.51        | 6.09         | 3.49        |
| Iraq                   | 61.73         | 39.56        | 40.42        | 31.93        | 0.70              | 7.05        | 3.71        | 7.42        | 7.14              | 15.82        | 6.43         | 2.97        |
| Jordan                 | 54.85         | 25.63        | 38.43        | 30.62        | 2.58              | 16.94       | 4.53        | 7.28        | 5.19              | 15.17        | 6.11         | 2.85        |
| Saudi Arabia           | 45.78         | 35.51        | 40.29        | 42.41        | 2.89              | 11.05       | 1.72        | 1.14        | 6.88              | 4.04         | 6.41         | 3.95        |
| Syria                  | 55.16         | 30.76        | 41.00        | 36.75        | 1.01              | 4.43        | 2.61        | 4.63        | 10.65             | 18.21        | 6.52         | 3.42        |
| Turkey                 | 57.93         | 31.20        | 40.59        | 37.27        | 1.18              | 4.14        | 2.77        | 3.64        | 7.17              | 20.29        | 6.46         | 3.47        |
| Yemen                  | 64.73         | 43.01        | 42.38        | 43.91        | 0.23              | 1.41        | 1.00        | 1.83        | 6.59              | 10.67        | 6.74         | 4.08        |
| <b>South Asia</b>      | <b>59.30</b>  | <b>41.70</b> | <b>43.82</b> | <b>45.64</b> | <b>1.13</b>       | <b>4.03</b> | <b>1.33</b> | <b>1.87</b> | <b>4.04</b>       | <b>5.29</b>  | <b>6.97</b>  | <b>4.25</b> |
| Bangladesh             | 67.36         | 48.79        | 47.19        | 49.81        | 0.45              | 2.20        | 0.90        | 0.97        | 0.23              | 0.23         | 7.51         | 4.63        |
| India                  | 62.18         | 39.24        | 43.56        | 43.00        | 0.85              | 4.55        | 1.98        | 3.00        | 3.68              | 8.19         | 6.93         | 4.00        |
| Nepal                  | 71.74         | 48.94        | 46.97        | 49.96        | 0.10              | 0.88        | 1.07        | 1.45        | 0.63              | 1.06         | 7.47         | 4.65        |
| Pakistan               | 58.58         | 33.38        | 41.04        | 39.87        | 1.21              | 6.22        | 1.51        | 2.22        | 4.64              | 13.28        | 6.53         | 3.71        |
| Sri Lanka              | 36.64         | 38.15        | 40.31        | 45.57        | 3.06              | 6.28        | 1.20        | 1.70        | 10.99             | 3.69         | 6.41         | 4.24        |
| <b>South East Asia</b> | <b>52.58</b>  | <b>48.14</b> | <b>45.32</b> | <b>44.90</b> | <b>1.40</b>       | <b>4.73</b> | <b>1.06</b> | <b>1.78</b> | <b>2.37</b>       | <b>2.95</b>  | <b>7.21</b>  | <b>4.18</b> |
| Cambodia               | 42.10         | 48.08        | 46.31        | 49.09        | 0.10              | 0.10        | 2.06        | 4.43        | 0.89              | 0.56         | 7.37         | 4.57        |
| Indonesia              | 63.36         | 64.17        | 47.09        | 48.82        | 0.81              | 3.35        | 0.38        | 0.58        | 0.67              | 0.79         | 7.49         | 4.54        |
| Laos                   | 42.69         | 41.56        | 46.96        | 49.64        | 0.08              | 0.12        | 1.74        | 3.16        | 0.46              | 0.76         | 7.47         | 4.62        |
| Malaysia               | 46.40         | 35.36        | 38.67        | 28.54        | 6.60              | 21.80       | 0.28        | 0.31        | 8.34              | 8.08         | 6.15         | 2.65        |
| Philippines            | 52.20         | 40.91        | 45.93        | 48.87        | 1.23              | 2.75        | 1.02        | 1.25        | 2.13              | 1.11         | 7.31         | 4.55        |
| Thailand               | 66.48         | 54.31        | 46.58        | 43.83        | 0.33              | 2.36        | 1.03        | 1.19        | 1.87              | 5.41         | 7.41         | 4.08        |
| Vietnam                | 54.82         | 52.61        | 45.68        | 45.54        | 0.66              | 2.62        | 0.92        | 1.55        | 2.25              | 3.92         | 7.27         | 4.24        |
| <b>East Asia</b>       | <b>58.18</b>  | <b>35.48</b> | <b>41.44</b> | <b>40.30</b> | <b>1.71</b>       | <b>3.16</b> | <b>2.42</b> | <b>3.77</b> | <b>7.13</b>       | <b>13.34</b> | <b>6.59</b>  | <b>3.75</b> |
| China                  | 62.90         | 38.80        | 44.07        | 46.35        | 1.02              | 6.22        | 1.24        | 1.48        | 3.24              | 2.83         | 7.01         | 4.31        |
| Mongolia               | 61.40         | 35.98        | 40.20        | 36.73        | 0.35              | 0.99        | 5.34        | 7.78        | 9.50              | 16.60        | 6.40         | 3.42        |
| North Korea            | 50.25         | 31.66        | 40.06        | 37.81        | 3.75              | 2.28        | 0.69        | 2.04        | 8.64              | 20.59        | 6.37         | 3.52        |
| Average rate           | 56.76         | 41.81        | 42.99        | 42.32        | 1.32              | 4.88        | 1.85        | 2.85        | 4.95              | 8.31         | 6.84         | 3.94        |

(\*) - Input costs ratio adjusted for geometric as explained in section 2.3

| Regions/Countries      | Permanent Pastures |              | Labor        |              | Fert. + Ch. + Med. |             | Feed         |              | Mechanization |             | Animal Stock |              |
|------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
|                        | 1961/80            | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80            | 1981/01     | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80       | 1981/01     | 1961/80      | 1981/01      |
| <b>Middle East</b>     | <b>53.69</b>       | <b>36.40</b> | <b>20.35</b> | <b>25.87</b> | <b>1.10</b>        | <b>4.11</b> | <b>3.84</b>  | <b>13.27</b> | <b>2.32</b>   | <b>8.61</b> | <b>4.91</b>  | <b>3.00</b>  |
| Afghanistan            | 63.57              | 48.51        | 24.09        | 34.48        | 0.38               | 0.10        | 11.89        | 16.67        | 0.06          | 0.25        | 6.90         | 3.72         |
| Iran                   | 61.33              | 40.17        | 23.24        | 28.55        | 1.52               | 4.35        | 11.47        | 13.81        | 2.44          | 13.12       | 5.07         | 4.24         |
| Iraq                   | 59.72              | 36.44        | 22.63        | 25.90        | 1.30               | 11.75       | 11.17        | 12.52        | 5.17          | 13.39       | 6.88         | 6.77         |
| Saudi Arabia           | 61.31              | 42.73        | 23.23        | 30.37        | 2.36               | 8.45        | 11.47        | 14.69        | 1.63          | 3.76        | 3.92         | 0.77         |
| Syria                  | 61.45              | 39.04        | 23.28        | 27.75        | 1.17               | 3.57        | 11.49        | 13.42        | 2.60          | 16.23       | 2.34         | 1.59         |
| Turkey                 | 59.53              | 39.90        | 22.56        | 28.36        | 1.62               | 3.36        | 11.14        | 13.71        | 5.15          | 14.67       | 10.24        | 6.15         |
| Yemen                  | 62.62              | 44.41        | 23.73        | 31.57        | 0.42               | 1.30        | 11.71        | 15.26        | 1.52          | 7.46        | 3.92         | 0.77         |
| <b>South Asia</b>      | <b>62.57</b>       | <b>45.28</b> | <b>23.71</b> | <b>32.18</b> | <b>1.13</b>        | <b>3.25</b> | <b>1.80</b>  | <b>4.94</b>  | <b>0.89</b>   | <b>3.73</b> | <b>17.63</b> | <b>11.49</b> |
| Bangladesh             | 63.46              | 47.67        | 24.05        | 33.88        | 0.56               | 1.93        | 11.87        | 16.38        | 0.06          | 0.14        | 27.36        | 17.70        |
| India                  | 62.60              | 43.97        | 23.72        | 31.25        | 1.14               | 3.88        | 11.71        | 15.11        | 0.83          | 5.79        | 15.02        | 8.73         |
| Nepal                  | 63.62              | 47.99        | 24.11        | 34.11        | 0.17               | 0.77        | 11.90        | 16.49        | 0.19          | 0.64        | 21.65        | 14.68        |
| Pakistan               | 61.77              | 41.61        | 23.41        | 29.58        | 1.70               | 4.93        | 11.55        | 14.30        | 1.57          | 9.58        | 6.90         | 3.72         |
| Sri Lanka              | 61.41              | 45.14        | 23.27        | 32.09        | 2.06               | 4.72        | 11.49        | 15.52        | 1.78          | 2.53        | 17.20        | 12.64        |
| <b>South East Asia</b> | <b>44.45</b>       | <b>44.45</b> | <b>23.80</b> | <b>31.59</b> | <b>1.25</b>        | <b>5.03</b> | <b>1.35</b>  | <b>4.39</b>  | <b>0.38</b>   | <b>3.64</b> | <b>7.52</b>  | <b>6.65</b>  |
| Cambodia               | 63.64              | 48.42        | 24.12        | 34.41        | 0.06               | 0.11        | 11.91        | 16.64        | 0.27          | 0.42        | 23.65        | 21.76        |
| Indonesia              | 63.27              | 46.94        | 23.97        | 33.37        | 0.84               | 2.44        | 11.84        | 16.13        | 0.09          | 1.11        | 8.81         | 5.93         |
| Laos DPR               | 63.74              | 48.35        | 24.15        | 34.37        | 0.04               | 0.20        | 11.92        | 16.62        | 0.14          | 0.47        | 6.29         | 8.02         |
| Malaysia               | 59.31              | 31.02        | 22.47        | 22.04        | 5.98               | 23.97       | 11.09        | 10.66        | 1.15          | 12.31       | 2.36         | 0.90         |
| Philippines            | 63.08              | 47.16        | 23.90        | 33.52        | 0.91               | 2.43        | 11.80        | 16.21        | 0.31          | 0.67        | 2.53         | 1.53         |
| Thailand               | 63.43              | 44.06        | 24.04        | 31.32        | 0.42               | 2.90        | 11.87        | 15.14        | 0.25          | 6.57        | 5.72         | 5.52         |
| Vietnam                | 63.20              | 45.20        | 23.95        | 32.13        | 0.54               | 3.19        | 11.82        | 15.54        | 0.49          | 3.94        | 3.27         | 2.87         |
| <b>East Asia</b>       | <b>40.88</b>       | <b>28.80</b> | <b>15.49</b> | <b>20.47</b> | <b>0.67</b>        | <b>1.92</b> | <b>3.48</b>  | <b>11.59</b> | <b>1.97</b>   | <b>5.59</b> | <b>3.82</b>  | <b>3.82</b>  |
| China                  | 62.53              | 45.56        | 23.70        | 32.38        | 1.36               | 4.64        | 11.70        | 15.66        | 0.72          | 1.75        | 4.35         | 2.11         |
| Mongolia               | 60.12              | 40.83        | 22.78        | 29.02        | 0.65               | 1.11        | 11.25        | 14.03        | 5.21          | 15.01       | 7.12         | 9.36         |
| <b>Average rate</b>    | <b>62.13</b>       | <b>43.58</b> | <b>23.54</b> | <b>30.97</b> | <b>1.20</b>        | <b>4.29</b> | <b>11.62</b> | <b>14.98</b> | <b>1.51</b>   | <b>6.18</b> | <b>9.12</b>  | <b>6.64</b>  |



Table 3e - Africa - Crop Input Cost Shares - 1960/81 and 1981/2000

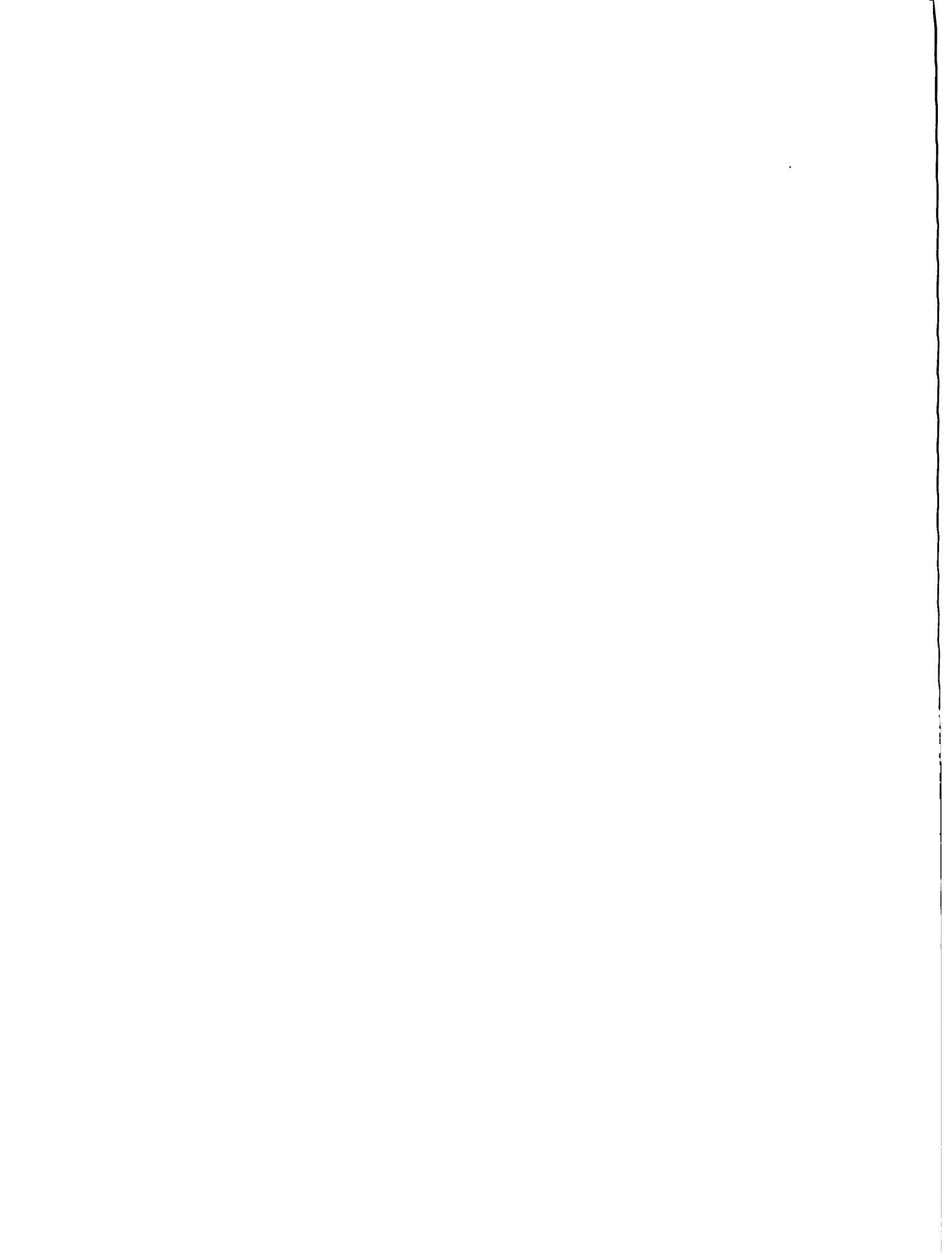
| Regions/Countries      | Crop Land    |              |              | Labor        |             |             | Fert. + Pest. |              |             | Seeds        |             |             | Mechanization |              |             | Animal Power |  |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|---------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--|
|                        | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80     | 1981/01     | 1961/80       | 1981/01      | 1961/80     | 1981/01      | 1961/80     | 1981/01     | 1961/80       | 1981/01      | 1961/80     | 1981/01      |  |
| <b>North Africa</b>    | <b>49.48</b> | <b>31.65</b> | <b>39.75</b> | <b>37.80</b> | <b>2.64</b> | <b>4.14</b> | <b>3.04</b>   | <b>4.99</b>  | <b>9.74</b> | <b>15.51</b> | <b>6.32</b> | <b>3.52</b> | <b>6.32</b>   | <b>15.51</b> | <b>6.32</b> | <b>3.52</b>  |  |
| Algeria                | 56.10        | 30.89        | 39.30        | 36.90        | 2.04        | 1.51        | 3.76          | 5.78         | 8.47        | 20.09        | 6.25        | 3.43        | 6.25          | 20.09        | 6.25        | 3.43         |  |
| Egypt                  | 44.46        | 38.20        | 41.80        | 45.63        | 3.10        | 4.51        | 1.12          | 0.89         | 8.69        | 6.53         | 6.65        | 4.24        | 8.69          | 6.53         | 6.65        | 4.24         |  |
| Libya                  | 49.73        | 25.83        | 36.96        | 30.86        | 4.76        | 7.67        | 4.80          | 8.89         | 7.87        | 16.80        | 5.88        | 2.87        | 7.87          | 16.80        | 5.88        | 2.87         |  |
| Morocco                | 53.85        | 32.44        | 40.03        | 38.74        | 1.21        | 2.88        | 2.65          | 5.63         | 12.24       | 14.04        | 6.37        | 3.60        | 12.24         | 14.04        | 6.37        | 3.60         |  |
| Tunisia                | 43.24        | 30.87        | 40.66        | 36.87        | 2.07        | 4.12        | 2.86          | 3.79         | 10.56       | 20.07        | 6.47        | 3.43        | 10.56         | 20.07        | 6.47        | 3.43         |  |
| <b>East Africa</b>     | <b>38.33</b> | <b>31.79</b> | <b>31.63</b> | <b>33.24</b> | <b>0.28</b> | <b>1.03</b> | <b>0.84</b>   | <b>0.90</b>  | <b>0.04</b> | <b>0.16</b>  | <b>5.03</b> | <b>3.09</b> | <b>0.04</b>   | <b>0.16</b>  | <b>5.03</b> | <b>3.09</b>  |  |
| Ethiopia               | 72.34        | 53.03        | 47.36        | 47.98        | 0.10        | 3.33        | 1.68          | 1.26         | 0.01        | 0.51         | 7.54        | 4.46        | 0.01          | 0.51         | 7.54        | 4.46         |  |
| Sudan                  | 42.96        | 46.14        | 47.26        | 50.57        | 0.73        | 0.40        | 1.37          | 1.77         | 0.09        | 0.13         | 7.52        | 4.70        | 0.09          | 0.13         | 7.52        | 4.70         |  |
| Uganda                 | 64.51        | 42.85        | 47.95        | 51.19        | 0.05        | 0.01        | 0.64          | 1.09         | 0.08        | 0.09         | 7.63        | 4.76        | 0.08          | 0.09         | 7.63        | 4.76         |  |
| Kenya                  | 50.19        | 48.71        | 47.19        | 49.73        | 0.78        | 2.47        | 1.35          | 1.28         | 0.07        | 0.21         | 7.51        | 4.63        | 0.07          | 0.21         | 7.51        | 4.63         |  |
| Madagascar             | 53.64        | 42.81        | 47.20        | 51.13        | 0.14        | 0.37        | 2.13          | 0.38         | 0.05        | 0.07         | 7.51        | 4.76        | 0.05          | 0.07         | 7.51        | 4.76         |  |
| <b>Central Africa</b>  | <b>57.62</b> | <b>45.66</b> | <b>38.65</b> | <b>35.95</b> | <b>0.34</b> | <b>2.04</b> | <b>5.06</b>   | <b>13.54</b> | <b>0.20</b> | <b>0.36</b>  | <b>7.17</b> | <b>3.90</b> | <b>0.20</b>   | <b>0.36</b>  | <b>7.17</b> | <b>3.90</b>  |  |
| Cameroon               | 57.92        | 48.97        | 46.17        | 50.00        | 1.06        | 1.40        | 2.79          | 1.80         | 0.01        | 0.02         | 7.34        | 4.65        | 0.01          | 0.02         | 7.34        | 4.65         |  |
| Chad                   | 72.32        | 52.53        | 47.35        | 50.19        | 0.07        | 0.75        | 1.84          | 2.36         | 0.01        | 0.01         | 7.53        | 4.67        | 0.01          | 0.01         | 7.53        | 4.67         |  |
| Dem. Rep. Congo        | 66.39        | 57.77        | 46.52        | 50.00        | 0.19        | 0.03        | 3.26          | 3.36         | 0.08        | 0.06         | 7.40        | 4.65        | 0.08          | 0.06         | 7.40        | 4.65         |  |
| Rep. Congo             | 44.29        | 27.81        | 36.91        | 25.17        | 0.25        | 9.91        | 21.59         | 34.80        | 1.08        | 2.04         | 5.87        | 2.34        | 1.08          | 2.04         | 5.87        | 2.34         |  |
| Rep. Central African   | 57.44        | 58.20        | 45.78        | 50.37        | 0.45        | 0.11        | 4.81          | 2.58         | 0.01        | 0.01         | 7.28        | 4.69        | 0.01          | 0.01         | 7.28        | 4.69         |  |
| Rwanda                 | 47.36        | 28.68        | 47.80        | 25.95        | 0.04        | 0.03        | 1.09          | 49.86        | 0.01        | 0.01         | 7.60        | 2.41        | 0.01          | 0.01         | 7.60        | 2.41         |  |
| <b>Western Africa</b>  | <b>56.82</b> | <b>47.51</b> | <b>40.01</b> | <b>42.27</b> | <b>0.30</b> | <b>0.56</b> | <b>2.21</b>   | <b>3.26</b>  | <b>0.04</b> | <b>0.03</b>  | <b>6.37</b> | <b>3.93</b> | <b>0.04</b>   | <b>0.03</b>  | <b>6.37</b> | <b>3.93</b>  |  |
| Benin                  | 50.50        | 57.72        | 47.48        | 49.96        | 0.14        | 1.41        | 1.63          | 1.28         | 0.01        | 0.01         | 7.55        | 4.65        | 0.01          | 0.01         | 7.55        | 4.65         |  |
| Guinea                 | 59.15        | 62.84        | 47.14        | 50.71        | 0.05        | 0.08        | 2.40          | 1.92         | 0.01        | 0.02         | 7.50        | 4.72        | 0.01          | 0.02         | 7.50        | 4.72         |  |
| Ghana                  | 70.55        | 59.01        | 46.20        | 51.08        | 0.36        | 0.26        | 3.09          | 0.89         | 0.10        | 0.05         | 7.35        | 4.75        | 0.10          | 0.05         | 7.35        | 4.75         |  |
| Togo                   | 72.32        | 50.21        | 47.35        | 47.98        | 0.13        | 0.91        | 1.67          | 6.17         | 0.01        | 0.00         | 7.53        | 4.46        | 0.01          | 0.00         | 7.53        | 4.46         |  |
| Mauritania             | 69.93        | 55.92        | 45.79        | 39.76        | 0.62        | 0.74        | 3.07          | 20.86        | 0.24        | 0.09         | 7.28        | 3.70        | 0.24          | 0.09         | 7.28        | 3.70         |  |
| Niger                  | 72.42        | 53.92        | 47.42        | 51.52        | 0.02        | 0.04        | 1.87          | 0.49         | 0.00        | 0.00         | 7.54        | 4.79        | 0.00          | 0.00         | 7.54        | 4.79         |  |
| Burkina Faso           | 72.44        | 49.71        | 47.43        | 50.75        | 0.09        | 0.70        | 1.61          | 1.15         | 0.00        | 0.02         | 7.55        | 4.72        | 0.00          | 0.02         | 7.55        | 4.72         |  |
| Ivory Coast            | 56.78        | 41.39        | 45.26        | 49.44        | 1.52        | 1.91        | 3.78          | 2.57         | 0.08        | 0.09         | 7.20        | 4.60        | 0.08          | 0.09         | 7.20        | 4.60         |  |
| Mali                   | 71.68        | 67.11        | 46.93        | 51.06        | 0.18        | 0.01        | 2.33          | 1.37         | 0.02        | 0.03         | 7.47        | 4.75        | 0.02          | 0.03         | 7.47        | 4.75         |  |
| Nigeria                | 72.43        | 59.23        | 47.43        | 51.27        | 0.26        | 0.26        | 1.05          | 0.56         | 0.02        | 0.07         | 7.54        | 4.77        | 0.02          | 0.07         | 7.54        | 4.77         |  |
| Senegal                | 60.65        | 51.99        | 45.08        | 49.68        | 0.82        | 1.46        | 5.18          | 2.13         | 0.02        | 0.02         | 7.17        | 4.62        | 0.02          | 0.02         | 7.17        | 4.62         |  |
| Sierra Leone           | 66.64        | 56.09        | 46.69        | 48.55        | 0.06        | 0.02        | 3.28          | 6.25         | 0.01        | 0.01         | 7.43        | 4.52        | 0.01          | 0.01         | 7.43        | 4.52         |  |
| <b>Southern Africa</b> | <b>56.89</b> | <b>49.23</b> | <b>45.18</b> | <b>46.66</b> | <b>1.75</b> | <b>2.14</b> | <b>3.17</b>   | <b>5.74</b>  | <b>0.53</b> | <b>1.53</b>  | <b>7.19</b> | <b>4.34</b> | <b>0.53</b>   | <b>1.53</b>  | <b>7.19</b> | <b>4.34</b>  |  |
| Angola                 | 65.60        | 62.07        | 45.96        | 50.09        | 0.82        | 0.13        | 1.97          | 2.16         | 0.56        | 0.91         | 7.31        | 4.66        | 0.56          | 0.91         | 7.31        | 4.66         |  |
| Botswana               | 40.57        | 31.63        | 38.15        | 30.22        | 1.69        | 5.65        | 16.33         | 24.05        | 1.18        | 10.08        | 6.07        | 2.81        | 1.18          | 10.08        | 6.07        | 2.81         |  |
| Malawi                 | 63.49        | 41.99        | 47.19        | 50.15        | 0.49        | 1.03        | 1.43          | 2.14         | 0.02        | 0.03         | 7.51        | 4.67        | 0.02          | 0.03         | 7.51        | 4.67         |  |
| Mozambique             | 55.44        | 72.37        | 46.20        | 51.46        | 1.13        | 0.00        | 2.40          | 0.49         | 0.36        | 0.15         | 7.35        | 4.79        | 0.36          | 0.15         | 7.35        | 4.79         |  |
| Zimbabwe               | 55.23        | 41.09        | 46.02        | 49.08        | 2.16        | 4.07        | 1.24          | 0.65         | 0.33        | 0.55         | 7.32        | 4.57        | 0.33          | 0.55         | 7.32        | 4.57         |  |
| South Africa           | 52.26        | 48.82        | 45.99        | 49.84        | 2.66        | 2.76        | 0.73          | 0.13         | 0.62        | 0.21         | 7.32        | 4.64        | 0.62          | 0.21         | 7.32        | 4.64         |  |
| Zambia                 | 62.79        | 54.73        | 46.67        | 49.52        | 1.30        | 1.17        | 0.80          | 2.37         | 0.14        | 0.31         | 7.42        | 4.61        | 0.14          | 0.31         | 7.42        | 4.61         |  |
| Namibia                | 48.90        | 40.44        | 43.03        | 38.64        | 5.30        | 4.19        | 2.47          | 18.38        | 1.48        | 1.44         | 6.85        | 3.59        | 1.48          | 1.44         | 6.85        | 3.59         |  |
| Tanzania               | 67.74        | 49.90        | 47.46        | 50.94        | 0.21        | 0.25        | 1.18          | 1.27         | 0.12        | 0.09         | 7.55        | 4.74        | 0.12          | 0.09         | 7.55        | 4.74         |  |
| Average rate           | 59.03        | 47.94        | 45.22        | 46.03        | 1.00        | 1.80        | 3.17          | 6.02         | 1.50        | 2.56         | 7.19        | 4.28        | 1.50          | 2.56         | 7.19        | 4.28         |  |

FONTAGRO Special Report No. 6: The Role of Technological Capital

Table 3f - Africa - Livestock Input Cost Shares - 1960/81 and 1981/2000

| Regions/Countries      | Permanent Pastures |              | Labor        |              | Fert. + Chem. + Medic. |             | Feed         |               | Mechanization |              | Animal Stock |              |
|------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|                        | 1961/80            | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80                | 1981/01     | 1961/80      | 1981/01       | 1961/80       | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      |
| <b>North Africa</b>    | <b>49.58</b>       | <b>33.09</b> | <b>18.79</b> | <b>23.52</b> | <b>1.99</b>            | <b>4.15</b> | <b>9.27</b>  | <b>11.37</b>  | <b>3.71</b>   | <b>11.19</b> | <b>4.32</b>  | <b>2.20</b>  |
| Algeria                | 58.79              | 40.30        | 22.28        | 28.64        | 2.85                   | 2.40        | 11.00        | 13.85         | 5.09          | 14.81        | 5.41         | 2.36         |
| Egypt                  | 60.22              | 40.91        | 22.82        | 29.08        | 0.48                   | 0.91        | 11.27        | 14.06         | 5.21          | 15.04        | 2.57         | 2.34         |
| Libya                  | 57.07              | 35.91        | 21.63        | 25.52        | 5.68                   | 13.02       | 10.68        | 12.34         | 4.94          | 13.20        | 3.93         | 2.22         |
| Morocco                | 61.77              | 41.82        | 23.41        | 29.73        | 1.45                   | 4.54        | 11.55        | 14.38         | 1.83          | 9.53         | 10.04        | 4.04         |
| Tunisia                | 59.62              | 39.62        | 22.59        | 28.16        | 1.47                   | 4.05        | 11.15        | 13.62         | 5.16          | 14.56        | 3.93         | 2.22         |
| <b>East Africa</b>     | <b>42.12</b>       | <b>29.97</b> | <b>15.96</b> | <b>21.30</b> | <b>0.23</b>            | <b>1.44</b> | <b>7.88</b>  | <b>10.30</b>  | <b>0.49</b>   | <b>3.65</b>  | <b>12.69</b> | <b>12.38</b> |
| Ethiopia               | 63.57              | 39.87        | 24.09        | 28.34        | 0.21                   | 5.38        | 11.89        | 13.70         | 0.24          | 12.71        | 23.71        | 23.42        |
| Sudan                  | 62.82              | 47.11        | 23.81        | 33.49        | 0.48                   | 0.54        | 11.75        | 16.19         | 1.14          | 2.67         | 19.20        | 24.36        |
| Uganda                 | 63.37              | 47.79        | 24.01        | 33.97        | 0.06                   | 0.02        | 11.85        | 16.43         | 0.70          | 1.80         | 16.09        | 13.01        |
| Kenya                  | 62.94              | 45.06        | 23.85        | 32.03        | 0.61                   | 2.70        | 11.77        | 15.49         | 0.83          | 4.72         | 17.13        | 13.49        |
| Madagascar             | 63.53              | 47.57        | 24.07        | 33.81        | 0.13                   | 0.96        | 11.88        | 16.35         | 0.39          | 1.31         | 18.19        | 15.71        |
| <b>Central Africa</b>  | <b>53.94</b>       | <b>38.95</b> | <b>20.44</b> | <b>27.68</b> | <b>0.33</b>            | <b>3.65</b> | <b>10.70</b> | <b>250.99</b> | <b>1.06</b>   | <b>2.39</b>  | <b>22.33</b> | <b>18.97</b> |
| Cameroon               | 63.02              | 47.56        | 23.88        | 33.80        | 1.14                   | 1.93        | 11.79        | 16.35         | 0.17          | 0.36         | 22.76        | 16.52        |
| Chad                   | 63.72              | 48.18        | 24.14        | 34.25        | 0.14                   | 0.87        | 11.92        | 16.56         | 0.08          | 0.15         | 24.81        | 31.73        |
| Dem. Rep. Congo        | 63.24              | 47.95        | 23.96        | 34.08        | 0.29                   | 0.05        | 11.83        | 16.48         | 0.68          | 1.44         | 25.78        | 21.79        |
| Rep. Congo             | 60.28              | 32.05        | 22.84        | 22.78        | 0.38                   | 22.38       | 11.28        | 11.02         | 5.22          | 11.78        | 22.76        | 16.52        |
| Rep. Central African   | 63.57              | 48.49        | 24.09        | 34.46        | 0.33                   | 0.21        | 11.89        | 16.67         | 0.12          | 0.18         | 22.76        | 16.52        |
| Rwanda                 | 63.78              | 48.42        | 24.17        | 34.42        | 0.03                   | 0.09        | 11.93        | 16.64         | 0.10          | 0.43         | 15.13        | 10.74        |
| <b>Western Africa</b>  | <b>54.17</b>       | <b>40.86</b> | <b>20.53</b> | <b>29.04</b> | <b>0.46</b>            | <b>0.99</b> | <b>2.41</b>  | <b>13.69</b>  | <b>0.43</b>   | <b>0.77</b>  | <b>13.37</b> | <b>12.53</b> |
| Benin                  | 63.73              | 47.32        | 24.15        | 33.63        | 0.11                   | 2.60        | 11.92        | 16.26         | 0.08          | 0.19         | 12.88        | 11.73        |
| Guinea                 | 63.78              | 48.33        | 24.17        | 34.35        | 0.06                   | 0.19        | 11.93        | 16.61         | 0.07          | 0.53         | 21.35        | 28.69        |
| Ghana                  | 62.31              | 47.47        | 23.61        | 33.74        | 0.74                   | 0.47        | 11.66        | 16.32         | 1.69          | 2.00         | 7.94         | 9.38         |
| Togo                   | 63.64              | 47.91        | 24.11        | 34.05        | 0.26                   | 1.47        | 11.90        | 16.47         | 0.09          | 0.11         | 12.88        | 11.73        |
| Mauritania             | 61.77              | 46.10        | 23.41        | 32.77        | 1.28                   | 3.23        | 11.55        | 15.84         | 1.99          | 2.06         | 10.04        | 10.04        |
| Niger                  | 63.82              | 48.62        | 24.18        | 34.56        | 0.04                   | 0.07        | 11.94        | 16.71         | 0.02          | 0.05         | 19.04        | 11.07        |
| Burkina Faso           | 63.71              | 47.83        | 24.14        | 34.00        | 0.19                   | 0.96        | 11.92        | 16.44         | 0.03          | 0.76         | 23.70        | 18.64        |
| Ivory Coast            | 62.12              | 46.74        | 23.54        | 33.22        | 1.65                   | 2.17        | 11.62        | 16.07         | 1.07          | 1.80         | 8.75         | 10.61        |
| Mali                   | 63.46              | 48.18        | 24.05        | 34.24        | 0.37                   | 0.03        | 11.87        | 16.56         | 0.25          | 0.99         | 15.37        | 12.41        |
| Nigeria                | 63.27              | 47.80        | 23.97        | 33.97        | 0.53                   | 0.47        | 11.84        | 16.43         | 0.40          | 1.33         | 12.88        | 11.73        |
| Senegal                | 63.06              | 47.28        | 23.90        | 33.60        | 1.07                   | 2.24        | 11.80        | 16.25         | 0.18          | 0.63         | 21.05        | 10.67        |
| Sierra Leone           | 63.73              | 48.52        | 24.15        | 34.49        | 0.10                   | 0.04        | 11.92        | 16.68         | 0.10          | 0.28         | 21.35        | 28.69        |
| <b>Southern Africa</b> | <b>60.69</b>       | <b>43.31</b> | <b>23.00</b> | <b>30.78</b> | <b>1.70</b>            | <b>3.24</b> | <b>3.26</b>  | <b>22.49</b>  | <b>3.26</b>   | <b>7.79</b>  | <b>20.29</b> | <b>15.91</b> |
| Angola                 | 58.61              | 41.10        | 22.21        | 29.21        | 1.19                   | 0.24        | 10.96        | 14.13         | 7.04          | 15.31        | 25.78        | 21.79        |
| Botswana               | 59.57              | 36.73        | 22.57        | 26.11        | 1.55                   | 11.04       | 11.14        | 12.62         | 5.16          | 13.50        | 22.15        | 16.55        |
| Malawi                 | 63.30              | 47.81        | 23.99        | 33.99        | 0.62                   | 1.19        | 11.84        | 16.43         | 0.26          | 0.58         | 18.88        | 13.75        |
| Mozambique             | 61.46              | 47.05        | 23.29        | 33.44        | 1.08                   | 0.01        | 11.50        | 16.17         | 2.68          | 3.32         | 17.41        | 13.42        |
| Zimbabwe               | 60.82              | 41.96        | 23.05        | 29.83        | 2.05                   | 4.19        | 11.38        | 14.42         | 2.70          | 9.59         | 22.15        | 16.55        |
| South Africa           | 59.76              | 43.99        | 22.64        | 31.26        | 2.25                   | 3.54        | 11.18        | 15.12         | 4.17          | 6.09         | 8.05         | 7.40         |
| Zambia                 | 62.02              | 44.98        | 23.50        | 31.97        | 1.63                   | 1.89        | 11.60        | 15.46         | 1.24          | 5.70         | 25.78        | 21.79        |
| Namibia                | 57.71              | 38.51        | 21.87        | 27.37        | 4.63                   | 6.72        | 10.80        | 13.24         | 5.00          | 14.16        | 22.15        | 16.55        |
| <b>Average rate</b>    | <b>62.05</b>       | <b>44.88</b> | <b>23.51</b> | <b>31.90</b> | <b>1.01</b>            | <b>2.79</b> | <b>11.61</b> | <b>15.42</b>  | <b>1.82</b>   | <b>5.01</b>  | <b>16.87</b> | <b>14.47</b> |









| Regiones/paises          | Pastos permanentes |              | Mano de obra |              | Fert. + quim. + medic. |             | Forrajes     |               | Mecanización |              | No. De Animales |              |
|--------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|
|                          | 1961/80            | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80                | 1981/01     | 1961/80      | 1981/01       | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80         | 1981/01      |
| <b>Africa del Norte</b>  | <b>49.58</b>       | <b>33.09</b> | <b>18.79</b> | <b>23.52</b> | <b>1.99</b>            | <b>4.15</b> | <b>9.27</b>  | <b>11.37</b>  | <b>3.71</b>  | <b>11.19</b> | <b>4.32</b>     | <b>2.20</b>  |
| Argelia                  | 58.79              | 40.30        | 22.28        | 28.64        | 2.85                   | 2.40        | 11.00        | 13.85         | 5.09         | 14.81        | 5.41            | 2.36         |
| Egipto                   | 60.22              | 40.91        | 22.82        | 29.08        | 0.48                   | 0.91        | 11.27        | 14.06         | 5.21         | 15.04        | 2.57            | 2.34         |
| Libia                    | 57.07              | 35.91        | 21.63        | 25.52        | 5.68                   | 13.02       | 10.68        | 12.34         | 4.94         | 13.20        | 3.93            | 2.22         |
| Marruecos                | 61.77              | 41.82        | 23.41        | 29.73        | 1.45                   | 4.54        | 11.55        | 14.38         | 1.83         | 9.53         | 10.04           | 4.04         |
| Túnez                    | 59.62              | 39.62        | 22.59        | 28.16        | 1.47                   | 4.05        | 11.15        | 13.62         | 5.16         | 14.56        | 3.93            | 2.22         |
| <b>Africa oriental</b>   | <b>42.12</b>       | <b>29.97</b> | <b>15.96</b> | <b>21.30</b> | <b>0.23</b>            | <b>1.44</b> | <b>7.88</b>  | <b>10.30</b>  | <b>0.49</b>  | <b>3.65</b>  | <b>12.69</b>    | <b>12.38</b> |
| Etiopia                  | 63.57              | 39.87        | 24.09        | 28.34        | 0.21                   | 5.38        | 11.89        | 13.70         | 0.24         | 12.71        | 23.71           | 23.42        |
| Sudán                    | 62.82              | 47.11        | 23.81        | 33.49        | 0.48                   | 0.54        | 11.75        | 16.19         | 1.14         | 2.67         | 19.20           | 24.36        |
| Uganda                   | 63.37              | 47.79        | 24.01        | 33.97        | 0.06                   | 0.02        | 11.85        | 16.43         | 0.70         | 1.80         | 16.09           | 13.01        |
| Kenya                    | 62.94              | 45.06        | 23.85        | 32.03        | 0.61                   | 2.70        | 11.77        | 15.49         | 0.83         | 4.72         | 17.13           | 13.49        |
| Madagascar               | 63.53              | 47.57        | 24.07        | 33.81        | 0.13                   | 0.96        | 11.88        | 16.35         | 0.39         | 1.31         | 18.19           | 15.71        |
| <b>Africa central</b>    | <b>53.94</b>       | <b>38.95</b> | <b>20.44</b> | <b>27.68</b> | <b>0.33</b>            | <b>3.65</b> | <b>10.70</b> | <b>250.99</b> | <b>1.06</b>  | <b>2.39</b>  | <b>22.33</b>    | <b>18.97</b> |
| Camerún                  | 63.02              | 47.56        | 23.88        | 33.80        | 1.14                   | 1.93        | 11.79        | 16.35         | 0.17         | 0.36         | 22.76           | 16.52        |
| Chad                     | 63.72              | 48.18        | 24.14        | 34.25        | 0.14                   | 0.87        | 11.92        | 16.56         | 0.08         | 0.15         | 24.81           | 31.73        |
| Rep. Dem. Congo          | 63.24              | 47.95        | 23.96        | 34.08        | 0.29                   | 0.05        | 11.83        | 16.48         | 0.68         | 1.44         | 25.78           | 21.79        |
| Rep. Congo               | 60.28              | 32.05        | 22.84        | 22.78        | 0.38                   | 22.38       | 11.28        | 11.02         | 5.22         | 11.78        | 22.76           | 16.52        |
| Rep. Centroafricana      | 63.57              | 48.49        | 24.09        | 34.46        | 0.33                   | 0.21        | 11.89        | 16.67         | 0.12         | 0.18         | 22.76           | 16.52        |
| Ruanda                   | 63.78              | 48.42        | 24.17        | 34.42        | 0.03                   | 0.09        | 11.93        | 16.64         | 0.10         | 0.43         | 15.13           | 10.74        |
| <b>Africa occidental</b> | <b>54.17</b>       | <b>40.86</b> | <b>20.53</b> | <b>29.04</b> | <b>0.46</b>            | <b>0.99</b> | <b>2.41</b>  | <b>13.69</b>  | <b>0.43</b>  | <b>0.77</b>  | <b>13.37</b>    | <b>12.53</b> |
| Benin                    | 63.73              | 47.32        | 24.15        | 33.63        | 0.11                   | 2.60        | 11.92        | 16.26         | 0.08         | 0.19         | 12.88           | 11.73        |
| Guinea                   | 63.78              | 48.33        | 24.17        | 34.35        | 0.06                   | 0.19        | 11.93        | 16.61         | 0.07         | 0.53         | 21.35           | 28.69        |
| Ghana                    | 62.31              | 47.47        | 23.61        | 33.74        | 0.74                   | 0.47        | 11.66        | 16.32         | 1.69         | 2.00         | 7.94            | 9.38         |
| Togo                     | 63.64              | 47.91        | 24.11        | 34.05        | 0.26                   | 1.47        | 11.90        | 16.47         | 0.09         | 0.11         | 12.88           | 11.73        |
| Mauritania               | 61.77              | 46.10        | 23.41        | 32.77        | 1.28                   | 3.23        | 11.55        | 15.84         | 1.99         | 2.06         | 10.04           | 10.04        |
| Níger                    | 63.82              | 48.62        | 24.18        | 34.56        | 0.04                   | 0.07        | 11.94        | 16.71         | 0.02         | 0.05         | 19.04           | 11.07        |
| Burkina Faso             | 63.71              | 47.83        | 24.14        | 34.00        | 0.19                   | 0.96        | 11.92        | 16.44         | 0.03         | 0.76         | 23.70           | 18.64        |
| Costa de Marfil          | 62.12              | 46.74        | 23.54        | 33.22        | 1.65                   | 2.17        | 11.62        | 16.07         | 1.07         | 1.80         | 8.75            | 10.61        |
| Mali                     | 63.46              | 48.18        | 24.05        | 34.24        | 0.37                   | 0.03        | 11.87        | 16.56         | 0.25         | 0.99         | 15.37           | 12.41        |
| Nigeria                  | 63.27              | 47.80        | 23.97        | 33.97        | 0.53                   | 0.47        | 11.84        | 16.43         | 0.40         | 1.33         | 12.88           | 11.73        |
| Senegal                  | 63.06              | 47.28        | 23.90        | 33.60        | 1.07                   | 2.24        | 11.80        | 16.25         | 0.18         | 0.63         | 21.05           | 10.67        |
| Sierra Leona             | 63.73              | 48.52        | 24.15        | 34.49        | 0.10                   | 0.04        | 11.92        | 16.68         | 0.10         | 0.28         | 21.35           | 28.69        |
| <b>Africa del Sur</b>    | <b>60.69</b>       | <b>43.31</b> | <b>23.00</b> | <b>30.78</b> | <b>1.70</b>            | <b>3.24</b> | <b>3.26</b>  | <b>22.49</b>  | <b>3.26</b>  | <b>7.79</b>  | <b>20.29</b>    | <b>15.91</b> |
| Angola                   | 58.61              | 41.10        | 22.21        | 29.21        | 1.19                   | 0.24        | 10.96        | 14.13         | 7.04         | 15.31        | 25.78           | 21.79        |
| Botswana                 | 59.57              | 36.73        | 22.57        | 26.11        | 1.55                   | 11.04       | 11.14        | 12.62         | 5.16         | 13.50        | 22.15           | 16.55        |
| Malawi                   | 63.30              | 47.81        | 23.99        | 33.99        | 0.62                   | 1.19        | 11.84        | 16.43         | 0.26         | 0.58         | 18.88           | 13.75        |
| Mozambique               | 61.46              | 47.05        | 23.29        | 33.44        | 1.08                   | 0.01        | 11.50        | 16.17         | 2.68         | 3.32         | 17.41           | 13.42        |
| Zimbabue                 | 60.82              | 41.96        | 23.05        | 29.83        | 2.05                   | 4.19        | 11.38        | 14.42         | 2.70         | 9.59         | 22.15           | 16.55        |
| Sudáfrica                | 59.76              | 43.99        | 22.64        | 31.26        | 2.25                   | 3.54        | 11.18        | 15.12         | 4.17         | 6.09         | 8.05            | 7.40         |
| Zambia                   | 62.02              | 44.98        | 23.50        | 31.97        | 1.63                   | 1.89        | 11.60        | 15.46         | 1.24         | 5.70         | 25.78           | 21.79        |
| Namibia                  | 57.71              | 38.51        | 21.87        | 27.37        | 4.63                   | 6.72        | 10.80        | 13.24         | 5.00         | 14.16        | 22.15           | 16.55        |
| Tasa promedio            | 62.05              | 44.88        | 23.51        | 31.90        | 1.01                   | 2.79        | 11.61        | 15.42         | 1.82         | 5.01         | 16.87           | 14.47        |

Cuadro 3c - África - Participación del costo de los insumos agrícolas - 1960/81 y 1981/2000

| Regiones/países          | Tierras agrícolas |         | Mano de obra |         | Fert. + Plag. |         | Semillas |         | Mecanización |         | Fuerza Animal |         |
|--------------------------|-------------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|----------|---------|--------------|---------|---------------|---------|
|                          | 1961/80           | 1981/01 | 1961/80      | 1981/01 | 1961/80       | 1981/01 | 1961/80  | 1981/01 | 1961/80      | 1981/01 | 1961/80       | 1981/01 |
| <i>África del Norte</i>  | 49.48             | 31.65   | 39.75        | 37.80   | 2.64          | 4.14    | 3.04     | 4.99    | 9.74         | 15.51   | 6.32          | 3.52    |
| Argelia                  | 56.10             | 30.89   | 39.30        | 36.90   | 2.04          | 1.51    | 3.76     | 5.78    | 8.47         | 20.09   | 6.25          | 3.43    |
| Egipto                   | 44.46             | 38.20   | 41.80        | 45.63   | 3.10          | 4.51    | 1.12     | 0.89    | 8.69         | 6.53    | 6.65          | 4.24    |
| Libia                    | 49.73             | 25.83   | 36.96        | 30.86   | 4.76          | 7.67    | 4.80     | 8.89    | 8.74         | 16.80   | 5.88          | 2.87    |
| Marruecos                | 53.85             | 32.44   | 40.03        | 38.74   | 1.21          | 2.88    | 2.65     | 5.63    | 12.24        | 14.04   | 6.37          | 3.60    |
| Túnez                    | 43.24             | 30.87   | 40.66        | 36.87   | 2.07          | 4.12    | 2.86     | 3.79    | 10.56        | 20.07   | 6.47          | 3.43    |
| <i>África oriental</i>   | 38.33             | 31.79   | 31.63        | 33.24   | 0.28          | 1.03    | 0.84     | 0.90    | 0.04         | 0.16    | 5.03          | 3.09    |
| Etiopía                  | 72.34             | 53.03   | 47.36        | 47.98   | 0.10          | 3.33    | 1.68     | 1.26    | 0.01         | 0.51    | 7.54          | 4.46    |
| Sudán                    | 42.96             | 46.14   | 47.26        | 50.57   | 0.73          | 0.40    | 1.37     | 1.77    | 0.09         | 0.13    | 7.52          | 4.70    |
| Uganda                   | 64.51             | 42.85   | 47.95        | 51.19   | 0.05          | 0.01    | 0.64     | 1.09    | 0.08         | 0.09    | 7.63          | 4.76    |
| Kenya                    | 50.19             | 48.71   | 47.19        | 49.73   | 0.78          | 2.47    | 1.35     | 1.28    | 0.07         | 0.21    | 7.51          | 4.63    |
| Madagascar               | 53.64             | 42.81   | 47.20        | 51.13   | 0.14          | 0.37    | 2.13     | 0.38    | 0.05         | 0.07    | 7.51          | 4.76    |
| <i>África central</i>    | 57.62             | 45.66   | 38.65        | 35.95   | 0.34          | 2.04    | 5.06     | 13.54   | 0.20         | 0.36    | 7.17          | 3.90    |
| Camerún                  | 57.92             | 48.97   | 46.17        | 50.00   | 1.06          | 1.40    | 2.79     | 1.80    | 0.01         | 0.02    | 7.34          | 4.65    |
| Chad                     | 72.32             | 52.53   | 47.35        | 50.19   | 0.07          | 0.75    | 1.84     | 2.36    | 0.01         | 0.01    | 7.53          | 4.67    |
| Rep. Dem. Congo          | 66.39             | 57.77   | 46.52        | 50.00   | 0.19          | 0.03    | 3.26     | 3.36    | 0.08         | 0.06    | 7.40          | 4.65    |
| Rep. Congo               | 44.29             | 27.81   | 36.91        | 25.17   | 0.25          | 9.91    | 21.59    | 34.80   | 1.08         | 2.04    | 5.87          | 2.34    |
| Rep. Centroafricana      | 57.44             | 58.20   | 45.78        | 50.37   | 0.45          | 0.11    | 4.81     | 2.58    | 0.01         | 0.01    | 7.28          | 4.69    |
| Ruanda                   | 47.36             | 28.68   | 47.80        | 25.95   | 0.04          | 0.03    | 1.09     | 49.86   | 0.01         | 0.01    | 7.60          | 2.41    |
| <i>África occidental</i> | 56.82             | 47.51   | 40.01        | 42.27   | 0.30          | 0.56    | 2.21     | 3.26    | 0.04         | 0.03    | 6.37          | 3.93    |
| Benin                    | 50.50             | 57.72   | 47.48        | 49.96   | 0.14          | 1.41    | 1.63     | 1.28    | 0.01         | 0.01    | 7.55          | 4.65    |
| Guinea                   | 59.15             | 62.84   | 47.14        | 50.71   | 0.05          | 0.08    | 2.40     | 1.92    | 0.01         | 0.02    | 7.50          | 4.72    |
| Ghana                    | 70.55             | 59.01   | 46.20        | 51.08   | 0.36          | 0.26    | 3.09     | 0.89    | 0.10         | 0.05    | 7.35          | 4.75    |
| Togo                     | 72.32             | 50.21   | 47.35        | 47.98   | 0.13          | 0.91    | 1.67     | 6.17    | 0.01         | 0.00    | 7.53          | 4.46    |
| Mauritania               | 69.93             | 55.92   | 45.79        | 39.76   | 0.62          | 0.74    | 3.07     | 20.86   | 0.24         | 0.09    | 7.28          | 3.70    |
| Niger                    | 72.42             | 53.92   | 47.42        | 51.52   | 0.02          | 0.04    | 1.87     | 0.49    | 0.00         | 0.00    | 7.54          | 4.79    |
| Burkina Faso             | 72.44             | 49.71   | 47.43        | 50.75   | 0.09          | 0.70    | 1.61     | 1.15    | 0.00         | 0.02    | 7.55          | 4.72    |
| Costa de Marfil          | 56.78             | 41.39   | 45.26        | 49.44   | 1.52          | 1.91    | 3.78     | 2.57    | 0.08         | 0.09    | 7.20          | 4.60    |
| Mali                     | 71.68             | 67.11   | 46.93        | 51.06   | 0.18          | 0.01    | 2.33     | 1.37    | 0.02         | 0.03    | 7.47          | 4.75    |
| Nigeria                  | 72.43             | 59.23   | 47.43        | 51.27   | 0.26          | 0.26    | 1.05     | 0.56    | 0.02         | 0.07    | 7.54          | 4.77    |
| Senegal                  | 60.65             | 51.99   | 45.08        | 49.68   | 0.82          | 1.46    | 5.18     | 2.13    | 0.02         | 0.02    | 7.17          | 4.62    |
| Sierra Leona             | 66.64             | 56.09   | 46.69        | 48.55   | 0.06          | 0.02    | 3.28     | 6.25    | 0.01         | 0.01    | 7.43          | 4.52    |
| <i>África del Sur</i>    | 56.89             | 49.23   | 45.18        | 46.66   | 1.75          | 2.14    | 3.17     | 5.74    | 0.53         | 1.33    | 7.19          | 4.34    |
| Angola                   | 65.60             | 62.07   | 45.96        | 50.09   | 0.82          | 0.13    | 1.97     | 2.16    | 0.56         | 0.91    | 7.31          | 4.66    |
| Botswana                 | 40.57             | 31.63   | 38.15        | 30.22   | 1.69          | 5.65    | 16.33    | 24.05   | 1.18         | 10.08   | 6.07          | 2.81    |
| Malawi                   | 63.49             | 41.99   | 47.19        | 50.15   | 0.49          | 1.03    | 1.43     | 2.14    | 0.02         | 0.03    | 7.51          | 4.67    |
| Mozambique               | 55.44             | 72.37   | 46.20        | 51.46   | 1.13          | 0.00    | 2.40     | 0.49    | 0.36         | 0.15    | 7.35          | 4.79    |
| Zimbabwec                | 55.23             | 41.09   | 46.02        | 49.08   | 2.16          | 4.07    | 1.24     | 0.65    | 0.33         | 0.55    | 7.32          | 4.57    |
| Sudáfrica                | 52.26             | 48.82   | 45.99        | 49.84   | 2.66          | 2.76    | 0.73     | 0.13    | 0.62         | 0.21    | 7.32          | 4.64    |
| Zambia                   | 62.79             | 54.73   | 46.67        | 49.52   | 1.30          | 1.17    | 0.80     | 2.37    | 0.14         | 0.31    | 7.42          | 4.61    |
| Namibia                  | 48.90             | 40.44   | 43.03        | 38.64   | 5.30          | 4.19    | 2.47     | 18.38   | 1.48         | 1.44    | 6.85          | 3.59    |
| Tanzania                 | 67.74             | 49.90   | 47.46        | 50.94   | 0.21          | 0.25    | 1.18     | 1.27    | 0.12         | 0.09    | 7.55          | 4.74    |
| Tasa promedio            | 59.03             | 47.94   | 45.22        | 46.03   | 1.00          | 1.80    | 3.17     | 6.02    | 1.50         | 2.56    | 7.19          | 4.28    |



Cuadro 3d - Asia - Participación del costo de los insumos ganaderos - 1960/81 y 1981/2000

| Regiones/paises        | Pastos permanentes |              | Mano de obra |              | Fert. + Quím. + Med. |             | Forrajes    |              | Mecanización |             | No. de Animales |              |
|------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|
|                        | 1961/80            | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80              | 1981/01     | 1961/80     | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01     | 1961/80         | 1981/01      |
| <b>Oriente Medio</b>   | <b>53.69</b>       | <b>36.40</b> | <b>20.35</b> | <b>25.87</b> | <b>1.10</b>          | <b>4.11</b> | <b>3.84</b> | <b>13.27</b> | <b>2.32</b>  | <b>8.61</b> | <b>4.91</b>     | <b>3.00</b>  |
| Afganistán             | 63.57              | 48.51        | 24.09        | 34.48        | 0.38                 | 0.10        | 11.89       | 16.67        | 0.06         | 0.25        | 6.90            | 3.72         |
| Irán                   | 61.33              | 40.17        | 23.24        | 28.55        | 1.52                 | 4.35        | 11.47       | 13.81        | 2.44         | 13.12       | 5.07            | 4.24         |
| Irak                   | 59.72              | 36.44        | 22.63        | 25.90        | 1.30                 | 11.75       | 11.17       | 12.52        | 5.17         | 13.39       | 6.88            | 6.77         |
| Arabia Saudita         | 61.31              | 42.73        | 23.23        | 30.37        | 2.36                 | 8.45        | 11.47       | 14.69        | 1.63         | 3.76        | 3.92            | 0.77         |
| Siria                  | 61.45              | 39.04        | 23.28        | 27.75        | 1.17                 | 3.57        | 11.49       | 13.42        | 2.60         | 16.23       | 2.34            | 1.59         |
| Turquía                | 59.53              | 39.90        | 22.56        | 28.36        | 1.62                 | 3.36        | 11.14       | 13.71        | 5.15         | 14.67       | 10.24           | 6.15         |
| Yemen                  | 62.62              | 44.41        | 23.73        | 31.57        | 0.42                 | 1.30        | 11.71       | 15.26        | 1.52         | 7.46        | 3.92            | 0.77         |
| <b>Asia meridional</b> | <b>62.57</b>       | <b>45.28</b> | <b>23.71</b> | <b>32.18</b> | <b>1.13</b>          | <b>3.25</b> | <b>1.80</b> | <b>4.94</b>  | <b>0.89</b>  | <b>3.73</b> | <b>17.63</b>    | <b>11.49</b> |
| Bangladesh             | 63.46              | 47.67        | 24.05        | 33.88        | 0.56                 | 1.93        | 11.87       | 16.38        | 0.06         | 0.14        | 27.36           | 17.70        |
| India                  | 62.60              | 43.97        | 23.72        | 31.25        | 1.14                 | 3.88        | 11.71       | 15.11        | 0.83         | 5.79        | 15.02           | 8.73         |
| Nepal                  | 63.62              | 47.99        | 24.11        | 34.11        | 0.17                 | 0.77        | 11.90       | 16.49        | 0.19         | 0.64        | 21.65           | 14.68        |
| Pakistán               | 61.77              | 41.61        | 23.41        | 29.58        | 1.70                 | 4.93        | 11.55       | 14.30        | 1.57         | 9.58        | 6.90            | 3.72         |
| Sri Lanka              | 61.41              | 45.14        | 23.27        | 32.09        | 2.06                 | 4.72        | 11.49       | 15.52        | 1.78         | 2.53        | 17.20           | 12.64        |
| <b>Sudeste de Asia</b> | <b>44.45</b>       | <b>44.45</b> | <b>23.80</b> | <b>31.59</b> | <b>1.25</b>          | <b>5.03</b> | <b>1.35</b> | <b>4.39</b>  | <b>0.38</b>  | <b>3.64</b> | <b>7.52</b>     | <b>6.65</b>  |
| Camboya                | 63.64              | 48.42        | 24.12        | 34.41        | 0.06                 | 0.11        | 11.91       | 16.64        | 0.27         | 0.42        | 23.65           | 21.76        |
| Indonesia              | 63.27              | 46.94        | 23.97        | 33.37        | 0.84                 | 2.44        | 11.84       | 16.13        | 0.09         | 1.11        | 8.81            | 5.93         |
| Laos RPD               | 63.74              | 48.35        | 24.15        | 34.37        | 0.04                 | 0.20        | 11.92       | 16.62        | 0.14         | 0.47        | 6.29            | 8.02         |
| Malasia                | 59.31              | 31.02        | 22.47        | 22.04        | 5.98                 | 23.97       | 11.09       | 10.66        | 1.15         | 12.31       | 2.36            | 0.90         |
| Filipinas              | 63.08              | 47.16        | 23.90        | 33.52        | 0.91                 | 2.43        | 11.80       | 16.21        | 0.31         | 0.67        | 2.53            | 1.53         |
| Tailandia              | 63.43              | 44.06        | 24.04        | 31.32        | 0.42                 | 2.90        | 11.87       | 15.14        | 0.25         | 6.57        | 5.72            | 5.52         |
| Vietnam                | 63.20              | 45.20        | 23.95        | 32.13        | 0.54                 | 3.19        | 11.82       | 15.54        | 0.49         | 3.94        | 3.27            | 2.87         |
| <b>Asia oriental</b>   | <b>40.88</b>       | <b>28.80</b> | <b>15.49</b> | <b>20.47</b> | <b>0.67</b>          | <b>1.92</b> | <b>3.48</b> | <b>11.59</b> | <b>1.97</b>  | <b>5.59</b> | <b>3.82</b>     | <b>3.82</b>  |
| China                  | 62.53              | 45.56        | 23.70        | 32.38        | 1.36                 | 4.64        | 11.70       | 15.66        | 0.72         | 1.75        | 4.35            | 2.11         |
| Mongolia               | 60.12              | 40.83        | 22.78        | 29.02        | 0.65                 | 1.11        | 11.25       | 14.03        | 5.21         | 15.01       | 7.12            | 9.36         |
| Tasa promedio          | 62.13              | 43.58        | 23.54        | 30.97        | 1.20                 | 4.29        | 11.62       | 14.98        | 1.51         | 6.18        | 9.12            | 6.64         |

Cuadro 3c - Asia - Participación del costo de los insumos agrícolas - 1960/81 y 1981/2000

| Regiones/paises        | Tierras agrícolas (*) |              | Mano de obra |              | Fert. + Plag. (*) |             | Semillas    |             | Mecanización (*) |              | Fuerza Animal |             |
|------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|------------------|--------------|---------------|-------------|
|                        | 1961/80               | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80           | 1981/01     | 1961/80     | 1981/01     | 1961/80          | 1981/01      | 1961/80       | 1981/01     |
| <b>Oriente Medio</b>   | <b>58.29</b>          | <b>38.71</b> | <b>41.02</b> | <b>38.75</b> | <b>1.23</b>       | <b>6.19</b> | <b>2.64</b> | <b>4.05</b> | <b>6.96</b>      | <b>13.01</b> | <b>6.53</b>   | <b>3.60</b> |
| Afganistán             | 71.51                 | 69.74        | 46.82        | 49.58        | 0.23              | 0.04        | 2.00        | 3.77        | 0.28             | 0.40         | 7.45          | 4.61        |
| Irán                   | 54.63                 | 34.26        | 38.27        | 37.55        | 1.02              | 4.45        | 2.76        | 2.65        | 11.78            | 19.51        | 6.09          | 3.49        |
| Irak                   | 61.73                 | 39.56        | 40.42        | 31.93        | 0.70              | 7.05        | 3.71        | 7.42        | 7.14             | 15.82        | 6.43          | 2.97        |
| Jordania               | 54.85                 | 25.63        | 38.43        | 30.62        | 2.58              | 16.94       | 4.53        | 7.28        | 5.19             | 15.17        | 6.11          | 2.85        |
| Arabia Saudita         | 45.78                 | 35.51        | 40.29        | 42.41        | 2.89              | 11.05       | 1.72        | 1.14        | 6.88             | 4.04         | 6.41          | 3.95        |
| Siria                  | 55.16                 | 30.76        | 41.00        | 36.75        | 1.01              | 4.43        | 2.61        | 4.63        | 10.65            | 18.21        | 6.52          | 3.42        |
| Turquia                | 57.93                 | 31.20        | 40.59        | 37.27        | 1.18              | 4.14        | 2.77        | 3.64        | 7.17             | 20.29        | 6.46          | 3.47        |
| Yemen                  | 64.73                 | 43.01        | 42.38        | 43.91        | 0.23              | 1.41        | 1.00        | 1.83        | 6.59             | 10.67        | 6.74          | 4.08        |
| <b>Asia meridional</b> | <b>59.30</b>          | <b>41.70</b> | <b>43.82</b> | <b>45.64</b> | <b>1.13</b>       | <b>4.03</b> | <b>1.33</b> | <b>1.87</b> | <b>4.04</b>      | <b>5.29</b>  | <b>6.97</b>   | <b>4.25</b> |
| Bangladesh             | 67.36                 | 48.79        | 47.19        | 49.81        | 0.45              | 2.20        | 0.90        | 0.97        | 0.23             | 0.23         | 7.51          | 4.63        |
| India                  | 62.18                 | 39.24        | 43.56        | 43.00        | 0.85              | 4.55        | 1.98        | 3.00        | 3.68             | 8.19         | 6.93          | 4.00        |
| Nepal                  | 71.74                 | 48.94        | 46.97        | 49.96        | 0.10              | 0.88        | 1.07        | 1.45        | 0.63             | 1.06         | 7.47          | 4.65        |
| Pakistán               | 58.58                 | 33.38        | 41.04        | 39.87        | 1.21              | 6.22        | 1.51        | 2.22        | 4.64             | 13.28        | 6.53          | 3.71        |
| Sri Lanka              | 36.64                 | 38.15        | 40.31        | 45.57        | 3.06              | 6.28        | 1.20        | 1.70        | 10.99            | 3.69         | 6.41          | 4.24        |
| <b>Sudeste de Asia</b> | <b>52.58</b>          | <b>48.14</b> | <b>45.32</b> | <b>44.90</b> | <b>1.40</b>       | <b>4.73</b> | <b>1.06</b> | <b>1.78</b> | <b>2.37</b>      | <b>2.95</b>  | <b>7.21</b>   | <b>4.18</b> |
| Camboya                | 42.10                 | 48.08        | 46.31        | 49.09        | 0.10              | 0.10        | 2.06        | 4.43        | 0.89             | 0.56         | 7.37          | 4.57        |
| Indonesia              | 63.36                 | 64.17        | 47.09        | 48.82        | 0.81              | 3.35        | 0.38        | 0.58        | 0.67             | 0.79         | 7.49          | 4.54        |
| Laos                   | 42.69                 | 41.56        | 46.96        | 49.64        | 0.08              | 0.12        | 1.74        | 3.16        | 0.46             | 0.76         | 7.47          | 4.62        |
| Malasia                | 46.40                 | 35.36        | 38.67        | 28.54        | 6.60              | 21.80       | 0.28        | 0.31        | 8.34             | 8.08         | 6.15          | 2.65        |
| Filipinas              | 52.20                 | 40.91        | 45.93        | 48.87        | 1.23              | 2.75        | 1.02        | 1.25        | 2.13             | 1.11         | 7.31          | 4.55        |
| Tailandia              | 66.48                 | 54.31        | 46.58        | 43.83        | 0.33              | 2.36        | 1.03        | 1.19        | 1.87             | 5.41         | 7.41          | 4.08        |
| Vietnam                | 54.82                 | 52.61        | 45.68        | 45.54        | 0.66              | 2.62        | 0.92        | 1.55        | 2.25             | 3.92         | 7.27          | 4.24        |
| <b>Asia oriental</b>   | <b>58.18</b>          | <b>35.48</b> | <b>41.44</b> | <b>40.30</b> | <b>1.71</b>       | <b>3.16</b> | <b>2.42</b> | <b>3.77</b> | <b>7.13</b>      | <b>13.34</b> | <b>6.59</b>   | <b>3.75</b> |
| China                  | 62.90                 | 38.80        | 44.07        | 46.35        | 1.02              | 6.22        | 1.24        | 1.48        | 3.24             | 2.83         | 7.01          | 4.31        |
| Mongolia               | 61.40                 | 35.98        | 40.20        | 36.73        | 0.35              | 0.99        | 5.34        | 7.78        | 9.50             | 16.60        | 6.40          | 3.42        |
| Corea del Norte        | 50.25                 | 31.66        | 40.06        | 37.81        | 3.75              | 2.28        | 0.69        | 2.04        | 8.64             | 20.59        | 6.37          | 3.52        |
| Tasa promedio          | 56.76                 | 41.81        | 42.99        | 42.32        | 1.32              | 4.88        | 1.85        | 2.85        | 4.95             | 8.31         | 6.84          | 3.94        |

(\*) - El coeficiente del costo de los insumos está ajustado como se explica en la sección 2.3

| Regiones/paises      | Pastos permanentes |              | Mano de obra(*) |              | Fert. + quim. + medic. |              | Forrajes     |              | Mecanización |              | Stock Animal |              |
|----------------------|--------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                      | 1961/80            | 1981/01      | 1961/80         | 1981/01      | 1961/80                | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      | 1961/80      | 1981/01      |
| <i>Cono Sur</i>      | <b>59.95</b>       | <b>40.47</b> | <b>22.72</b>    | <b>28.76</b> | <b>1.74</b>            | <b>4.42</b>  | <b>11.21</b> | <b>13.91</b> | <b>4.38</b>  | <b>12.44</b> | <b>13.42</b> | <b>10.78</b> |
| Argentina            | 62.34              | 44.76        | 23.62           | 31.82        | 0.15                   | 1.17         | 11.66        | 15.39        | 2.24         | 6.87         | 9.97         | 9.25         |
| Brasil               | 58.32              | 38.55        | 22.10           | 27.40        | 3.62                   | 6.63         | 10.91        | 13.25        | 5.05         | 14.17        | 19.40        | 15.36        |
| Chile                | 59.19              | 37.85        | 22.43           | 26.90        | 2.18                   | 8.32         | 11.07        | 13.01        | 5.13         | 13.91        | 6.29         | 3.74         |
| Paraguay             | 60.86              | 41.11        | 23.06           | 29.22        | 0.31                   | 3.02         | 11.39        | 14.13        | 4.38         | 12.51        | 17.39        | 15.87        |
| Uruguay              | 59.04              | 40.07        | 22.37           | 28.48        | 2.43                   | 2.96         | 11.04        | 13.77        | 5.11         | 14.73        | 14.06        | 9.71         |
| <i>Región andina</i> | <b>60.42</b>       | <b>43.50</b> | <b>22.89</b>    | <b>30.92</b> | <b>2.61</b>            | <b>4.50</b>  | <b>11.30</b> | <b>14.95</b> | <b>2.78</b>  | <b>6.12</b>  | <b>13.42</b> | <b>10.78</b> |
| Bolivia              | 62.46              | 46.29        | 23.67           | 32.90        | 0.18                   | 0.23         | 11.68        | 15.91        | 2.01         | 4.67         | 9.97         | 9.25         |
| Colombia             | 59.56              | 44.08        | 22.57           | 31.33        | 3.67                   | 4.97         | 11.14        | 15.15        | 3.05         | 4.48         | 19.40        | 15.36        |
| Ecuador              | 58.11              | 39.48        | 22.02           | 28.06        | 3.97                   | 4.37         | 10.87        | 13.57        | 5.03         | 14.51        | 6.29         | 3.74         |
| Perú                 | 60.44              | 45.02        | 22.90           | 32.00        | 2.68                   | 3.80         | 11.31        | 15.47        | 2.68         | 3.71         | 17.39        | 15.87        |
| Venezuela            | 61.52              | 42.64        | 23.31           | 30.31        | 2.54                   | 9.15         | 11.51        | 14.66        | 1.12         | 3.24         | 14.06        | 9.71         |
| <i>Centroamérica</i> | <b>60.10</b>       | <b>40.98</b> | <b>22.78</b>    | <b>29.12</b> | <b>3.13</b>            | <b>8.94</b>  | <b>11.24</b> | <b>14.08</b> | <b>2.75</b>  | <b>6.87</b>  | <b>7.30</b>  | <b>5.72</b>  |
| Costa Rica           | 56.66              | 31.66        | 21.47           | 22.50        | 6.37                   | 23.31        | 10.60        | 10.88        | 4.91         | 11.64        | 8.28         | 3.40         |
| El Salvador          | 60.91              | 44.12        | 23.08           | 31.36        | 3.27                   | 5.52         | 11.39        | 15.17        | 1.35         | 3.83         | 3.72         | 3.99         |
| Guatemala            | 61.52              | 42.64        | 23.31           | 30.31        | 2.54                   | 9.15         | 11.51        | 14.66        | 1.12         | 3.24         | 3.92         | 3.95         |
| Honduras             | 61.60              | 38.97        | 23.34           | 27.70        | 1.47                   | 12.91        | 11.52        | 13.39        | 2.07         | 7.02         | 6.59         | 5.93         |
| México               | 61.50              | 44.18        | 23.30           | 31.40        | 1.82                   | 3.41         | 11.50        | 15.19        | 1.88         | 5.83         | 6.84         | 6.37         |
| Nicaragua            | 60.75              | 45.38        | 23.02           | 32.25        | 3.20                   | 2.92         | 11.36        | 15.60        | 1.66         | 3.86         | 13.46        | 12.98        |
| Panamá               | 57.79              | 39.87        | 21.90           | 28.34        | 3.22                   | 5.38         | 10.81        | 13.70        | 6.27         | 12.71        | 8.28         | 3.40         |
| <i>Caribe</i>        | <b>32.60</b>       | <b>19.47</b> | <b>12.35</b>    | <b>13.84</b> | <b>7.96</b>            | <b>18.90</b> | <b>6.10</b>  | <b>6.69</b>  | <b>0.99</b>  | <b>1.11</b>  |              |              |
| Rep. Dominicana      | 60.40              | 43.23        | 22.89           | 30.73        | 3.94                   | 8.29         | 11.30        | 14.86        | 1.47         | 2.89         | 4.42         | 5.47         |
| Haití                | 63.65              | 47.77        | 24.12           | 33.96        | 0.20                   | 1.53         | 11.91        | 16.42        | 0.13         | 0.32         | 3.14         | 4.89         |
| Jamaica              | 38.93              | 6.33         | 14.75           | 4.50         | 35.66                  | 84.66        | 7.28         | 2.18         | 3.37         | 2.33         | 3.14         | 4.89         |
| Tasa promedio ALC    | 59.28              | 40.20        | 22.46           | 28.57        | 4.17                   | 10.08        | 11.09        | 13.82        | 3.00         | 7.32         | 9.80         | 8.16         |

## APENDICE 3 - PARTICIPACIÓN DEL COSTO DE LOS INSUMOS

Cuadro 3a. - América Latina y el Caribe - Participación del costo de los insumos agrícolas - 1960/81 y 1981/2000

| Regiones/paises      | Tierras agrícolas |              | Mano de obra (*) |              | Fert. + químicos (*) |              | Semillas    |             | Mecanización (*) |              | Fuerza Animal |             |
|----------------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|----------------------|--------------|-------------|-------------|------------------|--------------|---------------|-------------|
|                      | 1961/80           | 1981/01      | 1961/80          | 1981/01      | 1961/80              | 1981/01      | 1961/80     | 1981/01     | 1961/80          | 1981/01      | 1961/80       | 1981/01     |
| <b>Cono Sur</b>      | <b>22.61</b>      | <b>23.60</b> | <b>60.92</b>     | <b>47.28</b> | <b>1.87</b>          | <b>6.14</b>  | <b>2.01</b> | <b>4.37</b> | <b>10.65</b>     | <b>18.69</b> | <b>6.86</b>   | <b>3.28</b> |
| Argentina            | 26.59             | 30.45        | 66.65            | 55.98        | 0.15                 | 1.34         | 1.62        | 4.67        | 4.71             | 9.36         | 7.50          | 3.84        |
| Brasil               | 30.22             | 17.26        | 62.22            | 43.78        | 2.78                 | 12.33        | 1.89        | 3.21        | 9.49             | 23.41        | 7.01          | 3.21        |
| Chile                | 18.53             | 20.24        | 58.79            | 41.08        | 3.07                 | 10.02        | 2.65        | 3.87        | 11.57            | 22.69        | 6.61          | 2.81        |
| Paraguay             | 18.32             | 29.49        | 63.38            | 47.66        | 0.50                 | 2.23         | 1.69        | 6.05        | 8.17             | 17.34        | 7.13          | 3.27        |
| Uruguay              | 19.35             | 20.57        | 53.55            | 47.88        | 2.85                 | 4.76         | 2.17        | 4.07        | 19.34            | 20.66        | 6.02          | 3.28        |
| <b>Región andina</b> | <b>23.20</b>      | <b>21.98</b> | <b>62.81</b>     | <b>52.84</b> | <b>2.98</b>          | <b>7.46</b>  | <b>1.45</b> | <b>4.59</b> | <b>5.10</b>      | <b>9.10</b>  | <b>7.07</b>   | <b>3.62</b> |
| Bolivia              | 24.09             | 26.72        | 66.65            | 57.93        | 0.23                 | 0.35         | 2.07        | 7.16        | 3.83             | 6.37         | 7.50          | 3.97        |
| Colombia             | 19.37             | 22.82        | 61.45            | 53.11        | 5.37                 | 8.06         | 1.78        | 6.37        | 6.20             | 7.09         | 6.91          | 3.64        |
| Ecuador              | 24.36             | 17.98        | 56.92            | 45.62        | 3.15                 | 5.61         | 0.74        | 1.25        | 8.32             | 22.34        | 6.40          | 3.13        |
| Perú                 | 18.26             | 22.17        | 63.14            | 56.23        | 4.35                 | 7.02         | 1.64        | 4.64        | 5.51             | 4.57         | 7.10          | 3.85        |
| Venezuela            | 29.92             | 20.23        | 65.90            | 51.33        | 1.82                 | 16.29        | 1.03        | 3.50        | 1.61             | 5.13         | 7.41          | 3.52        |
| <b>Centroamérica</b> | <b>23.29</b>      | <b>23.59</b> | <b>63.62</b>     | <b>48.30</b> | <b>3.91</b>          | <b>12.55</b> | <b>0.92</b> | <b>3.19</b> | <b>4.04</b>      | <b>10.23</b> | <b>7.16</b>   | <b>3.31</b> |
| Costa Rica           | 17.84             | 12.32        | 56.60            | 31.25        | 9.00                 | 34.04        | 0.75        | 1.66        | 10.02            | 15.42        | 6.37          | 2.14        |
| El Salvador          | 22.01             | 21.94        | 65.05            | 55.65        | 4.51                 | 10.30        | 0.54        | 1.95        | 2.84             | 6.34         | 7.32          | 3.81        |
| Guatemala            | 25.15             | 26.71        | 65.90            | 51.33        | 2.88                 | 13.52        | 1.03        | 3.50        | 2.37             | 5.13         | 7.41          | 3.52        |
| Honduras             | 23.79             | 21.86        | 65.81            | 44.36        | 1.83                 | 11.31        | 0.96        | 2.85        | 1.87             | 10.51        | 7.40          | 3.04        |
| México               | 26.12             | 29.97        | 65.46            | 55.10        | 1.87                 | 6.28         | 1.31        | 3.57        | 3.93             | 9.55         | 7.36          | 3.78        |
| Nicaragua            | 25.66             | 30.79        | 64.31            | 56.59        | 3.27                 | 4.47         | 1.12        | 5.51        | 1.49             | 6.32         | 7.23          | 3.88        |
| Panamá               | 22.49             | 21.57        | 62.22            | 43.78        | 4.05                 | 7.95         | 0.70        | 3.31        | 5.72             | 18.34        | 7.00          | 3.00        |
| <b>Caribe</b>        | <b>15.65</b>      | <b>15.77</b> | <b>38.56</b>     | <b>31.53</b> | <b>2.54</b>          | <b>6.53</b>  | <b>0.92</b> | <b>3.16</b> | <b>1.70</b>      | <b>3.17</b>  | <b>4.34</b>   | <b>2.16</b> |
| Rep. Dominicana      | 27.24             | 25.74        | 63.65            | 52.24        | 2.78                 | 11.12        | 1.29        | 4.18        | 3.04             | 4.58         | 7.16          | 3.58        |
| Haití                | 33.79             | 35.63        | 69.56            | 61.08        | 0.11                 | 1.50         | 1.89        | 7.23        | 0.26             | 0.54         | 7.83          | 4.19        |
| Jamaica              | 17.23             | 17.47        | 59.59            | 44.33        | 9.84                 | 20.04        | 1.41        | 4.39        | 5.22             | 10.73        | 6.70          | 3.04        |

(\*) - Input costs ratio adjusted for geometric as explained in section 2.3

| Regiones y países               | Tasas de crecimiento de los insumos agropecuarios - % (*) |         |                  |         |                    |         |          |         |                    |         |                 |         |                      |         |                      |         |
|---------------------------------|---|---------|------------------|---------|--------------------|---------|----------|---------|--------------------|---------|-----------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
|                                 | Tierras agrícolas   |         | Mano de obra (*) |         | Fert. + Plag. (**) |         | Semillas |         | Mecanización (***) |         | Pastos Perennes |         | Fertilizantes (****) |         | Fuerza Animal(*****) |         |
|                                 | 1961/80   | 1981/00 | 1961/80          | 1981/00 | 1961/80            | 1981/00 | 1961/80  | 1981/00 | 1961/80            | 1981/00 | 1961/80         | 1981/00 | 1962/81              | 1982/01 | 1961/80              | 1981/00 |
| <b><i>África del Norte</i></b>  | 0.55%   | 0.81%   | 0.16%            | -0.30%  | 9.11%              | -0.51%  | 1.33%    | 0.24%   | 4.53%              | 1.88%   | 0.57%           | 0.67%   | 14.09%               | 4.88%   | 0.82%                | -0.88%  |
| Argelia                         | 0.65%   | 0.61%   | -1.34%           | -1.99%  | 9.11%              | -5.73%  | 1.22%    | -0.13%  | 2.25%              | 3.30%   | -0.25%          | -0.03%  | 22.62%               | 4.88%   | 0.82%                | -2.51%  |
| Egipto                          | 0.02%   | 1.96%   | 1.38%            | -0.03%  | 5.08%              | 2.04%   | 1.89%    | 0.85%   | 3.87%              | 2.62%   | 0.02%           | 1.96%   | 3.74%                | 4.51%   | -5.16%               | 0.17%   |
| Libia                           | 0.28%   | 0.34%   | -0.56%           | -4.41%  | 15.89%             | -1.57%  | 2.89%    | 0.33%   | 9.82%              | 1.43%   | 1.81%           | 0.03%   | 20.19%               | 1.79%   | -7.27%               | -3.25%  |
| Marruecos                       | 0.78%   | 1.14%   | 1.21%            | 0.39%   | 10.23%             | 1.61%   | 0.51%    | 0.74%   | 3.67%              | 0.77%   | 1.14%           | 0.03%   | 1.67%                | 5.92%   | -0.71%               | -0.01%  |
| Túnez                           | 1.03%   | 0.10%   | 0.10%            | 0.55%   | 7.01%              | 1.12%   | 0.15%    | -0.60%  | 3.03%              | 1.31%   | 0.15%           | 1.36%   | 22.24%               | 5.81%   | -0.14%               | -0.19%  |
| <b><i>África oriental</i></b>   | 0.96%   | 0.33%   | 1.79%            | 1.89%   | 5.33%              | 5.86%   | 1.15%    | -1.07%  | 6.37%              | 1.03%   | -0.11%          | -11.23% | 2.84%                | 3.00%   | 0.75%                | -0.63%  |
| Etiopia                         | 0.91%   | -1.38%  | 1.89%            | 1.99%   | 21.17%             | 9.61%   | -2.12%   | 2.10%   | 16.57%             | -2.45%  | -0.11%          | -5.89%  | 2.92%                | 4.51%   | 0.15%                | -3.63%  |
| Sudán                           | 0.78%   | 1.86%   | 1.57%            | 1.69%   | 4.10%              | -1.38%  | 7.06%    | 5.33%   | 12.17%             | -0.40%  | -0.11%          | 1.09%   | 5.70%                | 3.98%   | 1.54%                | 0.66%   |
| Uganda                          | 1.57%   | 0.69%   | 2.39%            | 2.43%   | -7.55%             | 13.11%  | -1.65%   | -0.02%  | 6.89%              | 5.41%   | -0.11%          | -5.89%  | 5.04%                | 6.89%   | 2.92%                | 0.88%   |
| Kenya                           | 0.58%   | 0.28%   | 2.73%            | 3.13%   | 7.57%              | 2.76%   | 1.98%    | -0.57%  | -2.65%             | 5.41%   | -0.11%          | -5.89%  | 3.57%                | 1.29%   | 2.92%                | 0.88%   |
| Madagascar                      | 1.91%   | 0.64%   | 2.17%            | 2.19%   | 6.68%              | 11.07%  | 1.63%    | -13.24% | 5.24%              | 1.35%   | -0.21%          | -5.89%  | -0.21%               | 1.31%   | 1.29%                | 0.88%   |
| <b><i>África central</i></b>    | 0.99%   | 0.30%   | 1.27%            | 1.24%   | 7.31%              | -0.97%  | 1.74%    | 5.66%   | 8.10%              | 0.70%   | -2.70%          | -0.28%  | 3.42%                | 2.94%   | 0.83%                | 0.39%   |
| Camerún                         | 1.18%   | 0.08%   | 0.76%            | 1.52%   | 10.35%             | -0.78%  | 1.75%    | 0.52%   | 16.77%             | -1.39%  | -0.45%          | -0.05%  | 1.19%                | 4.26%   | 1.54%                | -1.23%  |
| Chad                            | 0.47%   | 0.77%   | 1.25%            | 1.86%   | 22.22%             | 5.99%   | -1.59%   | 5.49%   | 12.34%             | -0.12%  | -0.45%          | -0.05%  | 2.90%                | 2.90%   | 1.54%                | 2.18%   |
| Rep. Dem. Congo                 | 0.51%   | 0.14%   | 1.88%            | 2.22%   | 15.38%             | -7.92%  | 2.87%    | 2.62%   | 6.25%              | 3.15%   | -0.45%          | -0.05%  | 4.47%                | 2.30%   | 1.54%                | -1.59%  |
| Rep. Congo                      | 1.23%   | 1.18%   | 1.48%            | 1.04%   | -8.35%             | 6.65%   | 3.49%    | 1.23%   | 6.79%              | 0.22%   | -0.45%          | -0.05%  | 7.82%                | -2.57%  | 1.54%                | -1.59%  |
| Rep. Centroafricana             | 0.59%   | 0.17%   | 0.86%            | 1.04%   | 5.09%              | -4.89%  | 2.36%    | 0.74%   | 7.22%              | 2.58%   | -0.45%          | -0.05%  | 2.09%                | 4.69%   | 1.54%                | 2.18%   |
| Rwanda                          | 2.95%   | -0.23%  | 2.67%            | 0.99%   | 6.49%              | 5.85%   | 3.38%    | 29.01%  | 7.33%              | 0.45%   | -0.45%          | -0.05%  | 5.51%                | 3.36%   | 1.54%                | 2.96%   |
| <b><i>África occidental</i></b> | 0.73%   | 1.61%   | 1.26%            | 1.48%   | 14.20%             | 3.52%   | 0.51%    | 1.87%   | 7.80%              | 2.98%   | -0.48%          | 10.19%  | 2.82%                | 2.02%   | 0.85%                | 0.76%   |
| Benin                           | 2.62%   | 1.54%   | 2.26%            | 1.62%   | 5.37%              | 13.80%  | -0.21%   | 3.12%   | 2.69%              | 2.77%   | -0.48%          | 1.86%   | 1.55%                | 4.79%   | 4.03%                | -12.48% |
| Guinea                          | 0.37%   | 1.67%   | 1.48%            | 2.31%   | -6.22%             | 12.46%  | 2.49%    | 1.34%   | 7.93%              | 7.09%   | -0.48%          | 1.86%   | 0.68%                | 0.72%   | -0.52%               | 5.73%   |
| Ghana                           | 0.44%   | 2.18%   | 2.07%            | 2.65%   | 18.75%             | -1.41%  | 4.52%    | -3.03%  | 11.25%             | -7.15%  | -0.48%          | -0.03%  | 3.02%                | 4.74%   | 1.41%                | -0.17%  |
| Togo                            | 0.30%   | 1.36%   | 1.76%            | 2.02%   | 26.58%             | 8.93%   | -1.71%   | 13.24%  | 5.04%              | 6.06%   | -0.48%          | 1.86%   | 3.43%                | 6.30%   | 2.39%                | 4.04%   |
| Mauritania                      | -2.18%  | 4.16%   | 0.50%            | 0.91%   | 23.97%             | 20.24%  | -5.32%   | 23.22%  | 10.58%             | 0.16%   | -0.48%          | 1.86%   | 1.82%                | 3.21%   | 1.27%                | 2.87%   |
| Níger                           | 2.11%   | 1.48%   | 2.39%            | 2.89%   | 19.94%             | -0.47%  | 2.57%    | -9.03%  | 16.81%             | 0.69%   | -0.48%          | 1.86%   | 12.65%               | 4.77%   | 0.98%                | -0.73%  |
| Burkina Faso                    | 1.45%   | 1.50%   | 1.56%            | 1.98%   | 28.97%             | 7.46%   | 0.09%    | 2.03%   | 7.50%              | 19.11%  | -0.48%          | 1.86%   | 9.48%                | -7.72%  | -0.41%               | 1.45%   |
| Costa de Marfil                 | 2.31%   | 2.95%   | 2.34%            | 1.65%   | 11.34%             | 5.25%   | 3.39%    | 0.98%   | 14.45%             | 6.07%   | -0.48%          | 1.86%   | 3.98%                | 2.63%   | 1.41%                | -0.17%  |
| Mali                            | 1.24%   | 5.34%   | 1.71%            | 1.79%   | 24.50%             | -11.95% | 0.33%    | -0.04%  | 11.00%             | 6.07%   | -0.48%          | 1.86%   | -0.12%               | 5.14%   | 0.80%                | 3.88%   |
| Nigeria                         | 0.28%   | 0.10%   | 0.78%            | 0.27%   | 24.34%             | -1.67%  | 3.80%    | -0.20%  | 17.44%             | 5.27%   | -0.48%          | 1.86%   | -2.06%               | 6.94%   | -1.55%               | -0.48%  |
| Senegal                         | 0.00%   | -0.06%  | 2.31%            | 2.03%   | 8.16%              | 2.41%   | 2.68%    | -4.96%  | 4.92%              | 1.17%   | -0.48%          | 1.86%   | 2.57%                | -0.06%  | 2.60%                | 4.21%   |
| Sierra Leona                    | 1.21%   | 0.30%   | 0.55%            | 0.58%   | 13.04%             | -5.77%  | 2.08%    | -0.49%  | -0.35%             | -0.23%  | -0.48%          | 1.86%   | 2.43%                | -3.22%  | -0.52%               | 5.73%   |
| <b><i>África del Sur</i></b>    | 0.62%   | 0.79%   | 1.18%            | 1.53%   | 8.47%              | -3.59%  | 1.81%    | 0.81%   | 5.70%              | 0.07%   | -0.41%          | 0.86%   | 2.45%                | 2.92%   | 3.34%                | 0.59%   |
| Angola                          | 0.35%   | 0.10%   | 1.15%            | 2.33%   | 13.56%             | -7.64%  | 1.29%    | 1.24%   | 11.21%             | 0.03%   | -0.41%          | 0.21%   | 2.45%                | 2.95%   | 0.47%                | 0.42%   |
| Botswana                        | 0.04%   | -0.92%  | 0.63%            | 1.03%   | 1.32%              | 7.93%   | 4.25%    | 2.90%   | 8.42%              | 3.41%   | -0.41%          | 0.21%   | -0.91%               | 7.62%   | 4.97%                | 1.74%   |
| Malawi                          | 1.34%   | 1.25%   | 2.10%            | 2.49%   | 11.91%             | 0.49%   | 1.26%    | 5.54%   | 10.04%             | 0.68%   | -0.41%          | 0.21%   | 2.69%                | 2.66%   | 3.57%                | -4.69%  |
| Mozambique                      | 1.05%   | 1.52%   | 1.82%            | 1.79%   | 9.03%              | -25.08% | 1.74%    | -6.24%  | 5.70%              | 0.00%   | -0.41%          | 0.21%   | 1.16%                | 5.66%   | 5.85%                | 1.48%   |
| Zimbabue                        | 1.43%   | 1.35%   | 2.25%            | 1.99%   | 6.18%              | 0.48%   | 2.38%    | -4.82%  | 4.54%              | 1.24%   | -0.41%          | 0.04%   | 3.94%                | -0.13%  | 5.85%                | 1.48%   |
| Sudáfrica                       | 0.19%   | 1.25%   | -1.34%           | -0.50%  | 7.63%              | -1.65%  | 0.90%    | -13.99% | 3.34%              | -5.71%  | -0.41%          | 0.21%   | 4.83%                | -1.33%  | 5.85%                | 0.82%   |
| Zambia                          | 0.30%   | 0.15%   | 2.27%            | 2.22%   | 12.79%             | -4.14%  | -1.97%   | 4.91%   | 8.23%              | 0.88%   | -0.41%          | 0.21%   | 4.83%                | -1.33%  | 5.85%                | 1.48%   |
| Nanibia                         | 0.12%   | 1.46%   | 0.54%            | 1.27%   | 7.70%              | -3.08%  | 3.55%    | 15.58%  | 2.41%              | 1.05%   | -0.41%          | 0.21%   | 2.53%                | 5.36%   | 4.97%                | 1.74%   |
| Tanzania                        | 1.34%   | 0.87%   | 2.34%            | 2.85%   | 14.54%             | -1.24%  | 3.96%    | 2.13%   | -2.62%             | -0.97%  | -0.41%          | 0.21%   | 6.05%                | 1.33%   | 2.92%                | 0.88%   |
| Tasa promedio                   | 0.86%   | 1.02%   | 1.35%            | 1.48%   | 11.19%             | 1.11%   | 1.34%    | 1.83%   | 7.52%              | 1.70%   | -0.26%          | 0.07%   | 4.81%                | 3.14%   | 0.93%                | 0.37%   |

Cuadro 2b – Asia – Tasas de crecimiento de insumos agropecuarios seleccionados – 1960/81 y 1981/2000

| Regiones y países      | Tasas de crecimiento de los insumos agropecuarios % (*) |              |                  |              |                    |               |               |               |                    |              |                    |               |                 |              |                       |               |
|------------------------|---|--------------|------------------|--------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|--------------|--------------------|---------------|-----------------|--------------|-----------------------|---------------|
|                        | Tierras de cultivo                                      |              | Mano de obra (*) |              | Fert. + Plag. (**) |               | Semillas      |               | Mecanización (***) |              | Pastos Permanentes |               | Forrajes (****) |              | Fuerza Animal (*****) |               |
|                        | 1961/80   | 1981/00      | 1961/80          | 1981/00      | 1961/80            | 1981/00       | 1961/80       | 1981/01       | 1961/80            | 1981/00      | 1961/80            | 1981/00       | 1961/80         | 1981/00      | 1961/80               | 1981/00       |
| <b>Oriente Medio</b>   | <b>0.60%</b>  | <b>0.78%</b> | <b>0.37%</b>     | <b>0.78%</b> | <b>20.20%</b>      | <b>1.03%</b>  | <b>-0.28%</b> | <b>0.32%</b>  | <b>8.44%</b>       | <b>3.12%</b> | <b>-0.07%</b>      | <b>0.72%</b>  | <b>7.48%</b>    | <b>3.41%</b> | <b>-1.16%</b>         | <b>-1.99%</b> |
| Afganistán             | 0.21%   | 0.00%        | 1.50%            | 2.26%        | 24.72%             | -16.74%       | -0.56%        | 0.60%         | 8.85%              | 0.35%        | 0.00%              | 0.00%         | 4.68%           | 2.13%        | 1.21%                 | -4.09%        |
| Irán                   | 0.05%   | 1.25%        | 0.56%            | 1.44%        | 19.68%             | 2.16%         | 1.86%         | -0.64%        | 9.14%              | 4.32%        | 0.00%              | 0.00%         | 6.29%           | 4.02%        | -2.45%                | -1.44%        |
| Irak                   | 0.75%   | 0.07%        | -0.94%           | -2.30%       | 21.47%             | 8.40%         | -1.77%        | -0.06%        | 8.71%              | 2.62%        | -0.09%             | 0.00%         | 5.03%           | -4.97%       | -6.01%                | -5.68%        |
| Jordania               | 0.72%   | 0.77%        | -1.11%           | 3.35%        | 8.07%              | 3.27%         | -3.82%        | 1.18%         | 4.44%              | 1.02%        | 0.00%              | 0.00%         | 3.38%           | 8.94%        | -2.45%                | -1.44%        |
| Arabia Saudita         | 2.85%   | 3.37%        | 2.09%            | -4.25%       | 8.70%              | 4.51%         | 0.70%         | -2.24%        | 11.44%             | 8.92%        | 0.00%              | 4.55%         | 4.68%           | 2.13%        | 7.92%                 | 1.20%         |
| Siria                  | -0.89%  | -0.28%       | 0.43%            | 2.03%        | 12.87%             | 4.55%         | 2.25%         | 4.40%         | 6.15%              | 5.13%        | 0.27%              | -0.02%        | 5.79%           | 2.12%        | -7.89%                | -3.27%        |
| Turquía                | 0.63%   | -0.01%       | 0.19%            | 1.16%        | 16.82%             | 1.99%         | 0.69%         | 0.40%         | 9.21%              | 1.55%        | -0.73%             | 1.25%         | 2.88%           | 0.55%        | 2.42%                 | -2.72%        |
| Yemen                  | 0.49%   | 1.06%        | 0.22%            | 2.56%        | 49.26%             | 0.08%         | -1.57%        | -1.09%        | 9.59%              | 1.06%        | 0.00%              | 0.00%         | 4.68%           | 2.13%        | -1.98%                | 1.55%         |
| <b>Asia meridional</b> | <b>0.70%</b>  | <b>0.30%</b> | <b>1.61%</b>     | <b>1.45%</b> | <b>14.12%</b>      | <b>5.00%</b>  | <b>2.09%</b>  | <b>1.12%</b>  | <b>10.99%</b>      | <b>2.70%</b> | <b>0.83%</b>       | <b>-0.25%</b> | <b>2.57%</b>    | <b>4.15%</b> | <b>-0.02%</b>         | <b>-1.22%</b> |
| Bangladesh             | 0.16%   | -0.74%       | 1.20%            | 1.23%        | 14.22%             | 5.97%         | 1.05%         | 0.39%         | 10.09%             | 0.95%        | 0.00%              | 0.00%         | 2.02%           | 2.59%        | -0.65%                | -0.09%        |
| India                  | 0.26%   | 0.03%        | 1.63%            | 1.21%        | 13.88%             | 5.30%         | 3.07%         | 1.87%         | 8.28%              | 5.03%        | -1.00%             | -0.62%        | 1.56%           | 3.50%        | -0.65%                | -0.09%        |
| Nepal                  | 1.71%   | 1.66%        | 1.40%            | 1.98%        | 23.30%             | 6.81%         | 2.32%         | 1.46%         | 15.18%             | 3.62%        | 0.57%              | -0.64%        | 2.57%           | 4.15%        | 1.62%                 | -2.31%        |
| Pakistán               | 0.74%   | 0.44%        | 2.10%            | 1.29%        | 17.26%             | 4.94%         | 3.15%         | 2.20%         | 16.64%             | 6.03%        | 0.00%              | 0.00%         | 4.47%           | 5.28%        | 1.10%                 | 0.41%         |
| Sri Lanka              | 0.63%   | 0.08%        | 1.75%            | 1.52%        | 1.96%              | 1.97%         | 0.88%         | -0.30%        | 4.74%              | -2.10%       | 4.59%              | 0.02%         | 2.23%           | 5.25%        | -1.55%                | -4.04%        |
| <b>Sudeste de Asia</b> | <b>0.59%</b>  | <b>1.26%</b> | <b>1.41%</b>     | <b>1.36%</b> | <b>6.91%</b>       | <b>8.45%</b>  | <b>0.74%</b>  | <b>2.03%</b>  | <b>8.21%</b>       | <b>7.46%</b> | <b>0.87%</b>       | <b>1.71%</b>  | <b>3.55%</b>    | <b>5.80%</b> | <b>2.24%</b>          | <b>-0.59%</b> |
| Camboya                | -3.06%  | 3.65%        | 0.65%            | 2.72%        | -4.86%             | 9.49%         | -5.88%        | 4.74%         | 8.18%              | 0.65%        | 0.00%              | 5.51%         | -4.55%          | 5.54%        | 5.43%                 | 5.65%         |
| Indonesia              | 0.00%   | 1.15%        | 1.14%            | 1.68%        | 12.45%             | 2.72%         | 1.96%         | 1.03%         | 4.34%              | 15.44%       | -0.27%             | -0.43%        | 4.60%           | 5.20%        | -0.56%                | -1.65%        |
| Laos                   | 1.37%   | 0.86%        | 1.72%            | 2.20%        | 0.42%              | 15.06%        | 2.08%         | 3.00%         | 16.18%             | 2.65%        | -0.39%             | 0.30%         | 3.55%           | 5.80%        | 3.00%                 | -2.19%        |
| Malasia                | 1.04%   | 2.51%        | 0.93%            | -1.12%       | 10.00%             | 6.29%         | 1.22%         | 0.31%         | 8.56%              | 10.28%       | 0.84%              | 0.60%         | 8.67%           | 5.42%        | 0.67%                 | -0.91%        |
| Filipinas              | 1.65%   | 0.20%        | 2.00%            | 1.26%        | 8.25%              | 5.12%         | 1.65%         | 0.39%         | 6.78%              | 1.99%        | 1.13%              | 0.94%         | 5.75%           | 4.03%        | 9.45%                 | -0.16%        |
| Tailandia              | 2.62%   | -0.22%       | 2.08%            | 0.90%        | 14.69%             | 9.26%         | 2.65%         | 0.12%         | 4.33%              | 10.33%       | 4.64%              | 0.93%         | 4.37%           | 7.33%        | -2.77%                | -4.89%        |
| Vietnam                | 0.51%   | 0.68%        | 1.36%            | 1.90%        | 7.41%              | 11.19%        | 1.52%         | 4.63%         | 9.10%              | 10.91%       | 0.12%              | 4.16%         | 2.45%           | 7.30%        | 0.44%                 | 0.00%         |
| <b>Asia oriental</b>   | <b>0.89%</b>  | <b>0.45%</b> | <b>0.85%</b>     | <b>0.24%</b> | <b>15.16%</b>      | <b>-5.86%</b> | <b>1.62%</b>  | <b>-2.09%</b> | <b>7.40%</b>       | <b>0.65%</b> | <b>0.38%</b>       | <b>0.22%</b>  | <b>4.85%</b>    | <b>5.19%</b> | <b>0.83%</b>          | <b>0.79%</b>  |
| China                  | -0.29%  | 1.26%        | 1.90%            | 1.06%        | 13.72%             | 4.82%         | 0.53%         | 0.00%         | 10.83%             | 4.70%        | 1.80%              | 0.76%         | 7.45%           | 3.97%        | 4.10%                 | -0.80%        |
| Mongolia               | 2.32%   | -0.13%       | 0.51%            | 0.10%        | 21.73%             | -13.05%       | 3.02%         | -6.61%        | 4.13%              | -4.12%       | -0.68%             | -0.11%        | 3.55%           | 5.80%        | -0.80%                | 1.59%         |
| Corea del Norte        | 0.62%   | 0.22%        | 0.13%            | -0.43%       | 10.03%             | -9.36%        | 1.31%         | 0.33%         | 7.23%              | 1.38%        | 0.00%              | 0.00%         | 3.55%           | 5.80%        | -0.80%                | 1.59%         |
| Tasa promedio          | 0.66%   | 0.78%        | 1.02%            | 1.03%        | 14.18%             | 3.25%         | 0.80%         | 0.70%         | 8.79%              | 4.03%        | 0.47%              | 0.75%         | 3.90%           | 4.09%        | 0.38%                 | -1.03%        |

## APENDICE 2 - TASAS DE CRECIMIENTO DE LOS INSUMOS

Cuadro 2a - América Latina y el Caribe Tasas de crecimiento de insumos agropecuarios seleccionados - 1960/81 y 1981/2000

| Regiones y países    | Agric. Input Growth Rates - % (*) |         |                             |         |                                       |         |          |         |                               |         |                    |         |                            |         |                                  |         |
|----------------------|-----------------------------------|---------|-----------------------------|---------|---------------------------------------|---------|----------|---------|-------------------------------|---------|--------------------|---------|----------------------------|---------|----------------------------------|---------|
|                      | Tierras de cultivo                |         | Mano de obra <sup>(*)</sup> |         | Fertilizantes + Plag. <sup>(**)</sup> |         | Semillas |         | Mecanización <sup>(***)</sup> |         | Pastos Permanentes |         | Forrajes <sup>(****)</sup> |         | Fuerza Animal <sup>(*****)</sup> |         |
|                      | 1961/80                           | 1981/00 | 1961/80                     | 1981/00 | 1961/80                               | 1981/00 | 1961/80  | 1981/00 | 1961/80                       | 1981/00 | 1961/80            | 1981/00 | 1961/80                    | 1981/00 | 1961/80                          | 1981/00 |
| <i>Cono Sur</i>      | 1.79%                             | -0.14%  | 0.05%                       | 0.25%   | 8.38%                                 | 8.28%   | 1.66%    | 0.48%   | 2.51%                         | 2.02%   | 0.81%              | 0.39%   | 3.42%                      | 3.60%   | -0.53%                           | 0.93%   |
| Argentina            | 1.70%                             | 0.00%   | -0.93%                      | 0.22%   | 9.29%                                 | 12.36%  | -0.60%   | 1.02%   | 1.53%                         | 1.39%   | -0.14%             | -0.04%  | 3.57%                      | 1.35%   | -1.69%                           | 0.91%   |
| Brasil               | 2.83%                             | 1.65%   | 1.13%                       | -1.54%  | 16.98%                                | 4.63%   | 3.82%    | -1.59%  | 7.06%                         | 2.01%   | 1.78%              | 0.37%   | 3.41%                      | 3.35%   | 0.54%                            | -0.01%  |
| Chile                | 0.60%                             | -3.38%  | 0.16%                       | 0.97%   | 3.73%                                 | 7.43%   | -1.10%   | -1.69%  | 0.77%                         | 1.49%   | 1.72%              | 0.06%   | 4.02%                      | 5.89%   | -0.88%                           | 1.63%   |
| Paraguay             | 3.57%                             | 1.24%   | 0.64%                       | 1.68%   | 6.35%                                 | 11.62%  | 7.46%    | 3.41%   | 2.80%                         | 3.68%   | 0.75%              | 1.57%   | 5.09%                      | 3.82%   | -0.84%                           | 1.55%   |
| Uruguay              | 0.24%                             | -0.23%  | -0.75%                      | -0.06%  | 5.58%                                 | 5.36%   | -1.28%   | 1.24%   | 0.40%                         | 1.52%   | -0.07%             | -0.01%  | 1.00%                      | 3.60%   | 0.23%                            | 0.58%   |
| <i>Región andina</i> | 1.04%                             | -0.06%  | 1.04%                       | 0.85%   | 8.20%                                 | 2.76%   | 0.74%    | 1.62%   | 5.79%                         | 0.29%   | 0.92%              | 0.30%   | 4.93%                      | 2.73%   | 1.92%                            | 1.04%   |
| Bolivia              | 2.04%                             | -0.31%  | 1.87%                       | 1.79%   | 8.02%                                 | 1.03%   | 1.03%    | 2.62%   | 6.55%                         | 1.04%   | 0.61%              | 0.33%   | 3.92%                      | 2.63%   | 3.47%                            | 0.21%   |
| Colombia             | 0.23%                             | -1.32%  | 1.51%                       | -0.14%  | 6.40%                                 | 3.41%   | 0.82%    | -0.20%  | 3.13%                         | -0.43%  | 0.66%              | 0.13%   | 7.00%                      | 4.38%   | 3.35%                            | 1.73%   |
| Ecuador              | 0.01%                             | 0.93%   | 0.64%                       | 1.06%   | 10.00%                                | 4.98%   | -3.33%   | 4.68%   | 7.87%                         | 1.46%   | 3.00%              | 0.85%   | -0.30%                     | 3.97%   | 1.52%                            | 2.88%   |
| Perú                 | 2.69%                             | 0.88%   | 1.38%                       | 1.39%   | 2.51%                                 | 4.30%   | 0.67%    | 1.93%   | 2.81%                         | -1.22%  | -0.19%             | -0.01%  | 3.92%                      | 3.50%   | 0.79%                            | 0.32%   |
| Venezuela            | 0.25%                             | -0.47%  | -0.21%                      | 0.16%   | 14.05%                                | 0.10%   | 4.53%    | -0.94%  | 8.58%                         | 0.59%   | 0.50%              | 0.18%   | 10.09%                     | -0.83%  | 0.50%                            | 0.07%   |
| <i>Centroamérica</i> | 0.47%                             | 0.90%   | 1.35%                       | 0.78%   | 8.58%                                 | 2.86%   | 0.08%    | -0.71%  | 8.90%                         | 0.85%   | 1.08%              | 0.95%   | 6.92%                      | 3.83%   | 0.11%                            | 0.68%   |
| Costa Rica           | 0.22%                             | -0.13%  | 1.68%                       | 0.87%   | 6.89%                                 | 5.18%   | 0.78%    | -1.98%  | 2.79%                         | 0.96%   | 4.31%              | 0.44%   | 9.04%                      | 7.70%   | -0.04%                           | 1.89%   |
| El Salvador          | 0.96%                             | 0.66%   | 1.61%                       | 0.73%   | 6.63%                                 | 0.72%   | 2.31%    | 0.52%   | 4.24%                         | 0.94%   | 0.04%              | 1.71%   | 8.54%                      | 2.76%   | 0.57%                            | 0.40%   |
| Guatemala            | 0.72%                             | 0.49%   | 1.70%                       | 2.07%   | 10.82%                                | 5.67%   | -0.42%   | -1.01%  | 6.25%                         | 0.64%   | 0.83%              | 3.41%   | 8.53%                      | 3.69%   | -2.91%                           | 0.84%   |
| Honduras             | 0.97%                             | 0.10%   | 1.74%                       | 0.55%   | 7.66%                                 | 10.31%  | 1.70%    | 1.16%   | 15.03%                        | 2.25%   | 0.00%              | 0.08%   | 6.16%                      | 4.85%   | -1.27%                           | 0.31%   |
| México               | 0.18%                             | 0.63%   | 1.44%                       | 0.36%   | 9.91%                                 | -0.02%  | 0.40%    | -7.46%  | 4.29%                         | 1.57%   | 0.00%              | 0.47%   | 8.54%                      | 2.18%   | 3.06%                            | 0.18%   |
| Nicaragua            | 0.38%                             | 3.68%   | 1.14%                       | -0.06%  | 10.18%                                | -3.23%  | 1.06%    | -0.11%  | 15.02%                        | 0.98%   | 1.14%              | 0.00%   | 4.85%                      | 0.20%   | 2.59%                            | -0.41%  |
| Panamá               | -0.14%                            | 0.83%   | 0.14%                       | 0.94%   | 7.96%                                 | 1.38%   | -5.31%   | 3.94%   | 14.66%                        | -1.40%  | 1.23%              | 0.55%   | 2.79%                      | 5.41%   | -1.20%                           | 1.53%   |
| <i>Caribe</i>        | 0.55%                             | 0.42%   | 0.32%                       | -0.43%  | 6.32%                                 | 2.63%   | 0.06%    | 0.32%   | 1.27%                         | -0.56%  | -0.02%             | -0.47%  | 6.55%                      | 0.79%   | 0.33%                            | 0.25%   |
| R. Dominicana        | 1.92%                             | 0.58%   | 0.53%                       | -0.72%  | 12.25%                                | 3.76%   | 2.68%    | 0.44%   | 1.02%                         | -0.83%  | 0.00%              | 0.00%   | 15.64%                     | 5.88%   | 0.96%                            | 0.27%   |
| Haití                | 1.53%                             | 0.08%   | 0.53%                       | -0.72%  | 19.22%                                | 6.94%   | 0.10%    | -0.19%  | 4.05%                         | -2.30%  | -0.90%             | -0.21%  | -2.72%                     | 0.07%   | 2.21%                            | 0.87%   |
| Jamaica              | -0.69%                            | 1.42%   | 0.53%                       | -0.72%  | 0.13%                                 | 2.46%   | -2.49%   | 1.38%   | 1.29%                         | 0.34%   | 0.01%              | -0.85%  | 13.25%                     | 1.40%   | -1.54%                           | 0.09%   |
| Tasa promedio        | 1.01%                             | 0.37%   | 0.82%                       | 0.44%   | 8.73%                                 | 4.42%   | 0.64%    | 0.36%   | 5.51%                         | 0.73%   | 0.76%              | 0.45%   | 5.82%                      | 3.29%   | 0.47%                            | 0.79%   |

\*) - Población económicamente activa en la agricultura; (\*\*) Fert. + Plaguicidas = tasas de crecimiento de los fertilizantes; (\*\*\*) - tasas de crecimiento de tractores + harv. mach.; (\*\*\*\*) - Total consumption of forrajes (energía) en toneladas equivalentes de maíz; (\*\*\*\*\*) Fuerza animal - cantidad de mulas, caballos y camellos.

Cuadro 1c - África - Tasas de crecimiento de la producción agropecuaria - 1962/81 y 1981/2001

| Regiones/paises          | Tasas de crecimiento del producto agropecuario - % (*) |            |           |           |
|--------------------------|--|------------|-----------|-----------|
|                          | Cultivos   | Canadetera | Agregadas |           |
|                          | 1961/1980  | 1981/2001  | 1961/1980 | 1981/2001 |
| <b>África oriental</b>   | 2,48%  | 1,47%      | 2,36%     | 2,03%     |
| Etiopía                  | 1,69%  | 3,50%      | 0,32%     | 1,43%     |
| Somalia                  | 2,11%  | -2,32%     | 2,58%     | 0,43%     |
| Sudán                    | 2,80%  | 2,08%      | 3,68%     | 3,60%     |
| Uganda                   | 2,29%  | 2,90%      | 3,20%     | 2,86%     |
| Kenya                    | 3,84%  | 1,72%      | 3,02%     | 2,47%     |
| Madagascar               | 2,16%  | 0,95%      | 1,39%     | 1,36%     |
| <b>África central</b>    | 2,25%  | 1,74%      | 2,74%     | 2,31%     |
| Camerún                  | 2,73%  | 2,38%      | 3,84%     | 3,14%     |
| Chad                     | -0,38%   | 4,88%      | 0,67%     | 2,31%     |
| Rep. Dem. Congo          | 2,31%  | 0,05%      | 0,50%     | 1,38%     |
| República del Congo      | 1,10%  | 1,56%      | 2,88%     | 2,17%     |
| Rep. Centroafricana      | 2,40%  | 1,74%      | 5,00%     | 4,38%     |
| Gabón                    | 3,24%  | 2,31%      | 1,22%     | 1,77%     |
| Rwanda                   | 4,37%  | -0,74%     | 5,05%     | 1,02%     |
| <b>África occidental</b> | 1,15%  | 3,38%      | 2,55%     | 2,22%     |
| Benín                    | 2,25%  | 6,99%      | 4,14%     | 2,63%     |
| Gambia                   | -0,94%   | 0,07%      | 2,34%     | 0,71%     |
| Guinea                   | 1,45%  | 3,50%      | 1,47%     | 3,04%     |
| Ghana                    | 0,24%  | 5,90%      | 3,76%     | 1,31%     |
| Togo                     | 1,09%  | 4,06%      | 2,01%     | 3,05%     |
| Mauritania               | -1,76%   | 4,48%      | 0,43%     | 1,08%     |
| Níger                    | 0,52%  | 3,92%      | 1,00%     | 1,89%     |
| Burkina Faso             | 2,14%  | 4,21%      | 0,02%     | 4,40%     |
| Costa de Marfil          | 4,63%  | 3,40%      | 4,57%     | 2,59%     |
| Liberia                  | 3,27%  | -1,19%     | 3,80%     | 1,01%     |
| Mali                     | 2,31%  | 4,79%      | 2,16%     | 1,52%     |
| Nigeria                  | -0,09%   | 6,42%      | 5,11%     | 1,79%     |
| Senegal                  | -0,61%   | 1,44%      | 2,20%     | 4,41%     |
| Sierra Leona             | 1,57%  | -0,65%     | 2,63%     | 1,71%     |
| <b>África del Sur</b>    | 2,00%  | 1,79%      | 2,43%     | 1,41%     |
| Angola                   | -2,52%   | 3,51%      | 2,54%     | 2,42%     |
| Botswana                 | 2,82%  | 0,98%      | 1,34%     | 0,13%     |
| Malawi                   | 3,58%  | 3,09%      | 5,28%     | 2,07%     |
| Mozambique               | 0,68%  | 2,37%      | 2,32%     | 0,73%     |
| Zimbabue                 | 3,51%  | 2,14%      | 3,48%     | 2,34%     |
| Sudáfrica                | 3,80%  | 1,57%      | 1,55%     | 0,56%     |
| Zambia                   | 3,17%  | 1,72%      | 3,94%     | 2,34%     |
| Namibia                  | 1,72%  | 1,92%      | 1,45%     | 0,77%     |
| Tanzania                 | 3,22%  | 0,61%      | 2,44%     | 2,69%     |
| Tasa promedio            | 1,76%  | 2,24%      | 2,51%     | 1,95%     |



Cuadro 1b - Asia y África del Norte - Tasas de crecimiento de la producción agropecuaria - 1962/81 y 1981/2001

| Regiones/paises              | Tasas de crecimiento del producto agropecuario - % (*) |           |           |           |
|------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|
|                              | Cultivos   | Ganadería | Agregadas |           |
|                              | 1961/1980  | 1981/2001 | 1961/1980 | 1981/2001 |
| <b>Oriente Medio</b>         | 2,56%  | 2,38%     | 3,04%     | 2,82%     |
| Arganistán                   | 1,64%  | 0,01%     | 1,92%     | 3,82%     |
| Irán                         | 4,74%  | 4,16%     | 3,26%     | 4,30%     |
| Irak                         | 2,93%  | 0,07%     | 1,79%     | -3,42%    |
| Jordania                     | -3,67%   | 3,61%     | 3,09%     | 5,81%     |
| Arabia Saudita               | 4,62%  | 3,20%     | 6,76%     | 5,09%     |
| Siria                        | 4,25%  | 2,72%     | 3,92%     | 2,52%     |
| Turquía                      | 3,41%  | 2,01%     | 2,19%     | 1,03%     |
| Yemen                        | 2,54%  | 3,24%     | 1,39%     | 3,44%     |
| <b>Asia meridional</b>       | 2,18%  | 2,46%     | 2,29%     | 3,68%     |
| Bangladesh                   | 1,52%  | 2,15%     | 1,75%     | 3,69%     |
| India                        | 2,26%  | 2,72%     | 2,84%     | 3,84%     |
| Nepal                        | 1,51%  | 3,66%     | 2,65%     | 2,29%     |
| Pakistán                     | 3,63%  | 3,13%     | 2,75%     | 6,00%     |
| Sri Lanka                    | 2,01%  | 0,62%     | 1,45%     | 2,58%     |
| <b>Sudeste de Asia</b>       | 2,28%  | 3,00%     | 2,41%     | 5,32%     |
| Camboya                      | -4,73%   | 4,12%     | -1,96%    | 6,20%     |
| Indonesia                    | 3,31%  | 2,78%     | 3,81%     | 3,98%     |
| Laos RDP                     | 2,37%  | 3,65%     | 0,68%     | 5,74%     |
| Malasia                      | 4,68%  | 2,15%     | 6,23%     | 7,00%     |
| Filipinas                    | 3,88%  | 1,62%     | 3,84%     | 4,97%     |
| Tailandia                    | 4,34%  | 1,91%     | 3,32%     | 4,09%     |
| Vietnam                      | 2,14%  | 4,80%     | 0,96%     | 5,27%     |
| <b>Asia oriental</b>         | 2,85%  | -1,52%    | 4,08%     | 1,88%     |
| China                        | 3,14%  | 3,74%     | 5,31%     | 8,28%     |
| Mongolia                     | 1,80%  | -8,10%    | 1,70%     | 0,24%     |
| Corea del Norte              | 3,60%  | -0,20%    | 5,25%     | -2,87%    |
| Tasa promedio de crecimiento | 2,38%  | 2,15%     | 2,96%     | 3,55%     |
| Corea del Sur                | 2,80%  | 2,40%     | 2,80%     | 2,40%     |

APÉNDICES

APÉNDICE 1 - TASAS DE CRECIMIENTO DEL PRODUCTO

Cuadro 1a - América Latina y el Caribe - Tasas de crecimiento de la producción agropecuaria - 1962/81 y 1981/2001

| Regiones/paises  |        | Cultivos  |           | Ganadería |           | Agregadas |           |
|--|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|  |        | 1961/1980 | 1981/2001 | 1961/1980 | 1981/2001 | 1961/1980 | 1981/2001 |
| Tasas de crecimiento del producto agropecuario - % (*) |        |           |           |           |           |           |           |
| Cono Sur   | 2,79%  | 2,98%     | 1,74%     | 2,95%     | 2,16%     | 2,80%     | 2,18%     |
| Argentina  | 2,86%  | 4,43%     | 1,24%     | 0,92%     | 1,86%     | 2,18%     | 3,41%     |
| Brasil   | 3,20%  | 3,60%     | 4,28%     | 4,58%     | 3,72%     | 3,41%     | 3,67%     |
| Chile  | 1,40%  | 2,99%     | 1,92%     | 3,92%     | 1,53%     | 3,67%     | 3,27%     |
| Paraguay   | 5,35%  | 1,31%     | 1,26%     | 4,17%     | 3,53%     | 3,27%     | 1,48%     |
| Uruguay  | 1,16%  | 2,58%     | 0,00%     | 1,16%     | 0,18%     | 1,48%     | 3,09%     |
| Región andina  | 2,43%  | 2,65%     | 3,95%     | 2,92%     | 3,00%     | 3,09%     | 3,83%     |
| Bolivia  | 4,01%  | 4,36%     | 4,72%     | 2,77%     | 4,45%     | 3,83%     | 2,18%     |
| Colombia   | 3,77%  | 1,19%     | 2,81%     | 3,02%     | 3,22%     | 2,18%     | 4,05%     |
| Ecuador  | 0,67%  | 3,65%     | 3,81%     | 4,18%     | 1,72%     | 4,05%     | 3,53%     |
| Perú   | 0,87%  | 3,18%     | 2,79%     | 3,38%     | 1,49%     | 3,53%     | 1,86%     |
| Venezuela  | 2,83%  | 0,87%     | 5,61%     | 1,26%     | 4,10%     | 1,86%     | 1,89%     |
| Centroamérica  | 3,60%  | 1,32%     | 4,35%     | 2,84%     | 3,87%     | 1,89%     | 3,77%     |
| Costa Rica   | 4,76%  | 4,26%     | 5,74%     | 3,14%     | 5,15%     | 3,77%     | 0,69%     |
| El Salvador  | 2,95%  | -0,17%    | 3,64%     | 2,48%     | 3,04%     | 0,69%     | 2,63%     |
| Guatemala  | 4,85%  | 2,51%     | 3,17%     | 2,92%     | 4,36%     | 2,63%     | 2,28%     |
| Honduras   | 3,26%  | 1,32%     | 3,73%     | 4,14%     | 3,40%     | 2,28%     | 1,96%     |
| México   | 3,10%  | 1,71%     | 4,76%     | 2,35%     | 3,53%     | 1,96%     | 1,09%     |
| Nicaragua  | 2,92%  | 0,30%     | 5,39%     | 2,13%     | 3,95%     | 1,09%     | 0,80%     |
| Panamá   | 3,39%  | -0,71%    | 3,98%     | 2,73%     | 3,64%     | 0,80%     | -0,28%    |
| Caribe   | 1,20%  | -0,71%    | 2,78%     | 0,77%     | 1,48%     | -0,28%    | -3,09%    |
| Cuba   | 2,51%  | -3,11%    | 2,25%     | -3,00%    | 2,09%     | -3,09%    | 0,55%     |
| República Dominicana                                   | 2,32%  | -0,97%    | 4,44%     | 3,59%     | 2,79%     | 0,55%     | 2,74%     |
| Haití  | 1,68%  | -1,34%    | 2,75%     | 1,60%     | 2,05%     | -0,67%    | 1,80%     |
| Jamaica  | -0,51% | 1,84%     | 4,45%     | 1,68%     | 0,48%     | 1,80%     | 0,26%     |
| Trinidad y Tobago                                      | -1,33% | 0,82%     | 5,46%     | -0,70%    | 0,06%     | 0,26%     | 1,89%     |
| Tasa promedio de crecimiento                           | 2,55%  | 1,57%     | 3,56%     | 2,38%     | 2,74%     | 1,89%     | 1,89%     |

- ROMANO, L.O. Productividad Agropecuaria: Evolución, Estado Actual y Tendencias Futuras. ICA, División Planeación Estratégica. Boletín Técnico. pp.7-27, 1993.
- SHAMSUDIN, M.N.; RADAM, A. & ABDLATIF, I. **Productivity in the Malaysian Agriculture Sector**. Paper presented at the "Seminar On Repositioning The Agriculture Industry In The Next Millennium", 13-14 July 1999, UPM Department of Agribusiness and Information System, Faculty of Agriculture, UPM.
- WEIBE, K.D.; SOULE, M.J. & SCIMMELPFENNING, D.E. Agricultural Productivity for Sustainable Food Security in Sub-Saharan Africa. In: Zepeda, L. (ed.) **Agricultural Investments and Productivity in Developing Countries**. University of Wisconsin-Madison and FAO, 2001 (FAO Economic and Social Development, Paper 148).

APÉNDICES

APÉNDICE 1 - TASAS DE CRECIMIENTO DEL PRODUCTO

Cuadro 1a - América Latina y el Caribe - Tasas de crecimiento de la producción agropecuaria - 1962/81 y 1981/2001

| Tasas de crecimiento del producto agropecuario - % (*) |           |
|--|-----------|
| Regiones/países  | 1961/1980 |
| Cultivos   | 1981/2001 |
| Ganadería  | 1961/1980 |
| Agregadas  | 1981/2001 |
| Cono Sur   | 2,79%     |
| Argentina  | 2,86%     |
| Brasil   | 3,20%     |
| Chile  | 1,40%     |
| Paraguay   | 5,35%     |
| Uruguay  | 1,16%     |
| Región andina  | 2,43%     |
| Bolivia  | 4,01%     |
| Colombia   | 3,77%     |
| Ecuador  | 0,67%     |
| Perú   | 0,87%     |
| Venezuela  | 2,83%     |
| Centroamérica  | 3,60%     |
| Costa Rica   | 4,76%     |
| El Salvador  | 2,95%     |
| Guatemala  | 4,85%     |
| Honduras   | 3,26%     |
| México   | 3,10%     |
| Nicaragua  | 2,92%     |
| Panamá   | 3,39%     |
| Caribe   | 1,20%     |
| Cuba   | 2,51%     |
| República Dominicana                                   | 2,32%     |
| Haití  | 1,68%     |
| Jamaica  | -0,51%    |
| Trinidad y Tobago                                      | -1,33%    |
| Tasa promedio de crecimiento                           | 2,55%     |
|  | 1,57%     |
|  | 3,56%     |
|  | 2,38%     |
|  | 2,74%     |
|  | 1,89%     |

ROMANO, L.O. Productividad Agropecuaria: Evolución, Estado Actual y Tendencias Futuras. ICA, División Planeación Estratégica. Boletín Técnico. pp.7-27, 1993.

SHAMSUDIN, M.N.; RADAM, A. & ABDLATIF, I. Productivity in the Malaysian Agriculture Sector. Paper presented at the "Seminar On Repositioning The Agriculture Industry In The Next Millennium", 13-14 July 1999, UPM Department of Agribusiness and Information System, Faculty of Agriculture, UPM.

WEIBE, K.D.; SOULE, M.J. & SCIMMELPFENNING, D.E. Agricultural Productivity for Sustainable Food Security in Sub-Saharan Africa. In: Zepeda, L. (ed.) Agricultural Investments and Productivity in Developing Countries. University of Wisconsin-Madison and FAO, 2001 (FAO Economic and Social Development, Paper 148).

## BIBLIOGRAFIA

- AVILA, A.F.D. & EVENSON, R.E. Total Factor Productivity Growth in Brazilian Agriculture and the Role of Agricultural Research. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. (Vol. I), Curitiba, 31/07 a 03/08/95. pp. 631-657, 1995.
- EVENSON, R.E. & KISLEV, Y. Agricultural Research and Productivity. Yale University Press, New Haven and London, 1975.
- EVENSON, R.E. Agricultural Research and Intellectual Property Rights. Yale University, 2003 (forthcoming).
- EVENSON, R.E.; PRAY, C. E. & ROSEGRANT, M. W. Agricultural Research and Productivity Growth in India. IFPRI. Washington, 1999. (Research Report, 109).
- GASQUEZ, J.G. & CONCEIÇÃO, J.C.P.R. Transformações Estruturais da Agricultura e Produtividade Total dos Fatores. In: Transformações da Agricultura e Políticas Públicas. IPEA. Brasília, 2001.
- HUFFMAN, W.E. & EVENSON, R.E. Science for Agriculture: A long term perspective. Iowa University Press, Ames, Iowa, 1993.
- KRASASACHAT, W. Deforestation and Productivity Growth in Thai Agriculture. Paper presented in the International Symposium on Sustaining Food Security and Managing Natural resources in South East Asia. Challenges for the 21's century. Chiang Mai, Thailand, January 2002.
- LEMA, D. & PARELLADA, G. Productivity and Competitive Advantage of the Argentinean Agriculture. INTA. Instituto de Economía y Sociología. Buenos Aires, 2000.
- MADRID-ARIS, M. Growth and Technological Change in Cuba. In: Cuba in Transition. ACSE, 1997.
- NGOC QU, N. & GOLETTI, F. Explaining Agricultural Growth in Vietnam. Agrifood Consulting International, June 2001.
- NIN, A., C. ARNDT, T.W. HERTEL & P.V. PRECKEL. Bridging the Gap between Partial and Total Factor Productivity Measures Using Directional Distance Functions. American Journal of Agricultural Economics. 2003 (Forthcoming).
- PIESE, J.; LUSIGE, A.; SUHARJANTO, Q & THIRTLÉ, C. Multi-factor Agricultural Productivity and Convergence in Botswana, 1981-96. Oxford Policy Management, 2001.
- PRASADA RAO, D.S. & COELLI, T.J. Catch-up and Convergence in Global Agricultural Productivity. Brisbane. Center for Efficiency and Productivity Analysis. University of Queensland. 24p. 2003. (unpublished).

Se realizó un esfuerzo por distinguir entre la importancia del capital tecnológico y dado el capital de imitación, contribuye más al crecimiento de la PTF que un mayor capital de imitación, dado el capital de innovación.

En este documento también se incluye un ejercicio de descomposición de la PTF. Dicho ejercicio identifica la adopción de variedades modernas de la Revolución Verde, los incrementos en la escolaridad en la fuerza laboral, y los aumentos en la energía dietética como fuentes del crecimiento de la PTF.

Sin embargo, como se señaló anteriormente, la principal conclusión de este trabajo es que para el crecimiento de la PTF y la reducción de los costos se necesita capital tecnológico. Y ello significa inversiones en sistemas de investigación agrícola. También significa inversiones en investigación y desarrollo industrial, así como en sistemas públicos y privados de extensión y en la escolaridad de los agricultores.

Las inversiones en capital tecnológico requieren compromisos a largo plazo en inversiones por parte de los gobiernos nacionales y los organismos de ayuda. Típicamente, estas inversiones no son realizadas por las ONG. Muchos organismos de ayuda se han abstenido de respaldar proyectos de desarrollo de capital tecnológico a largo plazo (20-30 ó 40 años). Trágicamente, en la actualidad muchos países africanos no están recibiendo apoyo del gobierno nacional destinado a desarrollar capital tecnológico, que constituye su única ruta de escape a la pobreza masiva.

En los países con mínimo capital tecnológico, los rendimientos de los cereales representan sólo una cuarta parte de los países con capital tecnológico. Utilizan sólo un 5% de fertilizantes por hectárea, y muestran bajos niveles de adopción de variedades modernas de la Revolución Verde. El valor agregado por trabajador agrícola es una cuarta parte del de los países con capital tecnológico. Las tasas de crecimiento del PIB per cápita, si bien son positivas, son sólo una tercera parte de las de los países con capital tecnológico.

Quizá el mensaje dominante de este trabajo sea que los resultados en materia de PTF se relacionan fuertemente con el capital tecnológico. Estas relaciones (cuadro 6) muestran que los países con mínimo capital de innovación o de imitación (gráfico 5) se ven "atrapados" en una contracción de precios-costos. Los precios reales disminuyen más rápidamente que los costos.

Se formularon dos indicadores del capital tecnológico. El indicador de la imitación se basó en programas de extensión y en los niveles de escolaridad. El indicador de la innovación se basó en las inversiones en investigación agrícola, principalmente en el sector público, y las actividades de investigación y desarrollo industrial, principalmente en el sector privado.

Los países con un bajo beneficio en materia de PTF en la agricultura han mostrado resultados deficientes en un mundo en el que disminuyen los precios reales en una economía cada vez más globalizada.

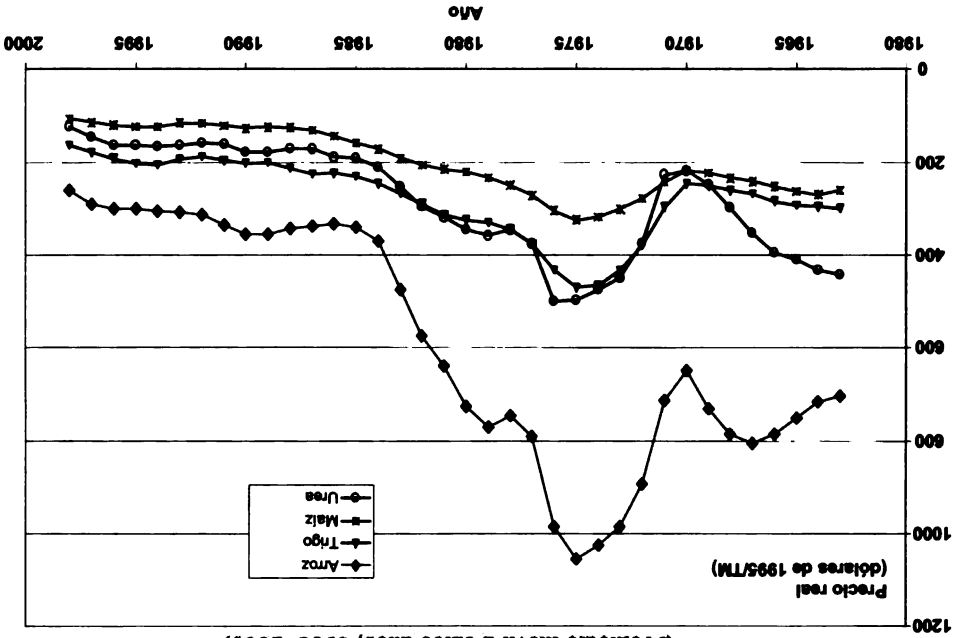


Gráfico 4 - Precios reales mundiales del arroz, el trigo, el maíz y la urea (Promedio móvil a cinco años, 1961-2000)



---

## IMPLICACIONES PARA POLÍTICAS

**E**n este documento formulamos estimaciones del crecimiento de la PTF correspondientes a dos periodos sobre producción de cultivos, producción ganadera y producción agregada. Estas tasas de crecimiento se interpretan como tasas de reducción de costos a precios constantes de los factores.

Si bien estas tasas de crecimiento están sujetas a errores de medición, en general son congruentes con nuestra comprensión del crecimiento de la productividad. Las mayores tasas de crecimiento de la PTF se observaron en Asia oriental, seguida por Asia meridional y los países del Cono Sur en América Latina. Las menores tasas de crecimiento de la PTF se observaron en África oriental y central.

Los precios internacionales de los productos básicos agrícolas han estado disminuyendo en términos reales durante la mayor parte de la segunda mitad del siglo XX (gráfico 6). Todos los países de la OCDE han obtenido más rápidos beneficios en la PTF del sector de la producción agrícola que en el resto de la economía. Estas diferencias ascienden a un promedio de alrededor del 1% anual. Los países en desarrollo se han beneficiado de la Revolución Verde en diferente medida. Muchos países en desarrollo con un lento crecimiento de la PTF se han beneficiado poco de la Revolución Verde. En otros, los beneficios han sido

impares.

Cuadro 10- Estimaciones de la descomposición de la PTF (continuación)

| Estimaciones de la segunda etapa |           | Estimaciones de la primera etapa |           |
|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| SCGRMVA                          | DES X SHL | SCGRMVA                          | DES X SHL |
| 1.087                            | (3.06)    | 1.087                            | (3.06)    |
| .0374                            | (2.42)    | .0419                            | (2.52)    |
| .213                             | (1.82)    | .280                             | (1.90)    |
| 154                              | 154       | 154                              | 154       |
| #obs                             |           |                                  |           |
| 154                              |           | 154                              |           |
| R-squared                        |           | .62                              | .25       |
| Prob>F                           |           | .0000                            | .0000     |

\*These estimates define MV adoption as  $ln[SCGRMVA/(100-SCGRMVA)]$ 

Cuadro 11 - Contabilización del crecimiento 1960-2000

| Región                         | Crecimiento real de la PTF | Mayor escolaridad | Mayor nutrición | VM de la Revolución Verde |
|--------------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|
| Proporción debida a:           |                            |                   |                 |                           |
| América Latina                 |                            |                   |                 |                           |
| Cono Sur                       | 2.24                       | .19               | .24             | .57                       |
| Región andina                  | 1.63                       | .30               | .22             | .48                       |
| Centroamérica                  | 1.72                       | .35               | .19             | .46                       |
| Caribe                         | 1.58                       | .39               | .26             | .35                       |
| Oriente Medio-África del Norte |                            |                   |                 |                           |
| Oriente Medio                  | 1.63                       | .19               | .23             | .58                       |
| África del Norte               | 2.29                       | .28               | .20             | .52                       |
| Asia                           |                            |                   |                 |                           |
| Asia meridional                | 1.96                       | .22               | .14             | .64                       |
| Sudeste de Asia                | 1.05                       | .17               | .21             | .62                       |
| Asia oriental                  | 3.24                       | .13               | .33             | .54                       |
| África subsahariana            |                            |                   |                 |                           |
| África oriental                | .78                        | .51               | .02             | .47                       |
| África central                 | .87                        | .62               | .00             | .38                       |
| África occidental              | 2.05                       | .29               | .35             | .36                       |
| África del Sur                 | 1.29                       | .39               | .03             | .58                       |

|               | SCGMVA | DES X SHL | GTFP(A) | GTFP(A)* |
|---------------|--------|-----------|---------|----------|
| D23+D24       | 7.65   | 14.14     |         |          |
| D32+D33       | (1.75) | (.66)     |         |          |
| D34+D35       | 18.66  | 18.71     |         |          |
| D34+D35       | (2.33) | (1.12)    |         |          |
| D34+D35       | 13.65  | 49.60     |         |          |
| D43+D44       | (1.78) | (3.00)    |         |          |
| D43+D44       | 14.37  | 36.07     |         |          |
| D45+D46       | (1.91) | (2.29)    |         |          |
| D45+D46       | 27.83  | 21.27     |         |          |
| D55+D56+D66   | (3.37) | (1.23)    |         |          |
| D55+D56+D66   | 32.05  | 40.40     |         |          |
| D53+D54+D64   | (4.30) | (2.60)    |         |          |
| D53+D54+D64   | 22.41  | 26.59     |         |          |
| +D65          | (3.03) | (1.72)    |         |          |
| PCTIRR        | .116   | .200      |         |          |
| Región-Asia   | (2.09) | (1.72)    |         |          |
| Región-Asia   | 8.61   | 8.05      |         |          |
| Región-Africa | (3.32) | (1.49)    |         |          |
| Región-Africa | -3.39  | 2.85      |         |          |
|               | (.87)  | (.35)     |         |          |
|               |        |           | (.63)   |          |
|               |        |           |         | (1.25)   |

Cuadro 10- Estimaciones de la descomposición de la PTF

Los instrumentos para  $W^c$ GRMVA y DES X SHL incluyen las variables exógenas en la ecuación  $G^{TFP}(A)$ , Reg1, Reg2 y GSCH X SHL, más las variables ficticias de innovación-imitación utilizadas en las regresiones del cuadro 7. El cuadro 9 muestra las estimaciones de las variables instrumentadas de la primera etapa, SCGMVA y DES X SHL y las ecuaciones  $G^{TFP}(A)$  de la segunda etapa. En las estimaciones de descomposición de la PTF, encontramos que la adopción de variedades modernas de la Revolución Verde, el crecimiento de la escolaridad y la mejor nutrición contribuyen en forma significativa al crecimiento de la PTF. El cuadro 10 muestra un ejercicio de "contabilización del crecimiento" en el que se atribuye el crecimiento a las VM de la Revolución Verde, aumentos en la escolaridad y aumentos en la nutrición.

SCGMVA: Instrumentos  
DES X SHL: Instrumentos  
 $G^{TFP}(A)$ :  $W^c$ GRMVA, DES X SHL, GSCH X SHL, Reg1, Reg2

La medida de GA que utilizamos es la adopción de variedades modernas de cultivos de la Revolución Verde en el país, en los periodos 1961-80 y 1980-2000. Dicha medida se pondera en función de los cultivos mostrados en la producción agrícola total. Dos de las tres variables se tratan como endógenas en el modelo PTF. El método utilizado es el empleo de variables instrumentales. El modelo implícito es entonces un modelo de tres ecuaciones:

| Variables instrumentadas de la primera etapa |           | Estimaciones de la segunda etapa |          |
|--|-----------|----------------------------------|----------|
| SCGRMVA                                      | DES X SHL | GTFP(A)                          | GTFP(A)* |
| D23+D24                                      | 7.65      | 14.14                            |          |
| D32+D33                                      | 18.66     | 18.71                            |          |
| D34+D35                                      | 13.65     | 49.60                            |          |
| D43+D44                                      | 14.37     | 36.07                            |          |
| D45+D46                                      | 27.83     | 21.27                            |          |
| D55+D56+D66                                  | 32.05     | 40.40                            |          |
| D53+D54+D64                                  | 22.41     | 26.59                            |          |
| +D65   | (3.03)    | (1.72)                           |          |
| PCTIRR                                       | .116      | .200                             |          |
| Región-Asia                                  | 8.61      | 8.05                             |          |
| Región-Africa                                | -3.39     | 2.85                             |          |
| SCGRMVA                                      | (.87)     | (.35)                            |          |
| DES X SHL                                    | (4.16)    | (1.90)                           |          |
| GSCX X SHL                                   | -3.16     | .280                             |          |
| #obs   | 154       | 154                              |          |
| R-squared                                    | .62       | .25                              |          |
| Prob>F                                       | .0000     | .0000                            |          |
|  |           |                                  | .0000    |
|  |           |                                  | .18      |
|  |           |                                  | 154      |
|  |           |                                  | (1.82)   |
|  |           |                                  | .213     |
|  |           |                                  | (2.42)   |
|  |           |                                  | .0374    |
|  |           |                                  | (3.06)   |
|  |           |                                  | 1.087    |
|  |           |                                  | (1.25)   |
|  |           |                                  | .689     |
|  |           |                                  | (1.11)   |
|  |           |                                  | .038     |

Cuadro 9 – Estimaciones de la descomposición de la PTF

Contamos con dos mediciones de la calidad de la mano de obra. La primera se relaciona con la mayor escolaridad de la fuerza laboral. La segunda se relaciona con una mayor nutrición de la fuerza laboral. En el cuadro 8 se resumen los datos en dos índices. El primero es la escolaridad promedio de los hombres adultos en la fuerza laboral. Esta variable, de la base de datos de Barro-Lee del Banco Mundial, no es específica de los trabajadores agrícolas. Esta es probablemente la causa por la que la escolaridad promedio de los trabajadores agrícolas es inferior a la escolaridad promedio de todos los trabajadores. Para nuestros propósitos, lo que es importante es la tasa de crecimiento en la escolaridad. El segundo índice es el índice de suficiencia de la energía dietética (SED) publicado por la FAO. Dicho índice se basa en los datos sobre consumo y efectivamente es una medición de las calorías promedio per cápita. Ambas medidas se indican por regiones de países en desarrollo con el objeto de mostrar la diversidad de los cambios en estos índices.

Ello sugiere que las variables que miden la calidad de la mano de obra y el cambio en A podrían utilizarse para "explicar" el crecimiento de la PTF.

DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO DE LA PTF: DESCOMPOSICIÓN ESTADÍSTICA

En la sección anterior se mostró que el crecimiento de la PTF estaba relacionado con el capital tecnológico. En esta sección refinamos aún más este análisis en un marco de descomposición de la PTF. En esta sección consideramos dos "ajustes" por calidad de la mano de obra. También consideramos variables sustitutivas para el progreso tecnológico general. Consideremos la siguiente derivación de PTF de una función de producción.

$$Y = A^{(t)} (LQ^L)^{\alpha} H^{\beta} K^{1-\alpha-\beta} \quad (7)$$

donde Y es la producción agregada

A<sup>(t)</sup> modifica la función de producción

L es la mano de obra no ajustada

Q<sub>L</sub> es el índice de calidad de la mano de obra

H es la tierra

K es el capital de maquinarias y animales

Una vez transformada a la forma de PTF, esta función de producción se traduce como:

$$G^{TFP} = G^Y - C^L (G^L + G^{QL}) - C^H G^H - S^K G^K - G^{\nu} \quad (8)$$

donde G representa las tasas de crecimiento en las variables.

Los cálculos reales "no ajustados" de la PTF indicados en los cuadros 1, 2 y 3 se basan en:

$$G^{TFP} = G^Y - C^L G^L - C^H G^H - C^K G^K \quad (9)$$

La diferencia es:

$$G^{TFP} - G^Y = C^L G^L + G^{\nu} \quad (10)$$

Los resultados que se muestran en el cuadro 7 son en cierta forma anómalos por los resultados 54+64 (éstos afectaron a Argentina en dos periodos y a Brasil y Chile en un periodo). Las estimaciones indican que las clases de innovación más altas aumentan aproximadamente un 35% el crecimiento de la PTF. Las clases de imitación más altas aumentan aproximadamente un 25% el crecimiento de la PTF.

D22: clases más bajas de innovación e imitación  
D32: clase de imitación 2 (clase de innovación más alta)  
D23+D33: clase de imitación 3 (clase de innovación igual o menor)  
D43+D53: clase de imitación 4 (clases de innovación más altas)  
D24+D34+D44: clase de imitación 4 (clase de innovación igual o menor)  
D54+D64: clase de imitación 4 (clases de innovación más alta)  
D55+D56+D66: clases de imitación 5 y 6 (clases de innovación iguales o mayores)  
D35+D45+D56: clases de imitación 5 y 6 (clase de innovación más baja)

Cuadro 8 – Comparaciones de imitación-innovación

| Ventajas de la innovación                |       | Ventajas de la imitación               |   |
|--|-------|--|---|
| PTF por clases de innovaciónXimitación   |       | PTF por clases de innovaciónXimitación |   |
| 22                                       | .884  | 22                                     | .859                                    |
| 32                                       | 1.639 | +86%                                   | 23+24                                   |
| 23+33                                    | 1.244 |  | 32+33                                   |
| 43+53                                    | 2.461 | +95%                                   | 34+35                                   |
| 24+34+44                                 | 1.498 |  | 43+44                                   |
| 54+64                                    | -.112 | -107%                                  | 45+46                                   |
| 55+56+66                                 | 4.277 |  | 55+56+66                                |
| 35+45+46+56                              | 1.568 | +63%                                   | 53+54+64+65                             |
| <u>Ventaja promedio de la innovación</u> |       | <u>35%</u>                             | <u>Ventaja promedio de la imitación</u> |
|  |       |  | 25%                                     |

Obviamente, todos los indicadores se relacionan con las clases de innovación e imitación. Consideremos los indicadores de la clase de innovación. El crecimiento agregado de la PTF se relaciona obviamente con la clase de innovación. También se relaciona con el la adopción de variedades modernas de cultivos de la Revolución Verde. Los rendimientos de los cereales son 3,6 veces superiores en las clases de innovación 5 y 6 como en la clase 2. El uso de fertilizantes es 21 veces más elevado. El valor agregado por trabajador es de 3 a 4 veces superior y el crecimiento del PIB per cápita, 2,4 veces más elevado.

Las mismas comparaciones se observan en el caso de los índices de clases de imitación (con un patrón ligeramente menos coherente). Ello es de esperarse, ya que los dos índices mantienen una elevada correlación. ¿Podemos distinguir entre ambos índices? Ello es importante, porque muchos de los responsables de la formulación de políticas sugieren que los países en desarrollo realmente no necesitan innovar. Necesitan imitar, y la imitación es menos costosa que la innovación. Otros sostienen que la innovación es necesaria en la agricultura, ya que las variedades de cultivos tienen un alto grado de especificidad geográfica.

Mostramos un ejercicio diseñado para comenzar a probar la proposición de que para una clase de innovación dada, una mayor inversión en imitación produce un crecimiento más alto de la PTF. Lo hacemos definiendo clases de innovación-imitación. Comparamos las clases de innovación-imitación con clases similares o más bajas de imitación con clases de innovación-imitación en las que la clase de imitación es mayor. Para las clases de innovación 2, 3 y 4, combinamos las clases de innovación-imitación 5 y 6. Los grupos de comparación de este ejercicio son:

- D22: clases más bajas de innovación e imitación
- D23+D24: clase de innovación 2 (clases de imitación más altas)
- D32+D33: clase de innovación 3 (incluyendo clases de imitación más bajas e iguales)
- D34+D35: clase de imitación 3 (clase de imitación más alta)
- D43+D44: clase de innovación 4 (incluyendo clases de imitación más bajas e iguales)
- D45+D46: clase de innovación 4 (clases de imitación más alta)
- D55+D56+D66: clases de innovación 5 y 6 (clases de imitación más baja)
- D53+D54+D64+D65: clases de innovación 5 y 6 (clases de imitación más baja)

Estas clases de innovación x imitación están diseñadas para determinar si las clases de imitación más altas, manteniéndose constantes las clases de innovación, aumentan el crecimiento de la PTF. Un segundo conjunto de clases de innovación x imitación fue diseñado para determinar si las clases de innovación más altas, manteniéndose constantes las clases de innovación, aumentan el crecimiento de la PTF. Estas fueron:

**CRECIMIENTO DE LA PTF,  
RENDIMIENTO DE LOS CEREALES,  
CONSUMO DE FERTILIZANTES,  
VALOR AGREGADO POR TRABAJADOR,  
CRECIMIENTO DEL PIB PER CAPITA Y  
CAPITAL TECNOLÓGICO**

**S?** ¿e relaciona el capital tecnológico con el crecimiento agregado de la PTF y otros indicadores conexos? El cuadro 6 contiene tabulaciones del capital de innovación e imitación y el crecimiento de la PTF, el rendimiento de los cereales, la adopción de variedades modernas, el consumo de fertilizantes, el valor agregado por trabajador y el crecimiento del PIB per cápita.

Cuadro 7: Capital de innovación-imitación, crecimiento de la PTF y otros indicadores

| Indicadores por clase de capital de innovación |                                     |                                      |                                 |                                      |                                       |                                |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Clase de capital de innovación                 | Adopción de variedades modernas (%) | Rendimientos de los cereales (kg/ha) | Fertilizantes por hectárea (kg) | Valor agregado por trabajador (US\$) | Valor agregado por del PIB per cápita | Clase de capital de innovación |
| 2  | 13                                  | 880                                  | 7.3                             | 409                                  | 1.11                                  | 2                              |
| 3  | 31                                  | 1858                                 | 77.3                            | 956                                  | 1.23                                  | 3                              |
| 4  | 44                                  | 2516                                 | 108.6                           | 1651                                 | 1.65                                  | 4                              |
| 5+6  | 68                                  | 3167                                 | 159.2                           | 1456                                 | 2.59                                  | 5+6                            |

| Indicadores por clase de capital de imitación |                                     |                                      |                                 |                                      |                                       |                               |
|---|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Clase de capital de imitación                 | Adopción de variedades modernas (%) | Rendimientos de los cereales (kg/ha) | Fertilizantes por hectárea (kg) | Valor agregado por trabajador (US\$) | Valor agregado por del PIB per cápita | Clase de capital de imitación |
| 2   | 12                                  | 848                                  | 34.4                            | 378                                  | 1.19                                  | 2                             |
| 3   | 34                                  | 1679                                 | 67.3                            | 486                                  | 1.24                                  | 3                             |
| 4   | 44                                  | 2028                                 | 61.0                            | 2916                                 | 1.64                                  | 4                             |
| 5+6   | 72                                  | 3497                                 | 189.2                           | 1128                                 | 2.74                                  | 5+6                           |



Cuadro 6 – Estimaciones Tobit: Mejoras en el capital tecnológico entre el periodo 1 y el periodo 2

|                           | Imitación agrícola | Innovación agrícola | Competitividad industrial | Derechos de patentes |
|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|
| Periodos                  | (1)                | (2)                 | (2)                       | (2)                  |
| Imitación agr.            | -0.862<br>(4.17)   | -0.153<br>(1.56)    | -0.116<br>(0.81)          | 0.04<br>(4.23)       |
| Innovación agr.           | 0.688<br>(4.47)    | 0.631<br>(2.43)     | -0.217<br>(1.87)          | -0.002<br>(0.26)     |
| Competitividad industrial | -0.336<br>(0.07)   | -0.338<br>(0.15)    | -0.047<br>(0.29)          | 8.091<br>(5.73)      |
| Derechos de patentes      | -0.329<br>(1.26)   | -0.069<br>(0.43)    | -0.006<br>(0.60)          | -0.380<br>(4.22)     |
| Constante                 | 1.309<br>(2.22)    | 2.506<br>(1.98)     | 2.319<br>(3.31)           | -0.094<br>(2.03)     |
| #obs                      | 77                 | 47                  | 47                        | 47                   |
| Prob > Chi2               | .0000              | .0003               | .004                      | .0016                |
| Pseudo-R2                 | .1090              | .1464               | .0605                     | .0514                |
|                           |                    |                     |                           | -0.1818              |
|                           |                    |                     |                           | .3438                |

*Competitividad o derechos de patentes. La mejora en la innovación agrícola no está estrechamente relacionada con los niveles de otros índices. Las mejoras en la competitividad industrial y los derechos de patentes se relacionan con los niveles de imitación agrícola. Ello parece ser principalmente un efecto de la escolaridad.*

Estas estimaciones indican lo siguiente: Las mejoras en todos los índices, excepto los derechos de patentes, están sujetas a rendimientos decrecientes. Los valores elevados del periodo 1 se relacionan con menores valores de mejora. Las mejoras en la imitación agrícola se relacionan con elevados niveles de competitividad de innovación agrícola, pero no con elevados niveles de competitividad industrial en los derechos de patentes. Las mejoras en la innovación agrícola no se relacionan estrechamente con los niveles de otros índices. Las mejoras en la competitividad industrial y los derechos de patentes se relacionan con los niveles de imitación agrícola. Ello parece ser principalmente un efecto de la escolaridad.

---

## CAMBIO EN EL CAPITAL TECNOLÓGICO

**D**el primer al segundo período, la clase de innovación decreció en cuatro países, permaneció sin cambios en 36, mejoró una clase en 36 países y dos clases en 3 países. En cuanto a las clases de imitación, 36 países permanecieron sin cambios, 32 aumentaron una clase y 11 mostraron mejoras de dos clases.

¿Estuvo la mejora en la clase de innovación relacionada estrechamente con una mejora en la clase de imitación? ¿Estuvo la mejora relacionada con los niveles de clases de innovación e imitación del primer período?

Además de las clases de innovación e imitación, existen otras dos variables indicadoras para dos períodos. Una de ellas es el índice de competitividad industrial construido por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). La segunda es una clasificación de un importante índice institucional, el indicador de la efectividad de patentes de Park y Gimarte.

El cuadro 5 indica las estimaciones Tobit de los cambios en cada uno de los cuatro índices, en la medida en que se relacionan con los niveles del período 1 de los cuatro índices.

De los 26 países en las clases de capital de innovación 33 y 34, siete son países latinoamericanos, y siete son asiáticos. En el primer período, 24 países se hallaban en la clase de innovación 4. De ellos, 12 incrementaron su capital de innovación y dos lo redujeron. Los países que permanecieron en la clase 44 invirtieron poco en investigación y desarrollo industrial (sólo Kenya y Egipto declararon significativas inversiones en investigación y desarrollo industrial). Todos los países que lograron mejoras, lo hicieron invirtiendo en investigación y desarrollo industrial, como lo hicieron todos los países en las clases de innovación 55, 56 y 66. En consecuencia, de los 82 países clasificados en el gráfico 5, sólo 25 tenían significativas inversiones en investigación y desarrollo industrial. Nueve países comenzaron en las clases de capital de innovación 5 y 6, y todos han alcanzado un extraordinario desarrollo económico durante el período 1961-2001.

Los nueve países en la clase de innovación 23 han invertido en suficiente investigación agrícola como para colocarlos en la clase 3 en el período 1981-2001. Ninguno de ellos ha invertido en investigación y desarrollo industrial. La mayoría tiene algún capital de innovación. Todos ellos son de África. Un país, Mali, se ha desplazado dos clases de capital de innovación, y otro, Sudán, ha pasado de la clase de innovación 3 a la clase de innovación 2. Todos los países en las clases de innovación 22, 23, 24 y 32 no heredaron virtualmente nada en materia de capital de innovación de sus países coloniales. Ninguno tiene competitividad industrial. Algunos de ellos tienen capital de innovación, pero gran parte del mismo se basa en los programas de extensión de ONG. La clase de innovación 33 tiene 12 miembros, y la clase de innovación 34, 14 miembros. La mayoría de estos países tiene mayor capital de imitación que capital de innovación. Ello refleja la difundida noción de que el capital de imitación es menos costoso que el capital de innovación. Pero sólo cuatro de los 26 países en las clases 33 y 34 de capital de innovación (Caméru, Zambia, Ghana y Venezuela) declaran significativas inversiones en investigación y desarrollo industrial. Todos los demás han pasado de la clase de capital de innovación 2 a la clase 3 o de la clase 3 a la clase 4 mediante el fortalecimiento de sus programas de investigación agrícola.

Los ocho países en la clase de innovación 22 han estado efectivamente sin capital de innovación durante el período 1961-2001. Cinco de esos países también han estado sin capital de innovación. Siete de ellos son países africanos, y todos se han visto afectados por conflictos civiles. Todos ellos son países de pobreza masiva.

|          |                 |                |                   |                |                  |              |
|----------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|------------------|--------------|
| Innov 45 | Bolivia (33)    | México (45)    | Costa Marfil (44) | Argentina (44) | Chile (45)       | Brasil (46)  |
| Innov 46 | Costa Rica (44) | Pakistán (45)  | Madagascar(44)    | Mauricio (56)  | El Salvador (35) | China (56)   |
| Innov 43 | Guatemala (34)  | Filipinas (66) | India (35)        | Sudáfrica (56) |                  |              |
| Innov 55 | Indonesia (45)  | Irán (34)      | Malasia (55)      | Pertú (46)     | Tailandia (46)   | Turquia (46) |
| Innov 66 | Uganda (34)     |                |                   |                |                  |              |

El índice de capital de imitación también se basa en dos componentes, escolaridad de la población trabajadora (masculina) y coeficientes de extensión/tierras de cultivo. Las clases para escolaridad de los trabajadores son:

- 1. LT 4 años
- 2. 4 a 6 años
- 3. GT 6 años

Las clases para los coeficientes de extensión/tierras de cultivo son:

- 1. LT .06
- 2. .06 - .4
- 3. GT .4

En el caso del índice de capital de innovación, la suma de la clase de científicos agrícolas y la clase de IyD industrial definen el índice en cada periodo. En el caso del índice de capital de imitación, la suma de la clase de escolaridad y la clase de extensionistas define el índice en cada periodo. El gráfico 5 muestra las clasificaciones de países por clase de innovación para los dos periodos 1961-1980 y 1981-2001 (la clase 22 indica que el país se encontraba en la clase de innovación 2 en ambos periodos). Las clases de imitación se muestran entre paréntesis en los dos periodos.

Gráfico 5 – Clases de innovación-imitación 1970 (primer dígito) 1990 (segundo dígito) – Clases de imitación entre paréntesis

| Innov 22                     | Innov 23          | Innov 24  | Innov 32             | Innov 33        | Innov 34            | Innov 44      |
|------------------------------|-------------------|-----------|----------------------|-----------------|---------------------|---------------|
| Afganistán (22)              | Benin (34)        | Mali (34) | Sudán (22)           | Camerún (45)    | Argelia (34)        | Botswana (45) |
| Angola (22)                  | Burkina Faso (44) |           | Rep. Dominicana (45) | Bangladesh (34) | Colombia (46)       |               |
| Cambodia (22)                | Guinea (33)       |           | Haití (23)           | Ecuador (45)    | Egipto (35)         |               |
| República Centrafricana (44) | Mauritania (33)   |           | Honduras (34)        | Ghana (35)      | Gambia (33)         |               |
| Chad (33)                    | Maruecos (44)     |           | Lao (33)             | Guyana (44)     | Iraq (33)           |               |
| Rep Dem Congo (23)           | Nicaragua (34)    |           | Libia (44)           | Malawi (44)     | Jamaica (35)        |               |
| Etiopia (23)                 | Níger (33)        |           | Mongolia (44)        | Panamá (56)     | Kenya (55)          |               |
| Mozambique (22)              | Rwanda (44)       |           | Nepal (34)           | Paraguay (44)   | Arabia Saudita (44) |               |
| Namibia (22)                 | Yemen (23)        |           | Nigeria (34)         | Senegal (33)    | Sierra Leona (44)   |               |
|                              |                   |           | Togo (23)            | Sri Lanka (56)  | Uruguay (45)        |               |
|                              |                   |           | Túnez (34)           | Siria (35)      |                     |               |
|                              |                   |           | Vietnam (33)         | Tanzania (34)   |                     |               |
|                              |                   |           | Zambia (44)          | Venezuela (45)  |                     |               |
|                              |                   |           | Zimbabwe (45)        |                 |                     |               |

Sin embargo, ocurre que muchos programas de desarrollo agrícola tienen por finalidad lograr reducciones de costo basadas en la PTF mediante la aplicación de tecnologías o capital de imitación. Los programas de extensión agrícola, en particular, no están diseñados con el objeto de producir innovaciones, sino para facilitar una mejor aplicación de tecnologías de las que ya disponen los agricultores.

En el caso de la tecnología industrial, la mayor parte de los observadores perciben bajos grados de especificidad geográfica, excepto en dos clases de productos industriales. El primer tipo se vincula a la especificidad geográfica de los productos agrícolas y las instituciones. En las economías rurales pobres con un limitado desarrollo institucional y de mercado puede existir una reducida demanda de productos industriales. Esta limitada demanda puede significar que los incentivos para dominar la tecnología sean limitados. La segunda clase de productos con especificidad geográfica son los productos desarrollados con el fin de ahorrar mano de obra en economías con salarios elevados. Estos productos tienen escasa o ninguna demanda en las economías con salarios bajos, pero tienen mercados internacionales.

Sin embargo, uno de los mayores enigmas de la experiencia del desarrollo es que pocos países han logrado un crecimiento impulsado por el capital de imitación en la industria después de haber logrado un crecimiento impulsado por el capital de innovación en la agricultura. Ello se explica en parte por las dos clases de demanda vinculadas a la geografía, aunque una considerable parte de la explicación parece ser simplemente no haber logrado dominar la inversión en tecnología en la industria.

Para los propósitos de este ejercicio, definimos dos índices, un índice de capital de innovación y un índice de capital de imitación. El primero se basa en datos sobre inversión en investigación agrícola e investigación industrial. Se definen tres clases de inversiones en investigación agrícola correspondientes a dos periodos, 1961-1980 y 1981-2001. Los datos, provenientes del ISNAR, se expresan en términos de científicos agrícolas/superficie cultivada. Las tres clases son:

|   |                   |
|---|-------------------|
| 1. Científicos agrícolas/tierras de cultivo | LT 0,02           |
| 2. Científicos agrícolas/tierras de cultivo | 0,02 a 0,04       |
| 3. Científicos agrícolas/tierras de cultivo | 0,04 y superiores |

Para las actividades de investigación y desarrollo industrial utilizamos datos de UNESCO-Banco Mundial sobre IyD/PiB para definir tres clases:

|            |               |
|------------|---------------|
| 1. IyD/PiB | LT 0,003      |
| 2. IyD/PiB | 0,003 a 0,005 |
| 3. IyD/PiB | GT 0,005      |

En el sector agrícola, es bien conocido que las variedades de cultivos desarrolladas por los programas de genética vegetal de los centros internacionales de investigación agrícola (CIIA) y los sistemas nacionales de investigación agrícola (SNIA) tienen un alto grado de "especificidad geográfica". Los resultados de campo de una variedad de cultivo dependen del suelo, el clima y las condiciones de mercado. Por ejemplo, las variedades modernas de cultivo de la "Revolución Verde" (VM) muestran un alto grado de sensibilidad al suelo y a las condiciones climáticas. Típicamente, las VM cruzadas por los CIIA se aplican en varios países atendidos por los mandatos de los CIIA. Por otra parte, las VM de los SNIA tienen limitada utilidad fuera de la región para la cual fueron producidas (Evenson y Gollin, 2000, informan que sólo el 6% de las VM de arroz cruzadas por los SNIA fueron aplicadas en un segundo país. Típicamente, las variedades de arroz cruzadas por Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Arroz fueron aplicadas en varios países asiáticos, pero tienen muy escasa aplicación en América Latina y África.

*El capital humano* es una expresión que se ha empleado durante muchos años. Generalmente se mide en años de escolaridad cursados por los trabajadores de la fuerza laboral. *El capital social* es una expresión introducida más recientemente, con el objeto de captar las relaciones sociales en comunidades y países. La medición del capital social no está estandarizada, pero debe medirse en términos de organización, participación y miembros. *El capital tecnológico* es una expresión de uso limitado empleada para describir la capacidad de una región o país para inventar nuevas tecnologías e innovar o comercializar esas tecnologías (al que llamaremos capital de innovación). También se utiliza para describir la capacidad para "dominar" tecnologías producidas fuera de la región o país (a esta capacidad la llamaremos capital de imitación).

En el contexto de la comprensión de los resultados de la PTF agrícola de los países en desarrollo se han utilizado por lo menos tres tipos específicos de capital de recursos humanos:

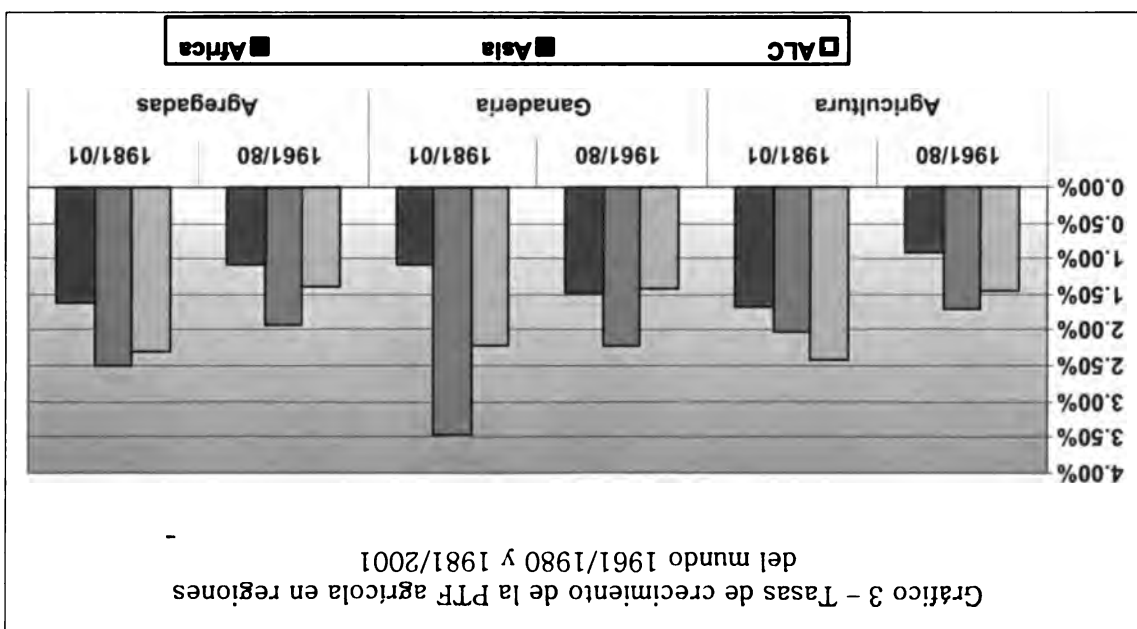
---

## DEFINICIÓN DEL CAPITAL TECNOLÓGICO

El cuadro 4 muestra los deficientes resultados de los países de África, donde más del 20% de los países registraron crecimiento negativo de la PTF y otro 20%, tasas de crecimiento de la PTF inferiores al 1%. Los países de Asia mostraron los mejores resultados (30% de los países registraron una PTF superior al 2%). En su conjunto, los países de América Latina y el Caribe también mostraron buenos resultados, sin tasas negativas de PTF y más de un 85% de los países con tasas de crecimiento de la PTF superiores al 1%.

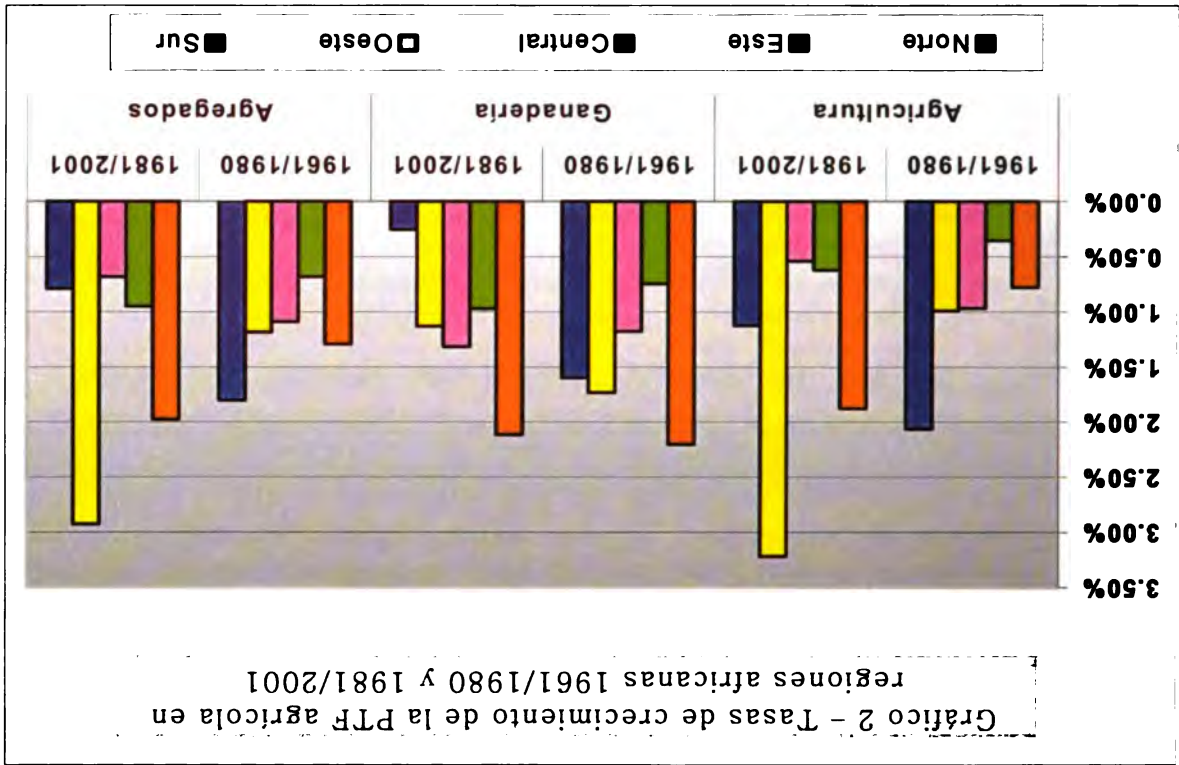
| Regiones | 0% > PTF | 0% < PTF < 1% | 1% < PTF < 2% | PTF + 2% | Total |
|----------|----------|---------------|---------------|----------|-------|
| ALC      | -        | 3             | 14            | 3        | 20    |
| Asia     | 3        | 4             | 8             | 6        | 21    |
| África   | 8        | 8             | 14            | 7        | 37    |
| Total    | 11       | 15            | 36            | 16       | 78    |

Cuadro 4 - Cálculos de la PTF agregada regional clasificada por rangos



muestran los índices promedio del crecimiento de la PTF en la agricultura, la ganadería y el crecimiento agregado en las tres regiones del mundo. El cuadro 4 contiene una síntesis de los resultados obtenidos en las tres regiones, clasificados por rangos.

En África como región, las tasas de la PTF para cultivos y ganadería fueron similares. Los resultados en materia de PTF fueron mejores en el periodo 1981-2001, particularmente en África del Norte y África Occidental. El gráfico 3 muestra el crecimiento de la PTF en África, por regiones. En el gráfico 4 se



En el periodo 1961-2001, los resultados de la PTF en África fueron inferiores a los de Asia y América Latina. Dos regiones, África Oriental y Central, mostraron tasas de crecimiento de la PTF inferiores al 1%. Veinte de los treinta y siete países africanos no lograron producir un crecimiento de la PTF del 1%, y veinte de los treinta y dos países de África Subsahariana no mostraron crecimientos de la PTF del 1%.

| País           | 1961/1980 | 1981/2001 | Tasa promedio |
|----------------|-----------|-----------|---------------|
| África del Sur | 2.06%     | 1.12%     | 1.60%         |
| Angola         | 1.03%     | 0.82%     | -0.05%        |
| Botswana       | -3.90%    | 2.13%     | 0.78%         |
| Malawi         | 0.64%     | -1.21%    | -0.29%        |
| Mozambique     | 1.56%     | 1.07%     | 4.07%         |
| Zimbabue       | -1.75%    | -0.06%    | 0.40%         |
| Sudáfrica      | 4.11%     | 2.74%     | 3.05%         |
| Zambia         | 1.95%     | -0.28%    | -0.42%        |
| Namibia        | 2.00%     | 0.56%     | 3.81%         |
| Tanzania       | -0.59%    | -0.40%    | -0.55%        |
| Tasa promedio  | 1.03%     | 1.74%     | 1.49%         |



C. AFRICA

El cuadro 3 muestra las tasas de crecimiento de la productividad de la PTF agrícola en cinco subregiones africanas..

Cuadro 3 – Tasas de crecimiento del índice de la PTF en Africa – 1961/80 y 1981/2001

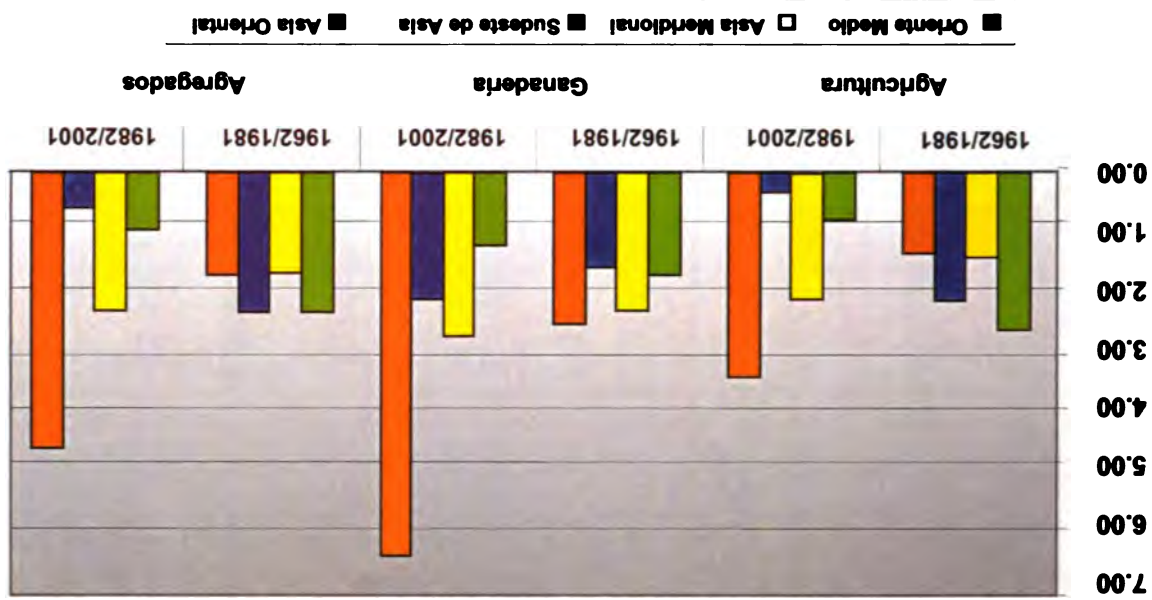
| Regiones y Países        | Tasas de crecimiento de la PTF agrícola - % |                                 |                                 |          |
|--------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|----------|
|                          | Cultivos<br>1961/80<br>1981/01              | Ganadería<br>1961/80<br>1981/01 | Agregadas<br>1961/80<br>1981/01 | Promedio |
| <b>África del Norte</b>  | 1.88%                                       | 2.20%                           | 1.29%                           | 1.63%    |
| Algeria                  | -1.76%                                      | 4.08%                           | 0.27%                           | 1.48%    |
| Egipto                   | 1.26%                                       | 3.07%                           | 1.33%                           | 2.18%    |
| Libia                    | 5.86%                                       | 3.15%                           | 5.13%                           | 2.95%    |
| Marrueco                 | 0.64%                                       | 0.36%                           | 0.56%                           | 0.83%    |
| Tunez                    | 2.40%                                       | 1.84%                           | 2.37%                           | 2.39%    |
| <b>África oriental</b>   | 0.35%                                       | 0.62%                           | 0.68%                           | 0.82%    |
| Etiopía                  | 0.14%                                       | 1.95%                           | -0.06%                          | 0.73%    |
| Sudán                    | 1.47%                                       | 0.75%                           | 1.38%                           | 1.22%    |
| Uganda                   | -0.09%                                      | 0.53%                           | 0.26%                           | 0.46%    |
| Kenia                    | 1.96%                                       | 1.64%                           | 1.80%                           | 1.15%    |
| Madagascar               | 0.29%                                       | 0.62%                           | 0.41%                           | 0.02%    |
| <b>África central</b>    | 0.97%                                       | 1.18%                           | 1.09%                           | 0.68%    |
| Camerun                  | 2.09%                                       | 2.50%                           | 2.17%                           | 1.96%    |
| Chad                     | -1.41%                                      | 3.85%                           | -0.26%                          | 1.56%    |
| Rep. Dem. Congo          | 0.85%                                       | -1.41%                          | 0.52%                           | -0.24%   |
| Rep. Congo               | -0.87%                                      | -0.41%                          | 1.12%                           | -0.14%   |
| Rep. Centru-africana     | 1.42%                                       | 0.76%                           | 2.36%                           | 1.46%    |
| Ruanda                   | 1.54%                                       | -3.57%                          | 1.76%                           | -0.71%   |
| <b>África occidental</b> | 0.99%                                       | 3.22%                           | 1.19%                           | 2.06%    |
| Benin                    | 0.51%                                       | 5.25%                           | 1.25%                           | 2.96%    |
| Guinea                   | 0.51%                                       | 2.56%                           | 0.63%                           | 1.60%    |
| Ghana                    | -1.34%                                      | 4.32%                           | -0.84%                          | 1.54%    |
| Togo                     | -0.15%                                      | 2.82%                           | 0.16%                           | 1.43%    |
| Mauritania               | -0.56%                                      | 5.67%                           | -0.25%                          | 2.32%    |
| Niger                    | -2.27%                                      | 1.13%                           | -1.13%                          | 0.09%    |
| Burkina Faso             | 0.35%                                       | 2.42%                           | -0.02%                          | 1.35%    |
| Costa de Marfil          | 1.85%                                       | 0.62%                           | 1.91%                           | 1.27%    |
| Mali                     | 1.47%                                       | -2.99%                          | 2.45%                           | 0.50%    |
| Nigeria                  | 1.83%                                       | 4.31%                           | 1.76%                           | 2.75%    |
| Senegal                  | -1.52%                                      | 4.98%                           | 0.19%                           | 1.83%    |
| Sierra Leona             | -1.71%                                      | 0.34%                           | -0.95%                          | -0.02%   |

Los resultados obtenidos también son similares a los calculados para países asiáticos como la India (Evenson, Pray y Rosegrant, 1999), Tailandia (Krasachai, 2002), Malasia (Shamsudin, Rhadam y Abdlatif, 1999) y Vietnam (Ngoc Que y Goletti, 2001).

Las tasas de la PTF para las economías asiáticas durante el periodo 1961-2001 son más altas que las observadas en América Latina. Ello se debe principalmente a los excelentes resultados de China en materia de PTF. Las economías de Asia meridional mostraron resultados similares en materia de PTF a las de los países del Cono Sur en América Latina.

Los resultados de la PTF varían por periodos. El Oriente Medio mostró resultados excelentes en el periodo 1961-80, pero resultados deficientes en 1981-2001. Lo mismo ocurrió en los países del sudeste de Asia. Siete países (Afganistán, Iraq, Bangladesh, Sri Lanka, Camboya, las Filipinas y Mongolia) mostraron tasas de crecimiento de la PTF inferiores al 1%. Todos esos países estaban sujetos a conflictos civiles. El gráfico 2 muestra las tasas subregionales de crecimiento de la PTF.

Gráfico 1 – Tasas de crecimiento de la PTF agrícola en regiones asiáticas – 1961/1980 y 1981/2001



El cuadro 2 muestra las tasas de crecimiento de la PTF correspondientes a los países asiáticos, calculadas para los dos periodos de análisis (1961/1980 y 1981/2001) y para cultivos, ganado y tasas agregadas.

Cuadro 2 - Tasas de crecimiento del índice de la PTF en Asia - 1962/81 y 1981/2001

| Regiones y Países       | Tasas de crecimiento de la PTF agrícola - % |              |               |              |               |              |
|-------------------------|---|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
|                         | Cultivos                                    |              | Ganadería     |              | Agregadas     |              |
|                         | 1961/80                                     | 1981/01      | 1961/80       | 1981/01      | 1961/80       | 1981/01      |
| <b>Medio Oriente</b>    | 2.68%                                       | 0.79%        | 1.76%         | 1.23%        | 2.39%         | 0.98%        |
| Afghanistan             | 0.63%                                       | -0.94%       | 0.94%         | 2.54%        | 0.71%         | -0.05%       |
| Iran                    | 3.32%                                       | 2.32%        | 2.37%         | 5.00%        | 2.71%         | 3.17%        |
| Iraq                    | 2.53%                                       | -0.06%       | 1.25%         | -5.81%       | 2.00%         | -1.24%       |
| Saudi Arabia            | 4.54%                                       | 1.22%        | 5.05%         | 3.41%        | 3.58%         | 2.16%        |
| Syria                   | 0.55%                                       | 2.45%        | 2.62%         | 0.67%        | 1.10%         | 1.94%        |
| Turkey                  | 3.40%                                       | 0.12%        | 1.43%         | -0.07%       | 3.06%         | 0.08%        |
| Yemen                   | 1.07%                                       | 2.50%        | 0.53%         | 2.21%        | 0.93%         | 2.43%        |
| <b>Asia Meri-</b>       | <b>1.42%</b>                                | <b>2.14%</b> | <b>2.34%</b>  | <b>2.76%</b> | <b>1.71%</b>  | <b>2.34%</b> |
| <b>Global</b>           | <b>-0.23%</b>                               | <b>1.06%</b> | <b>0.75%</b>  | <b>2.65%</b> | <b>-0.01%</b> | <b>1.30%</b> |
| Bangladesh              | 1.54%                                       | 2.33%        | 2.63%         | 2.66%        | 1.92%         | 2.41%        |
| India                   | 0.20%                                       | 2.42%        | 1.36%         | 1.11%        | 0.50%         | 2.10%        |
| Nepal                   | 1.48%                                       | 1.32%        | 1.17%         | 3.98%        | 1.18%         | 2.54%        |
| Pakistan                | -0.39%                                      | -1.21%       | -2.19%        | 1.30%        | -0.93%        | -0.92%       |
| Sri Lanka               | 2.16%                                       | 0.34%        | 1.61%         | 2.13%        | 2.37%         | 0.61%        |
| <b>Sudeste Asiático</b> | <b>-6.14%</b>                               | <b>2.27%</b> | <b>-0.66%</b> | <b>0.54%</b> | <b>-5.75%</b> | <b>1.96%</b> |
| Cambodia                | 3.95%                                       | -0.78%       | 3.08%         | 2.41%        | 4.43%         | -0.39%       |
| Indonesia               | 1.74%                                       | 1.95%        | -0.01%        | 3.43%        | 1.20%         | 2.52%        |
| Laos                    | 2.95%                                       | 0.67%        | 3.80%         | 3.70%        | 3.62%         | 1.39%        |
| Malaysia                | 1.62%                                       | -1.13%       | 1.87%         | 3.29%        | 1.89%         | -0.30%       |
| Philippines             | 1.61%                                       | 1.04%        | -0.76%        | 1.26%        | 1.18%         | 1.08%        |
| Thailand                | -0.52%                                      | 3.94%        | 0.22%         | 0.76%        | -0.37%        | 3.26%        |
| Vietnam                 | 1.39%                                       | 3.49%        | 2.56%         | 6.52%        | 1.75%         | 4.70%        |
| <b>Asia Oriental</b>    | <b>1.39%</b>                                | <b>3.63%</b> | <b>2.58%</b>  | <b>6.59%</b> | <b>1.76%</b>  | <b>4.76%</b> |
| China                   | 0.37%                                       | -9.48%       | 1.09%         | -0.02%       | 0.31%         | -0.54%       |
| Mongolia                | 1.71%                                       | 2.02%        | 2.20%         | 3.45%        | 1.92%         | 2.50%        |
| Tasa promedio           | 1.71%                                       | 2.02%        | 2.20%         | 3.45%        | 1.92%         | 2.50%        |

Cuadro 1 - Tasas de crecimiento del índice de la PTF en América Latina y el Caribe - 1961/80 y 1981/2001

| Regiones y Países     | Tasas de crecimiento de la PTF agrícola - % |           |           |          |
|-----------------------|---|-----------|-----------|----------|
|                       | Cultivos                                    | Ganadería | Agregadas | Promedio |
|                       | 1961/80                                     | 1981/01   | 1961/80   | 1981/01  |
| <b>Cono Sur</b>       | 3.14%                                       | 0.72%     | 1.02%     | 2.81%    |
| Argentina             | 3.08%                                       | 0.90%     | 1.83%     | 2.35%    |
| Brazil                | 0.38%                                       | 0.71%     | 0.49%     | 3.22%    |
| Chile                 | 1.08%                                       | 0.24%     | 0.69%     | 2.05%    |
| Paraguay              | 3.97%                                       | -0.36%    | 2.63%     | -0.30%   |
| Uruguay               | 1.29%                                       | -0.32%    | 0.01%     | 0.87%    |
| <b>Países andinos</b> | 1.11%                                       | 1.73%     | 1.41%     | 1.81%    |
| Bolivia               | 1.73%                                       | 2.81%     | 2.30%     | 2.33%    |
| Colombia              | 2.01%                                       | 1.27%     | 1.37%     | 1.73%    |
| Ecuador               | -0.74%                                      | 2.24%     | -0.16%    | 2.34%    |
| Peru                  | -0.83%                                      | 1.86%     | 0.36%     | 1.98%    |
| Venezuela             | 2.42%                                       | 0.87%     | 3.03%     | 0.99%    |
| <b>Centroamérica</b>  | 1.65%                                       | 2.77%     | 2.17%     | 1.32%    |
| Costa Rica            | 2.86%                                       | 1.10%     | 1.74%     | 1.19%    |
| El Salvador           | 1.22%                                       | 1.99%     | 1.77%     | 0.32%    |
| Guatemala             | 3.31%                                       | 0.53%     | 1.38%     | -0.08%   |
| Honduras              | 1.54%                                       | 2.07%     | 1.91%     | 1.25%    |
| Mexico                | 1.53%                                       | 3.02%     | 2.26%     | 1.51%    |
| Nicaragua             | 1.33%                                       | 2.94%     | 2.25%     | 0.99%    |
| Panamá                | 2.29%                                       | 1.61%     | 1.93%     | 0.02%    |
| <b>Caribe</b>         | 0.66%                                       | 2.60%     | 2.03%     | 0.90%    |
| Dominican Rep.        | 0.99%                                       | 1.88%     | 1.59%     | 1.28%    |
| Haiti                 | 0.60%                                       | 3.44%     | 2.60%     | 0.50%    |
| Jamaica               | -0.65%                                      | 1.32%     | 2.31%     | 0.12%    |
| Tasa promedio         | 1.46%                                       | 2.40%     | 1.39%     | 2.31%    |
|                       |   | 1.42%     | 2.21%     | 1.85%    |

Estos resultados, en general, son muy similares a los obtenidos por otros autores para los países de América Latina, como Avila y Evenson (1995) y Gasquez y Conceicao (2001) para Brasil, Lema y Parrellada (2000) para Argentina y Romano (1993) para Colombia. En el gráfico 1 se muestran las tasas de crecimiento de la PTF correspondientes a las subregiones de América Latina y el Caribe.

ESTIMACIONES DE LA PTF  
POR REGIONES Y PAISES

---

A. AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

En el cuadro 1 se muestran las estimaciones del crecimiento de la PTF de los cultivos, el ganado y el crecimiento agregado en países de América Latina y el Caribe. También se muestra el crecimiento promedio de la PTF en ambos periodos. Las tasas de crecimiento regional de la PTF están ponderadas por superficie cultivada.

En el periodo 1961-2001, sólo tres países latinoamericanos (Uruguay, Guatemala y Panamá) experimentaron tasas de crecimiento de la PTF inferiores al 1% (que equivalen aproximadamente a la tasa de disminución de los precios reales de los productos básicos agrícolas (gráfico 6)). Los países del Cono Sur mostraron los mejores resultados en materia de PTF, y los países del Caribe los peores (en gran medida como consecuencia de la deficiente productividad de los cultivos en el periodo 1981-2000).

Los resultados de la PTF agregada, así como los correspondientes a cultivos y ganado, fueron mejores en los países del Cono Sur y la región andina en el periodo 1981-01. En Centroamérica y el Caribe, el periodo 1981-01 mostró tasas de crecimiento de la PTF más lentas que en el periodo 1961-80.

|    |      |
|----|------|
| 2% | 0,91 |
| 3% | 0,83 |
| 4% | 0,75 |
| 5% | 0,68 |

<sup>2</sup> Para las diferencias de crecimiento de insumo-producto, el ajuste fue:

En el caso de insumos con tasas excepcionalmente elevadas de crecimiento (véase el Apéndice 2) fue necesario realizar un ajuste adicional para reflejar el hecho de que durante un periodo de 20 años la participación media sobrestima las participaciones geométricas promedio. Para realizar este ajuste, se compararon las tasas de crecimiento de los insumos con las tasas de crecimiento de la producción<sup>2</sup>. En el Apéndice 3 figuran todas las participaciones de los insumos. Para el crecimiento agregado de la PTF, se utilizaron las participaciones del ganado y los cultivos en valores agregados, para ponderar el crecimiento de la PTF correspondiente a cultivos y ganado (Prasad Rao y T. Coelli, 2003).

En el caso de las participaciones del ganado, sólo se midieron cuidadosamente las participaciones correspondientes a Brasil. El proceso de ajuste supuso crear coeficientes de cantidad/valor en dólares reales de los Estados Unidos para fertilizantes, capital animal y forrajes. Las participaciones de fertilizantes, capital animal y forrajes se ajustaron comparando estos coeficientes de cantidad/valor con las participaciones correspondientes a Brasil. Las participaciones de tierras de engorde y mano de obra se ajustaron en forma proporcional, de manera que la suma fuera igual a uno.

Las participaciones del costo para Brasil fueron iguales que las medidas en los estudios sobre Brasil. En el caso de otros países latinoamericanos, las participaciones de fertilizantes, semillas, animales de trabajo y servicios de maquinarias se graduaron utilizando las comparaciones de país/Brasil. Todas las participaciones de tierras agrícolas y mano de obra se ajustaron en forma proporcional, de manera que la suma de las participaciones fueran iguales a uno. Para obtener las participaciones correspondientes a Asia y África se utilizó el mismo procedimiento, utilizando como comparación las participaciones de la India.

Para calcular la participación de la producción, se aplicaron las participaciones "ajustadas" de la India a países asiáticos y africanos, y las participaciones de Brasil se aplicaron a los países latinoamericanos. El proceso de ajuste requiere de computar coeficientes de cantidad de tierras agrícolas para las cantidades de fertilizantes, las cantidades de semillas, el número de animales de trabajo y el número de tractores y cosechadoras. Estos coeficientes de cantidad/tierras agrícolas se expresaron entonces en relación con los coeficientes de Brasil y la India.

El punto de partida para establecer la participación del costo de los insumos fueron los estudios realizados sobre Brasil (Avila y Evenson) e India (Evenson y Kislév), los cuales indican cálculos de participación cuidadosamente medidos. En el caso de la India se cuenta con cálculos sobre la producción de cultivos para ganado para 1970 y 1990 basados en los datos del censo agropecuario.

## D. PARTICIPACIÓN DEL COSTO DE LOS INSUMOS

Las estimaciones de forrajes provienen de Nin, Arndt, Hertel y Preckel (2003). Estos autores transformaron el total de forrajes consumidos (para todos los productos) de la base de datos de la FAO en términos de megacalorías de energía metabolizable para rumiantes por kilogramo de forraje (no en base a materia seca), basados en los cuadros de composición de forrajes de Estados Unidos-Canada: "Datos nutricionales sobre forrajes estadounidenses y canadienses" (1982). En un segundo paso, transformaron el total de forrajes de cada país en toneladas equivalentes de maíz dividiendo el total de energía por el contenido de energía en un kilogramo de maíz. En nuestro estudio utilizamos este total de forrajes para estimar la tasa de crecimiento anual de forrajes en cada uno de los 82 países en desarrollo y en cada uno de los dos períodos de análisis. En el Apéndice 2 se muestran las tasas de crecimiento de los insumos.

La FAO produce series de datos para tierras de cultivo, tierras de engorde, mano de obra y fertilizantes. En el caso de la fuerza animal, utiliza series del total de caballos y mulas. En el caso de servicios de maquinarias, las series corresponden a tractores y cosechadoras. El capital animal está constituido por el número de cabezas de ganado.

Cultivos: tierras agrícolas, mano de obra, fertilizantes, fuerza animal, servicios de maquinarias (tractores más cosechadoras)  
Ganadería: tierras de engorde, mano de obra, fertilizantes, capital animal, forrajes.

En el caso de los insumos se utilizó el mismo procedimiento para estimar las tasas de crecimiento correspondientes a los dos períodos. Los insumos para la producción de cultivos y ganadería fueron:

## C. TASAS DE CRECIMIENTO DE LOS INSUMOS

Los coeficientes  $b_c$ ,  $b_L$  y  $b_A$  son tasas geométricas de cambio en los índices. Nótese, sin embargo, que en la práctica los índices son índices de "Laspyres" que utilizan precios en dólares de la FAO. Dadas las complejidades del número de productos básicos y la variabilidad año tras año, sostenemos que esta aproximación no se aparta seriamente del marco contable. En el Apéndice 1 se muestran las tasas de crecimiento del producto correspondientes a 20 países latinoamericanos, 21 países asiáticos y 37 países africanos.

$$\begin{aligned} \ln(I_c) &= a + \text{Año } b_c \\ \ln(I_L) &= a + \text{Año } b_L \\ \ln(I_A) &= a + \text{Año } b_A \end{aligned} \quad (6)$$

Para los cálculos de la FAO, efectuamos una aproximación para estimar  $\hat{Q}$ . La FAO publica "índices" de la producción de cultivos, ganado y producción agregada de cada país para el período 1961-2001. Como la producción se ve afectada por el clima, establecemos primero promedios móviles de 3 años de cada índice, y luego estimamos lo siguiente para dos períodos, 1961-80 y 1980-2001:

## B. TASAS DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN

Esta relación también puede derivarse a partir de una función de costo minimizada, y como resultado,  $G^{TFP}$  constituye también una medida de la reducción del costo a precios constantes de los factores. donde  $C_j$  es la participación del costo del insumo  $j$  en el costo total.

$$\hat{I} = \sum_j C_j \hat{I}_j$$

donde  $S_i$  es la participación del producto  $i$  en el producto total y

$$\hat{Q} = \sum_i S_i \hat{Q}_i \quad (5)$$

Nótese que:

En el comercio internacional, la relación de precios no se mantiene necesariamente, pero la relación  $\hat{Q} - \hat{I}$  se mantiene en todas las economías.

$$G^{TFP} = \hat{Q} - \hat{I} \quad (4)$$

and

$$G^{TFP} = \hat{R} - \hat{P} \quad (3)$$

El crecimiento residual de la PTF puede entonces medirse en dos formas equivalentes en una economía cerrada en equilibrio de competencia:

PTF es constante,

En consecuencia,  $\hat{P} + \hat{Q} = \sum_j C_j \hat{R}_j + \sum_j C_j \hat{I}_j = \hat{R} + \hat{I}$  cuando la

$$\hat{I}_j = \frac{1}{I_j} \frac{\partial I_j}{\partial t}$$

La tasa de cambio en una variable se define como:



del factor  $j$ .

la derecha por  $R_j / R_j y I_j / I_j$ . Nótese que  $\frac{\sum I_j R_j}{I_j R_j} = C_j$ , la participación

se dividen ambas parte de (2) por  $\sum P_i Q_i$  y se multiplican los dos términos de

$$\sum P_i Q_i \frac{\partial P_i}{\partial t} dt + \sum P_i \frac{\partial Q_i}{\partial t} dt = \sum I_j \frac{\partial R_j}{\partial t} dt + \sum R_j \frac{\partial I_j}{\partial t} dt \quad (2)$$

Cuando (1) se expresa en forma de "tasa de cambio", la expresión resultante es: asignación.

productores sean técnicamente eficientes en el sentido de que produzcan en una función de producción, ni que los productores sean eficientes en materia de  $R_j$ , que agotan el valor total de producción ( $\sum P_i Q_i$ ). No requiere que todos los Esta relación contable requiere simplemente que los insumos,  $I_j$ , reciban pagos, insumos.

donde  $P_i$  es el precio de los productos,  $Q_i$  las cantidades de productos,  $R_j$  el precio de los insumos e  $I_j$  las cantidades de los insumos.  $P$  y  $R$  son los vectores de los precios,  $Q$  e  $I$  los vectores de los productos y los

$$\sum P_i Q_i = P Q = \sum R_j I_j = R I \quad (1)$$

## A. LA DERIVACIÓN DE LA RELACION CONTABLE

Los índices de la PTF pueden derivarse en varias formas comparables. La derivación menos restrictiva proviene de la relación contable en la que el valor de los productos es igual al valor de los factores utilizados para producir estos productos.

---

## MÉTODOS

En la Parte II de este capítulo se detallan los métodos empleados en los cálculos. En la Parte III se resumen los cálculos por regiones. En la Parte IV se define una clasificación en dos sentidos del capital tecnológico (capital de innovación y capital de imitación). En la Parte V se realiza un análisis de los cambios en el capital tecnológico. En la Parte VI se relacionan las tasas de crecimiento de la PTF con el capital tecnológico. En la Parte VII se incluye un análisis de descomposición estadística de la PTF, que tiene por finalidad identificar "fuentes" del crecimiento de la PTF, y en la Parte VIII se indican las conclusiones.

En la Parte II de este capítulo se detallan los métodos empleados en los cálculos. En la Parte III se resumen los cálculos por regiones. En la Parte IV se define una clasificación en dos sentidos del capital tecnológico (capital de innovación y capital de imitación). En la Parte V se realiza un análisis de los cambios en el capital tecnológico. En la Parte VI se relacionan las tasas de crecimiento de la PTF con el capital tecnológico. En la Parte VII se incluye un análisis de descomposición estadística de la PTF, que tiene por finalidad identificar "fuentes" del crecimiento de la PTF, y en la Parte VIII se indican las conclusiones.

Estos cálculos brutos del crecimiento de la PTF presentan una ventaja con respecto a los cálculos que figuran en la literatura, y dicha ventaja es que estos índices tienen una cualidad "estandarizada": Se aplica una metodología común para calcular las ponderaciones de la participación de todos los países, y un período de tiempo común para todos los países. El hecho de que no hayamos procurado realizar ajustes por la calidad de los insumos también contribuye a la naturaleza estándar de los cálculos.

Estos cálculos tienen obvias limitaciones, dada la naturaleza de los datos en los que se basan. La primera limitación es que sólo computamos las tasas de cambio de la PTF. Los niveles de la PTF no pueden compararse entre países. La segunda y más importante es que no hacemos ajustes por cambios en la "calidad" de los insumos (aunque en la Parte VII del trabajo lo hacemos en forma indirecta). Los cálculos de la PTF contenidos en este capítulo deben considerarse cálculos "brutos".

La FAO publica datos sobre cultivos y ganadería, y datos sobre tierras agrícolas y de engorde, mano de obra utilizada en la agricultura, fertilizantes, semillas, tractores y cosechadoras y existencias ganaderas. Este capítulo tiene por objeto utilizar estos datos para calcular las tasas de cambio en la productividad total de los factores (PTF) en la producción agrícola, la producción ganadera y la producción agropecuaria agregada en dos períodos, 1961-1980 y 1981-2001.

---

## INTRODUCCIÓN



# EL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN LA AGRICULTURA

---

## EL PAPEL DEL CAPITAL TECNOLÓGICO<sup>1</sup>

---

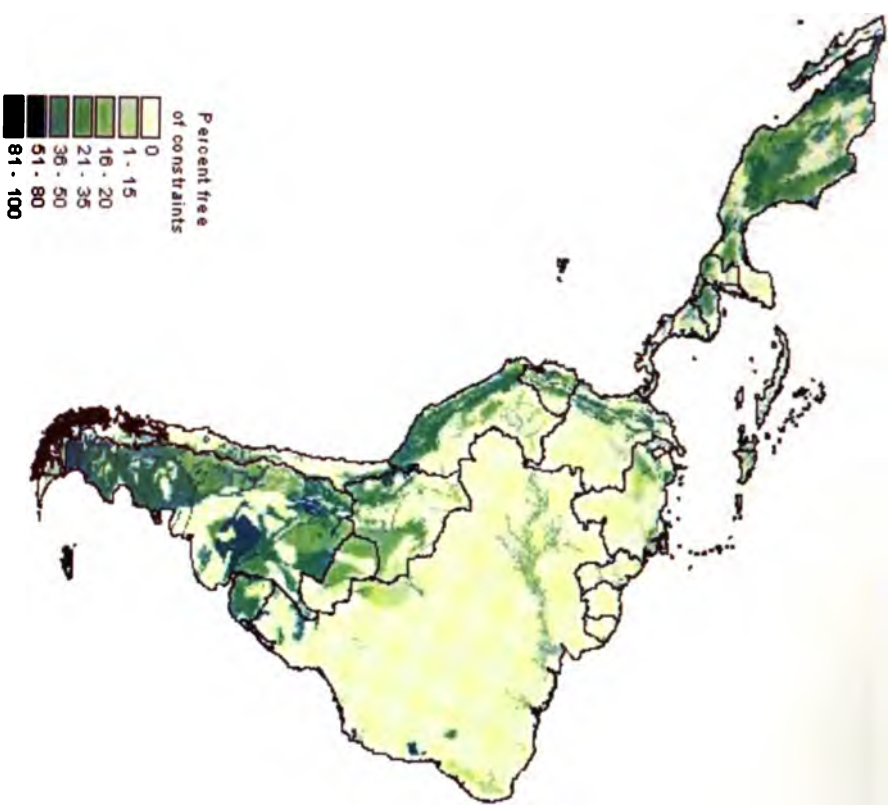
A. FLAVIO AVILA  
R.E. EVENSON

<sup>1</sup> El presente artículo forma parte de una investigación posdoctoral en el Centro de Crecimiento Económico de la Universidad de Yale (New Haven, Connecticut, Estados Unidos). Flavio Avila es economista agrícola e investigador en la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, Brasil). R. E. Evenson es profesor del Departamento de Economía, Universidad de Yale.

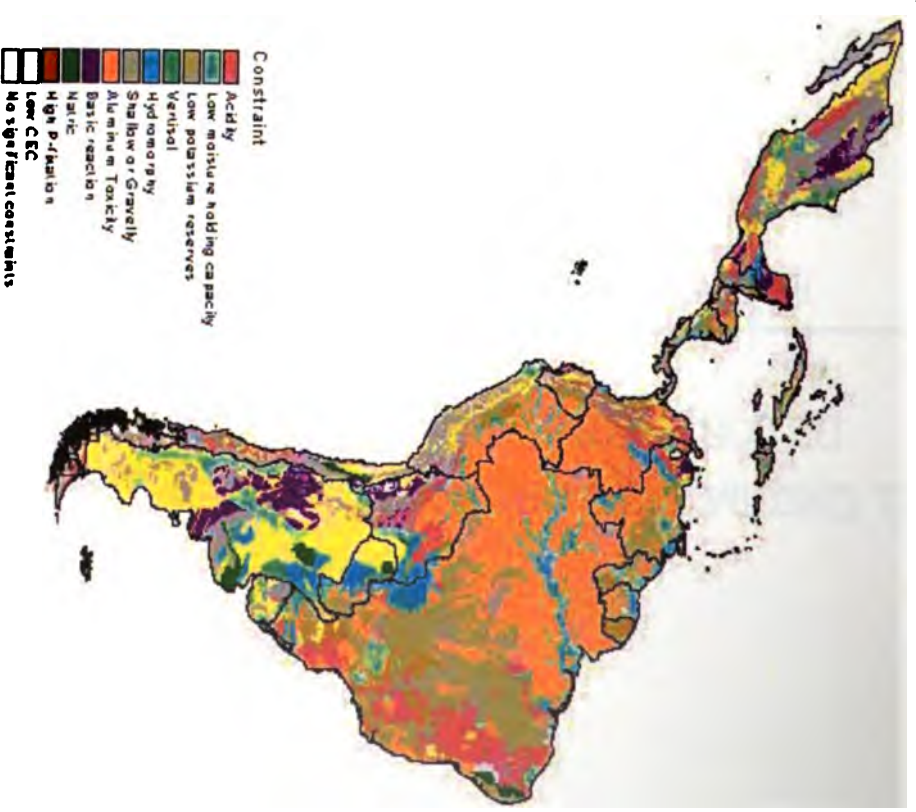


Gráfico 2: Proporción de tierras libres de restricciones de suelos y restricciones dominantes de suelos en ALC

(a) Area free of soil constraints



(b) Dominant soil constraint



Fuente: Sebastián y Wood (2000)

Source: IFPRI reinterpretation of data from USGS EDC 1998/1999; IASA/FAO 1999; University of Kassel 1999.

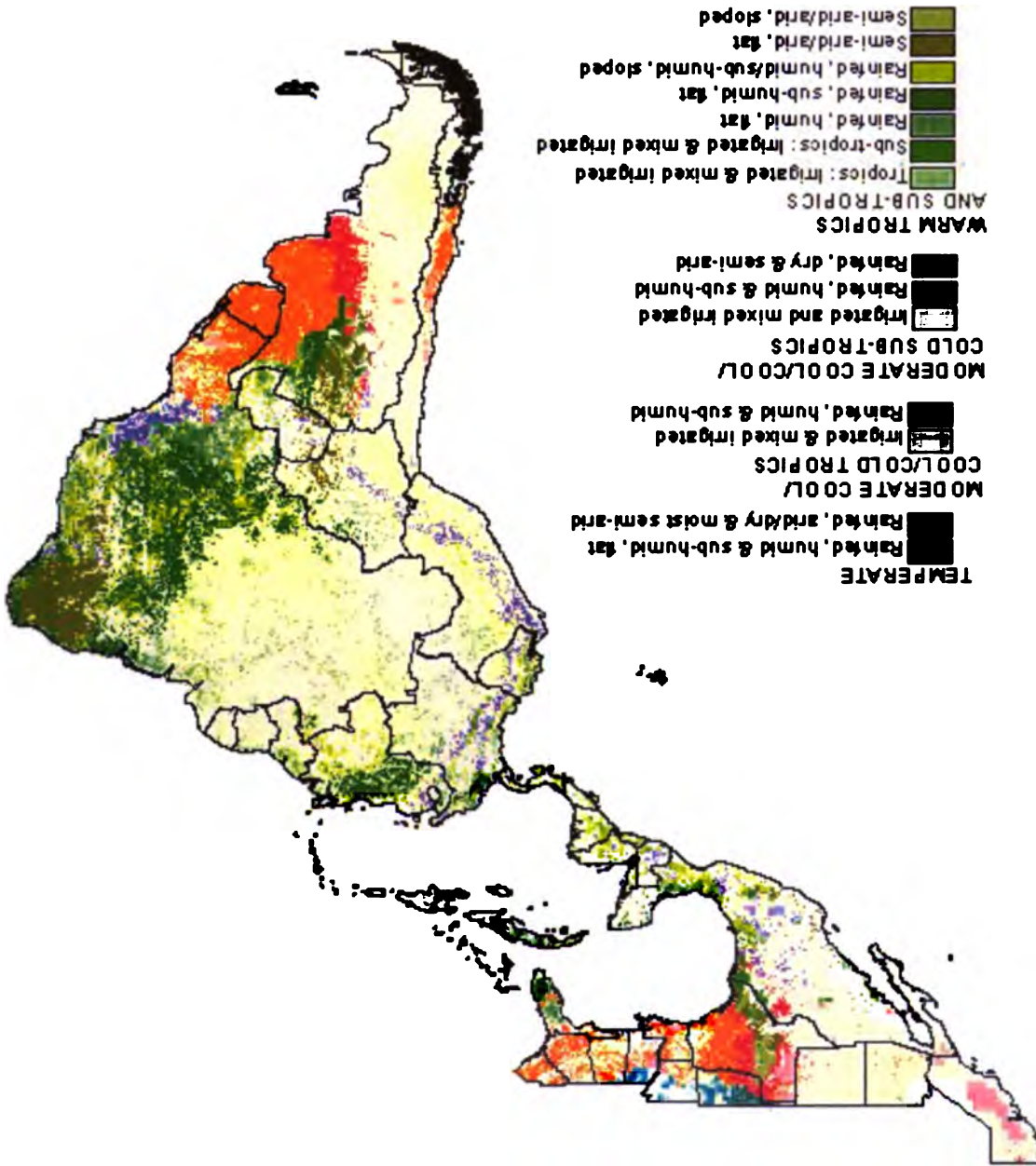


Gráfico 1: Zonas agroecológicas prototipo (ZAE) dentro de las tierras de cultivo de ALC





Cuadro 8: Beneficios económicos totales del cambio en la productividad en ALCA - Cambios del 1% específicos de cada ZAE

|                    | Tropicos templados   |         | Subtropicos templados |         |    |        | Tropicos and Subtropicos Calidos |         |         |            |         |
|--------------------|----------------------|---------|-----------------------|---------|----|--------|----------------------------------|---------|---------|------------|---------|
|                    | 20                   | 21      | 30                    | 31      | 32 | 40     | 41                               | 42      | 43      | 44         | 45      |
|                    | (1,000 U.S. dollars) |         |                       |         |    |        |                                  |         |         |            |         |
| <b>Frijoles</b>    |                      |         |                       |         |    |        |                                  |         |         |            |         |
| Mesoamérica        |                      | 40,366  |                       | 449     |    | 32,281 |                                  | 5,345   | 13,777  | 66,503     | 21,084  |
| Caribe             |                      | 241     |                       | 206     |    | 2,988  |                                  | 1,527   | 475     | 4,716      | 213     |
| Andes              |                      | 24,247  |                       | 388     |    | 129    |                                  | 683     | 6,218   | 5,691      | 894     |
| Cono Sur           |                      | 57,245  |                       | 116,474 |    | 3,767  |                                  | 18,560  | 62,559  | 47,921     | 99,051  |
| ALCA               | -                    | 122,072 | -                     | 117,517 | -  | 39,165 | -                                | 26,116  | 83,029  | 124,830    | 121,241 |
| Yuca               |                      |         |                       |         |    |        |                                  |         |         |            |         |
| <b>Mesoamérica</b> | (28)                 |         |                       |         |    | (34)   | 45                               | (74)    | (125)   | 3,291 (53) |         |
| Caribe             | (14)                 |         |                       |         |    | 7,453  | 6,818                            | 575     | 1,712   | 13,879     | (27)    |
| Andes              |                      | 35,710  |                       |         |    | 1,452  | 11,590                           | 15,525  | 19,982  | 27,600     | 4,331   |
| Cono Sur           |                      | 39,050  |                       |         |    | (2)    | 20,704                           | 221,969 | 312,800 | 207,762    | 136,758 |
| ALCA               | -                    | 74,718  | -                     | -       | -  | 8,900  | 39,157                           | 237,995 | 334,368 | 252,532    | 141,009 |
| <b>Maíz</b>        |                      |         |                       |         |    |        |                                  |         |         |            |         |
| Mesoamérica        |                      | 16,677  |                       | 1,572   |    |        |                                  | 26,972  | 25,904  | 172,326    | 82,246  |
| Caribe             |                      | 1,269   |                       | 1,012   |    |        |                                  | 834     | 2,097   | 3,946      | 202     |
| Andes              |                      | 5,584   |                       | 2,394   |    |        |                                  | 3,181   | 27,096  | 14,832     | 6,269   |
| Cono Sur           |                      | 32,754  |                       | 599,111 |    |        |                                  | 38,719  | 224,778 | 101,019    | 31,582  |
| ALCA               | -                    | 56,285  | -                     | 604,089 | -  | -      | -                                | 69,706  | 279,874 | 292,123    | 120,299 |
| <b>Papa</b>        |                      |         |                       |         |    |        |                                  |         |         |            |         |
| Mesoamérica        |                      | 18,141  |                       | 22,695  |    | 1,190  |                                  |         |         | 408        |         |
| Caribe             |                      | 118     |                       | 740     |    | 5,506  |                                  |         |         | 465        |         |
| Andes              |                      | 6,809   |                       | 203,045 |    | 2      |                                  |         |         | 9,190      |         |
| Cono Sur           |                      | 8       |                       | 38,120  |    | 2      |                                  |         |         | 5,116      |         |
| ALCA               | 25,077               | 264,600 | -                     | 106,445 | -  | 6,700  | -                                | -       | -       | 15,180     | -       |

Cuadro 7—Mundo: Patrones regionales del uso de la tierra y tasas de cambio en el uso de la tierra por clases de tierras, 1992-2001

| A. Patrones del uso de la tierra, 1999-2001 Promedios |               |            |                                 |                                     |  |
|---|---------------|------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| REGIONES  | Total tierras | Superficie | Tierra agrícola                 |                                     | Proporción de tierras de cultivo en: tierras irrigadas |
|   |               |            | Porcentaje del total de tierras | Proporción de tierras agrícolas en: |  |
| AFRICA  | 2,963,313     | 1,106,527  | 37.3                            | 81.3                                | 18.7   |
| ASIA  | 3,098,214     | 1,672,783  | 54.0                            | 66.3                                | 33.7   |
| LAS AMERICAS  | 3,855,775     | 1,268,969  | 32.9                            | 69.1                                | 30.9   |
| América del Norte                                     | 1,837,993     | 486,963    | 26.5                            | 54.0                                | 46.0   |
| Estados Unidos  | 915,896       | 412,203    | 45.0                            | 56.8                                | 43.2   |
| Centroamérica y el Caribe                             | 264,836       | 141,772    | 53.5                            | 69.8                                | 30.2   |
| América del Sur                                       | 1,752,946     | 640,234    | 36.5                            | 80.3                                | 19.7   |
| Brasil  | 845,651       | 261,877    | 31.0                            | 74.9                                | 25.1   |
| EUROPA  | 2,260,161     | 489,264    | 21.6                            | 37.3                                | 62.7   |
| OCEANIA   | 849,137       | 474,304    | 55.9                            | 88.4                                | 11.6   |
| MUNDO   | 13,067,673    | 5,012,085  | 38.4                            | 69.6                                | 30.4   |

B. Tasas de cambio en el uso de la tierra por clases de tierras, 1992-2001

| REGIONES                  | Tierras agrícolas | Pastoreo | Cultivos | Tierras irrigadas |
|---------------------------|-------------------|----------|----------|-------------------|
| AFRICA                    | 0.14              | 0.01     | 0.73     | 0.76              |
| ASIA                      | 0.28              | 0.34     | 0.17     | 1.14              |
| LAS AMERICAS              | 0.11              | 0.08     | 0.18     | 0.62              |
| América del Norte         | -0.31             | -0.22    | -0.42    | 0.58              |
| Estados Unidos            | -0.37             | -0.24    | -0.54    | 0.59              |
| Centroamérica y el Caribe | 0.18              | 0.10     | 0.37     | 0.44              |
| América del Sur           | 0.42              | 0.23     | 1.25     | 0.86              |
| Brasil                    | 0.68              | 0.50     | 1.24     | 1.15              |
| EUROPA                    | -0.18             | 0.24     | -0.42    | -0.38             |
| OCEANIA                   | -0.26             | -0.38    | 0.69     | 0.95              |
| MUNDO                     | 0.11              | 0.09     | 0.14     | 0.89              |

Fuente: Compilado por los autores.

Nota: Las tasas de crecimiento son por zonas.

Cuadro 6—Mundo y ALC: Indicadores de las actividades de IyD públicas y privadas, alrededor de 1995

| Mundo en desarrollo | Desarrollado | Total |
|---------------------|--------------|-------|
| ALC                 | Mundo        | Mundo |
| Total               |              |       |

**Gasto en investigación y desarrollo agropecuario**

(millones de dólares internacionales de 1993)

|         |       |        |        |        |
|---------|-------|--------|--------|--------|
| Público | 1,947 | 11,469 | 10,215 | 21,684 |
| Privado | 91    | 672    | 10,829 | 11,511 |
| Total   | 2,038 | 12,141 | 21,044 | 33,194 |

**Coefficientes de intensidad de la investigación agropecuaria**

(porcentajes)

|         |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|
| Pública | 0.98 | 0.62 | 2.64 | 1.04 |
| Privada | 0.01 | 0.04 | 2.80 | 0.61 |
| Total   | 0.99 | 0.66 | 5.43 | 1.65 |

Fuente: Datos utilizados en Pardey y Beintema [2001]

Cuadro 5—ALC: Superficie cosechada y producción de ocho cultivos estratégicos por zonas agro-ecológicas, 1993-1995

Zona agroecológica

(porcentajes)

|                        | Frijol | Yuca  | Maíz  | Papas | Arroz | Sorgo | Soja  | Trigo |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ZAE 20                 | 0.56   | 0.45  | 1.40  | 3.17  | 0.58  | 1.46  | 0.02  | 1.37  |
| ZAE 21                 | 12.50  | 4.99  | 11.20 | 45.97 | 7.12  | 11.02 | 2.25  | 3.68  |
| ZAE 30                 | 2.21   | 3.41  | 0.70  | 2.40  | 7.62  | 0.13  | 1.07  | 1.21  |
| ZAE 31                 | 14.03  | 6.88  | 29.35 | 28.61 | 21.82 | 18.16 | 39.94 | 59.54 |
| ZAE 32                 | 0.69   | 0.00  | 2.12  | 1.99  | 0.00  | 12.83 | 5.13  | 28.67 |
| ZAE 40                 | 2.29   | 1.46  | 1.23  | 2.10  | 1.96  | 1.87  | 0.06  | 0.10  |
| ZAE 41                 | 2.19   | 3.25  | 2.07  | 0.03  | 1.88  | 6.12  | 0.83  | 0.11  |
| ZAE 42                 | 3.76   | 14.21 | 6.86  | 1.65  | 7.59  | 2.38  | 5.07  | 2.03  |
| ZAE 43                 | 15.36  | 32.30 | 18.16 | 1.67  | 30.48 | 18.67 | 28.64 | 0.46  |
| ZAE 44                 | 16.18  | 18.32 | 16.03 | 3.63  | 14.16 | 6.91  | 7.95  | 0.88  |
| ZAE 45                 | 27.34  | 14.20 | 9.43  | 8.69  | 5.40  | 18.15 | 6.86  | 1.32  |
| ZAE 46                 | 2.89   | 0.52  | 1.44  | 0.11  | 1.39  | 2.30  | 2.19  | 0.65  |
| Total                  | 100    | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |
| Producción de cultivos |        |       |       |       |       |       |       |       |
| ZAE 20                 | 0.9    | 0.5   | 1.4   | 3.5   | 0.9   | 2.1   | 0.0   | 2.6   |
| ZAE 21                 | 15.4   | 5.7   | 10.5  | 41.4  | 7.5   | 8.7   | 2.6   | 2.9   |
| ZAE 30                 | 2.9    | 3.3   | 1.4   | 1.8   | 11.7  | 0.1   | 1.0   | 1.3   |
| ZAE 31                 | 20.2   | 10.0  | 38.0  | 34.0  | 34.2  | 22.6  | 38.1  | 57.9  |
| ZAE 32                 | 1.2    | 0.0   | 3.3   | 2.0   | 0.0   | 15.1  | 5.8   | 30.1  |
| ZAE 40                 | 3.1    | 0.7   | 1.1   | 2.5   | 1.9   | 1.5   | 0.1   | 0.2   |
| ZAE 41                 | 2.2    | 3.1   | 1.8   | 0.0   | 2.4   | 4.6   | 0.9   | 0.2   |
| ZAE 42                 | 3.7    | 17.8  | 5.6   | 1.8   | 6.8   | 1.7   | 5.4   | 1.9   |
| ZAE 43                 | 12.6   | 28.5  | 16.3  | 1.7   | 16.8  | 20.4  | 30.0  | 0.4   |
| ZAE 44                 | 16.2   | 17.7  | 14.0  | 3.3   | 11.5  | 4.0   | 7.6   | 0.6   |
| ZAE 45                 | 18.7   | 12.5  | 5.4   | 7.9   | 4.8   | 16.1  | 6.2   | 1.1   |
| ZAE 46                 | 2.9    | 0.4   | 1.3   | 0.1   | 1.5   | 3.0   | 2.3   | 0.8   |
| Total                  | 100    | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |

Fuente: Calculado por los autores.

Cuadro 4—ALC: Productividad de la tierra y la mano de obra en la agricultura, 1961-2001

|   | 1961     | 1971     | 1981     | 1991     | 2001     | Tasa de crecimiento (porcentajes anuales) |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| (dólares internacionales 1989-1991)     |          |          |          |          |          |   |
| <b>Productividad de la mano de obra</b> | 1,077.9  | 1,538.2  | 1,997.8  | 2,116.1  | 2,784.9  | 1.95                                      |
| México                                  | 836.1    | 1,136.6  | 1,286.4  | 1,343.5  | 1,507.8  | 1.18                                      |
| Mesoamérica (excluido México)           | 1,005.2  | 1,408.2  | 1,780.1  | 1,871.2  | 2,349.8  | 1.75                                      |
| Caribe                                  | 1,025.6  | 1,178.3  | 1,390.8  | 1,429.4  | 1,420.0  | 0.75                                      |
| Paises andinos                          | 1,061.6  | 1,305.1  | 1,519.4  | 1,781.7  | 2,189.3  | 1.68                                      |
| Brasil                                  | 1,215.7  | 1,481.0  | 2,119.3  | 3,209.7  | 5,509.7  | 3.94                                      |
| Cono Sur (excluido Brasil)              | 5,490.6  | 6,686.2  | 8,499.1  | 8,879.8  | 11,059.4 | 1.55                                      |
| Cono Sur                                | 1,969.8  | 2,254.8  | 3,034.7  | 4,208.0  | 6,653.1  | 3.10                                      |
| <b>América Latina y el Caribe</b>       | 1,464.1  | 1,761.7  | 2,261.7  | 2,768.7  | 3,822.0  | 2.34                                      |
| Asia                                    | 277.9    | 329.6    | 382.5    | 480.2    | 642.8    | 2.11                                      |
| África subsahariana                     | 312.9    | 348.9    | 330.8    | 360.5    | 394.4    | 0.38                                      |
| Estados Unidos                          | 336.1    | 393.4    | 451.4    | 547.8    | 713.9    | 1.85                                      |
| Paises en desarrollo                    | 18,754.7 | 30,060.7 | 37,302.5 | 41,429.7 | 59,832.1 | 2.59                                      |
| Europa occidental                       | 3,948.0  | 7,058.3  | 10,610.7 | 15,869.5 | 23,411.7 | 4.40                                      |
| Paises desarrollados                    | 3,055.1  | 5,137.2  | 7,088.6  | 9,130.4  | 12,012.5 | 3.26                                      |
| <b>Mundo</b>                            | 702.4    | 832.3    | 902.1    | 971.0    | 1,110.8  | 1.01                                      |
| <b>Productividad de la tierra</b>       | 76.5     | 114.7    | 176.9    | 193.5    | 250.8    | 2.74                                      |
| México                                  | 177.1    | 254.1    | 283.0    | 293.5    | 363.3    | 1.37                                      |
| Mesoamérica (excluido México)           | 89.1     | 133.9    | 192.9    | 209.7    | 269.0    | 2.48                                      |
| Caribe                                  | 381.8    | 410.3    | 472.4    | 468.2    | 510.5    | 0.63                                      |
| Paises andinos                          | 62.7     | 81.7     | 102.8    | 126.4    | 161.7    | 2.28                                      |
| Brasil                                  | 114.7    | 123.6    | 166.6    | 203.9    | 287.4    | 2.48                                      |
| Cono Sur (excluido Brasil)              | 82.0     | 93.3     | 119.4    | 135.1    | 168.2    | 1.73                                      |
| Cono Sur                                | 95.9     | 108.1    | 143.8    | 171.4    | 231.3    | 2.25                                      |
| <b>América Latina y el Caribe</b>       | 93.2     | 112.4    | 149.1    | 173.8    | 228.0    | 2.21                                      |
| Asia                                    | 164.5    | 212.8    | 270.0    | 354.2    | 483.8    | 2.73                                      |
| África subsahariana                     | 32.5     | 42.5     | 48.4     | 61.9     | 79.0     | 2.10                                      |
| Paises en desarrollo                    | 98.2     | 126.4    | 163.8    | 215.0    | 293.7    | 2.79                                      |
| Estados Unidos                          | 261.6    | 344.6    | 404.9    | 438.3    | 534.4    | 1.69                                      |
| Europa occidental                       | 819.9    | 1,022.2  | 1,201.4  | 1,363.9  | 1,462.6  | 1.44                                      |
| Paises desarrollados                    | 218.3    | 280.5    | 317.3    | 352.0    | 357.5    | 1.17                                      |
| <b>Mundo</b>                            | 144.9    | 184.2    | 220.8    | 262.3    | 315.1    | 1.90                                      |

Fuente: Compilado por los autores de FAOSTAT (2004).

Cuadro 2—ALC: Diez principales cultivos, 1961-2001 (los cultivos figuran de acuerdo con su clasificación en 2001)

| Clasifi-<br>cación | Productos       | (porcentaje del total) |      |      |      |      | % anual |
|--------------------|-----------------|------------------------|------|------|------|------|---------|
|                    |                 | 1961                   | 1971 | 1981 | 1991 | 2001 |         |
| 1                  | Soja            | 0.2                    | 1.4  | 8.4  | 9.9  | 17.9 | 13.8    |
| 2                  | Maíz            | 9.9                    | 11.7 | 11.9 | 9.9  | 12.0 | 2.8     |
| 3                  | Caña de azúcar  | 12.1                   | 10.4 | 10.7 | 12.3 | 10.3 | 2.8     |
| 4                  | Naranjas        | 2.4                    | 3.1  | 5.1  | 6.4  | 5.0  | 5.4     |
| 5                  | Arroz de riego  | 5.1                    | 4.9  | 5.3  | 4.9  | 4.6  | 2.5     |
| 6                  | Café, verde     | 10.9                   | 6.8  | 6.9  | 5.6  | 4.4  | 1.0     |
| 7                  | Bananas         | 5.6                    | 6.3  | 4.4  | 4.7  | 4.0  | 1.7     |
| 8                  | Trigo           | 4.5                    | 3.9  | 3.9  | 4.1  | 3.9  | 2.2     |
| 9                  | Frijoles, secos | 5.3                    | 5.5  | 4.4  | 4.2  | 2.8  | 1.1     |
| 10                 | Yuca            | 4.8                    | 5.8  | 3.7  | 3.1  | 2.4  | 0.0     |
|                    | Otros cultivos  | 39.2                   | 40.0 | 35.3 | 34.8 | 32.8 |         |
|                    | Total           | 100                    | 100  | 100  | 100  | 100  |         |

Fuente: Compilado por los autores de FAOSTAT (2004) y precios 1989-91 en dólares internacionales

Cuadro 3—ALC: Diez principales productos ganaderos, 1961-2001 (los productos figuran de acuerdo con su clasificación en 2001)

| Clasifi-<br>cación | Productos                              | (porcentaje del total) |      |      |      |      | % anual |
|--------------------|--|------------------------|------|------|------|------|---------|
|                    |  | 1961                   | 1971 | 1981 | 1991 | 2001 |         |
| 1                  | Carne de res y de ternera              | 54.0                   | 49.2 | 48.5 | 47.7 | 41.2 | 2.4     |
| 2                  | Carne de pollo                         | 2.6                    | 5.1  | 9.2  | 12.8 | 20.7 | 8.3     |
| 3                  | Leche de vaca, fresca, sin<br>desnatar | 19.9                   | 22.1 | 20.3 | 19.8 | 19.8 | 2.8     |
| 4                  | Carne de cerdo                         | 8.7                    | 9.3  | 9.7  | 7.4  | 7.8  | 2.6     |
| 5                  | Huevos de gallina                      | 3.8                    | 4.9  | 5.9  | 7.1  | 6.8  | 4.7     |
| 6                  | Carne de carnero y cordero             | 3.1                    | 2.8  | 1.4  | 1.2  | 0.8  | -0.5    |
| 7                  | Lana, sucia                            | 4.7                    | 3.5  | 2.4  | 1.7  | 0.7  | -1.3    |
| 8                  | Miel                                   | 0.5                    | 0.5  | 0.6  | 0.6  | 0.4  | 2.7     |
| 9                  | Carne de pavo                          | 0.1                    | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.4  | 6.0     |
| 10                 | Carne de caballo                       | 0.8                    | 0.9  | 0.5  | 0.4  | 0.4  | 0.1     |
|                    | Otros productos ganaderos              | 1.7                    | 1.5  | 1.3  | 1.2  | 0.9  |         |
|                    | Total                                  | 100                    | 100  | 100  | 100  | 100  |         |

Fuente: Compilado por los autores de FAOSTAT (2004) y precios 1989-91 en dólares internacionales

APÉNDICES

Cuadro 1: Mundo y ALC: Crecimiento de la producción agrícola, y ganadera, 1961-2002

| 1961-2002                              |       | 1993-2002             |       |
|--|-------|-----------------------|-------|
| Agrícola                               | Total | Agrícola              | Total |
| (porcentajes anuales)                  |       | (porcentajes anuales) |       |
| México                                 | 1.97  | 3.32                  | 2.61  |
| Mesoamérica (excluido México)          | 2.33  | 3.25                  | 2.66  |
| Mesoamérica                            | 2.06  | 3.30                  | 2.62  |
| Caribe                                 | -0.87 | -0.19                 | -0.62 |
| Países andinos                         | 2.55  | 3.09                  | 2.82  |
| Brasil                                 | 2.32  | 4.89                  | 3.44  |
| Cono Sur (excluido Brasil)             | 4.00  | 1.64                  | 2.89  |
| Cono Sur                               | 2.89  | 3.69                  | 3.25  |
| <i>América Latina y el Caribe (47)</i> | 2.51  | 3.39                  | 2.91  |
| Asia (40)                              | 3.06  | 5.54                  | 3.81  |
| Africa subsahariana (53)               | 3.35  | 2.27                  | 3.06  |
| Países en desarrollo (183)             | 3.06  | 4.94                  | 3.66  |
| Estados Unidos                         | 1.98  | 1.92                  | 1.95  |
| Europa occidental (29)                 | 0.67  | 0.21                  | 0.41  |
| Países desarrollados (67)              | 0.39  | -0.41                 | -0.03 |
| <i>Mundo (246)</i>                     | 2.12  | 1.95                  | 2.05  |

Fuente: Compilado por los autores de FAOSTAT (2004)

(nm) Denota número de países.

Nota: Caribe: Antigua, Antillas Holandesas, Bahamas, Barbuda, Barbados, Belice, Cuba, Dominica, Islas Caimán, Islas Malvinas, Islas Virgenes Británicas, Islas Virgenes de los Estados Unidos, Grenada, Guadalupe, Guayana Francesa, Guyana, Haití, Jamaica, Martinica, Montserrat, Puerto Rico, República Dominicana, Santa Lucía, St. Kitts y Nevis, San Vicente, Surinam, Trinidad y Tobago.

Organización para la Agricultura y la Alimentación. Base de datos FAOSTAT para 2004, 2003 y 1997.

Pardey, P.G. y N.M.Beintema. 2001. "Slow Magic: Agricultural R&D a Century After Mendel". IFPRI Food Policy Report. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Pardey, P.G., B. Koo y C.Nottenburg. 2003. "Creating, Protecting, and Using Crop Biotechnologies Worldwide in an Era of Intellectual Property". Documento presentado al simposio sobre derechos de propiedad intelectual en biotecnología vegetal, de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y la Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas (UPOV), Ginebra, Suiza, 24 de octubre. (Disponible en [www.uopv.int/en/documents/Symposium2003/index/html](http://www.uopv.int/en/documents/Symposium2003/index/html)).

Pardey, P.G., J.M.Aiston, C. Chang-Kang, E.C. Magalhaes y S.A.Vosti. 2004. "Assessing and Attributing the Benefits from Varietal Improvement Research: Evidence from Embrapa, Brazil", documento del personal, Departamento de Economía Aplicada, St. Paul: Universidad de Minnesota, en preparación.

Pardey, P.G., C.Chang-Kang y S.Wood. 2000. *The Changing Structure of LAC Agriculture: A Quantitative Regional Perspective*. Informe preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Reardon, T. y J.A.Berdegué. 2002. "The Rapid Rise of Supermarkets in LAC: Challenges and Opportunities for Development", *Development Policy Review* 20(4) (septiembre): 317-34.

Sebastian, K.L. y S. Wood. 2000. *Spatial Aspects of Evaluating Technical Change in Agriculture in LAC and the Caribbean*. Informe preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C.: IFPRI.

Trueblood, A.M. 1996. *An Intercountry Comparison of Agricultural Efficiency and Productivity*. Tesis doctoral no publicada. Minneapolis, Minnesota: Universidad de Minnesota.



## BIBLIOGRAFIA

- Alston, J.M., P.G.Pardey, S.Wood y L.You 2004. "Strategic Technology Investments for LAC Agriculture: A Framework for Evaluating the Local and Spillover Effects of R&D", en Hertford, R., P.G.Pardey y S. Wood, compiladores, 2004, *Assessing Agricultural R&D Priorities and Prospects in LAC and the Caribbean*. Washington, D.C.: BID e IFPRI, de próxima publicación.
- Alston, J.M. 2002. "Spillovers". *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 46(3) (septiembre): 315-346.
- Alston, J.M., C. Cheng Kang, M.C.Marra, P.G.Pardey y T.J.Wyatt. 2000. *A Meta-Analysis of Rates of Return to Agricultural R&D: Ex Pede Herculem? IFPRI Research Report No. 113*, Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Arnade, C.A. 1998. "Using a Programming Approach to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity", *Journal of Agricultural Economics*, 49: 67-84.
- Banco Mundial. 1999. *Indicadores del Desarrollo Mundial*. Washington, D.C.: Banco Mundial, CD-ROM.
- Beintema, N.M. y P.G.Pardey. 2001. "Recent Developments in the Conduct of LAC Agricultural Research". Documento preparado para la conferencia de ICAST sobre ciencia y tecnología agrícola, Beijing, 7-9 de noviembre de 2001.
- Beintema, N.M., A.F.D.Avila y P.G. Pardey. 2001. *Agricultural R&D in Brazil: Policy, Investments, and Institutional Profile*. Washington, D.C.: IFPRI, EMBRAPA y FONTAGRO.
- Beintema, N.M., L.J.Romano y P.G. Pardey. 2001. *Agricultural R&D in Colombia: Policy, Investments, and Institutional Profile*. Washington, D.C.: IFPRI y FONTAGRO.
- De Janvry, Alain, y Elizabeth Sadoulet. 2000. "Rural Poverty in Latin America. Determinants and exit paths", *Food Policy* 25(4) (agosto): 389-411.
- De Janvry, Alain, N.Key y Elizabeth Sadoulet. 1997. "Agricultural and Rural Development Policy in Latin America: New Directions and New Challenges". Documento de trabajo No.815, Departamento de Economía Agrícola y Recursos, Universidad de California, Berkeley.
- Fondo de las Naciones Unidas para Actividades en Materia de Población (FNUAP). 1998. *The State of World Population*, 1998. Nueva York: FNUAP.
- Fulginiti, L.E. y R.K. Perrin. 1998. "Agricultural Productivity in Developing Countries", *Agricultural Economics*, 19: 45-52.
- Hertford, R., P.G.Pardey y S. Wood, compiladores. 2004, de próxima publicación. *Assessing Agricultural R&D Priorities and Prospects in LAC and the Caribbean*. Washington, D.C.: BID e IFPRI, de próxima publicación.
- Hutchinson, S.D. y M.R.Langham. 1999. "Productivity Growth in the Caribbean: A Measure of Key Components". Documento presentado en la reunión anual de la American Agricultural Economics Association, Nashville, Tennessee.

<sup>12</sup> Los detalles institucionales y financieros relacionados con el FLAR se describen en Bimbenbaum, Pardey y Sanmit (2004). Los principios de diseño del FLAR están inspirados en las Australian Research and Development Corporations (RDC), que son instituciones específicas para cada sector (por ejemplo, los sectores de granos, algodón, productos lácteos, uvas y vino) con el fin de generar financiamiento a través de gravámenes sobre los productos básicos con recursos de contrapartida de fondos generales de los contribuyentes para respaldar actividades de investigación y desarrollo (Alston y colaboradores, 1999).

desarrollo concebidas, financiadas y administradas colectivamente. Por ejemplo, la región tiene varios programas cooperativos de investigación (PROCI), y también existe el Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR) fundado en 1995 para facilitar las actividades de investigación y desarrollo relacionados con el arroz cultivado bajo riego<sup>12</sup>. En 2002, organismos públicos y privados de 12 condados (más el CIAT y el Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Arroz) reunieron cerca de US\$600.000 para investigaciones sobre el mejoramiento de variedades auspiciadas por el FLAR. También existe el FONTAGRO, que está constituyendo un fondo, cuyas utilidades anuales son asignadas en forma competitiva a actividades de investigación y desarrollo agropecuario en toda la región.

Esta acción colectiva entre países tiene el potencial de explorar oportunidades de investigación que no prosperarían en la región porque su umbral de inversión está por encima del de los distintos países. Estos mismos mecanismos institucionales también se hallarían en mejor situación para captar, en forma eficiente en función del costo, los considerables beneficios regionales de los desbordes tecnológicos hacia la región.

<sup>11</sup> Estos desbordes tecnológicos hacia la región tienen consecuencias económicas tangibles. Por ejemplo, las nuevas evidencias en el caso de Brasil estiman que más del 20% de los US\$12.500 millones en beneficios derivados desde 1981 de mejores variedades de soja puede atribuirse a adaptación de tecnologías de los Estados Unidos (e igualmente hasta el 12% de los beneficios provenientes de variedades mejoradas de frijoles comestibles derivan de investigaciones internacionales) (Pardey y colaboradores, 2004). La continua captación de estos beneficios resulta crítica para el progreso de la agricultura en América Latina y el Caribe, principalmente porque más del 90% de las actividades de investigación y desarrollo agropecuario se realizan fuera de la región.

Revertir las tendencias negativas en el financiamiento de dichas actividades

- Ajustar los programas al aprovechamiento de los desbordes tecnológicos hacia la región.
- Realizar las investigaciones necesarias de adaptación.
- Focalizar las investigaciones originales donde esos desbordes hacia la región son menos accesibles, como las tecnologías principalmente relevantes para los trópicos cálidos y húmedos.

Algunos países ya han aplicado estas estrategias. Brasil, por ejemplo, estableció laboratorios de investigación en Montpellier, Francia, y Maryland, Estados Unidos, en los que trabajan investigadores brasileños que realizan investigaciones conjuntas con colaboradores de los países anfitriones<sup>11</sup>. La continuada liberalización del comercio y la inversión abrirá más las fronteras a las ideas (que se manifiestan cada vez más en la forma de derechos de propiedad intelectual) y los ingresos (que también involucran mucha tecnología).

En América Latina y el Caribe existen interesantes opciones regionales de investigación y

## IMPLICACIONES DE LA INNOVACIÓN

8

Los patrones de la productividad agropecuaria examinados más arriba para América Latina y el Caribe son diversos. En general, en términos de productividad básica de la tierra y la mano de obra, la región está retrasada con respecto a los países en desarrollo (especialmente de Asia). Sin embargo, han habido excepciones a estas tendencias generales. La carne de pollo y la soja, de alto crecimiento, se beneficiaron de los regímenes favorables que han estado orientándose hacia una menor intervención gubernamental. Igualmente (y quizá más) importante es el hecho de que ambos productos han tenido acceso a sustanciales tecnologías que incrementan la productividad desarrolladas fuera de la región, que han adoptado en forma agresiva.

La producción de soja se ve más circunscrita por las influencias agroecológicas que los sistemas de producción de pollos en entornos más confinados (en gran medida más controlados por el clima). En consecuencia, se requirieron algunos estudios locales e investigaciones adaptativas para adaptar los desbordamientos de tecnologías sobre la soja hacia la región a las agroecologías específicas de Brasil, Argentina y otros lugares.

La activa búsqueda de oportunidades tecnológicas externas y la adaptación de esas tecnologías seguirán constituyendo elementos críticos para la actividad agropecuaria de América Latina y el Caribe. Ello es cierto, ya se trate de que las tecnologías provengan de otros países de la región o de otras partes del mundo. Lamentablemente, muchos países de América Latina y el Caribe parecen ser demasiado pequeños para respaldar una masa crítica de capacidad de investigación interna. Las restricciones en cuanto a la capacidad de investigación de los sistemas nacionales están tornándose más aparentes a medida que las ciencias agropecuarias se vuelven más complejas, como es el caso de las complejidades técnicas y jurídicas relacionadas con las innovaciones en materia de biotecnología. Tales cambios están elevando aún más los umbrales de inversión requeridos para sustentar la capacidad interna de innovación.

Al considerar estas y otras realidades conexas, percibimos las siguientes prioridades para América Latina y el Caribe:

- Refinanciar las actividades de investigación y desarrollo agropecuario

la subregión de Mesoamérica se beneficiaría más de una mejora en la productividad del maíz en la ZAE 44 (por un valor de US\$172 millones) y también obtendría un sustancial beneficio de la mejora en la productividad del maíz en las ZAE 42, 43 y 45 (US\$27 millones, US\$26 millones y US\$82 millones), así como del sorgo en la ZAE 45 (US\$33 millones), todas ellas en los tópicos y subtópicos cálidos. En la región del Caribe, los principales cambios tecnológicos se producen en el arroz en la ZAE 40 (US\$29 millones) y la yuca en la ZAE 44 (US\$14 millones), con significativas mejoras del arroz en otras zonas (42, 43 y especialmente 44), nuevamente en los tópicos y subtópicos cálidos. En contraste, en la subregión andina (puede que no sorprenda) la papa figura en un importante lugar, con los mayores beneficios del aumento de la productividad en la ZAE 21 (US\$203 millones); el segundo lugar corresponde al arroz en la ZAE 21 (US\$101 millones), en los tópicos fríos.

Alternativamente, podríamos preguntarnos, por productos, dónde deberían centrarse las investigaciones entre las zonas agroecológicas para que produzcan el mayor beneficio a la totalidad de América Latina y el Caribe (o determinadas subregiones). En el caso del frijol, la respuesta no es clara. Cuatro zonas (21, 32, 44 y 45) producen beneficios aproximadamente iguales a la región de un aumento del 1% en la productividad (alrededor de US\$120 millones). Pero estas distintas ZAE se distribuyen en forma bastante diferente entre subregiones, de manera que las alternativas implican patrones muy diferentes de beneficios dentro de la región (por ejemplo, Mesoamérica obtiene la mayor parte de los beneficios de una mayor productividad del frijol en la ZAE 44, mientras que la subregión de Mesoamérica se beneficiaría más de una mejora en la productividad del maíz en la ZAE 44 (por un valor de US\$172 millones) y también obtendría un sustancial beneficio de la mejora en la productividad del maíz en las ZAE 42, 43 y 45 (US\$27 millones, US\$26 millones y US\$82 millones), así como del sorgo en la ZAE 45 (US\$33 millones), todas ellas en los tópicos y subtópicos cálidos. En la región del Caribe, los principales cambios tecnológicos se producen en el arroz en la ZAE 40 (US\$29 millones) y la yuca en la ZAE 44 (US\$14 millones), con significativas mejoras del arroz en otras zonas (42, 43 y especialmente 44), nuevamente en los tópicos y subtópicos cálidos. En contraste, en la subregión andina (puede que no sorprenda) la papa figura en un importante lugar, con los mayores beneficios del aumento de la productividad en la ZAE 21 (US\$203 millones); el segundo lugar corresponde al arroz en la ZAE 21 (US\$101 millones), en los tópicos fríos.

Alternativamente, podríamos preguntarnos, por productos, dónde deberían centrarse las investigaciones entre las zonas agroecológicas para que produzcan el mayor beneficio a la totalidad de América Latina y el Caribe (o determinadas subregiones). En el caso del frijol, la respuesta no es clara. Cuatro zonas (21, 32, 44 y 45) producen beneficios aproximadamente iguales a la región de un aumento del 1% en la productividad (alrededor de US\$120 millones). Pero estas distintas ZAE se distribuyen en forma bastante diferente entre subregiones, de manera que las alternativas implican patrones muy diferentes de beneficios dentro de la región (por ejemplo, Mesoamérica obtiene la mayor parte de los beneficios de una mayor productividad del frijol en la ZAE 44, mientras que la subregión de Mesoamérica se beneficiaría más de una mejora en la productividad del maíz en la ZAE 44 (por un valor de US\$172 millones) y también obtendría un sustancial beneficio de la mejora en la productividad del maíz en las ZAE 42, 43 y 45 (US\$27 millones, US\$26 millones y US\$82 millones), así como del sorgo en la ZAE 45 (US\$33 millones), todas ellas en los tópicos y subtópicos cálidos. En la región del Caribe, los principales cambios tecnológicos se producen en el arroz en la ZAE 40 (US\$29 millones) y la yuca en la ZAE 44 (US\$14 millones), con significativas mejoras del arroz en otras zonas (42, 43 y especialmente 44), nuevamente en los tópicos y subtópicos cálidos. En contraste, en la subregión andina (puede que no sorprenda) la papa figura en un importante lugar, con los mayores beneficios del aumento de la productividad en la ZAE 21 (US\$203 millones); el segundo lugar corresponde al arroz en la ZAE 21 (US\$101 millones), en los tópicos fríos.

En el caso de la papa, la ZAE 21 ofrece el mayor beneficio para la totalidad de América Latina y el Caribe (US\$396 millones), casi enteramente dentro del Cono Sur; la zona que le sigue es la ZAE 43 (US\$224 millones) con beneficios algo menos concentrados. En el caso del sorgo, la ZAE 45 ofrece el mayor beneficio (US\$38 millones). Para la soja, como se señaló anteriormente, las ZAE 31 (US\$700 millones) y 43 (US\$567 millones) presentan los mayores beneficios, casi todas dentro del Cono Sur. Por último, en el caso del trigo, domina la ZAE 31 (US\$271 millones), y nuevamente, los beneficios corresponden casi enteramente al Cono Sur.

Este nuevo enfoque para evaluar las consecuencias de las actividades de investigación y desarrollo agropecuario puede ayudar a asignar, en el futuro, los recursos de investigación y desarrollo a diferentes escalas espaciales de decisión, ya sea asignándolos entre cultivos y zonas agroecológicas dentro de un país, o bien agrupaciones subregionales de países, o bien para la totalidad de la región.

resultantes de diferentes cambios tecnológicos específicos de cada zona y cultivo.

Cuando se comparan las subregiones dentro de una zona, por ejemplo, casi todos los beneficios de la innovación en la producción de frijoles dentro de la ZAE 31 corresponden al Cono Sur (US\$116.473 para un total de US\$117.516). En contraste, gran parte de los beneficios derivados de las mejoras tecnológicas aplicables en la ZAE 40 corresponden a los países de Mesoamérica.

En el cuadro 8 puede verse que la incidencia geopolítica de los beneficios de la investigación y desarrollo se ve marcadamente afectada no sólo porque se investiga el cultivo, sino también por la orientación agroecológica de las actividades de investigación. Utilizando la información de este cuadro pueden abordarse varios aspectos. Supongamos, como hipótesis, que resulta igualmente fácil (es decir, que costaría lo mismo) lograr un incremento específico a la zona del 1% en la productividad de cualquiera de los ocho cultivos. Podemos entonces determinar qué tipo de cambio tecnológico preferiría cada una de las subregiones, o la totalidad de la región, simplemente comparando las estimaciones de los beneficios.

En primer lugar, consideremos la totalidad de la región. Entre todos los cambios tecnológicos representados en el cuadro 8, América Latina y el Caribe se beneficiaría más de una mejora del 1% en la productividad de la soja en la ZAE 31 (por un valor de US\$700 millones), seguida por el maíz en la ZAE 31 (por un valor de US\$599 millones) y luego por la soja en la ZAE 43 (por un valor de US\$567 millones). La subregión del Cono Sur clasificaría estos tres mayores tipos de incrementos de la productividad en el mismo orden que la totalidad de América Latina y el Caribe. Las otras subregiones clasificarían el cambio tecnológico en forma diferente. Por ejemplo,

reducción el costo) en el país o agroecología<sup>9</sup> objetivo.

El cuadro 8 muestra los beneficios subregionales y de toda la región derivados de cambios técnicos inducidos por la investigación en zonas específicas, que fueron representados como desplazamientos del 1% en la oferta en cada una de las zonas para cada uno de los ocho cultivos. En consecuencia, por ejemplo, el bloque superior de resultados da los beneficios totales resultantes de un desplazamiento del 1% en la oferta en cada una de las siete zonas agroecológicas en las que se produjeron frijoles en el año base 1994 (que se calibró empíricamente utilizando un promedio de tres años de datos centrados en 1994). Como los resultados se refieren a diferentes cambios (específicos de cada zona) en la tecnología, no tendría sentido sumar las medidas de los beneficios entre zonas (es decir, entre cam-bios técnicos) dentro de una subregión geopolítica<sup>10</sup>. Sin embargo, tiene sentido sumar entre subregiones para obtener un único cambio tecnológico específico de la zona (esto equivale a sumar los beneficios dentro de una zona a través de fronteras geopolíticas), y eso es lo que hacemos en el caso de cada uno de los ocho cultivos. Ello nos permite comparar los beneficios totales, así como su distribución entre países y subregiones,

<sup>9</sup> Más formalmente, los efectos inducidos por las investigaciones se introducen en el modelo como desplazamientos de equilibrio, representados como desplazamientos descendentes de la oferta. Específicamente, nuestras comparaciones "con" y "sin" inversión y desarrollo involucran una reducción del 1% localizada en el costo unitario de producción en una situación de plena adopción.

<sup>10</sup> Podría tener sentido sumar las mediciones de los beneficios entre zonas, si el objetivo fuera una producción simultánea de dos diferentes tecnologías, aplicable a diferentes zonas o, lo que es equivalente, desbordes parciales entre zonas de un cambio tecnológico específico de cada zona.

nes en una dimensión agroecológica y a la vez geopolítica, es una extensión del modelo *Dream*, diseñado para medir el rendimiento de la investigación agropecuaria orientada a los productos básicos en una economía abierta, contemplando desbordes de la tecnología entre los lugares (país, región o zona agroecológica) en los que se originan las investigaciones y otras regiones del mundo<sup>8</sup>. El modo lo combina porcentajes de los desplazamientos de la oferta inducidos por la investigación con funciones que representan el patrón proyectado de adopción de tecnologías a lo largo del tiempo. Se computan mediciones de los beneficios económicos entre 1994 y 2020, que se descuentan a un año base para computar el valor actual de los beneficios.

Se formularon dos importantes conjuntos de simulaciones tecnológicas (Alston y colaboradores, 2004). El primero utiliza nuevas tecnologías a introducirse en los distintos países, mientras que el segundo introduce nuevas tecnologías en zonas agroecológicas (ZAE) que típicamente abarcan uno o más países. En las simulaciones correspondientes a los países y a las ZAE, se realizaron dos corridas de computadora. En una de ellas se supuso que las nuevas tecnologías no podían traspasarse del país originario (o ZAE originaria) a ningún otro país o zona. Estas fueron llamadas las "corridas de simulación sin desbordes tecnológicos". En el segundo grupo de corridas, las nuevas tecnologías se transferían del país originario (o ZAE originaria) a cualquier otro país o ZAE. Estas fueron denominadas "corridas de simulación con desbordes tecnológicos". El efecto tecnológico se manifiesta en el modelo mediante un incremento por una sola vez de la productividad (o

<sup>8</sup> El modelo *DREAM* se describe en Alston, Norton y Wood (1998). Un programa de computación y directrices para la puesta en práctica de las aplicaciones aquí descritas pueden encontrarse en <http://www.tfpri.org> (búsqueda de un sueño).

o porque la propia tecnología puede adoptarse en otros lugares. Típicamente, las investigaciones se financian sobre la base de jurisdicciones geopolíticas (es decir, países), mientras que las posibilidades de desbordes de esas investigaciones están condicionadas por similitudes agroecológicas. Además, en diferentes zonas agroecológicas se producen distintos cultivos con diferentes intensidades. Pero, típicamente, las agroecologías abarcan múltiples jurisdicciones de financiamiento. En consecuencia, cuando se evalúa la productividad y otros efectos de las actividades de investigación y desarrollo agropecuario, es deseable estimar también la incidencia geopolítica, así como la agroecológica, de los beneficios de la investigación y desarrollo. La comparación de la incidencia geopolítica de los beneficios con la incidencia de los costos es crítica para concebir iniciativas verosímiles y colectivas -específicamente, regionales- de investigación y desarrollo. De esta manera, el costo de cualquier iniciativa de investigación y desarrollo colectivamente concebida puede compartirse en forma coherente con los beneficios, de manera que los países puedan repaldar la investigación en forma proporcional a los beneficios que esperan recibir.

Con la información sobre la posible incidencia geopolítica de los beneficios es posible reducir el problema del aprovechamiento de investigaciones realizadas por otros, que con frecuencia acosa a las iniciativas regionales de investigación. La evaluación *ex ante* de las actividades de investigación y desarrollo agropecuario en América Latina y el Caribe realizada por Alston y colaboradores (2004) que se resume brevemente en este trabajo, es el primer estudio que identifica en forma completa y simultánea la incidencia agroecológica y geopolítica de los beneficios de las actividades de investigación y desarrollo.

El modelo, diseñado para investigar las implicaciones de los desbordes de las investigacio-

# EVALUACIONES ESTRATÉGICAS DE LOS EFECTOS LOCALES Y DE DESBORDE DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

7

La gran importancia que revisen los desbordes tecnológicos —la adopción de resultados de investigaciones más allá de su lugar de origen— ha sido resumida de la siguiente manera:

En primer lugar, los desbordes tecnológicos intranacionales e internacionales de las actividades públicas de investigación y desarrollo agropecuario son muy importantes. En la reducida proporción de estudios en los que se los tiene en cuenta, los desbordes tecnológicos fueron responsables de una proporción considerable —en muchos casos más de la mitad— del crecimiento total medido de la productividad agropecuaria y los correspondientes beneficios de la investigación.

En segundo lugar, los desbordes tecnológicos pueden tener profundas implicaciones en cuanto a la distribución de los beneficios de la investigación dependiendo del estado del comercio (de un país) y de la capacidad para adoptar tecnologías. En tercer lugar, no es fácil medir estos impactos. Por último, como

los desbordes tecnológicos son tan importantes, los recursos de investigación se han asignado erróneamente dentro y entre países (si los desbordes no se tienen en cuenta) (Alston 2002, 316-17). Obviamente, las inversiones en investigación cuyas consecuencias son enteramente internas, dentro de una nación, corresponden a la propia nación. Pero las inversiones en investigación que tienen aplicabilidad regional, en principio, deben ser tratadas como bienes públicos regionales. Las investigaciones deben llevarse a cabo sobre una base regional. En ausencia de mecanismos regionales obligatorios, algunos países actuarían como “free riders”, es decir, beneficiarse de investigaciones por las que no han pagado y subvirtiéndolo, ya que pueden contar con que los desbordes tecnológicos de las investigaciones realizadas en otros lugares compensarán su menor inversión.

En resumen, las actividades de inversión y desarrollo agropecuario llevadas a cabo en un lugar pueden tener implicaciones en otros lugares a través de los precios y el comercio,

dos zonas, junto con el 43% de la zona del frijol y el 48% de la zona del maíz. Las zonas de cultivo de papa y maíz de la región tienen extensiones agroecológicas extremadamente limitadas, ya que el 75% de la zona de la papa y el 88% de la zona del trigo se encuentran en sólo dos ZAE.

En la mayor parte de los productos básicos, el patrón zonal de la superficie cosechada corresponde estrechamente al patrón de producción, aunque se observan dos excepciones. El cultivo más extensivo de frijoles se produce en la ZAE 45, que contiene alrededor del 27% de la superficie cosechada y el 19% de la producción de América Latina y el Caribe, aunque la mayor proporción de la producción se produce en la ZAE 31, que representa el 20% de la producción de frijoles y sólo el 14% de la superficie cosechada.

El gráfico 1 muestra que la ZAE 45 se encuentra principalmente en el Nordeste brasileño, donde predomina el número de personas pobres que trabajan la tierra con limitado potencial agrícola y donde los frijoles constituyen el alimento principal. La ZAE 31 incluye la principal zona de producción comercial de frijoles en Argentina destinados a exportación. La ZAE 43 representa la proporción dominante de la superficie cosechada de arroz alrededor del 31% de toda la zona de producción de arroz de la región—pero sólo el 17% de la producción, mientras que el 22% de la superficie cosechada en la ZAE 30 proporciona el 34% de la producción. Esta disparidad entre la superficie cosechada y el producto refleja principalmente diferencias entre el cultivo extensivo de secano de arroz en la región de los Cerrados (ZAE 43) y los sistemas de producción con riego que prevalecen en el sur de Brasil (ZAE 30).

Hemos desarrollado una base de datos comparable de producción para la totalidad de América Latina y el Caribe, que incluye ocho productos básicos que representan las dos terceras partes de toda la zona cosechada a mediados de los años noventa—yuca, frijoles secos, maíz, papa, arroz, sorgo, soja y trigo—utilizando interpretaciones de datos de satélite de la ubicación de la agricultura y su intensidad espacial, mapas de la variación espacial sobre la producción biofísica potencial de cada cultivo, y otros datos sobre la distribución espacial de los cultivos y las tierras de pastoreo, las intensidades de los cultivos y el precio de los cultivos. A partir de dicha base de datos desarrollamos mapas de producción de cada cultivo para el período base 1993-95 (presentados en el cuadro 8).

Una parte significativa de la superficie cultivada de los ocho cultivos corresponde a cuatro zonas agroecológicas. Alrededor del 32% de la superficie cosechada de yuca en la región se produce en la ZAE 43, así como el 31% de la superficie cosechada de arroz, y el 19% de la superficie cosechada de sorgo. La ZAE 31 representa el 29% de la zona del maíz, el 40% de la zona de la soja, y el 60% de la zona cosechada de trigo. Aproximadamente el 46% de la zona cosechada de papas corresponde a los trópicos frescos y moderadamente frescos (ZAE 21), mientras que el 27% de la zona cosechada de frijoles se encuentra en los trópicos planos y semiaridos (ZAE 45).

Una indicación de la concentración de los cultivos de acuerdo con su extensión agroecológica es la proporción de la zona total cosechada que se observa dentro de las dos zonas agroecológicas más importantes para cada cultivo. Los resultados muestran que el 37% de la zona del sorgo se encuentra dentro de



cuales se espera que el posible impacto biotecnológico de una nueva tecnología sobre un determinado cultivo sea razonablemente uniforme. Nuestra definición se muestra en el cuadro 7. Una característica de este sistema de clasificación es que identifica las zonas existentes de producción y por primera vez en un conjunto de datos regionales se distingue entre zonas de riego y de secano. Aparte de incluir un rico conjunto de atributos que respaldan caracterizaciones de tierras al nivel subnacional, esta clasificación se ha aplicado al mundo, y de esta manera proporciona una base más general para considerar las consecuencias directas y de desborde del cambio tecnológico.

Alrededor del 25% de las tierras agropecuarias de América Latina y el Caribe corresponden a los trópicos/subtrópicos cálidos, subhúmedos, planos y de secano (ZAF 43). Gran parte de las tierras agropecuarias de los cerros andinos y las sabanas de Bolivia cae dentro de esta clasificación. Las zonas que le siguen en extensión son los subtópicos frescos/fríos de secano (ZAF 31), que representan el 16% de las zonas agropecuarias. Estas zonas se encuentran casi exclusivamente en los países del Cono Sur, incluidos el sur de Brasil, Uruguay, las pampas argentinas y la región central de Chile.

Mientras que las ZAF 31 y 43 constituyen aproximadamente la mitad de la zona agropecuaria del Cono Sur, las ZAF 21 y 43 representan en conjunto alrededor de la mitad de la zona agropecuaria de la región andina. En Mesamérica, las tierras agropecuarias son agroecológicamente diversas, aunque las zonas tropicales y subtropicales cálidas, con pendientes y de secano (ZAF 44), más populosas y bien conocidas como las "laderas bien irrigadas" representan alrededor del 30% de las tierras agropecuarias de esta subregión.

gadas a una tasa muy superior al promedio mundial.

Para obtener una comprensión espacialmente desagregada de la actividad agropecuaria, las dos principales fuentes han sido las estadísticas subnacionales de producción y los mapas de la cobertura terrestre. Cada vez es mayor la disponibilidad y la utilidad de datos provenientes de una diversidad de sensores basados en satélites, que detectan la naturaleza de la cubierta terrestre.

Encontramos que alrededor del 31% de la superficie terrestre total de América Latina y el Caribe estaba dedicándose a las actividades agropecuarias. Aproximadamente una cuarta parte de esa superficie se dedica a la agricultura intensiva. Las zonas que contienen más del 60% de la cobertura agropecuaria representan el 7,7% del 31,1% de las tierras dedicadas a las actividades agropecuarias. El Cono Sur contiene alrededor del 38% de las tierras dedicadas a dichas actividades, mientras que las otras subregiones tienen entre el 17% y el 21%. El Caribe y Mesamérica son las tierras más intensamente cultivadas en términos de tierras agrícolas que caen dentro de la clasificación de cobertura de más del 60%. En la subregión andina y el Cono Sur, sólo alrededor del 20% de las tierras pertenecen a esta clasificación de alta intensidad.

Más allá de estas amplias, aunque no obstante informativas, clasificaciones de los tipos de tierras, para propósitos de una evaluación tecnológica resulta útil ser más explícitos acerca de los atributos agroecológicos de las zonas geográficas<sup>7</sup>. En este trabajo, la expresión zonas agroecológicas (ZAF) se emplea para denotar zonas geográficas dentro de las

<sup>7</sup> Otros aspectos, como la infraestructura, tienen diferentes dimensiones espaciales que afectan los patrones espaciales de adopción. Las ZAF no deben necesariamente coincidir con los patrones espaciales de adopción.

los bajos y ripiosos (13% de la superficie), estos últimos con frecuencia relacionados con tierras con pendientes. Sólo alrededor del 12% de todos los suelos de la región están mayormente libres de restricciones.

Sin embargo, a menos que las nuevas tecnologías, las políticas sobre el uso de la tierra o las migraciones en gran escala abran importantes nuevas zonas de tierras argopecuarias, el patrón espacial del impacto futuro de las actividades de investigación y desarrollo en términos de productividad, recursos naturales y bienestar de los hogares rurales—muy probablemente estarán determinados por la geografía actual y la ubicación de la producción argopecuaria. Pasamos a considerar esos aspectos del sector.

Una elevada proporción de las tierras aprovechables de América latina y el Caribe se dedica al pastoreo (cuadro 7). Sólo Oceanía (principalmente Australia) tiene una proporción mucho mayor de tierras de pastoreo: aproximadamente un 88% del total de tierras, en comparación con alrededor del 80% en América del Sur y el 81% en África. Contrariamente a las tendencias observadas en Oceanía y África—donde las zonas dedicadas al pastoreo disminuyeron a partir de mediados de los años ochenta—en América del Sur continuaron creciendo constantemente durante los últimos treinta años, aunque las tasas de crecimiento han ido decreciendo. En África, las tierras de pastoreo prácticamente no han cambiado en los últimos diez años (1992-2001) y en la práctica disminuyeron en Oceanía.

Las zonas dedicadas a la agricultura con riego también se han incrementado en toda América Latina y el Caribe. En el período 1992-2001, la tasa global de expansión de las zonas con riego fue de alrededor del 0,9% anual, aunque Brasil, sin embargo, expandió las zonas irri-

diante tiene muchas consecuencias sobre la capacidad de los agroecosistemas y las opciones de gestión, incluidas las necesidades de drenaje y el peligro de la erosión de los suelos, así como las posibilidades de mecanización y riego. Alrededor de las dos terceras partes de la región tienen temperaturas anuales promedio de 20 a 27 grados centígrados, y sólo en el Cono Sur las zonas de un promedio de 20 a 25 grados de temperatura anual ocupan alrededor del 25% de la región.

En América Latina y el Caribe, las actividades argopecuarias cuentan con un acceso razonablemente adecuado al agua, medido en función de la precipitación promedio anual. El 68% de la región disfruta de lluvias anuales promedio de más de 1.000 milímetros (más adelante se analiza la derivación de una variable más robusta de disponibilidad de agua, la duración de la temporada de crecimiento). Mesoamérica (principalmente México) y el Cono Sur (principalmente el desierto de Atacama) tienen las mayores proporciones de zonas más secas (con un promedio anual de menos de 250 milímetros de lluvias), que ocupan, respectivamente, el 10% y el 7,6% de sus tierras.

Si bien la fisiografía y el clima tienden a ser los determinantes dominantes de la capacidad biológica de la tierra para sustentar las actividades argopecuarias, también reviste importancia la calidad de los suelos. El gráfico 2 indica la proporción de cada célula de 5 x 5 kilómetros libre de restricciones en materia de suelos y las restricciones de suelos más dominantes dentro de cada célula. Encontramos que hasta el 55% de la superficie de tierras en América Latina y el Caribe están limitadas por una u otra manifestación de acidez de los suelos. Cuando ha sido económicamente factible, ha respondido a este problema ha sido aplicar cal o utilizar cultivos o variedades de cultivos tolerantes a la acidez. La otra restricción regionalmente significativa son los sue-

## PERSPECTIVAS ESPACIALES DEL SECTOR AGROPECUARIO EN AMÉRICA LATINA

6

Los factores biotéticos ejercen la mayor influencia sobre las actividades agropecuarias y la adopción de determinadas prácticas de producción: la fisiografía y el clima. Dichos factores se caracterizan por la elevación, la pendiente, las lluvias y la temperatura, y el panorama resultante de las actividades agropecuarias en la región de América Latina y el Caribe es bastante favorable (Sebastian y Wood, 2000).

Algo más de la mitad de América Latina y el Caribe tiene menos de 300 metros de altura, y alrededor del 17% de la región está situado a una altura de más de 1.000 metros. El Cono Sur, incluido Brasil, ocupa casi las dos terceras partes de la región, pero contiene menos de una tercera parte de las tierras de más de 1.000 metros de altura<sup>5</sup>. El 44% de Mesosamerica

<sup>5</sup> Con frecuencia separamos a Brasil porque su tamaño económico comparativamente grande lo hace de interés intrínseco y típicamente domina los totales regionales y subregionales cuando se lo incluye en esas cifras. Los agrupamientos regionales a que se hace referencia aquí comprenden Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay; Mesosamerica comprende Belice, Costa Rica,

rica está situado a más de 1.000 metros de altura, porcentajes significativamente mayor que el 28% de la región andina y muy superior al 8% de las tierras del Cono Sur<sup>6</sup>.

También encontramos que el 41% de América Latina y el Caribe está constituido por tierras esencialmente planas (con una pendiente de menos del 5%) y que apenas algo más de las dos terceras partes de esas tierras planas se encuentran en el Cono Sur. Un notable 55% de Mesosamerica está constituido por tierras de pendiente moderada a empinada (con una pendiente de más del 16%), en comparación con el 33% y el 13%, respectivamente, en las subregiones andina y del Cono Sur. La pen-

El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá, y la región andina incluye Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

<sup>6</sup> Véase en Wood y Pardey (1998) un análisis de las cambiantes estimaciones de la superficie de tierras por clases de elevación en América Latina y el Caribe. A medida que se ha dispuesto de mejores datos digitales sobre la elevación, provenientes de satélites, se han reclasificado significativamente extensiones de tierras.

y desarrollo agropecuario en América Latina y el Caribe.

Para mediados de los años noventa (el último año para el que se dispone de cifras totales comparables internacionalmente) en todo el mundo se gastaron US\$21.700 millones en actividades públicas de investigación y desarrollo agropecuario. Los países de América Latina y el Caribe gastaron US\$1.950 millones (a precios internacionales de 1993), alrededor del 8,8% del total mundial y casi más de dos veces el total que dichos países gastaron en 1976. Existen, sin embargo, grandes disparidades. Más de la mitad del gasto de la región se produjo en Brasil. Brasil y México juntos gastaron casi las dos terceras partes del total de la región. Otros tres países gastaron más de US\$100 millones, y un considerable número de países gastó US\$16 millones o menos.

Para ajustarse al tamaño del sector generalmente se utilizan coeficientes de intensidad de investigación agropecuaria, que miden el gasto público total como porcentaje del producto agropecuario (PIB agropecuario). A mediados de los años noventa, los países de América Latina y el Caribe invertían anualmente un promedio de US\$1,12 por cada US\$100 de producto agropecuario, casi el doble que la cifra gastada en 1976 (cuadro 6). Nuevamente, existen grandes disparidades, desde apenas 0,13 en Guatemala hasta más de 1,70 en Brasil y Uruguay. Estos coeficientes de intensidad de la investigación agropecuaria en Brasil y Uruguay son muy superiores a los de la mayoría de los países en desarrollo, pero muy inferiores a los registrados en los países desarrollados (en promedio gastaban US\$2,62 en dichas actividades por cada US\$100 de producto). Si bien el financiamiento proveniente de organizaciones no gubernamentales (principalmente organizaciones de productores de productos básicos) se duplicó entre 1976 y 1996, este incremento partió de una

base muy reducida y sin duda fue insuficiente para estimular los bajos coeficientes de intensidad de la región.

Otras investigaciones privadas no han cubierto la brecha. En los países ricos, alrededor de la mitad del gasto total en investigaciones agropecuarias es realizado por empresas privadas. Sin embargo, a fines de los años noventa, el gasto total del sector privado en investigación y desarrollo agropecuario representaba sólo el 4,4% del gasto total privado y público en América Latina y el Caribe<sup>4</sup>, y más de la mitad del gasto privado se realizó en Brasil. En unos pocos países, principalmente Honduras y Panamá, existen instalaciones de investigación privada que representan respectivamente el 7% y el 46% del gasto total en esos países. No obstante, parece que la mayor parte de las tecnologías privadas utilizadas en la región estaban basadas en investigaciones realizadas en otros lugares.

Después de la década generalmente desfavorable de los ochenta, en algunos países las inversiones públicas en investigación y desarrollo agropecuario repuntaron durante la primera mitad de los años noventa. Pero cuando se produjo, la recuperación fue frágil. En países como Brasil y Colombia, en los cuales dichas actividades fueron más activas a principios de los años noventa, la investigación pública sufrió cortes en la última parte de la década, y desde hace varias décadas las actividades de investigación no experimentaron crecimiento alguno en muchos países más pobres (y pequeños). Ello indica una bifurcación de las investigaciones en la región, en virtud de la cual los países más ricos por lo menos "se mantienen en la carrera", mientras que los países pequeños están quedando retrasados.

<sup>4</sup> Las inversiones en investigación y desarrollo se miden en base a la ubicación de quien las realiza, independientemente de donde esté situada la sede de la empresa.

## INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA<sup>3</sup>

Las evidencias indican que el rendimiento de las inversiones en investigación agropecuaria es particularmente elevado, incluso después de incorporar aquellas investigaciones que no han producido los resultados esperados (Alston y colaboradores, 2000). Es importante señalar que no existen evidencias de que el rendimiento de las actividades de investigación y desarrollo haya disminuido con el tiempo, de manera que el elevado rendimiento actual constituye un buen presagio para el futuro. ¿Pero cuánto debe gastarse en los diferentes tipos de actividades de investigación y desarrollo, quién debe pagar y realizar las investigaciones, cuál es el equilibrio adecuado entre realizarlas internamente y aprovechar las tecnologías desarrolladas en otras partes del mundo? Para abordar en forma adecuada estos importantes aspectos de política pública, es preciso examinar detalladamente el estado de las actividades de investigación

La ingeniosidad y la actividad económica privada generan la mayor parte de la creación de riqueza en todo el mundo. Pero los mercados en que rige el *laissez faire* no captan ciertas oportunidades socialmente productivas. Cuando el mercado no funciona en forma adecuada, generalmente en materia de salud, educación, orden público y (en especial, investigación y desarrollo) es cuando más puede justificarse la intervención gubernamental.

La investigación es una actividad particularmente riesgosa. Muchas líneas de investigación simplemente no dan resultados desde el punto de vista científico o económico. Hace mucho tiempo que los economistas han estudiado el rendimiento de las actividades de investigación y desarrollo.

<sup>3</sup> Esta sección se basa en Pardey y Beintema (2001), Beintema y Pardey (2001), Beintema y Pardey (2003 y 2004). Véanse asimismo más información e indicadores científicos sobre las actividades de investigación y desarrollo agropecuario en América Latina y el Caribe en el sitio en Internet de la iniciativa sobre ciencia y tecnología agropecuaria (ASTI), <http://www.asti.cgiar.org/pubs-lac.htm>.

liberalización de las oportunidades de inversión, y en parte por fuerzas más fundamentales como la rápida urbanización de la población y el aumento del ingreso per cápita, la estructura de la comercialización de alimentos está cambiando rápidamente en gran parte de América Latina y el Caribe. Las ventas minoristas de alimentos están convirtiéndose rápidamente en la principal forma de provisión a los consumidores, ya que los supermercados y las tiendas de autoservicio constituyen ahora elementos dominantes en la economía agroalimentaria (Reardon y Berdegue, 2002).

Una estimación aproximada es que entre el 50% y el 60% de las ventas de productos alimenticios agrícolas de la región se realizan actualmente a través de los supermercados, en comparación con el 10% al 20% hace una década, y esta evolución está siendo más pronunciada en los países más grandes y ricos de la región.

Se estima que las principales cadenas de supermercados (entre ellas Wal-Mart, Royal Ahold y Carrefour) representan el 65% de las ventas de supermercados de la región, de manera que las normas privadas de calidad de los alimentos y las decisiones sobre la gestión de la cadena de oferta adoptadas por los minoristas de alimentos están teniendo efectos cada vez más difundidos y profundos sobre las opciones, la calidad y la oportunidad de los productos básicos que provee el sector de producción agrícola.

sil se convirtieron en importantes exportadores. Las exportaciones de soja no estaban gravadas, excepto en Argentina (solo el aceite y la harina) y las importaciones estaban sujetas a tasas arancelarias bastante estándar. Las evidencias disponibles mostraron que en los países importadores la protección general era positiva, y en su mayor parte asumía la forma de precios de apoyo pagados a los productores y asistencia crediticia. En 2001, Colombia otorgó nuevos créditos y recursos a los productores de soja y otras oleaginosas. Venezuela utiliza licencias y cuotas de tasas arancelarias para limitar su comercio. La soja sigue siendo objeto de tratamiento especial en otros países de la región, aunque esta situación se ha moderado si se la compara con las políticas de años anteriores.

A fines de los años noventa, el trigo figuraba en cuarto lugar en términos del valor de la producción, y en tercer lugar como fuente de calorías. Junto con los otros tres cultivos ya analizados, el trigo también ha sido objeto de una significativa regulación, aunque la medida de esta intervención parece ir decreciendo. Argentina, por ejemplo, eliminó los impuestos a la exportación de trigo en 1990. En toda la región, a fines de los años noventa se eliminaron los subsidios al consumo, aunque unos pocos países (entre ellos Guatemala, Uruguay y Venezuela) mantuvieron algunos subsidios al consumidor. Después de 1997, y a diferencia de lo ocurrido en el caso del arroz, no se aplicaron restricciones a la importación de trigo. En parte como consecuencia de la

alimentos hizo Colombia reducir su derecho de importación sobre el maíz del 80% al 37% a fines de 1999. Otros países andinos y Nicaragua adoptaron recientemente medidas similares.

El arroz reviste bastante importancia en la agricultura de América Latina y el Caribe. En términos de valor de la producción, el arroz era el sexto cultivo en importancia y el tercer grano después del sorgo y el maíz. En términos de consumo (como fuente de calorías) ocupaba el cuarto lugar, después del azúcar, el maíz y el trigo. Históricamente, el arroz era un producto básico de exportación gravado o un producto básico de importación protegido, excepto en Colombia, donde las exportaciones de arroz estaban subsidiadas en forma equivalente. Sin embargo, al acercarse la última parte de los años noventa, el arroz enfrentó un mercado generalmente más libre en toda América Latina y el Caribe. Se ha eliminado gradualmente la intervención en los precios agrícolas o los aranceles variables convenidos con los acuerdos de la OMC. También se han eliminado en gran medida los subsidios al consumo de arroz, aunque éste aparecía frecuentemente en las canastas de mercado contenidas en diversos esquemas de bienestar para consumidores pobres.

Después de 1998, esta situación de mercado generalmente más libre comenzó a erosionarse, a medida que en la mayor parte de los países reapareció un creciente número (y una combinación más compleja) de restricciones sobre la importación de arroz. Brasil, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana aplicaron estos tipos de políticas, aunque Chile y los países del Pacto Andino no lo han hecho.

Como se señala más arriba, la importancia de la soja se incrementó marcadamente a fines de los años ochenta y noventa. Argentina y Bra-

Latina y el Caribe, excepto en Uruguay, donde se exporta y se grava, aunque recién en los últimos tres o cuatro años la leche ha pasado a ser una exportación de creciente importancia en algunos países. Los países protegían a los productores a través de barreras al comercio y de exenciones a los impuestos internos. En general, se ha mantenido bajo el precio de la leche y los productos lácteos para los consumidores, y en México, Perú, Uruguay y Venezuela se ha utilizado la leche para complementar los programas de nutrición.

En el caso de la carne de cerdo, se han adoptado medidas fronterizas para respaldar su precio. Dichas medidas han sido de dos tipos: aranceles y medidas sanitarias y fitosanitarias. En el caso de las aves de corral, la región ha enfrentado una fuerte competencia de los trozos baratos importados de los Estados Unidos. Como resultado, típicamente la carne de pollo ha sido objeto de elevados aranceles además de diversas barreras no arancelarias. La mayoría de los países también controla el precio del maíz y el sorgo utilizados como forraje.

Sólo el azúcar proporciona más calorías que el maíz al consumo diario promedio per cápita, representando alrededor del 15% de las calorías totales en América Latina y el Caribe. En Centroamérica, México y la República Dominicana los consumidores estaban protegidos por controles de precios aplicados a los productos hechos con maíz, como por ejemplo las tortillas y la harina de maíz. En todos los países, salvo Argentina que (hasta hace poco) gravaba las exportaciones de maíz, éste era generalmente un producto básico importado. A fines de los años noventa, Brasil adoptó medidas destinadas a aumentar la autosuficiencia en la producción interna de maíz. Se subsidió el costo de los insumos para el maíz, y se estableció un importante mecanismo de crédito. El alza del costo de los insumos y los

productores a enfrentar la competencia internacional. En México, en 1994 se puso en práctica un programa de 15 años de duración que proporciona pagos directos a los productores. Los pagos se realizan independientemente en función de la producción actual y futura y de la cantidad de insumos utilizados. Participa en el programa alrededor del 65% de los productores mexicanos. El gobierno colombiano respalda el consumo de productos básicos agropecuarios producidos internamente recurriendo al probado método de controlar la importación de sustitutos. Tanto Brasil como Colombia (así como algunos otros países, como Panamá) han pasado a ofrecer crédito agrícola y alivio de la deuda a los agricultores.

Resulta revelador el examen de políticas seleccionadas sobre productos específicos desde que se iniciaron las reformas a mediados de los años ochenta. Nos ocuparemos en primer lugar de los productos ganaderos, y luego del maíz, el arroz, la soja y el trigo. En toda América Latina y el Caribe se exporta y se importa carne, aunque no es evidente un patrón coherente de impuestos sobre las exportaciones o las importaciones. En todo caso, a fines de los años noventa se eliminaron casi todos los esquemas de apoyo enfocados específicamente en los productores de carne vacuna. Hay, sin embargo, algunas excepciones. Ecuador, la República Dominicana y Uruguay proporcionaban exenciones arancelarias para los insumos utilizados en la producción de carne vacuna; y la mayor parte de los países tienen regulaciones sanitarias y fitosanitarias que constituyen importantes amenazas no arancelarias, no sólo sobre la carne vacuna, sino sobre todos los productos ganaderos. Brasil, Colombia, Costa Rica y Venezuela tienen una larga historia de controles sobre la carne vacuna.

Tradicionalmente, la leche ha sido un producto básico que se importa en toda América

siva favorable al comercio, mientras que Brasil, por su parte, provee ahora créditos de exportación y adelantos en efectivo sobre los productos básicos exportados.

Los gobiernos de América Latina y el Caribe han mostrado una larga historia de amplia intervención en la comercialización de productos agropecuarios a través de empresas públicas y paraestatales que operaban en los mercados de exportación, así como de juntas de comercialización que administraban importantes artículos de consumo interno. De acuerdo con las reformas económicas que comenzaron a mediados de los años ochenta, el papel del sector público en la gestión de los bienes agropecuarios se redujo enormemente. Mientras tanto, las políticas monetarias restrictivas limitaron los recursos para préstamos agropecuarios y en términos más generales restringieron los presupuestos agropecuarios del sector público. Un resultado fue que los gobiernos crearon "fondos especiales" destinados principalmente a proveer recursos a los pequeños productores. Ante la restricción del crédito privado también se limitaron en forma notable las inversiones en caminos rurales, infraestructura rural, riego e investigación y extensión.

Al evaluar las políticas específicas de los distintos sectores, se ha observado que en su mayor parte, las reformas de política agropecuaria se han producido en el contexto de reformas económicas más amplias, y en la mayoría de los casos la política agropecuaria ha sido dictada directamente por la política macroeconómica, con frecuencia con escasa preocupación explícita por la agricultura, el desarrollo rural o la pobreza (de Janvry y colaboradores, 1997). Sin embargo, en Brasil, México y Colombia se han observado algunas excepciones a este punto de vista. Brasil, por ejemplo, ha estado proveyendo asistencia directa a los productores en la forma de préstamos para la comercialización de productos, principalmente destinados a ayudar a los



ostensiblemente con el objeto de reasignar recursos ajustándose más a las ventajosas comparativas, la reducción de gastos innecesarios y la disminución de los precios de importación, cambios que se vieron reforzados por los acuerdos comerciales como el Mercosur, el MCCA, CARICOM y el Pacto Andino. Los shocks económicos que siguieron a la crisis económica rusa de 1998 se tradujeron en una fuga de capitales de muchos países de América Latina y el Caribe. Todo ello se tradujo en recesiones, muchas de las cuales duraron hasta principios de 2000 (y en el caso de países como Argentina, han persistido hasta el presente). En México, las tasas de interés se incrementaron marcadamente y se permitió que se depreciara el tipo de cambio nominal. Brasil también aumentó las tasas de interés a corto plazo, aunque inicialmente procuró defender la moneda frente a la devaluación, abandonando luego esta política cuando resultó obvio su fracaso. En Argentina, las tasas de interés se incrementaron y en febrero de 2002 el gobierno dio por terminada la "ley de convertibilidad" que había fijado el tipo de cambio en términos del dólar de los Estados Unidos. Notablemente, Argentina sigue actualmente una política bastante agre-

Siguiendo la ola de amplias reformas de política que se han aplicado en toda la región a partir de mediados de los años ochenta, la mayoría de los países ha aplicado políticas monetarias restrictivas, en el sentido de que típicamente dichas políticas no estaban orientadas a financiar una expansión de los déficit del sector público. Los esfuerzos se concentraron en cambio en la reducción del déficit fiscal. Muchos países también reformaron en forma gradual sus políticas comerciales. Típicamente, ello involucró la eliminación de un gran número de barreras no arancelarias,

Herrford, Pardey y Wood (2004, en prensa) hacen un examen integral de las políticas que afectan a toda la economía, más las políticas sectoriales y las relacionadas con productos específicos, que afectan las actividades agropecuarias de América Latina y el Caribe desde 1960. Dicho examen tiene por objeto ampliar las bases para comprender los resultados pasados del sector y respaldar los esfuerzos destinados a construir modelos y medir la influencia de determinadas iniciativas de política, especialmente aquellas que se relacionan con la investigación agropecuaria. Destacamos aquí algunos de los principales detalles de política.

---

## EVOLUCIÓN INSTITUCIONAL Y DE POLÍTICAS

sería 1. Si el coeficiente es 2, el producto básico se concentra en esa ZAE dos veces más que lo que indicaría la distribución uniforme de la superficie. En consecuencia, por ejemplo, las papas en la ZAE 21, el arroz en la ZAE 30 y el trigo en la ZAE 32 están de

seis a ocho veces más concentrados en esas zonas agroecológicas regionales. De igual forma, los coeficientes inferiores a 1,0 sugieren un conjunto desfavorable de condiciones agroecológicas para la producción.

La parte superior del cuadro 5 muestra, para cada cultivo, la proporción de la superficie cosechada en cada zona agroecológica de toda la región, mientras que en la mitad inferior se muestra la distribución equivalente de la producción. La comparación de las dos mitades del cuadro ilustra la variación de los niveles de productividad entre las zonas agroecológicas regionales. Por ejemplo, la ZAE 45 (los trópicos semihúmedos) contiene más del 27% de la superficie cosechada de frijoles en América Latina y el Caribe (principalmente en el Nordeste brasileño), pero proporciona alrededor del 19% de la producción de toda la región. En contraste, la ZAE 31 (la zona subtropical húmeda/subhúmeda moderadamente fresca) contiene el 14% de la superficie cosechada pero contribuye con el 20% de la producción. De igual forma, en el caso del arroz, la ZAE 43 (la zona agroecológica regional tropical, plana, húmeda/subhúmeda, principalmente, en este caso, los Cerrados de Brasil) contiene más del 30% de la superficie cosechada de arroz de América Latina y el Caribe con agricultura de secano, pero sólo el 17% de su producción, mientras que las zonas de riego de la ZAE 31 contienen aproximadamente el 22% de la superficie cosechada y alrededor del 34% de la producción. Vemos que en unas pocas ZAE se prefieren decididamente algunos productos básicos: por ejemplo, las tres cuartas partes de la producción de papa proviene de las ZAE 21 y 31.

Si no existiera un sesgo de productividad, esperaríamos que la superficie proporcional de cada producto básico encontrada en cada ZAE fuera aproximadamente la misma que la proporción de la superficie de cada ZAE en las tierras agrícolas de América Latina y el Caribe. Por ejemplo, la ZAE 31 ocupa el 16% de la región, y en esa ZAE podríamos esperar encontrar el 16% de la superficie de cada cultivo si no hubiera un sesgo agroecológico, es decir, el coeficiente de esos porcentajes

argeninas, una agroecología bastante homogénea. El patrón espacial de los rendimientos del maíz es la antítesis del observado en el caso del trigo, ya que existe una disparidad espacial mucho más significativa. Una amplia variedad de microregiones están produciendo niveles bastante diferentes de rendimientos a partir de una gama amplia de germoplasmas. La amplia adaptabilidad del germoplasma del maíz parecería permitir a los agricultores producir en forma más competitiva en una diversidad de agroecologías mayor que en el caso del trigo. Sin embargo, según estas observaciones, en América Latina y el Caribe se presentan mayores dificultades para mejorar los cultivos de maíz que los de trigo, ya que existen muchos tipos diferentes de agroecologías que deben considerarse. La comparación de estos datos sobre rendimientos con los promedios mundiales muestra que a mediados de los años noventa, en América Latina y el Caribe los rendimientos promedio han sido superiores a los mundiales sólo en los casos de la yuca, el sorgo y la soja; en este último caso, los rendimientos de la región fueron un 5,0% superiores.

Por último, procuramos mostrar la especificidad de los niveles de productividad por zonas agroecológicas (las zonas se definen en el cuadro 7, junto con los "megadominios" adoptados por el FONTAGRO). Ello constituyó una prueba de la hipótesis de que ciertas tecnologías y productos básicos se adaptan mejor a unos pocos ambientes específicos, lo que ya se ha visto en los rendimientos del trigo antes mencionados. Con este propósito, nuestros mapas de asignación espacial se combinaron con los mapas de las zonas agroecológicas (ZAE) regionales, con el fin de estimar la participación en la producción y la superficie de cada producto básico en cada una de las zonas agroecológicas de la región. Luego estos mapas se superpusieron digitalmente con los límites de los países (véase gráfico 1).

inferior). En 2001, el producto agropecuario por hectárea de la región ascendió a US\$228 (en dólares internacionales de 1989-91) en promedio, pero osciló entre US\$53 en Bolivia y US\$2,504 por hectárea en Barbados. A pesar de la deslucida mejoría experimentada en la productividad de la tierra en el Caribe desde 1961, en 2001 la subregión seguía ocupando el primer lugar en términos del valor del producto agropecuario por hectárea en América Latina y el Caribe. En el período 1961-2001, la productividad de la tierra creció en la región mucho menos rápidamente que en todos los países en desarrollo del mundo.

#### *Una evaluación espacial más detallada del rendimiento de los cultivos*

Más allá de los datos al nivel nacional analizados arriba, puede realizarse una mejor apreciación de la distribución espacial de la producción utilizando los datos disponibles de unidades administrativas de segundo nivel (departamentos y estados) y de tercer nivel (municipios). Se han compilado datos sobre la producción y la superficie cosechada al nivel subnacional en 43 países de América Latina y el Caribe, correspondientes a ocho importantes cultivos: yuca, frijoles secos, maíz, papa, arroz, sorgo, soja y trigo (Pardey y colaboradores, 2001). Al comparar los rendimientos y la superficie cosechada en estos datos más espacialmente desagregados, se encontró un claro patrón bimodal en los rendimientos del arroz: una concentración de la superficie cosechada entre 0,8 y 2,0 toneladas por hectárea (principalmente en Brasil), lo que probablemente refleje el cultivo en condiciones de secano. Una segunda concentración aun-que algo menos marcada entre 3,2 y 5,6 toneladas por hectárea es muy probablemente arroz cultivado con riego. Alrededor de 5,0 millones de hectáreas de trigo (o sea el 61% de la superficie total cultivada de trigo en la región), caen dentro de la categoría de 1,9 a 2,2 toneladas por hectárea. Virtualmente toda esta superficie está ubicada en las pampas

La región del Cono Sur (excluido Brasil) generó consistentemente más producto por trabajador agropecuario que cualquier otra región de América Latina y el Caribe (US\$11.059 por trabajador en 2001, denominados en precios internacionales de 1989-91). Brasil contaba con la productividad de la mano de obra en más rápido crecimiento: 3,9% anual desde 1961. En contraste, el Caribe mostraba el nivel más bajo (US\$1.420 en 2001) y la menor tasa de crecimiento (0,75% anual) de la productividad de la mano de obra.

Las disparidades en la productividad de la mano de obra son aun más pronunciadas entre países. En 2001, en Argentina y Uruguay, con apenas el 10% y el 12%, respectivamente, de la fuerza laboral empleada en la actividad agropecuaria, el producto agropecuario por trabajador agropecuario de los dos países era superior al de cualquier otro país de América Latina y el Caribe, excepto Martinica, específicamente de US\$18.722 (a precios internacionales de 1989-91) por trabajador en Argentina y de US\$10.982 en Uruguay. Ello contrasta marcadamente con los deficientes resultados de Haití en materia de productividad. En ese país (en el que el 64% de la población está empleado en la agricultura) el producto agrícola por trabajador ascendía a apenas US\$275, cifra que no se ha incrementado en cuatro décadas.

También existen marcadas diferencias espaciales en la productividad de la tierra en toda América Latina y el Caribe (cuadro 4, panel

na económicamente activa, masculina o femenina. Dados los datos disponibles, se ignoran las diferencias en la calidad de la tierra y la mano de obra, como son los efectos del cultivo parcial. Las medidas de la tierra en usos toman en cuenta cierta medida los cultivos múltiples utilizando la superficie cosechada en vez de la tierra cultivable para estimar la superficie cultivada (a la cual se agregan las tierras de pastoreo como medida de la superficie de pastoreo para obtener el total de tierras utilizadas en la actividad agropecuaria).

## PRODUCTIVIDAD AGROPECUARIA

### 3

*Productividad de la tierra y la mano de obra*  
En todos los países de América Latina y el Caribe se observan significativas diferencias en cuanto a los niveles y tasas de cambio en la productividad de la mano de obra (cuadro 4)<sup>6</sup>.

realmente se construyen son índices de la productividad de factores múltiples (PFM) que toman en cuenta un importante subconjunto de todos los insumos. En el índice de la PFM se omiten menos insumos que en el índice de la PPF. Las estimaciones de la PFM de la actividad agropecuaria de América Latina y el Caribe son pocas, y en la actualidad están algo desactualizadas, pero todas apuntan en la misma dirección que nuestras medidas de la productividad de la tierra. Armade (1998) encontró que la PFM de crecimiento en más de la mitad de los países de América Latina y el Caribe que estudió; Trueblood (1996) encontró que la productividad disminuyó en el 77% de sus países; Fulginiti y Perini (1998) encontraron que la productividad disminuyó en la mitad de sus países, y Hutchison y Langhman (1999) encontraron que la productividad estaba decreciendo en los seis países caribeños que estudiaron.<sup>6</sup>

Los coeficientes de productividad de la tierra y la mano de obra contenidos en este trabajo se construyeron utilizando mediciones del producto agropecuario bruto (es decir, el producto agrícola y ganadero) con base en las cantidades de producción indicadas en FAO (2003). La medida de la productividad de la tierra es la razón entre el producto bruto y las hectáreas totales dedicadas a la actividad agropecuaria, ya se trate de tierras agrícolas, irrigadas o no, de engorde o de pastoreo. Las medidas de la productividad de la mano de obra son el producto bruto en relación con la población agropecuaria-

Un índice convencional de productividad es una medida de la cantidad de productos dividida por una medida de la cantidad de insumos. Las medidas más ampliamente utilizadas de la productividad expresan un solo producto por unidad de un determinado insumo, como la tierra o la mano de obra. Estos son índices de la productividad parcial de los factores (PPF). La productividad parcial de los factores puede variar como consecuencia de cambios tecnológicos, o cambios en el uso de otros insumos (no mediados). Por lo tanto, un incremento en los rendimientos (PPF de la tierra) podría simplemente reflejar un mayor uso de fertilizantes. Las mediciones más completas de la productividad son escasas, y quizá ahora algo desactualizadas, pero todas apuntan a disminuciones en la productividad multifactorial en la actividad agropecuaria de América Latina y el Caribe.<sup>5</sup>

Una medición más significativa de los cambios en la productividad tiene en cuenta todos los insumos y productos. Ello se traduce en la productividad total de los factores (PTF). En la práctica, los datos disponibles hacen que resulte imposible llegar a un recuento verdaderamente completo de todos los insumos utilizados en la producción, de manera que un índice de la PTF es en realidad una construcción conceptual más bien que una realidad práctica. En cambio, lo que

reforzar o reformular estas importantes fuentes de crecimiento. Es bien conocido el incremento masivo que ha experimentado el comercio mundial en las últimas décadas. La actividad agropecuaria—incluso en América Latina y el Caribe—ha compartido esa expansión del comercio. En términos reales, en la actualidad las exportaciones agropecuarias de la región ascienden a un total de US\$55.400 millones (en dólares de 1997), en comparación con US\$23.000 millones en 1961, o sea una tasa promedio de crecimiento del 1,8% anual. Las importaciones de productos agropecuarios crecieron de US\$6.600 millones en 1961 a US\$29.300 millones en 1997, lo que equivale a una tasa de crecimiento del 3,6% anual, duplicando la tasa de crecimiento de las exportaciones.

A pesar del crecimiento mundial del comercio agropecuario, el comercio de productos mineros y manufactureros se expandió a un ritmo aún más rápido, de manera que las exportaciones agropecuarias decrecieron como proporción del comercio total de mercancías. A principios de los años sesenta, las exportaciones agropecuarias constituían cerca de la mitad de todas las exportaciones de mercancías de la región, mientras que en la actualidad representan apenas una cuarta parte. La participación de las importaciones agropecuarias en el comercio ha pasado del 11% al 14% durante el período de cuatro décadas bajo estudio. Como era de esperarse, Brasil, Argentina y México figuran en forma prominente en la mayoría de los aspectos del comercio agropecuario, representando cerca del 55% de todas las importaciones y el 63% de las exportaciones agropecuarias de la región. Brasil es el principal exportador de productos agrícolas, y México es el principal importador. Argentina exporta más productos ganaderos que cualquier otro país de la región, y sigue a Brasil en términos de productos agrícolas. Es interesante señalar que Uruguay ocupa el tercer lugar en las exportaciones ganaderas.

4 El comercio de mercancías excluye el comercio en servicios y la construcción.

tado en el caso de África subsahariana. En América Latina y el Caribe, la tendencia muestra un incremento rápido en la disponibilidad de alimentos per cápita durante los años sesenta y setenta (0,7% anual) que en las dos décadas subsiguientes (0,2% anual). Para 1997, la gente consumía un promedio de 2.798 calorías per cápita por día en América Latina y el Caribe, nivel cercano a la tasa promedio mundial de 2.782 calorías diarias.

?De dónde provienen esas calorías? En 1961, el maíz era la fuente más importante de calorías (como lo era y sigue siéndolo en el caso de África), representando el 16,3% de la ingestión promedio. Para fines de los años noventa figuraba en segundo lugar, con un 14,1% de las calorías consumidas, siguiendo al azúcar, que se había convertido en la principal fuente de calorías (como lo es en los Estados Unidos, aunque no en Europa occidental). En la actualidad, los frijoles y la yuca como fuente de calorías son menos importantes que a principios de los años sesenta, aunque siguen figurando entre las once fuentes más importantes de calorías. El banano y las papas tampoco ocupan actualmente un lugar importante en la dieta de América Latina y el Caribe, y han dejado de figurar entre las once principales fuentes de calorías. El aceite de soja constituye hoy la quinta fuente más importante de calorías, aunque en 1961 ni siquiera figuraba en la lista de las once principales fuentes de calorías, aunque en 1961 ni siquiera figuraba en la lista de las once principales fuentes de calorías.

La carne de ave se ha incorporado recientemente a la lista, ocupando el noveno lugar en 1997. En términos más generales, a principios de los años sesenta, el 16,2% de la ingestión diaria de calorías de la población de la región provenía de productos animales. Esta proporción se incrementó al 18% a fines de los años noventa, y probablemente continúe creciendo. El comercio permite a los países explotar sus ventajas comparativas y beneficiarse de la especialización. Los cambios técnicos pueden

## TENDENCIAS DE LOS PRODUCTOS BÁSICOS

En el caso de muchos productos básicos, la expansión de la superficie cultivada fue en general más rápida que el crecimiento de los rendimientos. Además, en América Latina y el Caribe los rendimientos agrícolas crecieron a tasas inferiores a las alcanzadas en otros países en desarrollo. Más de la mitad del incremento de la producción puede atribuirse a la expansión de la superficie cultivada de 68 cultivos para los cuales disponemos de datos, mientras que el crecimiento de los rendimientos superó a la expansión de la superficie cultivada en solo 29 cultivos. En sólo 12 de los cultivos en los que el rendimiento tuvo un efecto dominante, dicho rendimiento registró aumentos promedio de más del 2% anual: maíz, cebada, papaya, piña, caqui, semilla de girasol, papa, té, remolacha, tomate, melón, chiles verdes y pimiento.

Nuestros datos sobre participación en el valor muestran los incrementos más espectaculares en el caso de las oleaginosas, específicamente la soja. En 1961, la soja representaba apenas el 0,2% del producto agrícola, mientras que en 2001 representaba el 18% de un producto agrícola total mucho mayor (cuadro 2). Si bien la tecnología desempeñó un papel en este crecimiento, dos importantes factores que lo sustentaron fueron una vigorosa demanda de exportación y un entorno de política favorable (en particular en Brasil, cuya producción de soja representó más del 60% de la producción total de la región en 2001).

La importancia de los productos agrícolas para la elaboración de bebidas (entre ellos el té, el café, el cacao y la hierba mate) se redujo en el producto agrícola de la región. El café, por ejemplo, redujo su importancia de alrededor del 11% en 1961 a aproximadamente el 4,4% en 2001. Entre los diez principales productos ganaderos, los huevos de gallina, la

carne de pavo y de pavo han incrementado desde 1961 su participación en el valor de la producción (cuadro 3). El mayor aumento se registró en el caso de la carne de pollo, que incrementó su participación en el valor del producto ganadero de menos del 3% en 1961 a más del 21% en 2001. Durante el mismo periodo, el valor de la producción de carne vacuna se redujo del 54% al 41% del valor total de la producción ganadera. Nuevamente, Brasil es un gran productor: ocupa el primer lugar en el caso de cinco de los nueve grupos de productos básicos ganaderos analizados.

Para determinar las prioridades en materia de inversiones para investigación, revisen importancia los cambios ocurridos en los patrones demográficos y de consumo. En América Latina y el Caribe viven más de 500 millones de personas. En sólo dos países vive algo más de la mitad de la población de la región: Brasil (33%) y México (19%). También hay un número bastante grande de pequeños países: el 5,2% de la población total vive en 30 de los 46 países de la región, incluidos cuatro países mesoamericanos y 26 países caribeños. En comparación con los estándares mundiales, el crecimiento de la población ha sido bastante elevado, alcanzando un promedio del 2,2% anual después de 1960 (frente a un promedio mundial del 1,8%).

De acuerdo con el Fondo de las Naciones Unidas para Actividades en Materia de Población (FNUAP), la elevada tasa de crecimiento demográfico de la región fue el resultado de su rápida urbanización (FNUAP, 1998). Por su parte, la creciente urbanización se debió a la emigración del campo a las ciudades, que según de Janvry y Sadoulet (2000) constituye en gran medida una manifestación de la difundida pobreza rural que caracteriza a la región. La disponibilidad de alimentos ha mostrado una tendencia ascendente en todas las regiones del mundo, a una tasa razonablemente constante, aunque apenas ha aumen-

ca Latina y el Caribe tampoco han sido satisfactorios en una base per cápita, creciendo a una tasa de sólo un 0,5% por año. Dicha tasa de crecimiento es más rápida que la de África (que se contrajo un 0,6% anual), pero más lenta que las de las otras regiones del mundo. El PIB agropecuario creció más lentamente en los países del Caribe, los países andinos y el Cono Sur, excluyendo Brasil y Chile.

Si se omiten tres países excepcionalmente pequeños (Trinidad y Tobago, St. Kitts y Nevis y Grenada), encontramos un estrecho vínculo entre el PIB agropecuario y el crecimiento del PIB. Los países con economías más robustas en general también muestran sectores agrícolas menos robustos.

La producción agropecuaria de América Latina y el Caribe está concentrada espacialmente: Brasil, Argentina y México producen desde 1961 cerca de dos tercios del producto agropecuario de la región (medido en términos de valor bruto). Típicamente, los diez principales países han representado alrededor del 90% del producto de la región. Brasil es el único país que ha incrementado significativamente su participación en el valor total de la producción agropecuaria de la región (pasando de 0,315 en 1961 a 0,413 a fines de los años noventa).

En la actualidad, la actividad agropecuaria representa una proporción generalmente más pequeña del producto total que en años anteriores<sup>2</sup>. En 2000, el PIB agropecuario alcanzó un promedio de aproximadamente un 7% en América Latina y el Caribe; en 1965 representaba el 17%. Nuevamente, este promedio regional oculta considerables variaciones entre países. La agricultura constituye un

<sup>2</sup> Las excepciones son Jamaica, Chile y Venezuela, en que la participación de la agricultura ha cambiado poco, y Surinam, Guyana y Nicaragua, donde en la práctica la participación del producto agrícola ha crecido desde principios de los años sesenta.

sector mucho más importante en algunos países, especialmente en Guyana (31% del producto total), Nicaragua (32%) y Haití (30%) en 2000. De hecho, los países de América y el Caribe dependen en general más de la agricultura que el resto de la región.

Entre 1961 y 2002, en términos reales el valor del producto ganadero (3,4% anual) creció con más rapidez que el producto agrícola global (2,5% anual, véase el cuadro 1). En el Caribe, el producto agrícola y ganadero se contrajo en el mismo período. A escala regional, los mayores crecimientos sostenidos fueron del 4% anual en el producto agrícola en el Cono Sur, excluido Brasil, y del 4,9% anual en la ganadería en Brasil<sup>3</sup>.

Durante cuatro décadas, la tasa de crecimiento de la región fue de alrededor del 2,9%, mientras que todos los países en desarrollo experimentaron un crecimiento ligeramente superior al 3% anual, y Asia un crecimiento del 3,8%. Incluso África subsahariana logró expandir su producto agropecuario a una tasa ligeramente más rápida que la de América Latina y el Caribe. En los últimos nueve años, el producto agrícola parece haber repuntado en el Cono Sur y se ha mantenido estable en otras regiones, excepto en el Caribe, donde se ha registrado una recuperación del producto agrícola y ganadero, aunque a tasas mucho más modestas que las de la mayor parte de la región.

<sup>3</sup> Con frecuencia, separamos a Brasil porque el tamaño comparativamente grande de su economía lo hace de interés intrínseco, y si se incluye en estas cifras, típicamente domina los totales regionales (subregionales). Los agrupamientos regionales a que aquí se hace referencia incluyen el Cono Sur, que comprende Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay; América, que comprende Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá, y los países andinos, que incluyen Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.



# LA ECONOMÍA AGROPECUARIA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE EN RETROSPECTIVA

2

Resulta instructivo examinar el pasado para analizar el futuro. Asimismo, el futuro se basa inevitablemente en los acontecimientos pasados.

## TENDENCIAS AGREGADAS

En 2000, la región de América Latina y el Caribe produjo US\$2 billones, o sea casi el 6% del PIB mundial (Banco Mundial, 2004). Desde 1965, las economías de la región crecieron en promedio más rápidamente que el promedio mundial, eclipsando la tasa anual de crecimiento de África, Europa occidental y América del Norte, pero no la de Asia oriental y el Pacífico, que creció un 7,9% anual en el período 1980-2000, en comparación con el 2,6% de América Latina y el Caribe.

En 2000, el índice del producto agropecuario agregado de América Latina y el Caribe creció a US\$163.000 millones, en dólares internacionales de 1989-91. Ello representó un aumento de 2,6 veces en un período de 30

años, lo que equivale a una tasa promedio de crecimiento del 2,8% anual<sup>1</sup>. Sin embargo, los resultados del PIB agropecuario de la región (valor agregado agropecuario) han sido medidos en comparación con los estándares mundiales, situándose muy por debajo de la tasa de crecimiento anual correspondiente a todos los países de medianos y bajos ingresos en el período 1980-2000, que fue del 2,7%, pero especialmente de la tasa del 3,9% anual de Asia meridional. Los resultados de Améri-

<sup>1</sup> Las medidas del PIB agropecuario mencionadas aquí son medidas de valor agregado (es decir, valor bruto del producto menos el valor de los insumos adquiridos) tomadas de los datos de las cuentas nacionales y declaradas por el Banco Mundial (1999). En esta sección también mencionamos diversos índices del producto agropecuario (Pardey y colaboradores, 2004). Dichos índices se formaron agregando medidas del producto anual nacional correspondientes a 134 cultivos y 23 categorías de ganado (FAO, 1997), en los que la cantidad de cada producto básico en el índice se pondera en función del respectivo promedio 1989-91 del precio promedio internacional no publicado (denominado en dólares internacionales en base a un índice de la paridad del poder adquisitivo agropecuario no publicada obtenido de la FAO).

# INTRODUCCIÓN

## I

la actividad agropecuaria y por consiguiente las investigaciones que se realizan en estos sectores.

En este documento identificamos una serie de fuerzas fundamentales que moldean la actividad agropecuaria en América Latina y el Caribe, y las investigaciones que se realizan en este campo. Luego ponemos de relieve los cambios resultantes, incluso aquellos relacionados con la producción, la productividad, las políticas públicas y las actividades de investigación y desarrollo. La naturaleza específicamente local de gran parte de las actividades de investigación y desarrollo agropecuario y la fuerte dependencia del sector con respecto a los insumos naturales hacen que resulte especialmente reveladora la evaluación espacial de la actividad agropecuaria, utilizando nuevos datos espaciales. Empleando los mismos datos espaciales se presentan simulaciones económicas que ilustran la importancia de los desbordamientos tecnológicos espaciales enfocados en diferentes cultivos y agroecologías. Las implicaciones de estos desbordamientos se relacionan directamente con los esfuerzos colectivos por financiar, conducir y coordinar las investigaciones en la región.

**E**n toda América Latina y el Caribe, la investigación agrícola está experimentando cambios sustanciales. Ello involucra desplazamientos en el financiamiento público y privado y en la conducción de las actividades de investigación y desarrollo agropecuario, incluso la orientación de las investigaciones. También comprende cambios sustanciales normativos e institucionales en materia de desarrollo y transferencia de las tecnologías utilizadas en los alimentos y la agricultura, incluyendo cambios en el acceso y el uso de tecnologías desarrolladas en otras partes del mundo (entre otras cosas, por los cambios en los regímenes de propiedad intelectual).

Algunos de estos cambios provienen del amplio conjunto de reformas institucionales y de política que han provocado una reevaluación del papel que corresponde al Estado en las actividades de investigación y desarrollo y los montos y las formas de financiamiento de la investigación. Otros derivan de reformas sectoriales, macroeconómicas y de política comercial aun más fundamentadas, que afectan directamente los alimentos y

los regímenes de propiedad intelectual que afectan los incentivos privados para innovar y las decisiones normativas que afectan el comercio y el uso local de las modernas tecnologías agropecuarias.

**Reorientar las actividades de investigación y desarrollo para optimizar las oportunidades de desbordamientos tecnológicos**

Con demasiada frecuencia, las políticas internas sobre investigación y desarrollo están guiadas únicamente por consideraciones internas. El aprovechamiento de tecnologías desarrolladas en otros lugares ha sido un elemento crítico del incremento de la productividad experimentado en el pasado en América Latina y el Caribe, y quizá lo sea aún más en el futuro.

Para beneficiarse de los posibles desbordamientos de las tecnologías de investigación y desarrollo orientadas hacia afuera (tanto públicas como privadas), identificando en primer lugar dónde pueden estar produciendo oportunidades tecnológicas fuera de los sistemas nacionales, y en segundo lugar, desarrollando la capacidad local para adaptar dichas tecnologías a las realidades locales (agroeconómicas). En la medida en que continúa elevándose la escala y el alcance del umbral de ese tipo de investigaciones —colocando de esta manera los programas de investigación y desarrollo fuera de las posibilidades económicas de muchos países de la región— se reforzarán las tendencias, que en gran medida son todavía nacientes al nivel regional, hacia iniciativas de investigación concebidas en forma colectiva (y quizá financiadas en forma conjunta).

sugieren que una mayor —y no una menor— inversión en investigación y desarrollo constituirán una utilización económicamente valiosa de los escasos recursos de la región. En efecto, a medida que se abren los mercados y continúa disminuyendo el respaldo directo de los gobiernos a los productores, el cambio técnico desempeña un papel aún más crítico en el mejoramiento de la competitividad agropecuaria de América Latina y el Caribe.

**Reconocer los respectivos y cambiantes papeles de los sectores público y privado**

Constituye una falacia pensar que el interés privado sustituirá al respaldo público a las actividades de investigación y desarrollo. Con frecuencia, los papeles son complementarios (los países del mundo que cuentan con una sustancial investigación privada también tienen vigorosos sectores públicos de ciencia). No obstante, la conducción, estructura y orientación de la investigación pública no deberá desplazar el interés privado. El prolongado desfase que existe entre la inversión en investigación y desarrollo y los beneficios derivados de esa investigación significa que vale la pena persistir. Pero también resulta crítico anticipar los importantes cambios estructurales en la actividad agropecuaria. El incremento proyectado en la demanda de productos ganaderos, particularmente de carnes blancas (y la demanda derivada de forrajes), el mayor valor de las frutas, hortalizas y otros cultivos hortícolas, así como la demanda de alimentos de mayor valor, tienen implicaciones inmediatas en las políticas sobre investigación y desarrollo, incluso sobre la magnitud del financiamiento público requerido y la orientación de las investigaciones.

agropecuario como porcentaje del PIB agropecuario) eran: menos del 1% en muchos países latinoamericanos, en comparación con un promedio del 2,75% en los países de la OCDE.

### *Bifurcación tecnológica?*

Existen inquietantes indicaciones de una bifurcación de las investigaciones en toda la región. Los países más ricos pueden estar realizando suficientes inversiones para mantenerse en la carrera (aunque incluso en este caso las tendencias no son totalmente convencientes, ya que en los últimos años en muchos de estos países se ha observado una desaceleración de las inversiones), pero los países más pobres parecen estar quedándose atrás, tanto en términos de su capacidad para generar nuevas tecnologías ahora y continuar haciéndolo en el futuro.

### MIRANDO HACIA EL FUTURO

Las nuevas proyecciones globales sobre la demanda y la oferta de alimentos utilizando datos nacionales indican que para 2020, la demanda de cereales en América Latina y el Caribe (principalmente de trigo, arroz, maíz y sorgo) se incrementará un 50%, gran parte de la cual puede satisfacerse mediante un aumento de la oferta interna, reduciendo el reciente y rápido crecimiento de las importaciones netas de cereales. Probablemente la demanda de carne y granos para forraje continúe aumentando en forma más rápida que la demanda de cultivos alimentarios. Las exportaciones de carne probablemente se incrementen en su cantidad, pero disminuyan en términos de valor, en la medida en que los productos avícolas más baratos sustituyan la carne de cerdo, de mayor valor. En América Latina y el Caribe, la expansión del comercio total, que se proyecta habrá de duplicarse para 2020, podría ser superada sólo por la expansión proyectada para los Estados Unidos. Es importante señalar que estas proyecciones gene-

ralmente positivas suponen robustas inversiones en riego, investigación agropecuaria, caminos rurales y educación en toda la región.

Un examen más detallado del posible impacto local y de desborde de las nuevas tecnologías entre las diferentes agroecologías de América Latina y el Caribe muestra que los beneficios económicos del incremento de la productividad inducido por las actividades de investigación y desarrollo en ocho cultivos de importancia regional se distribuirá en forma desigual. Mientras que los países del Cono Sur serán los que más se beneficien en seis de esos ocho productos básicos, los países de Mesoamérica captarán la mayor parte de los beneficios del mejor rendimiento del sorgo, y los países andinos de la mayor productividad de la papa. Pero ello involucra compensaciones y economías de escala, y existe margen para considerar que es preferible dejar ciertas investigaciones a los organismos nacionales, y otras a la acción colectiva entre países.

La gran importancia que revise un adelanto técnico continuado, e incluso mayor, en el logro de una mayor seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe y el cumplimiento de los objetivos generales de desarrollo, nos conduce a las implicaciones claves de política de nuestras comprobaciones:

### *Reinvertir y revitalizar la capacidad local de investigación y desarrollo agropecuario*

Sin una suficiente capacidad local de inversión y desarrollo, el resultado será un estancamiento—e incluso una regresión—de la tecnología. Tal estancamiento se traduce en una menor participación en el mercado, menores ingresos de los agricultores latinoamericanos, y una menor contribución de la actividad agropecuaria al crecimiento económico global. Revise fundamental importancia revertir las actuales tendencias descendentes en el financiamiento de estas actividades en toda la región. Ciertamente, las evidencias

coeficientes de importación-exportación agropecuaria decrecieron en 29 (73%) de los países de la región. Las importaciones estuvieron dominadas por los cereales (trigo, maíz, arroz y sorgo), la mitad de los cuales se dirigió a Brasil, Argentina y México.

Durante los años noventa, las principales exportaciones fueron las de soja, frutas, productos agrícolas para la elaboración de bebidas, las exportaciones de azúcar y productos para la elaboración de bebidas se contrajeron en forma marcada en los años noventa, en comparación con los ochenta. Brasil, Argentina y México representan prácticamente las dos terceras partes de las exportaciones agrícolas de la región. Dichos cambios son congruentes con la comprobación acerca de la apertura de los mercados de la región, al mismo tiempo que la competitividad de muchos de sus productores se ha visto afectada por las recientes reducciones en la infraestructura, las actividades de investigación y desarrollo, y posible-

### ***Las inversiones en investigación y desarrollo agropecuario son bajas, desiguales y en general vacilantes***

El gasto público en investigación y desarrollo agropecuario fue insuficiente en los años ochenta, aunque en algunos países repuntó durante la primera mitad de los años noventa. La recuperación parece frágil y no se distribuye ampliamente en toda la región. En países como Brasil y Colombia, en los que los resultados fueron satisfactorios a principios de los años noventa, las investigaciones públicas sufrieron cortes en la última parte de la década. En muchos de los países más pobres (y pequeños) el financiamiento no ha experimentado un crecimiento sostenido en las últimas décadas. Además, para mediados de los años noventa, los coeficientes de intensidad de investigación en América Latina y el Caribe (gasto público en investigación y desarrollo

na al consumo de animales en América Latina y el Caribe.

### ***El crecimiento rápido de los sectores agropecuarios se ha beneficiado de los desbordamientos tecnológicos***

En todo el mundo, las evidencias indican que los desbordamientos espaciales de las tecnologías agropecuarías han representado la mitad o más de la totalidad del crecimiento medido de la productividad. A primera vista, las evidencias sugieren que lo mismo ha ocurrido en América Latina y el Caribe. Los productos básicos de mayor crecimiento en los sectores agrícola y ganadero (soja y carne de pollo) constituyen ejemplos obvios. En Brasil, las nuevas evidencias indican que más del 20% de los US\$12,500 millones en beneficios derivados de las variedades mejoradas de soja desde 1981 pueden atribuirse al efecto de desborde de la tecnología proveniente de los Estados Unidos.

### ***Variabilidad en la contribución del rendimiento de las cosechas***

En la mayor parte de los cultivos, la expansión de la superficie cultivada contribuyó al mayor producto más que el crecimiento de los rendimientos. La desagregación espacial de los datos revela que los rendimientos en rápido crecimiento se produjeron en los casos en que el rendimiento ya era elevado, y que en aquellos casos en que éste era inicialmente bajo, el crecimiento de los rendimientos fue lento. Ello es congruente con la noción de que los sistemas más desarrollados de investigación y desarrollo han podido captar más y utilizar más adecuadamente las oportunidades de desborde tecnológico hacia la región.

### ***Los patrones del comercio se desplazaron hacia las importaciones***

Durante los últimos cuarenta años, las importaciones han representado una mayor proporción del comercio agropecuario total en los países de América Latina y el Caribe. Los

go, estas medidas han sido generalmente moderadas en los últimos años, con la importante excepción del arroz.

***A largo plazo, el ritmo de crecimiento de la ganadería ha sido superior al de los cultivos***

De acuerdo con nuestra observación acerca de las cambiantes tendencias en la demanda de alimentos, el ritmo de crecimiento del 3,4% anual en el sector ganadero fue superior al crecimiento del 2,5% anual registrado en el sector de cultivos (1961-2002). Ambos sectores crecieron menos en América Latina y el Caribe que en el conjunto de los países en desarrollo. Durante los últimos diez años, sin embargo, el producto agrícola se ha incrementado, y en la actualidad ambos sectores crecen a una tasa de más del 3% anual. El crecimiento a largo plazo del producto ganadero de Brasil ha sido espectacular: 4,9% anual durante el período 1961-2002. En cambio, en el Caribe, recién en los últimos años el producto agrícola y ganadero ha experimentado un crecimiento positivo sostenido.

***La carne de pollo mostró los mejores resultados en el sector ganadero y la soja entre los cultivos***

En 1961, la carne de pollo y la soja representaron el 2,6% y el 0,2% del producto ganadero y agrícola, respectivamente; para 2001, dichos porcentajes se habían incrementado al 18% y al 21% por ciento. La importancia de otros productos básicos ha decrecido, incluso la carne de res y de ternera, la yuca, el certero y el cordero, junto con cultivos tradicionales de exportación como el café y el banano.

***Vigoroso crecimiento de la demanda de forrajes***

La creciente producción de carne de animales —especialmente de pollo y pavo— ha estimulado la demanda de forrajes. En la actualidad, casi la mitad de la producción de yuca, cerca del 60% de la cosecha de maíz y prácticamente la totalidad de la cosecha de sorgo se desti-

rio y el crecimiento económico global en América Latina y el Caribe, y en consecuencia probablemente los modestos resultados de la actividad agropecuaria en la región hayan limitado el crecimiento económico global.

***Deficientes resultados en materia de productividad***

Si bien las evidencias son limitadas, la revisión de los estudios empíricos sobre la productividad agropecuaria agregada en la región indica una disminución generalizada de la “productividad multifactorial” desde los años sesenta. Algunos autores han sugerido que en ciertas partes de América Latina y el Caribe se ha observado una “regresión técnica”, típicamente una disminución del producto agregado y el mantenimiento del costo total de producción.

***Modestos avances en la productividad de la tierra y la mano de obra***

Si bien en América Latina y el Caribe la productividad de la tierra y la mano de obra ha crecido a tasas moderadas durante las últimas cuatro décadas, la productividad de la mano de obra (2,3% anual desde 1961) ha crecido ligeramente más que la productividad de la tierra (2,2% anual). Dentro de América Latina y el Caribe, el mayor crecimiento de la productividad de la tierra se registró en México y Brasil después de 1960. Ambos países han representado regularmente casi las dos terceras partes del gasto regional en inversión agropecuaria realizado en la región.

***Menor intervención del gobierno en la actividad agropecuaria***

En los sectores de la ganadería y los principales cultivos, las políticas evolucionaron en forma similar. Con frecuencia, los productores se beneficiaron de reducciones arancelarias sobre los insumos, respaldo directo a los precios y/o medidas sanitarias y fitosanitarias, mientras que los precios al consumidor estuvieron sujetos a ciertos controles. Sin embar-

## ASPECTOS FUNDAMENTALES

### *Restricciones presupuestarias y políticas de liberalización del comercio*

Desde mediados de los años ochenta, las políticas macroeconómicas y sectoriales que restringen los presupuestos han limitado los fondos públicos para actividades de investigación y desarrollo agropecuario e infraestructura rural, precisamente cuando estas inversiones que promueven la productividad habrían permitido a los productores nacionales competir mejor internacionalmente frente a los cambios de política favorables a la liberalización del comercio.

### *Rápido crecimiento y cambiantes estructura de la demanda de alimentos*

El crecimiento de la población total, los ingresos y la urbanización son los principales determinantes del crecimiento de la cantidad y el tipo de alimentos demandados. Durante las últimas cuatro décadas se ha observado un elevado crecimiento de la población y de los ingresos en comparación con otras regiones, y la proporción de la población total de América Latina y el Caribe que vive en zonas urbanas hace que la región se parezca más a los Estados Unidos y Europa occidental que a otras regiones en desarrollo. Estos cambios han contribuido a la creciente demanda de alimentos de mayor valor, más procesados, diversos y "saludables". En la medida en que han continuado incrementándose las ventas minoristas de alimentos, los supermercados se han convertido en los elementos dominantes de la economía agroalimentaria (actualmente representan alrededor del 50% al 60% de las ventas agroalimentarias de la región, en comparación con apenas un 10% o un 20% hace apenas una década).

### *Proximidad a los Estados Unidos*

Este hecho no sólo ha tenido obvias, numerosas y económicamente importantes consecuencias para el empleo y el comercio agro-

pecuario de América Latina y el Caribe, sino también consecuencias menos obvias, aunque igualmente significativas, en cuanto a los "desbordes" de tecnologías agropecuarias estadounidenses hacia la región. Sin embargo, esa proximidad espacial es una espada de dos filos. Así como la cercanía promueve los desbordes tecnológicos hacia la región, también hace que sus productores sean más vulnerables a la competencia de los productores estadounidenses.

### *Buena aptitud para la actividad agropecuaria pero persistentes restricciones de recursos*

Con frecuencia, en América Latina y el Caribe los resultados de la actividad agropecuaria han frustrado la base generalmente favorable de recursos naturales para dicha actividad en la región. Sin embargo, la inherente baja fertilidad de los suelos de las sabanas tropicales ha obstaculizado el crecimiento en esas zonas. Además, la erosión de los suelos en las laderas densamente pobladas y cultivadas, especialmente en Centroamérica y las regiones andinas, continúa amenazando la productividad agrícola a largo plazo.

Estos aspectos fundamentales han moldeado el entorno para la actividad agropecuaria y las actividades de investigación y desarrollo agropecuario y han impulsado importantes cambios sectoriales en el período 1960-2001, que señalamos a continuación.

## PRINCIPALES CAMBIOS

### *Un crecimiento agropecuario saludable aunque mediocre que ha contribuido a la lentitud del crecimiento económico*

El crecimiento de la producción agropecuaria en la región—del 2,9% anual durante el período 1961-2002—ha sido superado por el crecimiento en otras regiones en desarrollo del mundo. Aparentemente existen fuertes vinculaciones entre el crecimiento agropecua-

## RESUMEN EJECUTIVO

Las opciones de subsistencia rural siguen constituyendo un importante desafío en materia de desarrollo social y económico para los gobiernos de toda América Latina y el Caribe (ALC). Si bien las actividades agropecuarias continúan siendo la principal actividad de las economías rurales de la región, durante las últimas décadas el producto agropecuario ha crecido más lentamente en América Latina y el Caribe que en otras regiones en desarrollo. Con frecuencia, este hecho se ha adjudicado a las deficientes políticas macroeconómicas. Pero dentro y fuera de la región existen evidencias de que un crecimiento agropecuario persistente y vigoroso y los consiguientes beneficios para las comunidades rurales y el progreso económico, dependen en gran medida de que se preste un apoyo suficiente y sostenido a las actividades de investigación y desarrollo agropecuario.

La respuesta a estos aspectos de política requiere una apreciación del estado actual y las perspectivas de la demanda de alimentos y la oferta agropecuaria en América Latina y el Caribe. Consideremos en primer lugar los aspectos fundamentales que han impulsado los cambios que se describen posteriormente. Pero subsisten importantes interrogantes de política pública en cuanto al financiamiento y los resultados de la investigación y el desarrollo. Precisamente ¿cuánto debe gastarse, y quién debe hacerlo? ¿Qué papel deben desempeñar los sectores público y privado, y qué regímenes normativos y de política pueden optimizar mejor dicho papel? En qué medida los países de América Latina y el Caribe deben depender de tecnologías y el Caribe deben depender de tecnologías desarrolladas en otros lugares? ¿Cómo puede aprovecharse ese potencial de desborde tecnológico, y en qué forma la cambiante naturaleza de las actividades agropecuarias y (especialmente) de las ciencias biológicas afecta el alcance, la escala y la estructura de las investigaciones locales frente a las investigaciones realizadas por otros?

La respuesta a estos aspectos de política requiere una apreciación del estado actual y las perspectivas de la demanda de alimentos y la oferta agropecuaria en América Latina y el Caribe. Consideremos en primer lugar los aspectos fundamentales que han impulsado los cambios que se describen posteriormente.

En América Latina y el Caribe, así como en otros lugares, las inversiones en investigación y desarrollo agropecuario han mostrado un alto rendimiento, y no existen evidencias de que dicho rendimiento haya disminuido a lo largo del tiempo, lo que sugiere que un mayor financiamiento, y no un menor financiamien-



El presente documento es un resumen e interpretación del libro titulado *Assessing Agricultural R&D Priorities and Prospects in Latin America and the Caribbean*, Washington, D.C.: BID e IFPRI, 2004, en prensa. Ha sido preparado por el IFPRI en coordinación con el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) para la Mesa Redonda sobre Competitividad Rural en ocasión de la Reunión Anual de la Asamblea de Gobernadores del BID que se celebró el 25 de marzo de 2004 en el Museo de la Nación en Lima, Perú.

Los autores agradecen a Julian Alston, Connie Chan-Kang, César Revoredo, Kate Sebastian y Liang You, cuya colaboración a su próximo libro permitió la preparación de este documento, y expresan su particular reconocimiento a Ulrike Wood-Sichra, que diestramente reunió muchas de las cifras de este informe.

PANORAMA ESTRATÉGICO  
DEL SECTOR AGROPECUARIO  
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

---

REED HERTFORD\*  
PHILIP G. PARDEY  
STANLEY R. WOOD

\* Reed Hertford es Presidente de la Compañía EAM Company, de Chatham, Massachusetts; Philip Pardey es profesor de políticas de ciencia y tecnología en el Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Minnesota, y Stanley Wood es científico principal en el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria (International Food Policy Research Institute - IFPRI). Los nombres de los autores figuran en orden alfabético.

universidades y las empresas del sector privado para evitar la duplicación de esfuerzos.

Iglesias apuntó al FON-TAGRO como una iniciativa particularmente prometedor. Desde su lanzamiento en 1998, este fondo con sede en el BID ha otorgado 7 millones de dólares para financiar 35 proyectos de investigación y ha reunido 23 millones de dólares en fondos de contrapartida para esos fines. Se han realizado trabajos sobre el aumento de la eficiencia, desarrollo ambiental y social, competitividad, diseño y gestión de políticas agrarias y fortalecimiento institucional. Doce países de la región son miembros de FONTAGRO.

El presidente del BID también describió una nueva iniciativa en la cual el BID financiará con el Banco Mundial programas de investigación y gestión de recursos, en los cuales colaborarán el CGIAR y centros nacionales.

### APOYOS PARA FONTAGRO

Por su parte, el director ejecutivo del CGIAR, Ian Johnson, destacó el enorme impacto que ha tenido la tecnología en incrementar la producción agrícola. Sin embargo enfatizó que el sector agrícola no debe ser visto únicamente como un motor para el crecimiento económico sino como una fuente

de empleo e ingresos para productores de escasos recursos y un factor fundamental para la protección ambiental.

Institó a aumentar el capital del fondo, que cuenta con 33 millones de dólares, y puso crear una estrecha relación de trabajo entre los centros del CGIAR y el sector privado.

La mesa redonda se organizó para destacar los dramáticos cambios que han ocurrido en el sector rural de la región en décadas recientes. Los expositores enumeraron los desafíos que presentan la liberalización del comercio, los subsidios, los regímenes de propiedad intelectual, la privatización de servicios de extensión rural, los cambios en los sistemas nacionales de investigación y el aumento de la competencia.

Johnson llamó a reducir las barreras comerciales a los productos agrícolas, señalando que castigan a los países en vías de desarrollo y reducen las oportunidades disponibles a los pequeños agricultores para innovar. En el cierre del seminario, el gerente del Departamento de Desarrollo Sostenible de BID, Carlos M. Jarque, propuso la formación de redes de investigación y alianzas entre el sector privado, las universidades y las instituciones nacionales e internacionales.

En referencia al FONTAGRO, Jarque señaló: "Esta- mos absolutamente convencidos de que una gran innovación en este campo es contar con un fondo regional de financiamiento al desarrollo tecnológico que responda a la diversidad de



# PRESIDENTE DEL BID INSTA A AUMENTAR RECURSOS PARA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN AMÉRICA LATINA

Se necesitan nuevas

tecnologías para

aumentar la

productividad,

reducir la pobreza

rural y proteger el

medio ambiente



De derecha a izquierda: Enrique Iglesias, Presidente del BID; Ian Johnson, Vicepresidente del BID; y Jesús de los Santos, Subsecretario de Estado de Agricultura, Rep. Dominicana

de alimentos representa más de 30 por ciento del

producto bruto regional. En

algunos países, más de 40

por ciento de las exportacio-

nes son de origen agropecua-

rio. Sin embargo, señaló, se

da la contradicción de que

apenas 0,5 por ciento del

valor de la producción agri-

cola se destina a la investi-

gación.

América Latina y el Caribe

tienen las instituciones nece-

sarias para contrarrestar este

déficit de inversión en cien-

cia y técnica, agregó el pre-

sidente del BID. Ahora se

necesita coordinar más es-

trechamente las iniciativas

de los centros de investiga-

ción, las fundaciones, las

de la XLV reunión anual de

la Asamblea de Gobernado-

res del Banco Interamerica-

no de Desarrollo.

Participaron en el evento

ministros de agricultura y

representantes del sector

privado, instituciones inter-

nacionales y el mundo aca-

démico, incluyendo expertos

del Grupo Consultivo para

Investigación Agrícola In-

ternacional (CGIAR) y el

Fondo Regional de Tecnolo-

gía Agropecuaria FON-

TAGRO. Según Iglesias,

más de 30 por ciento de la

población de la región traba-

ja en el sector primario,

mientras que la producción

Iglesias formuló ese comen-

tario al inaugurar una mesa

redonda sobre la competi-

tividad rural y la innovación

tecnológica en la agricultura

latinoamericana y caribeña

que se celebró con motivo

del BID, Enrique V.

ambiente, afirmó hoy el pre-

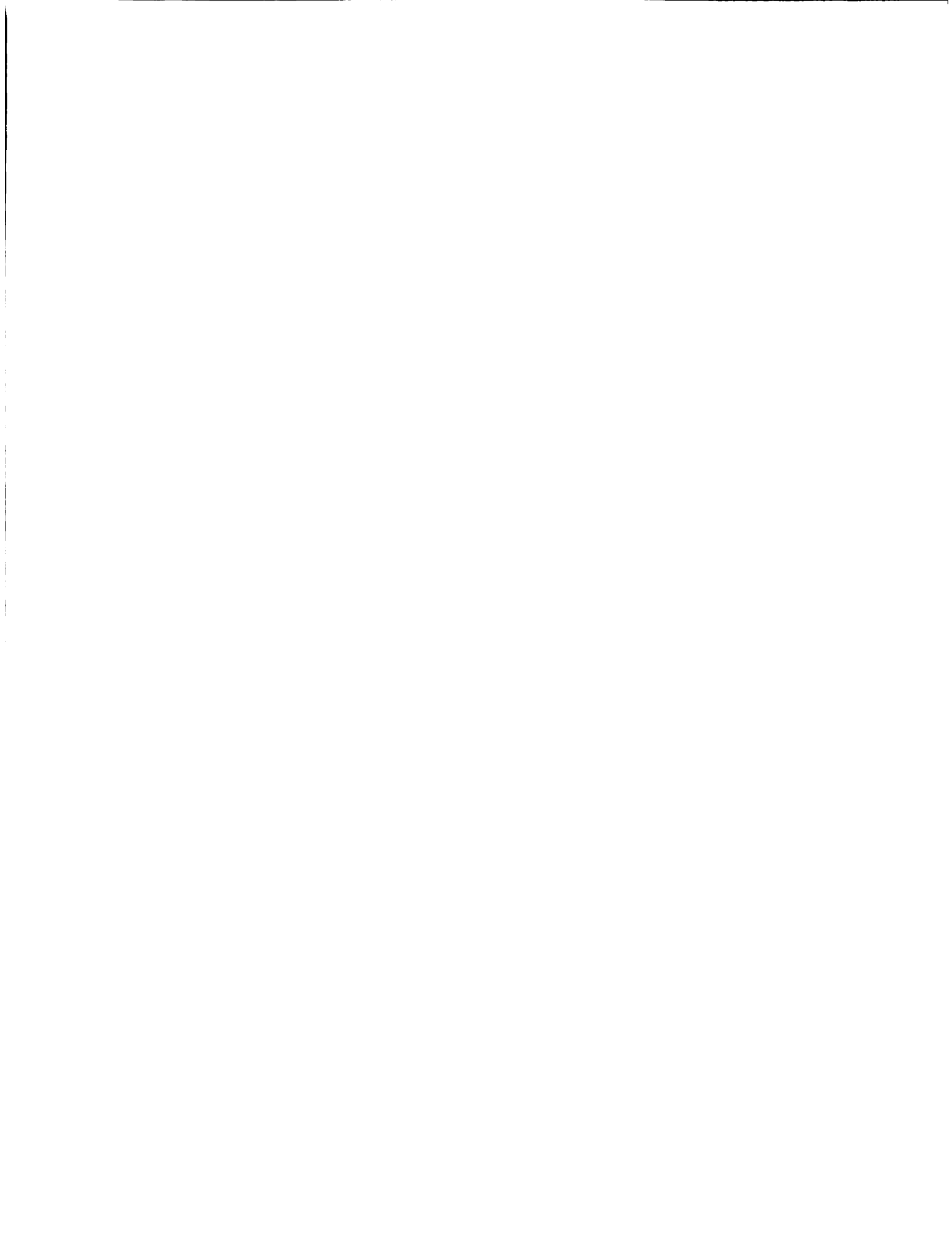
rural y proteger el medio

nales, reducir la pobreza

tir en mercados internacio-

vas tecnologías para compe-

ca" en el desarrollo de nue-



# PRESIDENTE DEL BID INSTA A AUMENTAR RECURSOS PARA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN AMÉRICA LATINA

Se necesitan nuevas

tecnologías para

aumentar la

productividad,

reducir la pobreza

rural y proteger el

medio ambiente



De derecha a izquierda: Enrique Iglesias, Presidente del BID; Ian Johnson, Vicepresidente del BID; y Jesús de los Santos, Subsecretario de Estado de Agricultura, Rep. Dominicana

de alimentos representa

más de 30 por ciento del

producto bruto regional. En

algunos países, más de 40

por ciento de las exportacio-

nes son de origen agropecua-

rio. Sin embargo, señaló, se

da la contradicción de que

apenas 0,5 por ciento del

valor de la producción agri-

cola se destina a la investi-

gación.

América Latina y el Caribe

tienen las instituciones nece-

sarias para contrarrestar este

déficit de inversión en cien-

cia y técnica, agregó el pre-

sidente del BID. Ahora se

necesita coordinar más es-

trchamente las iniciativas

de los centros de investiga-

ción, las fundaciones, las

de la XLV reunión anual de

la Asamblea de Gobernado-

res del Banco Interamerica-

no de Desarrollo.

Participaron en el evento

ministros de agricultura y

representantes del sector

privado, instituciones inter-

nacionales y el mundo aca-

démico, incluyendo expertos

del Grupo Consultivo para

Investigación Agrícola In-

ternacional (CGIAR) y el

Fondo Regional de Tecnolo-

gía Agropecuaria FON-

TAGRO. Según Iglesias,

más de 30 por ciento de la

población de la región traba-

ja en el sector primario,

mientras que la producción

LIMA - América Latina y el

Caribe necesitan aumentar

los recursos para a la inves-

tigación agrícola para supe-

rar una "sub-inversión cróni-

ca" en el desarrollo de nue-

vas tecnologías para compe-

tir en mercados internacio-

nales, reducir la pobreza

rural y proteger el medio

ambiente, afirmó hoy el pre-

sidente del BID, Enrique V.

Iglesias.

Iglesias formuló ese comen-

tario al inaugurar una mesa

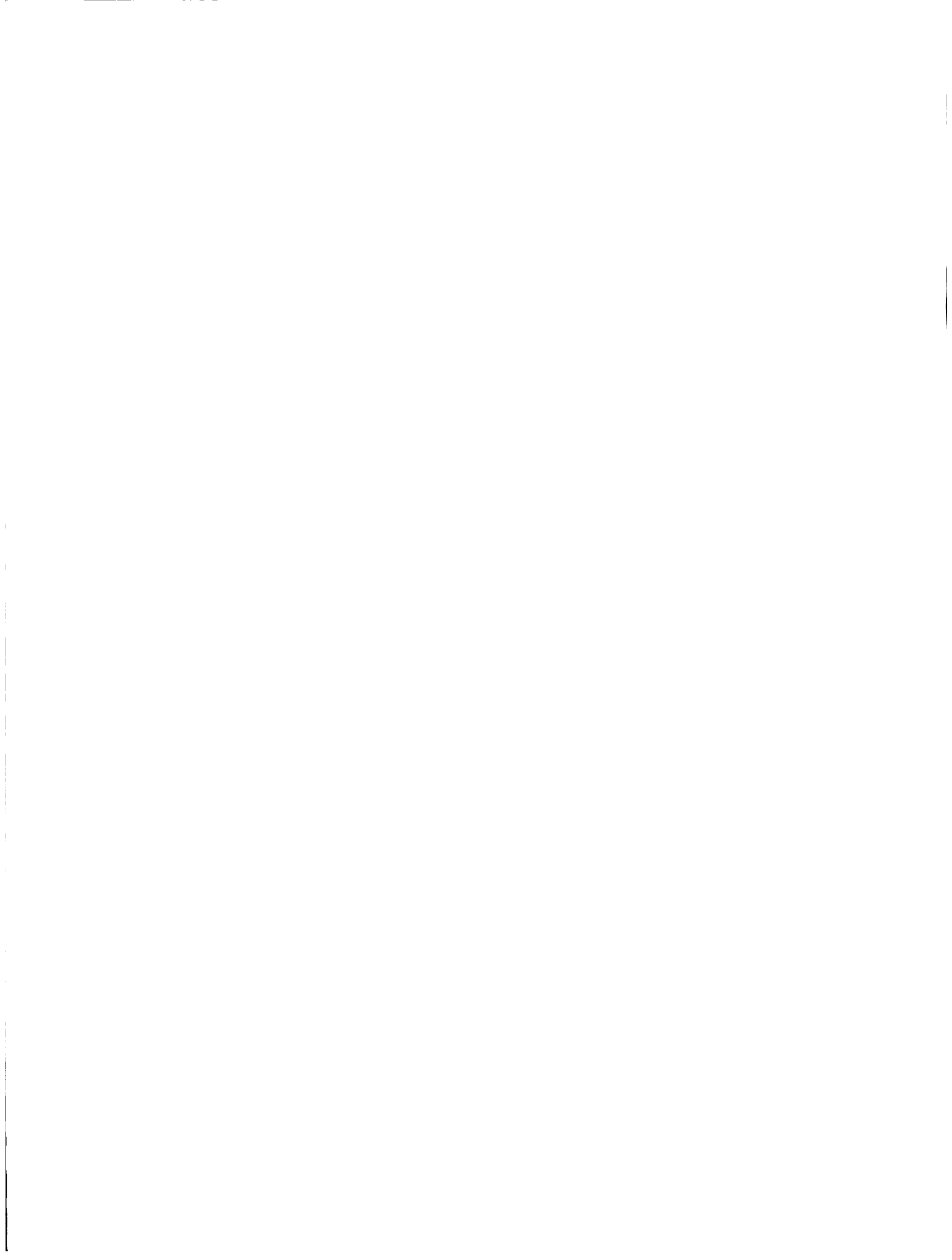
redonda sobre la competitivi-

dad rural y la innovación

tecnológica en la agricultura

latinoamericana y caribeña

que se celebró con motivo



# INTRODUCCIÓN

La Reunión Anual de la Asamblea de Gobernadores del Banco Interamericano de Desarrollo y de la Corporación Interamericana de Inversiones tuvo lugar en marzo del 2004 en Lima, Perú. Como parte de las actividades programadas, el jueves 25 de marzo se llevó a cabo la mesa redonda *Competitividad rural: Retos, Oportunidades y Recursos para la Innovación Tecnológica Agrícola en América Latina y el Caribe* la cual fue inaugurada por el Sr. Enrique Iglesias Presidente del BID y el Sr. Ian Johnson, Vice-presidente del Banco Mundial.

La actividad incluyó una presentación sobre competitividad y tendencias de productividad agrícola, una presentación sobre inversiones estratégicas en bienes públicos regionales, una mesa redonda sobre el financiamiento de innovación tecnológica, moderada por el Sr. Carlos Jarque, Gerente del Departamento de Desarrollo Sostenible del BID y una sesión de actualización sobre el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, coordinada por el Dr. Nicolás Mateo de FONTAGRO.

Los documentos presentados, cuyas referencias se indican seguidamente, se incluyen en esta publicación como una contribución al pensamiento sobre los temas de competitividad, productividad e inversiones en bienes públicos regionales.

Hertford, R., P. G. Pardey y S. R. Wood. 2004. *Panorama Estratégico del Sector Agropecuario en América Latina y el Caribe: Perspectivas de Investigación y Desarrollo*. IFPRI, BID, FONTAGRO. 51 p.

Avila, A. F. Y R. E. Evenson. 2004. *El Crecimiento de la Productividad Total de los Factores en la Agricultura: El Papel del Capital Tecnológico*. Universidad de Yale, EMBRAPA, FONTAGRO. 43 p.

El Consejo Directivo y la Secretaría Técnica Administrativa del Fondo desean expresar su agradecimiento a los autores y las instituciones involucradas en dichos trabajos de investigación por darlos a conocer en una oportunidad tan significativa. La edición y traducción la llevó a cabo la Secretaría Técnica Administrativa (STA) del FONTAGRO. Cualquier error debe ser atribuido exclusivamente a la STA.





# ÍNDICE

|      |    |  |
|------|----|--|
| Pag. | 5  | Introducción .....   |
|      | 7  | Nota de Prensa .....   |
|      | 9  | Panorama Estratégico del Sector Agropecuario en América Latina y el Caribe: Perspectivas de Investigación y Desarrollo .....   |
|      | 11 | Resumen Ejecutivo .....  |
|      | 17 | 1. Introducción .....  |
|      | 18 | 2. La Economía agropecuaria de América Latina y el Caribe en retrospectiva .....   |
|      | 22 | 3. Productividad agropecuaria .....  |
|      | 26 | 4. Evolución institucional y de políticas .....  |
|      | 30 | 5. Investigación agropecuaria .....  |
|      | 32 | 6. Perspectivas espaciales del sector agropecuario en América Latina .....   |
|      | 36 | 7. Evaluaciones estratégicas de los efectos locales y de desborde de las actividades de investigación y desarrollo .....   |
|      | 40 | 8. Implicaciones de la innovación .....  |
|      | 42 | Bibliografía .....   |
|      | 44 | Apendices .....  |
|      | 55 | Crecimiento de la Productividad Total de los Factores en la Agricultura: El Papel del Capital Tecnológico .....  |
|      | 57 | 1. Introducción .....  |
|      | 58 | 2. Métodos .....   |
|      | 62 | 3. Estimaciones de la PTF por regiones y países .....  |
|      | 69 | 4. Definición del capital tecnológico .....  |
|      | 73 | 5. Cambios en el capital tecnológico .....   |
|      | 75 | 6. Crecimiento de la PTF, rendimiento de los cereales, consumo de fertilizantes, valor agregado por trabajador y crecimiento del PIB per y capital tecnológico ..... |
|      | 78 | 7. Determinantes del crecimiento de la PTF: Descomposición estadística .....   |
|      | 82 | 8. Implicaciones para políticas .....  |
|      | 85 | Bibliografía .....   |
|      | 87 | Apendices .....  |

**FONTAGRO**  
**FONDO REGIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA**  
**SECRETARIA TECNICA-ADMINISTRATIVA**  
**Banco Interamericano de Desarrollo**  
1300 New York Avenue, NW, Stop W0510  
Washington, DC, 20577  
Tel: 1 (202) 623-3876 – Fax: 1 (202) 623-3968  
E-mail: [fontagro@iadb.org](mailto:fontagro@iadb.org) - [www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)

00008575

# DOCUMENTOS

## DE LA MESA REDONDA

### SOBRE COMPETITIVIDAD RURAL

25 de marzo de 2004 Lima - Perú

Perspectivas de investigación  
y desarrollo del sector  
agropecuario

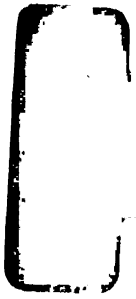
REED HERTFORD  
PHILIP G. PARDEY  
STANLEY R. WOOD

El papel del  
capital tecnológico  
en la agricultura

FLAVIO AVILA  
R.F. EVENSON

Informe especial No. 6

Diciembre, 2004



Diciembre, 2004

Informe especial N° 6

A. FLAVIO AVILA  
R. E. EVENSON

El papel del  
capital tecnológico  
en la agricultura

REED HERTFORD  
PHILIP G. PARDEY  
STANLEY R. WOOD

Perspectivas de investigación  
y desarrollo del sector  
agropecuario

25 de marzo, 2004 Lima - Perú

DOCUMENTOS  
DE LA MESA REDONDA  
SOBRE  
COMPETITIVIDAD RURAL

