AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
WASHINGTON, D. C. 20523

BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET

FOR AID USE ONLY

1. SUBJECT CLASSIFICATION

A. PRIMARY: Agriculture — AE10-0000-G514

B. SECONDARY: Agricultural economics--Brazil

2. TITLE AND SUBTITLE

Farm mechanization--productivity,employment,and cost: the Brazil case

3. AUTHOR(S)

Rask,Norman; Stitzlein,John

4. DOCUMENT DATE: 1973

5. NUMBER OF PAGES: 41p.

6. ARC NUMBER: ARC BR338.016.R225

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

Ohio State

8. SUPPLEMENTARY NOTES (*Sponsoring Organization, Publishers, Availability*)

(Presented at Annual meeting,Am.Soc.of Agr.Engineers,Lexington,Ky. Paper no.73-514)
(In English and Portuguese)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER: PN-RAA- 353

11. PRICE OF DOCUMENT

12. DESCRIPTORS

Agricultural machinery
Brazil
Employment
Production

13. PROJECT NUMBER

14. CONTRACT NUMBER: CSD-2501 Res.

15. TYPE OF DOCUMENT

AID 590-1 (4-74)

PAPER NO. 73-514

FARM MECHANIZATION - PRODUCTIVITY, EMPLOYMENT AND COST - THE BRAZIL CASE

by

Norman Rask
Professor
Ohio State University
Columbus, USA

John N. Stitzlein
Assistant Professor
Community Resource Development
Cooperative Extension Service
Columbus, USA

For presentation at the 1973 Annual Meeting
AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS

University of Kentucky
Lexington, Kentucky
June 17-20, 1973

SUMMARY:

During the decade of the sixties, mechanization of agriculture in Southern Brazil proceeded at a rapid pace, fueled by favorable government policies. This paper examines the economic consequences of this impact on productivity, employment and production costs.

American Society of Agricultural Engineers
St. Joseph, Michigan 49085

Papers presented before ASAE meetings are considered to be the property of the Society. In general, the Society reserves the right of first publication of such papers, in complete form. However, it has no objection to publication, in condensed form, with credit to the Society and the author. Permission to publish a paper in full may be requested from ASAE, P.O. Box 229, St. Joseph, Michigan 49085. The Society is not responsible for statements or opinion advanced in papers or discussions at its meetings.

Farm Mechanization - Productivity, Employment and Cost - The Brazil Case*

by
Norman Rask and John Stitzlein**

The potential and desirability of farm mechanization as an agricultural development technique is widely debated. Mechanization is often viewed as a process for substituting scarce capital of unskilled labor, normally an abundant resource in developing agriculture. Others argue that mechanization increases labor use, reduces unit cost of production and increases agricultural productivity. In the midst of this controversy, mechanization in Brazil is proceeding at a rapid pace, especially in the South.

The purpose of this paper is to examine the principle arguments for and against mechanization as a development strategy and test these assumptions within the context of Brazilian agriculture. Three areas from Southern Brazil are selected to depict the process of mechanization and its effect on agricultural employment, productivity, and production cost. An attempt is also made to interpret the effects of various policy instruments on inducing mechanization.

Arguments For and Against Mechanization

There are basically two arguments against the mechanization of agriculture in LDC's. First, some argue that social costs are too high in terms of mechanization's use of scarce capital resources. Secondly, it is felt that

*An earlier version of this paper was presented at a seminar on the "Influence of Agricultural Policy on Capital Formation", sponsored by EAPA/SUPLAN of the Brazilian Ministry of Agriculture, Brasilia, Brazil, February 1972. The research results reported here are part of a larger study on capital formation and technological change in LDC's carried out by the Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, The Ohio State University and supported by the United States Agency for International Development. Field work was conducted jointly with the Institutes for Economic Studies and Research at the Federal Universities of Rio Grande do Sul and Santa Catarina in Brazil. Dale Adams and Inderjit Singh commented on earlier drafts of this paper. The usual disclaimers apply.

**Norman Rask is Professor, Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, The Ohio State University. John N. Stitzlein is Area Agent and Assistant Professor, Community Resource Development, Ohio Cooperative Extension Service.

mechanization creates further agricultural unemployment.[1/ 2/ 3/] This latter argument is often reinforced by citing recent experiences showing insufficient employment opportunities in the industrial sector of developing countries and continued rapid population growth in agriculture. As a result of this labor surplus situation, many are calling for forms of agricultural technology that are labor intensive.

Those who favor mechanization argue that employment and productivity in agriculture are often enhanced by the introduction of mechanization. They base their argument on the following points:

Production

Mechanization prompts increases in total production via higher yields expanded agricultural area, and increased land use intensities.[4/] Optimum yields, especially from the new high yielding crop varieties, are dependent upon a package of inputs and practices being applied and performed in a precise and timely fashion.[5/ 6/ 7/] Proper seedbed prepartion, exact seed and fer-

1/ C. Eicher, et. al., Employment Generation in African Agriculture, Research Report No. 9, Institute of International Agriculture, Michigan State University, East Lansing, July, 1970, p. 20.

2/ G. L. Bose & E. H. Clark II, "Some Basic Considerations on Agricultural Mechanization in West Pakistan", The Pakistan Development Review, Vol. IX, Autumn, 1969, No. 3, p. 289.

3/ K. K. Barkar, "A Note on the Impact of Mechanization on Farm Labor", Indian Agriculturist, Vol. X, No. 2, July, 1966, Calcutta, pp. 152-154.

4/ The yield increases that were experienced in U.S. Agriculture between 1920 and 1950 are claimed to have resulted equally from three major factors; the use of better equipment, improved crop varieties, and chemicals. G. W. Giles, "The First Step in Advancing Mechanization", Getting Agriculture Moving: Selected Readings, Vol. II, Agricultural Development Council, New York, 1966, p. 722.

5/ B. R. Bose and E. H. Clark II, op. cit., p. 274-275.

6/ R. Lawrence, "Some Economic Aspects of Farm Mechanization in Pakistan", Mimeo, United Nations, New York, August, 1970, pp. 15-17.

7/ S. S. Johl, "Mechanization, Labor-Use and Productivity in Indian Agriculture", Economics and Sociology Occasional Paper No. 23, Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, The Ohio State University, 1971, pp. 10-12.

tilizer placement, and uniform distribution of protective chemicals are included among these. With the aid of mechanization, selected production tasks are performed more timely: seasonal labor bottlenecks are broken, additional land is brought into production, and land is used more intensively.8/

Mechanization also results in reduced dependence on draft animals, and thus lessens the risk of non-performance if unseasonal weather occurs during the critical seeding and harvest periods. Tractors, unlike draft anaimals, can be used far in excess of eight or nine hours per day. In addition, draft animals consume forage requiring land which could be used to expand crop and livestock enterprises and provide more food for the population.

Labor Employment

Proponents of mechanization also argue that when used selectively, it leads to increases in employment. When mechanization makes possible a larger total product (as argued above) the substitution effect (mechanization for labor) is more than offset by the positive employment effects of the expanded product. 9/ 10/ 11/

While labor is generally considered to be an abundant resource and may go unemployed or underemployed throughout much of the year in the primary sectors of less developed countries, it may also be a limiting factor (scarce) during the short planting and harvesting periods.12/ By reducing the amount of labor required per unit of production at these critical times (removing the peaks from the labor input schedule) production can be increased and fuller

---

8/ J. W. Berth, "Pre-Conditions for Agricultural Mechanization", The Influence of Mechanization of Agriculture Upon the Social and Economic Progress of the Developing Countries, proceedings of the Royal Commonwealth Society Agricultural Conference, London, July 5, 1965 p. 22.

9/ G. Myrdal, Asian Drama; An Inquiry into the Poverty of Nations, Pantheon, New York, 1968. pp. 1294-1299; and G. Myrdal, "Toward Survival", War on Hunger, November, 1970, AID, Washington, pp. 1 and 17.

10/ J. W. Mellor, The Economics of Agricultural Development, Cornell University Press, Ithaca, New York, 1966, p. 288.

11/ T. Bergmann, "Problems of Mechanization in Indian Agriculture", Indian Journal of Agricultural Economics, Vol. 8, No. 4, October/December, 1963, Bombay, pp. 22-23.

12/ Russel Youmans and G. Edward Schuh, "An Empirical Study of the Agricultural Labor Market in a Developing Country, Brazil", American Journal of Agricultural Economics, 50: 943-961, November, 1968.

utilization can be made of the available labor during the non-critical periods.[13]

In addition to the potential positive effects of mechanization on labor within the agricultural sector, it will have a positive influence on employment opportunities in the other sectors of the economy.[14] Additional employment opportunities will be created by the production, marketing, and servicing of tractors and farm machinery and increased use of other factors that accompany the expanded production.

Production Costs

The economic efficiency realized by expanding production through mechanization leads to lower production costs per unit of output.[15] [16] [17] Savings are the product of efficiency and are a requisite for capital formation and economic development.

Critics of agricultural mechanization, while generally disagreeing with some or all of the above arguments (and nearly always with the second), maintain that the costs in terms of employment, capital, foreign exchange, and income disparity are much greater than the benefits.[18] [19]

13/ S. S. Johl, op. cit., pp. 6-8.

14/ S. S. Johl, op. cit., p. 23.

15/ R. Lawrence, op. cit., pp. 12-13.

16/ M. J. Purvis, A Study of the Economics of Tractor Use in Oyo Division of the Western State, CSNRD-17, Michigan State University, East Lansing, September 1968, p. 36.

17/ R. M. Lidman, "The Tractor Factor: Agricultural Mechanization in Peru", Public and International Affairs, No. 1, 1968, Princeton University, pp. 21, 23, 25.

18/ K. D. Frederick, "Agricultural Development in the Brazilian Northeast: Technological Alternatives & Probable Development Patterns", draft, January 1970, California Institute of Technology, pp. III-42, 48.

19/ B. Singh, "Economics of Tractor Cultivation - A Case Study", Indian Journal of Agricultural Economics, Vol. XXIII, No. 1, January/March, 1968, Bombay, p. 86.

The Farm Situations Studied

This paper reports on farm mechanization in three different regions of Southern Brazil. Each region represents a specific physical and economic environment into which mechanization has been introduced. Consequently, differing paths of accomodation emerge as the individual farming situations adjust to the change. Within each region, sub-samples of mechanized (farms that owned tractors) and non-mechanized farms were selected on a stratified random basis. Some farms rent the use of machinery services while not owning tractors and others have varying intensities of mechanized production. Each sub-sample therefore, is further sub-divided on the basis of machine cost per hectare to account for varying levels of intensity of mechanization.[20/]

The three farm situations, one from each region, are:

(1) a change in farm size where mechanization has been accompanied by size increases in family farms,

(2) a change in farm enterprise, as tracts of grazing land are brought into mechanized crop production, and

(3) a situation where little or no change occurs in either farm enterprise or size. Separate data sets are utilized for the analysis of each situation. The data are part of a more general field investigation of capital formation at the farm level in Southern Brazil. Field work was conducted early in 1970.

Situation I - Farm Size Change

The sample farms representing Situation I were from the municipios of Nao Me Toque and Carazinho, in the planalto media region of the state of Rio Grande do Sul. Mechanization in this area has been closely associated with land acquisitions. In this context mechanization proceeded at three levels, (1) renting of machinery for critical tasks, (2) ownership of key items of machinery, and (3) ownership and use plus renting of services to other farmers. Typically in this region, small farmers will begin by renting some services. Later through land rental or incremental purchases of land they will enlarge the size of operation enough to justify ownership of equipment.

The sample farms in Situation I are classified into five groups based on intensity of use of mechanization, from low to medium levels of machinery cost with no tractor to successively higher costs with tractor ownership (Table 1).

Size of farm operation reflects the land acquisition pattern that accompanies mechanization. For example, the farms without tractors (non-mechanized)

20/ The variable, machine cost represents a composite accounting of both fixed and variable costs associated with machinery use. It consists of depreciation, equaling 12.5 percent of machinery investment, fuel, lubricants, parts and repair expenses and machine rental payments less custom hire income.

Table 1: Selected Farm Characteristics by Degree of Mechanization
Farm Situation I: Carazinho and Nao Me Toque, Rio Grande do Sul - 19(

Farm Characteristics	Degree of Mechanization by Machine Cost Per Hectare*				
	Non-Tractor Owner		Tractor Owner		
	Up to Cr$25	Cr$25 or more	Up to Cr$50	Cr$50-Cr$100	Cr$100 or more
Number of observations	49	28	10	27	44
LAND USE (hectares)					
Owned	32.3	25.9	56.1	113.2	55.8
Operated	30.6	28.3	71.4	156.6	92.2
Cultivated land	17.0	19.7	55.0	116.8	79.3
Land-use intensity	0.57	0.70	0.72	0.75	0.87
Crop areas**					
wheat	3.4	9.5	29.6	89.4	70.1
soybeans	8.6	9.8	33.9	80.0	59.9
others	8.0	9.7	15.4	3.4	3.9
LABOR (annual man-equivalents per farm)					
Family	2.43	2.68	3.01	3.07	2.52
Hired	0.04	0.06	0.51	0.92	0.64
Total	2.47	2.74	3.52	3.99	3.16
Total/hectare operated	0.097	0.103	0.053	0.035	0.043
CAPITAL					
Investment (Cr$)					
livestock/hectare	115	114	51	32	31
equipment/hectare	42	64	295	334	596
total non-land investment/hectare	197	220	364	398	629
Expenses (Cr$)					
Total operating/hectare	55	151	156	183	287
PRODUCTION					
Total output/hectare (Cr$)	191	311	327	340	484
Total output/man-equivalent (Cr$)	2,391	4,061	7,232	16,015	15,161
Wheat yield - kilograms/hectare	898	1,123	1,110	1,106	1,134
PRODUCTION COST					
Operating expense/output	0.29	0.49	0.48	0.54	0.
Non-land investment/output	1.03	0.71	1.11	1.17	1,

* See text page 6 for derivation of this variable.
** "Cultivated land" is not expected to equal "crop areas" since: 1) the former was measured at the time of interview while the latter represents the year being studied, 2) double cropping is sometimes practiced and 3) artificial pasture is not included in the latter.

average 30 hectares per farm, whereas the mechanized farms are over three times larger. Further, the mechanized farm units are each composed of from 3 to over 5 individual land purchases plus rental agreements to arrive at the present size of farm operation.

The land is used principally for the production of wheat and soybeans in a double cropping situation where winter wheat is followed by soybeans planted immediately after wheat harvest.

Land use intensity (percent of land cultivated) increases significantly with the degree of mechanization. A greater degree of double-cropping further enhances the intensity of land use. The resulting levels of output steadily increase with higher levels of mechanization. An increase of 2 1/2 times in output/hectare is apparent between the lowest and most highly mechanized groups.

Capital requirements increase as well. Non-land investments increased threefold, and operating expenses are more than five times greater on the most heavily mechanized groups. These increased capital requirements are accompanied by an almost tenfold increase in the use of agricultural credit.

Labor (utilization per hectare) is reduced about one-half on the mechanized farms. This would indicate a potentially serious problem for employment of agricultural labor, however, it appears this phenomenon is more closely tied to farm size than to mechanization. This aspect is explored in more detail in a later section.

The combination of higher yields per hectare and reduced labor use combine to present substantial (over 6 times) increases in output per man.

In summary, Situation I results in greater land use through both bringing more land under cultivation and double-cropping. Capital requirements increase substantially and labor utilization per hectare apparently decreases.

Situation II - Enterprise Change

Farms representing Situation II are from the municipio of Sao Borja in the missoes region of Rio Grande do Sul. Mechanization in this area, is accompanied by a fundamental change in farm organization from extensive cattle grazing on open range land to intensive crop farming. The mechanized crop farming enterprise is quite similar to that employed in Situation I, however, less soybeans are produced because of uncertain rainfall patterns. Also, many farms are too large to effectively crop the total farm area. Therefore, combinations of crop and livestock enterprise often exist on the same farm. Variations in intensity of land use, and levels of output and labor use thus primarily reflect differences in farm size (Table 2).

In contrast to Situation I, there is less need for small farms to rent machinery services. Consequently only one non-mechanized situation is presented. Renting of land, however, is an important component of the change to mechanization in this area. Non-mechanized farms show a net decrease in land operated while mechanized farms show positive size changes due to renting. On

Table 2: Selected Farm Characteristics by Degree of Mechanization
Situation II: Sao Borja, Rio Grande do Sul - 1969/70

Farm Characteristics	Degree of Mechanization by Machine Cost Per Hectare*			
	Non-Tractor Owner	Tractor Owner		
		Up to Cr$50	Cr$50-Cr$100	Cr$100 or more
Number of observations	68	16	21	8
LAND USE (hectares)				
Owned	444.0	1401.0	354.5	82.5
Operated	405.4	1908.9	551.6	346.5
Cultivated land	9.5	515.7	278.0	286.1
Land-use intensity	0.04	0.30	0.54	0.84
Crop areas**				
wheat	3.7	312.9	251.8	254.0
rice	0.4	13.7	4.9	14.0
others	3.6	104.6	67.8	48.2
LABOR (annual man-equivalents per farm)				
Family	1.53	1.54	1.64	1.89
Hired	0.61	6.23	4.41	3.65
Total	2.14	7.77	6.05	5.54
Total/hectare	0.005	0.006	0.013	0.015
CAPITAL				
Investment (Cr$)				
livestock/hectare	163	112	61	15
equipment/hectare	3	68	193	369
total non-land investment/hectare	181	207	326	428
Expenses (Cr$)				
total operating/hectare	12	56	134	195
PRODUCTION				
Total output/hectare (Cr$)	46	128	260	409
Total output/man-equivalent (Cr$)	7,507	33,953	24,085	31,740
Wheat yield - kilograms/hectare	694	1,153	1,072	1,129
PRODUCTION COST				
Operating expense/output	0.26	0.44	0.52	0.48
Non-land investment/output	3.93	1.62	1.25	1.05

* See text page 6 for derivation of this variable.

** "Cultivated land" is not expected to equal "crop areas" since: 1) the former was measured at the time of interview while the latter represents the year being studied, 2) double cropping is sometimes practiced and 3) artificial pasture is not included in the latter.

the smaller mechanized farms almost all of the land is rented, an indication that some farm operators are getting started in agriculture by investing personal resources in machinery while acquiring land through renting. The relative changes in output, investment, operating expenses and credit use are similar in direction but greater in magnitude than for the size change situation. One exception is level of investment. Changes here are ameliorated somewhat by a decrease in cattle inventory which partly offsets increases in machinery investments.

Labor employment per hectare increases threefold on the heavily mechanized farms. The size variable again appears to be affecting labor use.

Situation III - Mechanization with No Size or Enterprise Change

Farms representing Situation III in which mechanization was not associated with either a size or enterprise change are from the municipio of Turvo in the state of Santa Catarina. There are 45 and 37 observations in the non-mechanized and mechanized groups respectively.

In this situation, the mechanized farms are somewhat larger. However, neither renting nor incremental land purchases are part of the dynamics of the introduction of mechanization. Rice is the predominant crop, produced under irrigated conditions. Corn is secondary in importance. The non-mechanized farms custom hire some critical farm operations.

As can be expected, there are no great differences between the performance of mechanized and non-mechanized farms. At equivalent farm sizes, the mechanized farms experience slightly greater land-use intensity, labor employment and output. The principle differences occur in a substantial increase in non-land investment and a modest increase in credit use on the mechanized farms (Table 3).

Summary

The concern with mechanization as a development strategy centers on the question of productivity, labor employment, and production cost. Each of these issues is summarized below, drawing on the results from the three sample situations described above.

Productivity

Mechanization was clearly associated with significant increases in output in all situations studied. This ranged from a modest increase in Situation III, to an almost tenfold increase where mechanization was associated with an enterprise change (Situation II). Two elements in addition to enterprise change appear to be largely responsible for productivity increases. They are, intensity of land use, and double-cropping. Mechanization, resulting in more timely completion of critical tasks, allowed more land on each farm to be cropped and a greater percentage to be double-cropped. An increase in complementary inputs and perhaps better land preparation and harvesting techniques resulted in greater yields as well. The composite of these factors resulted in the significant gains in productivity.

Table 3: Selected Farm Characteristics by Degree of Mechanization
Situation III: Turvo, Santa Catarina - 1969

Farm Characteristics	Degree of Mechanization by Machine Cost Per Hectare*				
	Non-Tractor Owner		Tractor Owner		
	Up to Cr$25	Cr$25 or more	Up to Cr$50	Cr$50-Cr$100	Cr$100 or more
Number of observations	20	17	5	22	18
LAND USE (hectares)					
Owned	38.7	22.9	126.9	65.9	29.8
Operated	38.5	24.0	112.9	62.4	31.0
Cultivated land	15.8	13.7	35.4	29.8	20.6
Land-use intensity	0.44	0.68	0.35	0.51	0.70
Crop areas**					
corn	3.8	5.9	6.8	6.3	6.3
rice	7.0	5.7	23.6	17.8	11.6
others	4.2	1.8	2.4	4.4	1.7
LABOR (annual man-equivalents per farm)					
Family	2.16	1.81	3.30	2.64	2.35
Hired	0.31	0.37	0.88	0.88	0.38
Total	2.47	2.18	4.18	3.52	2.73
Total/hectare operated	0.074	0.122	0.043	0.066	0.100
CAPITAL					
Investment (Cr$)					
livestock/hectare	74.1	131.7	47.5	80.3	125.6
equipment/hectare	29.2	34.6	189.6	377.5	703.5
total non-land investment/hectare	116	207	292	528	1,086
Expenses (Cr$)					
Total operating/hectare	57	126	54	80	215
PRODUCTION					
Total output/hectare (Cr$)	201	332	159	227	382
Total output/man-equivalent (Cr$)	3,156	3,243	3,973	4,080	4,302
Rice yield - kilograms/hectare	2,193	2,047	2,114	2,029	2,030
PRODUCTION COST					
Operating expense/output	0.28	0.38	0.34	0.35	0.56
Non-land investment/output	0.58	0.62	1.84	2.33	2.84

* See text page 6 for derivation of this variable.

** "Cultivated land" is not expected to equal "crop areas" since: 1) the former was measured at the time of interview while the latter represents the year being studied, 2) double cropping is sometimes practiced and 3) artificial pasture is not included in the latter.

Labor Employment

As suggested earlier a principle argument against mechanization is that it substitutes for labor. The preceeding analysis indicated that at intensive levels of mechanization labor employment was increased, however, on the average, non-mechanized farms used more labor per hectare. It was apparent that labor employment differences were tied to farm size as well as level of mechanization. To test this relationship the data were organized by farm size and mechanization. The labor use-size relationship of both mechanized and non-mechanized farms is presented in Figure 1.

In Situation I, non-mechanized farms employ slightly more labor per hectare than mechanized farms at all size levels for which data were available. In the other two situations, however, labor employment was actually greater on mechanized farms at each size level. Considerably greater amounts of labor were utilized at smaller farm sizes by both mechanized and non-mechanized farms in all three situations.

Does this mean that mechanization of agriculture is neutral or slightly positive concerning employment affects? In the present analysis this is true, however, several unique factors were operative in the farm situations studied. These need to be understood when interpreting the results. First, prior to mechanization, labor bottlenecks at key periods of the year were limiting crop acreage and intensity of land use. Mechanization thus, not only relieved these bottlenecks, but in so doing allowed a fuller use of the labor supply throughout the year. Secondly, although labor usage is similar on equivalent farm sizes, the dynamics of mechanization especially in Situation I often involve the combining of smaller units and thus may actually result in less employment of labor in the area. While those employed after the change were probably more fully utilized throughout the year, and total labor effectively utilized may have increased, the fact still remains, that in some areas the total number of people directly dependent on agriculture certainly declined.

A final impact on employment is that occurring in agriculturally related industries that grow in response to the increased economic activity generated by a mechanized agriculture. These are certainly positive, however, data is not available to estimate the amount.

Production Costs

The effects of mechanization on production costs are quite clear. In all cases mechanized farms incurred substantially greater investment in operating expenses per unit of output. This cost item represents additional cost for machine operation and a somewhat greater use of other variable inputs. It is probable that with mechanization, farmers are operating closer to the margin in the utilization of variable inputs (experiencing both greater yields and higher levels of input use). From society's point of view this may or may not represent a wise use of resources, depending on the alternative return to scarce capital.

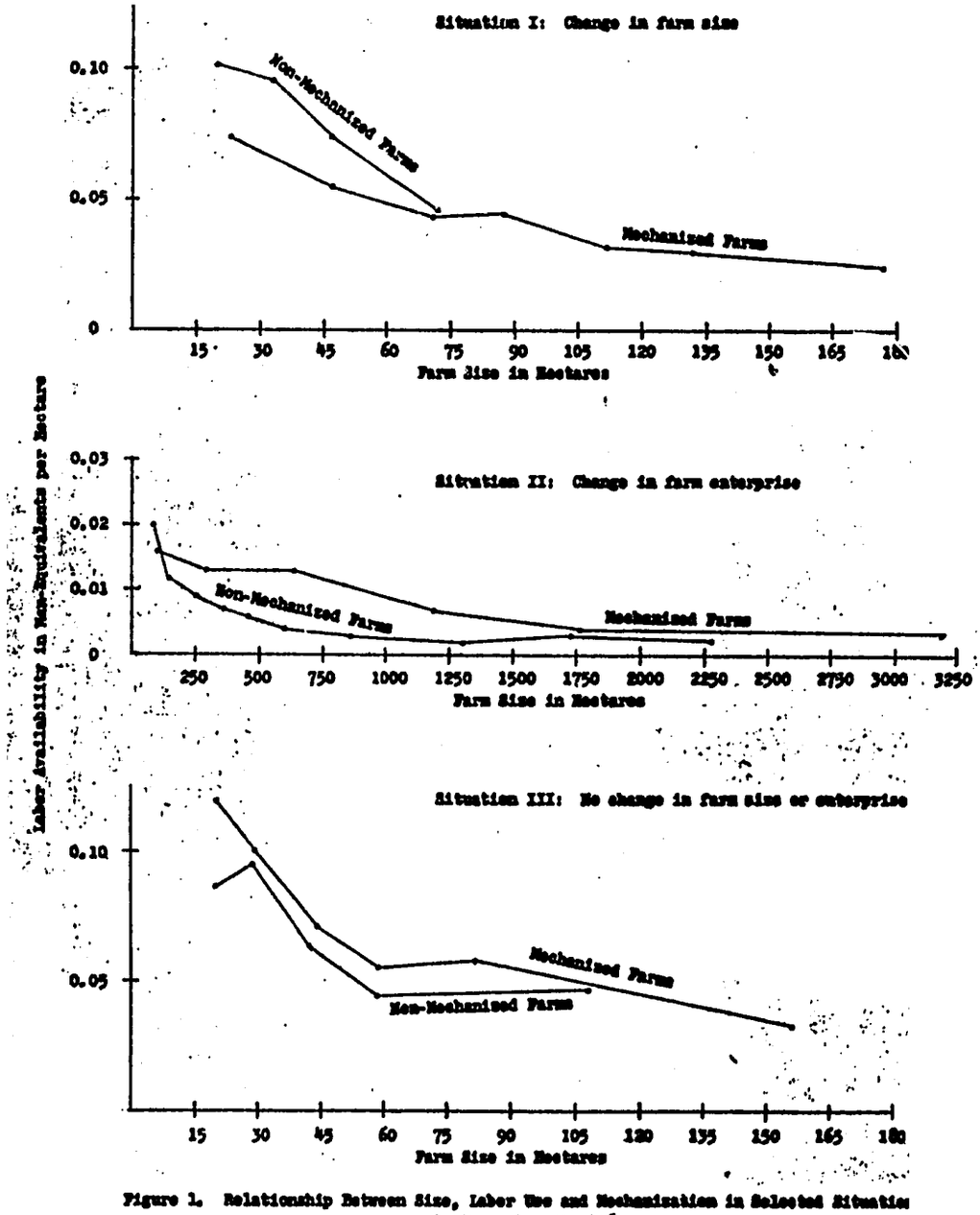

Figure 1. Relationship Between Size, Labor Use and Mechanization in Selected Situations Southern Brazil, 1969

Cost per unit of output for investment expenses varies depending on the situation studied. In Situation II investment increases in equipment are partly offset by decreases in livestock inventories. This, accompanied by substantial increases in output resulted in reduced costs per unit of output for non-land investment on mechanized farms.

In the other farm situations studied, investment costs per unit of output increased with mechanization.

Other Considerations

Several additional factors should be considered when evaluating the desirability of mechanization in Southern Brazil. Agricultural price and credit policy have altered factor and product price relationships. For example, concessionally priced credit for mechanization has undoubtedly lowered its cost. Secondly, in so far as wheat farming is more prevalent on mechanized farms (as is the case in Situations I and II) the high wheat support prices further bias factor use toward mechanization. A theoretical interpretation of the policy impact on mechanization is presented in the appendix.

Would mechanization have proceeded at such a rapid rate and would the generally positive results noted in the analysis above have occurred without these incentives? One can certainly conclude that this would not be the case, however the degree to which the results would be changed can only be determined by a different type of analysis; that which simulates the anticipated farm and resource organization under different pricing conditions. Perhaps a more relevant question is what will happen to the agricultural organization and mechanization in particular as these favorable economic conditions are gradually reduced toward equilibrium prices. Both of these situations are topics of continuing research.

Appendix

Why Mechanization in Southern Brazil? - A Theoretical Interpretation

The preceding discussion has described the process of mechanization in three situations in Southern Brazil and the resultant effects on employment, production and production cost. A series of factors are responsible for this extraordinary increase in mechanization. The purpose of this appendix is to provide a theoretical illustration for understanding the economic forces that have stimulated the introduction of mechanized agriculture in this area.

For purposes of discussion let us assume diminishing substitutability of mechanization for labor as a source of power for a given level of aggregate agricultural output. Varying combinations of labor and mechanization, therefore will provide for equal quantities of output. The optimum factor combination is determined by the relative price of the two factors within available budget constraints. This relationship is depicted in Figure 2a where line PP represents the budget constraint for the employment of power resources (mechanization and labor) and its slope the relative prices of the factors. Therefore, at equilibrium (point A), M_1 units of mechanization and L_1 units of labor are utilized in the production of O_1 units of output for the agricultural sector (Figure 2a and 2b).

Shifts in factor use may occur through three general changes, (1) a change in the relative price of labor or mechanization which would alter the price line to say P^1P^1 (substitution effect with new equilibrium at point B), (2) a shift in the shape of the regional production function, (O_1 to O_{1a}, with new equilibrium at C), or (3) an expansion in the budget constraint through internal or external financing to allow greater utilization of the production factors (new equilibrium points are then A_1, B_1, or C_1).

Expansion lines E_1, E_2, and E_3 represent paths of growth in output and factor use that could be expected under the three conditions of budget expansion (1) no change in production function or factor prices, (2) change in factor prices, (3) change in shape of the production function.

Changes in factor prices may result from normal market forces or be induced through subsidy or regulation. Changes in the production function for a region may be the result of a composite of forces including product price movements, that result in changes in enterprise, land mix, or new technology.

It would appear that most of these factors have been operative in the rapid increase in mechanized agriculture in Brazil. Enterprise changes to wheat farming, high wheat prices, credit for mechanization and general credit expansion are the most important. Little new technology has been developed.

We know from the previous analysis that mechanization has increased dramatically while labor employment on the average has remained more or less constant. For purposes of illustration let us assume a slight increase in labor employment. These changes are depicted in Figure 2b and M_4 and L_2 respectively. The question then, is what combination of forces have caused

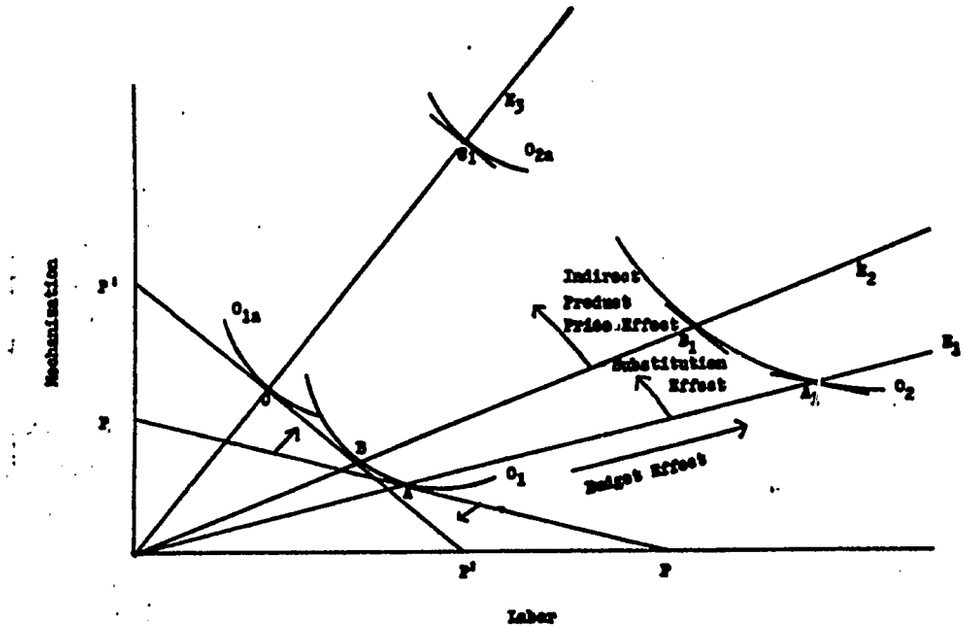

Figure 2a. Changes in output and factor use for agricultural sector with subsidization of wheat price and mechanization and major credit expansion.

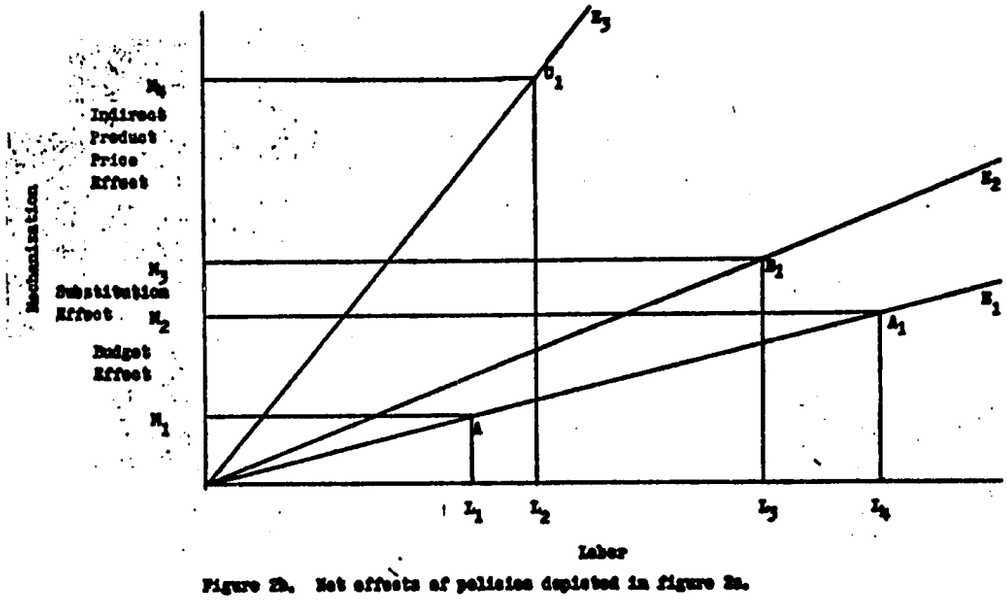

Figure 2b. Net effects of policies depicted in figure 2a.

this significant distortion in factor use.

Conventionally, two effects are considered, (1) an output or budget effect that moves equilibrium to a new output level, (2) the substitution effect which causes a shift in the proportion of factors used at the same output level. Since we are considering an aggregate production function for a region over time we add a third effect, namely changes in the shape of the regional production function; as a result of changes in product prices, technology or enterprise mix.

The output effect from a major expansion of credit and from additional internal funds generated through high wheat prices has undoubtedly allowed farmers to move to a much higher output level. With a conventional linear homogeneous production function this would increase labor employment as well as mechanization. This hypothetical situation, given no change in factor prices or the production function and adequate resources, would have been represented by A_1 - with M_2 and L_4 quantities of factors utilized.

The substitution effects are hypothesized to be minimal in Southern Brazil. Favorable credit policy, low interest rates and limited subsidization of mechanization have altered factor prices somewhat in favor of mechanization.[21] In Figure 2a and 2b, this effect would shift the expansion path to E_2 with the new equilibrium at B_1 and increase mechanization from M_2 to M_3. However, since the actual change was to C_1 we must assume the major force driving most of the increased budget to the employment of mechanization must result from a fundamental change in the aggregate production function. This is precisely what has happened. High wheat prices have altered enterprise combinations from primary livestock and mixed farming to highly specialized wheat farming. This has created marked distributional seasonal labor and power requirements which are more efficiently met with mechanized equipment. It is probable that seasonal labor shortage has reinforced the shift to mechanization. Thus, in the new production function brought about through artificial product price subsidization, mechanization is more technically feasible than labor methods.

The cumulative effect of all these forces is a tremendous increase in the use of mechanization. We hypothesize that the substitution effect is small and the output effect large, as a result, labor employment has not suffered absolutely.

21/ Nesbit considers an additional factor here, that is, credit specifically tied to one factor can artifically increase its use and move production to a higher output level but not maximum output from the given budget. In Brazil, however, substantial expansion in the total credit supply and simultaneous increases in internal funds from high wheat prices probably severly erode the potential for this form of factor use distortion. See, C. T. Nisbet, "A Model for Analyzing Some Effects of Discriminatory Credit in Chile", Land Tenure Center Paper No. 34, University of Wisconsin, May, 1967.

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
WASHINGTON, D. C. 20523

BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET

FOR AID USE ONLY

1. SUBJECT CLASSIFICATION

A. PRIMARY: Agriculture — AE10-0000-G514

B. SECONDARY: Agricultural economics--Brazil

2. TITLE AND SUBTITLE

Farm mechanization--productivity,employment,and cost: the Brazil case

3. AUTHOR(S)

Rask,Norman; Stitzlein,John

4. DOCUMENT DATE	5. NUMBER OF PAGES	6. ARC NUMBER
1973	41p.	ARC BR338.016.R225

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

Ohio State

8. SUPPLEMENTARY NOTES *(Sponsoring Organization, Publishers, Availability)*

(Presented at Annual meeting,Am.Soc.of Agr.Engineers,Lexington,Ky. Paper no.73-514)
(In English and Portuguese)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER	11. PRICE OF DOCUMENT
PN-RAA- 353	

12. DESCRIPTORS

Agricultural machinery
Brazil
Employment
Production

13. PROJECT NUMBER

14. CONTRACT NUMBER

CSD-2501 Res.

15. TYPE OF DOCUMENT

AID 590-1 (4-74)

Age. 12

SERVIÇO PUBLICO FEDERAL

MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA NO SUL DO BRASIL - SEU IMPACTO NO NÍVEL EMPREGO, NA PRODUTIVIDADE E NO CUSTO DE PRODUÇÃO

Norman Rask

e

John Stitzlein

SEMINÁRIO

A INFLUÊNCIA DA POLÍTICA AGRÍCOLA NA FORMAÇÃO DE CAPITAL

29 de fev. - 1 de março de 1972

Ministério da Agricultura

EAPA/SUPLAN

Projeto de Formação de Capital

E.S.A. Luiz de Queiroz, Ohio State University

Universidade Federal de Santa Catarina

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Universidade Federal de Viçosa, USAID

Brasília

Atenção

Embora assumindo a responsabilidade do patrocínio deste Seminário, o Ministério da Agricultura não se obriga, necessariamente, a aceitar ou recomendar os conceitos e pontos de vista emitidos pelos autores dos trabalhos.

MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA NO SUL DO BRASIL - SEU IMPACTO NO NÍVEL EMPREGO, NA PRODUTIVIDADE E NO CUSTO DE PRODUÇÃO (X)

NORMAN RASK e JOHN STITZLEIN (XX)

I - INTRODUÇÃO

Existe um amplo debate sobre o potencial e a utilidade da mecanização agrícola como uma técnica de desenvolvimento agrícola. No meio dessa controvérsia, a mecanização no Brasil está prosseguindo a passos rapidamente, especialmente na região sul. A mecanização é frequentemente encarada como um processo para substituir mão-de-obra não qualificada, normalmente um recurso abundante na agricultura em desenvolvimento, pelo recurso escasso capital. Outros alegam que a mecanização aumenta o uso da mão-de-obra, reduzindo o custo unitário da produção e aumentando a produtividade agrícola.

A finalidade deste estudo é examinar os argumentos essenciais pró e contra a mecanização como estratégia de desenvolvimento e analisar essas pressuposições no contexto da agricultura brasileira.

(X) Os resultados de pesquisa relatados neste trabalho são parte de um estudo mais amplo sobre formação de capital e mudanças tecnológicas nos LDC mantidos pela USAID. O trabalho de campo foi empreendido em conjunto com os Institutos de Estudos e Pesquisas Econômicas das Universidades Federais do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, no Brasil. Dale Adams e Inderjit Singh apresentaram comentários a rascunhos anteriores deste estudo. As conclusões apresentadas neste trabalho são da responsabilidade exclusiva dos autores.

(XX) Norman Rask e John N. Stitzlein são respectivamente professores Associados e Pesquisador Associado, Departamento de Economia Agrícola e Sociologia Rural, Universidade Estadual de Ohio.

Foram selecionadas três áreas do Sul do Brasil para descrever o processo de mecanização e seu efeito no emprego, produtividade e custo de produção agrícolas. Também se fez uma tentativa de interpretar os efeitos dos vários instrumentos de política na indução à mecanização.

II - ARGUMENTOS PRÓ E CONTRA A MECANIZAÇÃO

Basicamente, há dois argumentos contra a mecanização. O primeiro é o de que os custos sociais são muito altos, em termos de uso na mecanização de escassos recursos financeiros e, o segundo, é o de que a mecanização aumenta o desemprego agrícola. (1, 2, 3). Este último argumento é freqüentemente reforçado pela citação das recentes experiências que demonstram oportunidades insuficientes de emprego nos setores industriais dos países em desenvolvimento e o rápido e contínuo crescimento demográfico na agricultura. Como resultado dessa situação de excesso de mão-de-obra, muitos argumentam a favor de formas de tecnologia agrícola que intensifiquem o uso de mão-de-obra.

Aqueles que são favoráveis à mecanização argumentam que, na agricultura, emprego e produtividade são freqüentemente aumentados pela introdução da mecanização. Eles baseiam seus argumentos nos seguintes pontos:

---

(1) C. Eicher, et.al., Employment Generation in African Agriculture, Research Report No. 9, Institute of International Agriculture, Michigan State University, East Lansing, July, 1970, p. 20.

(2) G. L. Bose & E. H. Clark II, "Some Basic Considerations on Agricultural Mechanization in West Pakistan, "The Pakistan Development Review, Vol. IX, Autumn, 1969, No. 3, pp. 274-275.

(3) K. K. Barkar, "A Note on the Impact of Mechanization on Farm Labor", Indian Agriculturist, Vol. X, No. 2, July, 1966, Calcutta, pp. 152-54.

Produção

A mecanização leva a aumentos na produção global, através de maiores rendimentos, expansão da área agrícola e uso mais intensivo da terra. (4). Os rendimentos ótimos, especialmente advindos de maior produtividade de novas variedades, dependem de um conjunto de insumos e práticas utilizados de modo preciso e oportuno. (5, 6, 7). Aí se incluem a preparação adequada de solos para plantio, colocação correta de sementes e fertilizantes e distribuição uniforme de produtos químicos protetores. Com a ajuda da mecanização, as práticas culturais são executadas mais oportunamente: os estrangulamentos estacionais de mão-de-obra são evitados, mais terra passa a ser cultivada, e a terra é utilizada mais intensivamente. (8).

---

(4) Os aumentos de rendimentos experimentados na agricultura dos Estados Unidos entre 1920 e 1950, segundo se declara, foram resultantes, por igual, de três fatores principais: uso de melhor equipamento, variedades melhoradas e produtos químicos.

(5) B. R. Bose and E. H. Clark II, op.cit, p. 274-275.

(6) R. Lawrence, "Some Economic Aspects of Farm Mechanization in Pakistan", Mimeo, United Nations, New York, August, 1970, pp. 15-17.

(7) S. S. Johl, "Mechanization, Labor-Use and Productivity in Indian Agriculture", Economics and Sociology Occasional Paper No. 23, Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, The Ohio State University, 1971, pp.10-12.

(8) J. W. Berth, "Pre-Conditions for Agricultural Mechanization", The Influence of Mechanization of Agriculture Upon the Social and Economic Progress of the Developing Countries, proceedings of the Royal Commonwealth Society Agricultural Conference, London, July 5, 1965, p.22.

A mecanização também resulta em menor dependência de animais de tração, e desse modo diminui o risco de falta de desempenho se ocorrerem problemas climáticos durante os períodos críticos de plantio e colheita. Os tratores, ao contrário dos animais de tração, podem ser utilizados muito mais de oito ou nove horas por dia. Além disso, os animais de tração consomem forragem, precisando de terra que poderia ser usada para expandir culturas e criações, e produzir mais alimentos para a população.

Emprego de mão-de-obra

Os que advogam a mecanização também argumentam que, quando usada seletivamente, ela conduz a aumentos no emprego. Quando a mecanização torna possível maior produção global (conforme se argumentou acima), o efeito da substituição (mão-de-obra por mecanização) é mais do que compensado pelos efeitos positivos que o aumento da produção tem sobre o emprego.(9,10,11).

Embora a mão-de-obra seja geralmente considerada um recurso abundante e possa ficar sem aproveitamento ou subaproveitada durante a maior parte do ano nos setores primários dos países menos desenvolvidos, ela pode também ser um fator limitante (escasso) durante os curtos períodos de plantio e colheita. (12) Pela redução da quantidade de mão-de-obra necessária

---

(9) G. Myrdal, Asian Drama; An Inquiry into the Poverty of Nations, Pantheon, New York, 1968, pp. 1294-99; and G. Myrdal, "Toward Survival", War on Hunger, November, 1970, AID, Washington, pp. 1 and 17.

(10) J. W. Mellor, The Economics of Agricultural Development, Cornell University Press, Ithaca, New York, 1966, p. 288.

(11) T. Bergmann, "Problems of Mechanization in Indian Agriculture" Indian Journal of Agricultural Economics, Vol 8, No. 4, October/December, 1963, Bombay, pp. 22-23.

(12) Russel Youmans and G. Edward Schuh, "An Empirical Study of the Agricultural Labor Market in a Developing Country, Brazil" American Journal of Agricultural Economics, 50: 943-961, November, 1968.

por unidade de produção nessas épocas críticas a produção pode ser aumentada e a mão-de-obra disponível pode ser utilizada de maneira mais completa durante os períodos não-críticos. (13).

Além dos efeitos potenciais positivos da mecanização sobre mão-de-obra no setor agrícola, haverá uma influência positiva nas oportunidades de emprego nos outros setores da economia. (14) Novas oportunidades de emprego serão criadas pela produção, comercialização e utilização de tratores e de maquinaria agrícola e pelo maior uso de outros fatores que acompanham a expansão da produção.

Custos da Produção

A eficiência econômica que pode se alcançar, expandindo-se a produção por meio da mecanização, leva a custos de produção mais baixos por unidade de produção (15, 16, 17). As poupanças são o produto da eficiência e são requisitos para a formação de capital e o desenvolvimento econômico.

Os que criticam a mecanização agrícola geralmente discordam de alguns ou de todos os argumentos acima, (e quase sempre do segundo), e afirmam que os custos, em termos de emprego, capital, comércio exterior e disparidade de renda são muito maiores que os benefícios. (18, 19).

---

(13) S. S. Johl, op.cit., pp. 6-8.
(14) S. S. Johl, op.cit., p. 23.
(15) R. Lawrence, op.cit., pp. 6-8.
(16) M. J. Purvis, A Study of the Economics of Tractor Use in Oyo Division of the Western State, CSNRD-17, Michigan State University, East Lansig, September 1968, p. 36.
(17) R. M. Lidman, "The Tractor Factor: Agricultural Mechanization in Peru", Public and International Affairs, No. 1, 1968, Princeton University, p. 20.
(18) K. D. Frederick, "Agricultural Development in the Brazilian Northeast: Technological Alternatives & Probable Development Patterns", draft, January 1970, California Institute of Technology, pp. III-42, 48.
(19) B. Singh, "Economics of Tractor Cultivation - a Case Study", Indian Journal of Agricultural Economics, Vol.XXIII, No. 1, January/March, 1968, Bombay, pp. 83-88.

III - AS SITUAÇÕES AGRÍCOLAS ESTUDADAS

Este estudo informa sobre mecanização agrícola em três diferentes regiões do Sul do Brasil. Cada região representa um ambiente físico e econômico específico no qual foi introduzida a mecanização. Conseqüentemente, diferentes linhas de adaptação surgem à medida que situações das propriedades individuais se ajustam à mudança. Em cada região, subamostras de propriedades mecanizadas (propriedades que possuíam tratores) e não-mecanizadas foram selecionadas numa base estratificada ao acaso. Algumas propriedades alugam serviços de maquinaria pois não possuem tratores, e outras têm níveis variáveis de produção mecanizada. Cada sub-amostra, portanto, é ainda, subdividida na base do custo dos uso das máquinas, por hectare para refletir os diversos níveis de intensidade da mecanização. (20)

As três situações das propriedades uma de cada região, são as seguintes:

1) uma mudança no tamanho da propriedade onde a mecanização foi acompanhada de aumentos nos tamanhos das propriedades familiares; 2) uma mudança nas atividades das propriedades, à medida que áreas de terra de pastagem são utilizadas para a produção mecanizada de culturas; e 3) uma situação na qual pouca ou nenhuma mudança ocorre, seja no tamanho da fazenda, seja nas suas atividades. Conjuntos separados de dados são utilizados para a análise de cada situação. Esses dados são partes de uma investigação mais generalizada sobre formação de capital a nível da propriedade agrícola no Sul do Brasil. O trabalho de campo foi feito em princípios de 1970.

---

(20) A variável custo da máquina representa um composto que reflete os custos, tanto fixos, como variáveis, associados com o uso da maquinaria. Consiste de depreciação (12,5% de investimento em maquinaria), combustível, lubrificantes, peças e consertos, gastos com aluguel de máquinas, menos recebimento de aluguel de máquinas.

Situação I - Mudança no tamanho da propriedade

As propriedades da amostra que representam a Situação I pertencem aos Municípios de Não-Me-Toque e Carazinho, na região Central do Planalto do Estado do Rio Grande do Sul. A mecanização, nessa área, esteve intimamente associada a aquisição de terras. Nesse contexto, a mecanização se processa em três níveis: 1) aluguel de maquinaria para tarefas críticas específicas; 2) posse das máquinas mais importantes; 3) posse e uso das máquinas, e aluguel de seus serviços a outros agricultores. Tipicamente nessa região, os pequenos proprietários começam por alugar alguns serviços. Mais tarde, por meio de arrendamento ou compras adicionais de terra, eles aumentam a escala de operação até o suficiente para justificar a posse de equipamento.

As propriedades da amostra na Situação I são classificadas em cinco grupos, baseado na intensidade do uso da mecanização, desde níveis baixos e médios de custo de maquinaria, alugada até, sucessivamente, níveis de custos mais altos, com posse de trator. (Quadro 1).

A área explorada da propriedade reflete o padrão de aquisição de terra que acompanha a mecanização. Por exemplo, as propriedades sem tratores (não-mecanizadas), têm uma área média de 30 hectares, enquanto propriedades mecanizadas são mais de três vezes maiores. Além disso, cada uma das propriedades mecanizadas é composta de três a mais de cinco aquisições individuais de terra, além de contratos de arrendamento, para chegar ao atual tamanho de exploração agrícola.

A terra é usada principalmente para a produção de trigo e soja, numa situação de dupla colheita em que o trigo de inverno é seguido por soja plantada imediatamente após a colheita de trigo.

A intensidade de uso da terra (percentagem de terra cultivada) aumenta significativamente com o grau de mecanização. Um grau maior de colheitas duplas aumenta mais ainda a intensidade do uso da terra. Os níveis de produção resultantes aumentam continua

Quadro 1: Características das propriedades selecionadas, por grau de mecanização
Situação de Propriedade I: Carazinho e Não-me-Toque, Rio Grande do Sul, 1 969

Características das Propriedades	Grau de mecanização por custo de mecanização por hectare*				
	Sem posse de trator		Com posse de trator		
	Até 0$25	0$25 ou mais	Até 0$50	0$50-0$100	0$100 ou mais
Nº de observações	49	28	10	27	44
USO DA TERRA (ha)					
Possuída	32,3	25,9	56,1	113,2	55,8
Explorada	30,6	28,3	71,4	156,6	92,2
Cultivada	17,0	19,7	55,0	116,8	79,3
Intensidade do uso da terra	0,57	0,70	0,72	0,75	0,87
Áreas de cultura**					
trigo	3,4	9,5	29,6	89,4	70,1
soja	8,6	9,8	33,9	80,0	59,9
outros	8,0	9,7	15,4	3,4	3,9
MÃO-DE-OBRA (equivalentes - homem anuais por propriedade)					
Familiar	2,43	2,68	3,01	3,07	2,52
Contratada	0,04	0,06	0,51	0,92	0,64
Total	2,47	2,75	3,52	3,99	3,16
Total/hectare explorado	0,097	0,103	0,053	0,035	0,043
CAPITAL					
Investimento (0$)					
animais/hectare	115,00	114,00	51,00	32,00	31,00
equipamento/ha	42,00	64,00	295,00	334,00	596,00
Total de investimentos não fundiários por ha	197,00	220,00	364,00	398,00	629,00
Despesas (0$)					
Total da despesa operacional/hectare	55,00	151,00	156,00	183,00	287,00
PRODUÇÃO					
Produção total/ha (0$)	191,00	311,00	327,00	340,00	484,00
Produção total/equivalente-homem (0$)	2.391,00	4.061,00	7.232,00	16.015,00	15.161,00
Produção do trigo / ha (kg)	898	1.123	1.110	1.106	1.134
CUSTO DA PRODUÇÃO					
Despesa operacional / produção total (0$)	0,29	0,49	0,48	0,54	0,59
Investimentos não fundiários/produção total (0$)	1,03	0,71	1,11	1,17	1,30

* Veja texto da página para definição desta variável.

** Áreas totais das culturas podem não igualar a área de terra cultivada, em vista das colheitas duplas.

mente com níveis mais altos de mecanização. Parece haver um aumento de duas e meia vezes na produção por hectare entre o grupo menos mecanizado e o mais mecanizado.

Também as necessidade de capital aumentam. Os investimentos não fundiários aumentaram três vezes, e as despesas operacionais são mais de cinco vezes maiores nos grupos mais mecanizados. Essas crescentes necessidades de capital são acompanhadas por um aumento de quase dez vezes no uso de crédito agrícola.

A mão-de-obra (utilização por hectare) é reduzida em cerca da metade nas propriedades mecanizadas, comparada com as propriedades não mecanizadas. Isso indicaria um problema potencialmente sério para o emprego da mão-de-obra agrícola; entretanto, parece que este fenômeno está mais intimamente ligado ao tamanho da fazenda do que à mecanização. Este aspecto é abordado com mais detalhes em trecho posterior.

A combinação de maior produção por hectare e uso reduzido de mão-de-obra contribui para que se apresentem substanciais aumentos (mais de seis vezes) na produção por homem.

Em resumo, a Situação I resulta em maior uso da terra, por meio não só de cultivar mais terra como de duplas colheitas. As necessidades de capital aumentam substancialmente e a utilização da mão-de-obra, por hectare, aparentemente diminui.

Situação II - Mudança de atividades

As propriedades que representam a Situação II são do Município de São Borja, na Região das Missões do Rio Grande do Sul. Nessa área, a mecanização é acompanhada de uma mudança fundamental na organização da propriedade, da produção extensiva de gado em grandes pastagens abertas para culturas intensivas. O empreendimento agrícola de colheita mecanizada é bastante semelhante ao utilizado na Situação I, entretanto, a produção de soja é menor, em virtude dos padrões incertos de pluviosidade. Além disso, muitas propriedades são grandes demais para que sua área total seja eficientemente cultivada. Portanto, há frequentes situações de combinações de empreendimentos de agricultura e pecuária na mesma

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

Quadro 2: Características das propriedades selecionadas, por grau de mecanizaçã
Situação II: São Borja, Rio Grande do Sul - 1969/70

Características das Propriedades	Grau de mecanização por custo de máquina por hectare*			
	Sem posse de trator	Com posse de trator		
		Até Cr$ 50	Cr$ 50 - Cr$ 100	Cr$ 100 ou mais
Nº de observações	68	16	21	8
USO DA TERRA (ha)				
Possuída	444,0	1.401,0	354,5	82,5
Explorada	405,4	1.908,9	551,6	346,5
Cultivada	9,5	515,7	278,0	286,1
Intensidade do uso da terra	0,04	0,30	0,54	0,84
Áreas de cultura**				
trigo	3,7	312,9	251,8	254,0
soja	0,4	13,7	4,9	14,0
outros	3,6	104,6	67,8	48,2
MÃO-DE-OBRA (equivalentes - homem anuais por propriedade)				
Familiar	1,53	1,54	1,64	1,89
Contratada	0,61	6,23	4,41	3,65
Total	2,14	7,79	6,05	5,54
Total/hectare explorado	0,~~010~~ 005	0,006	0,013	0,015
CAPITAL				
Investimento (Cr$)				
animais/hectare	163,00	112,00	61,00	15,00
equipamento/ha	3,00	68,00	193,00	369,00
Total de investimentos não fundiários por ha	181,00	207,00	326,00	428,00
Despesas (Cr$)				
Total da despesa operacional/hectare	12,00	56,00	134,00	195,00
PRODUÇÃO				
Produção total/ha (Cr$)	46,00	128,00	260,00	409,00
Produção total/equivalentes - homem (Cr$)	7.407,00	33.953,00	24.085,00	31.740,00
Produção do trigo/ha (kg)	580	976	1.197	1.042
CUSTO DA PRODUÇÃO				
Despesa operacional/produção total (Cr$)	0,26	0,44	0,52	0,48
Investimentos não fundiários / produção total (Cr$)	3,93	1,62	1,25	1,05

* Veja texto da página para definição desta variável.

** Áreas totais das culturas podem não igualar a área de terra cultivada, em vista das colheitas duplas.

propriedade. Assim, as variações na intensidade do uso da terra e os níveis de produção e utilização de mão-de-obra refletem principalmente as diferenças nos tamanhos das fazendas - (Quadro 2).

Em contraste com a Situação I, as pequenas propriedades têm menor necessidade de alugarem serviços de máquinas. Consequentemente, apenas uma situação de não-mecanização é apresentada. O aluguel de terra, entretanto, é um componente importante na mudança para a mecanização nessa área. As propriedades não-mecanizadas apresentam um decréscimo líquido de terra explorada, enquanto que as propriedades mecanizadas apresentam mudanças positivas no tamanho, em virtude do arrendamento. Nas menores propriedades mecanizadas, quase toda a terra é arrendada de outros, o que indica que alguns agricultores estão se iniciando na agricultura através do investimento de recursos pessoais em maquinaria, enquanto obtêm terra por meio de aluguel. As relativas mudanças em produção, investimento, despesas operacionais e uso de crédito são semelhantes no sentido, porém maiores em extensão do que as referentes à situação de mudança de tamanho. Uma exceção é o nível do investimento. Aí, as mudanças melhoram um pouco, em virtude de uma diminuição no número de animais que compensa parcialmente os aumentos dos investimentos em maquinaria.

O emprego de mão-de-obra aumenta de 50% nas propriedades altamente mecanizadas. Outra vez a variável de tamanho parece estar afetando o uso da mão-de-obra.

Situação III - Mecanização sem mudança no tamanho ou nas atividades

As propriedades que representam a Situação III nas quais a mecanização não estava associada a mudanças de tamanho e nem a mudanças de atividades, são do Município de Turvo, no Estado de Santa Catarina. Há 37 e 45 observações, respectivamente, nos grupos mecanizado e não mecanizado.

Nesta situação, as fazendas mecanizadas são em geral um pouco maiores. Entretanto, nem o arrendamento nem as compras de terra adicional são partes da dinâmica da introdução da mecaniza

Quadro 3: Características de fazenda selecionada por grau de mecanização
Situação III - Turvo, Santa Catarina - 1969

Características das Propriedades	Grau de mecanização por custo de mecanização por hectare*				
	Sem posse de trator		Com posse de trator		
	Até 0,25	0,25 ou mais	Até 0,50	0,50 - 0,100	0,100 ou mais
Nº de observações	20	17	5	22	18
USO DA TERRA (ha)					
Possuída	38,7	22,9	126,9	65,9	29,8
Explorada	38,5	24,0	112,9	62,4	31,0
Cultivada	15,8	13,7	35,4	29,8	20,6
Intensidade do uso da terra	0,44	0,68	0,35	0,51	0,70
Áreas de cultura**					
trigo	3,8	5,9	6,8	6,3	6,3
soja	7,0	5,7	23,6	17,8	11,6
outros	4,2	1,8	2,4	4,4	1,7
MÃO-DE-OBRA (equivalentes-homem anuais por propriedade)					
Familiar	2,16	1,81	3,30	2,64	2,35
Contratada	0,31	0,37	0,88	0,88	0,38
Total	2,47	2,18	4,18	3,52	2,73
Total/hectare explorado	0,074	0,122	0,043	0,066	0,109
CAPITAL					
Investimento (Cr$)					
animais/hectare	74,10	131,70	47,50	80,30	125,60
equipamento/ha	29,20	34,60	189,60	377,50	703,50
Total de investimentos não fundiários por ha	116,00	207,00	292,00	528,00	1.086,00
Despesas (Cr$)					
Total da despesa operacional/hectare	57,00	126,00	54,00	80,00	215,00
PRODUÇÃO					
Produção total/ha (Cr$)	201,00	332,00	159,00	227,00	382,00
Produção total/equivalente - homem (Cr$)	3.156,00	3.243,00	3.973,00	4.080,00	4.302,00
Produção do trigo/ha(kg)	2.193,00	2.047,00	2.114,00	2.029,00	2.030,00
CUSTO DA PRODUÇÃO					
Despesa operacional/ produção total (Cr$)	0,28	0,38	0,34	0,35	0,56
Investimentos não fundiários/produção total(Cr$)	0,58	0,62	1,84	2,33	2,84

* Veja texto da página para definição desta variável.

** Áreas totais de colheita podem não igualar a área de terra cultivada, em vista das colheitas duplas.

ção. O arroz é a principal cultura, produzida sob condições de irrigação. O milho é de importância secundária. As fazendas não-mecanizadas costumam alugar serviços de máquinas para operações agrícolas críticas.

Conforme é de esperar, não há grandes diferenças de desempenho entre as propriedades mecanizadas e as não-mecanizadas. Em propriedades de tamanhos equivalentes, as propriedades mecanizadas experimentam intensidade ligeiramente maior no uso da terra, emprego de mão-de-obra e produção. As principais diferenças ocorrem num substancial aumento de investimentos não fundiários, e num modesto aumento de uso de crédito nas fazendas mecanizadas(Quadro 3).

IV - SUMÁRIO

A preocupação com a mecanização como estratégia de desenvolvimento centraliza-se na questão de produtividade, emprego de mão-de-obra e custo de produção. Cada um desses itens está resumido abaixo, como base nos resultados das três situações descritas acima.

Produtividade

A mecanização esteve claramente associada a significativos aumentos de produção, em todas as situações estudadas. Isso variou de um modesto aumento, na Situação III, para um aumento de quase dez vezes nos casos em que a mecanização estava associada a uma mudança de atividade (Situação II). Dois outros fatores, além da mudança de atividade, parecem ser grandemente responsáveis pelos aumentos na produtividade. Eles são: a intensidade do uso da terra e a dupla colheita. A mecanização, resultando na conclusão mais rápida de tarefas difíceis, permitiu que mais terra, em cada propriedade, fosse cultivada e que maior porcentagem produzisse dupla colheita. Um aumento de insumos complementares e talvez melhor preparação do solo e técnicas de colheita também resultaram em maiores rendimentos. A combinação desses fatores resultou em aumentos significativos na produtividade.

Emprego de mão-de-obra

Conforme sugerido anteriormente, um dos argumentos principais contra a mecanização é o de que ela substitui a mão-de-obra. A análise precedente indicou que, a níveis intensivos de mecanização, o emprego de mão-de-obra aumentou. Entretanto, em média, as propriedades não mecanizadas utilizaram mais mão-de-obra por hectare. Tornou-se evidente que as diferenças no emprego da mão-de-obra eram ligadas ao tamanho da fazenda, bem como ao nível de mecanização. A fim de testar essa relação, os dados foram organizados por tamanho e por mecanização das propriedades. A relação emprego de mão-de-obra e tamanho das fazendas, tanto mecanizadas como não-mecanizadas, consta no Gráfico 1.

Na Situação I, as propriedades não-mecanizadas empregam um pouco mais mão-de-obra por hectare do que as propriedades mecanizadas, em todos os níveis de tamanho, para as quais havia dados disponíveis. Nas outras duas situações, entretanto, o emprego de mão-de-obra foi realmente maior nas fazendas mecanizadas a cada nível de tamanho. Na Situação II, entretanto, o nível de emprego tanto nas propriedades mecanizadas como nas não-mecanizadas é consideravelmente menor do que nas Situações I e III. Além disso, na Situação II, as propriedades mecanizadas apresentaram maior aumento no emprego em comparação com as propriedades não-mecanizadas. Estes resultados se devem pela situação original do tipo de produção existente nesta área. Produção extensiva de gado bovino exige muito pouca quantidade de mão-de-obra, e, por isto, há grandes acréscimos no nível de emprego quando essa atividade é mudada para a produção mecanizada de trigo. Como a transformação da pecuária para o trigo, nessa Situação II, não foi completa em todas as propriedades, e existindo menos possibilidades de dupla colheita na mesma área, o nível absoluto de emprego nas propriedades mecanizadas é menor comparado com as propriedades mecanizadas das Situações I e III. Foram utilizadas quantidades de mão-de-obra consideravelmente maiores em propriedades menores, não só nas propriedades mecanizadas como nas não-mecanizadas, em todas as três situações.

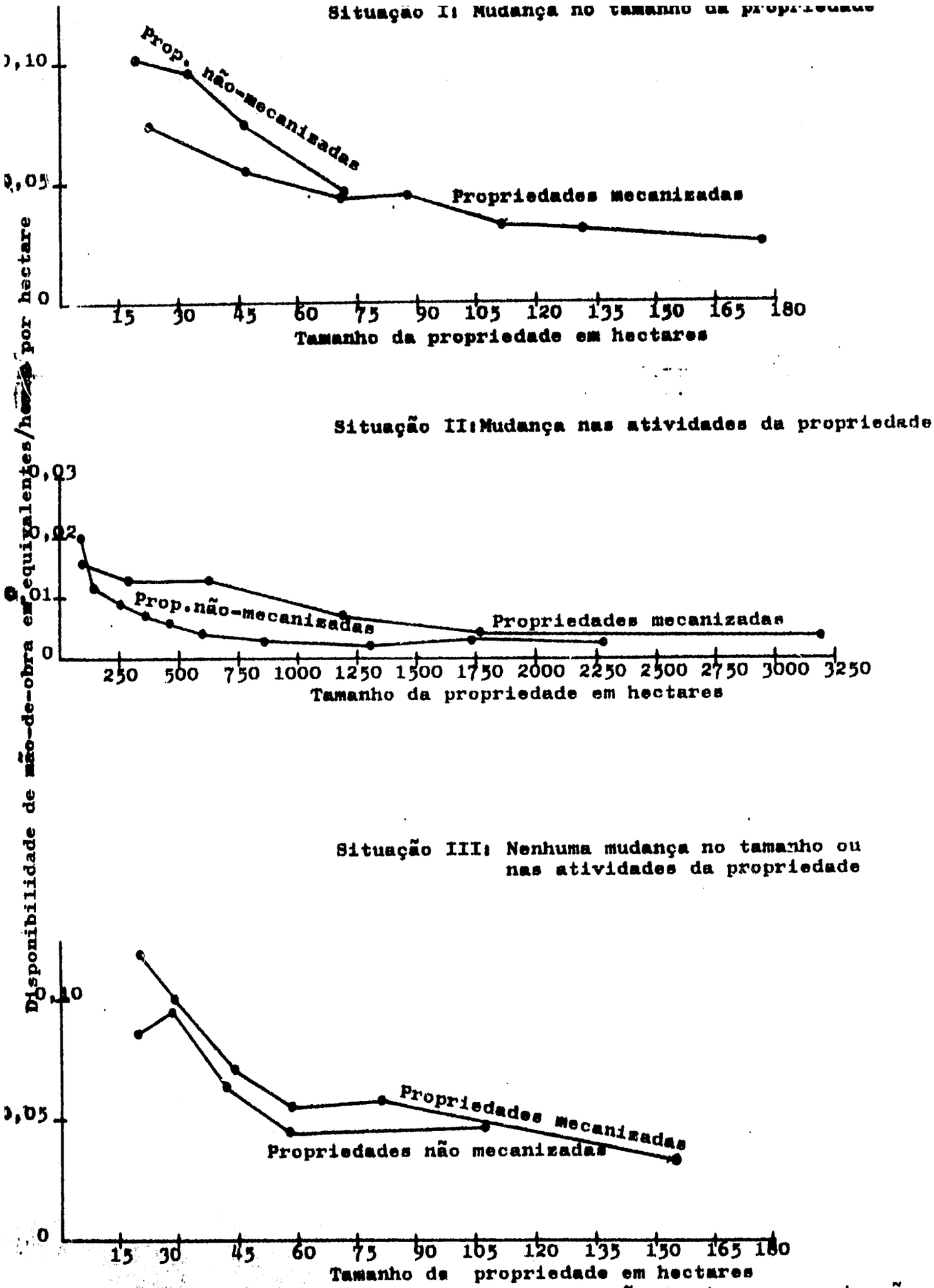

Gráfico 1. Relação entre tamanho, uso de mão-de-obra e mecanização em situações selecionadas. Sul do Brasil, 1969.

Significa isso que a mecanização da agricultura é neutra ou ligeiramente positiva com relação ao emprego de mão-de-obra? Na presente análise, isso é verdade. Entretanto, diversos fatores particulares influenciaram nas situações estudadas. Eles precisam ser compreendidos quando se interpretam os resultados. Em primeiro lugar, antes da mecanização, os pontos de estrangulamento de mão-de-obra em períodos-chave do ano estavam limitando a área dedicada à cultura e a intensidade do uso da terra. A mecanização, pois, não só aliviou esses pontos de estrangulamento, mas, assim agindo, permitiu maior utilização da oferta de mão-de-obra durante o ano todo. Em segundo lugar, embora a utilização da mão-de-obra seja similar em propriedades de tamanho equivalente, a dinâmica da mecanização, especialmente na Situação II, freqüentemente envolve a combinação de unidades menores, e, assim, pode realmente resultar em menor emprego de mão-de-obra na área. Embora aqueles empregados depois da mudança sejam provavelmente mais completamente utilizados durante o ano e o total de mão-de-obra efetivamente utilizada possa ter aumentado, permanece o fato de que em algumas áreas o número total de pessoas diretamente dependentes da agricultura certamente diminuiu.

Um impacto final no emprego é o que ocorre nas indústrias ligadas à agricultura, que se desenvolvem como resposta à crescente atividade econômica gerada por uma agricultura mecanizada. Essas são certamente positivas, mas não há dados disponíveis para calcular a quantidade.

Custo de Produção

Os efeitos da mecanização nos custos da produção são muito claros. Em todos os casos, as propriedades mecanizadas fizeram investimentos substancialmente maiores em despesas de custeio por unidade de produção. Esse item de custo representa um custo adicional de operação de máquinas e um uso um tanto maior de outros insumos variáveis. É provável que, com a mecanização, os agricultores estejam operando mais próximo da margem na utilização de insumos variáveis (resultando em rendas maiores e também níveis maiores de uso de insumos). Do ponto de vista da sociedade, isto

pode ou não representar um uso inteligente de recursos, dependendo do retorno alternativo para o capital escasso.

O custo unitário de produção para despesas de investimento varia dependendo da situação estudada. Na Situação I, os aumentos de investimento em equipamentos são parcialmente compensados pela diminuição do rebanho (40%). Isso, juntamente com substanciais aumentos de produção, resulta em custos reduzidos por unidade de produção para investimentos não fundiários, em propriedades mecanizadas.

Nas outras situações de propriedades estudadas, os custos de investimento por unidade de produção aumentaram com a mecanização.

Outras considerações

Diversos outros fatores deveriam ser considerados na avaliação do proveito da mecanização no Sul do Brasil. As políticas de preço e crédito agrícola alteraram as relações de preços entre fator e produto. Por exemplo, a concessão de crédito para a mecanização indubitavelmente baixou seu custo. Em segundo lugar, na medida em que a cultura de trigo prevalece mais nas propriedades mecanizadas (como é o caso nas Situações I e II), os altos preços mínimos do trigo fazem com que o uso do fator se incline mais ainda para a mecanização.

Sem esses incentivos, a mecanização teria progredido em grau tão rápido e teriam ocorrido os resultados geralmente positivos, observados na análise acima? Pode-se certamente concluir que não seria o caso. Entretanto, até que ponto os resultados teriam sido outros só pode ser determinado por um tipo diferente de análise, ou seja, aquela que simula a organização antecipada de recursos e de atividades da propriedade agrícola sob diferentes condições de preços. Talvez um ponto mais importante seja o que acontecerá à organização agrícola e à mecanização em particular na medida em que essas condições econômicas favoráveis forem gradativamente reduzidas para preços de equilíbrio. Ambas as situações são objeto de contínua pesquisa.

V - POR QUE MECANIZAÇÃO NO SUL DO BRASIL?

A argumentação precedente descreveu o processo de mecanização em três situações no Sul do Brasil e os efeitos resultantes no emprego, na produção e na eficiência dos custos. Uma série de fatores é responsável por esse extraordinário progresso na mecanização. A finalidade desta secção é fornecer uma ilustração teórica para a compreensão das forças econômicas que estimularam a introdução da agricultura mecanizada nessa área.

Para fins de argumentação suponhamos uma substitutibilidade decrescente da mecanização em relação à mão-de-obra, como fonte de força para um determinado nível de produção agrícola agregada. Combinações várias de mão-de-obra e mecanização, portanto, fornecerão iguais quantidades de produção. A combinação 1

deal dos fatores é determinada pelo preço relativo dos dois fatores dentro das limitações do orçamento disponível. Essa relação é descrita no gráfico 2a, na qual a linha PP representa a limitação orçamentária para o emprego de recursos de força (mecanização e mão-de-obra), e sua inclinação representa os preços relativos dos fatores. Portanto, em equilíbrio (ponto A), as unidades de mecanização M_1 e as unidades de mão-de-obra L_1 são utilizadas na produção de O_1 unidades de produção para o setor agrícola (gráficos/2a e 2b).

Modificações no uso do fator podem ocorrer através de três mudanças gerais: 1) uma mudança no preço relativo da mão-de-obra ou de mecanização que alteraria a linha do preço, isto é, p^1 p^1 (efeito substituição com novo equilíbrio no ponto B); 2) uma modificação na forma da função de produção regional (O_1 a O_1a, com novo ponto de equilíbrio em C); ou 3) uma expansão na limitação orçamentária, através de financiamento interno ou externo, que permita maior utilização dos fatores de produção (os novos pontos de equilíbrio são, então, A_1, B_1 ou C_1).

As linhas de expansão E_1, E_2 e E_3 representam meios de crescimento em produção e uso de fatores que seriam de esperar sob essas três condições de expansão de orçamento - 1) nenhuma mudança na função de produção ou nos preços do fator; 2) mudança nos preços do fator; 3) mudança na forma da função de produção.

Mudanças nos preços dos fatores podem resultar de forças normais de mercado, ou podem ser induzidas por meio de subsídios ou regulamentos. Mudanças na função de produção de uma região podem ser decorrentes de um conjunto de forças, inclusive alterações nos preços dos produtos que resultam em mudanças de atividades combinação de terras ou nova tecnologia.

Aparentemente, a maioria desses fatores influiu no rápido crescimento da agricultura mecanizada no Brasil. As mudanças de atividades para a cultura de trigo, os altos preços do trigo, o crédito para a mecanização e a expansão geral do crédito são os mais importantes. Pouca tecnologia nova foi desenvolvida.

Sabemos, pela análise anterior, que a mecanização aumentou dramaticamente, enquanto o emprego da mão-de-obra, em média ,

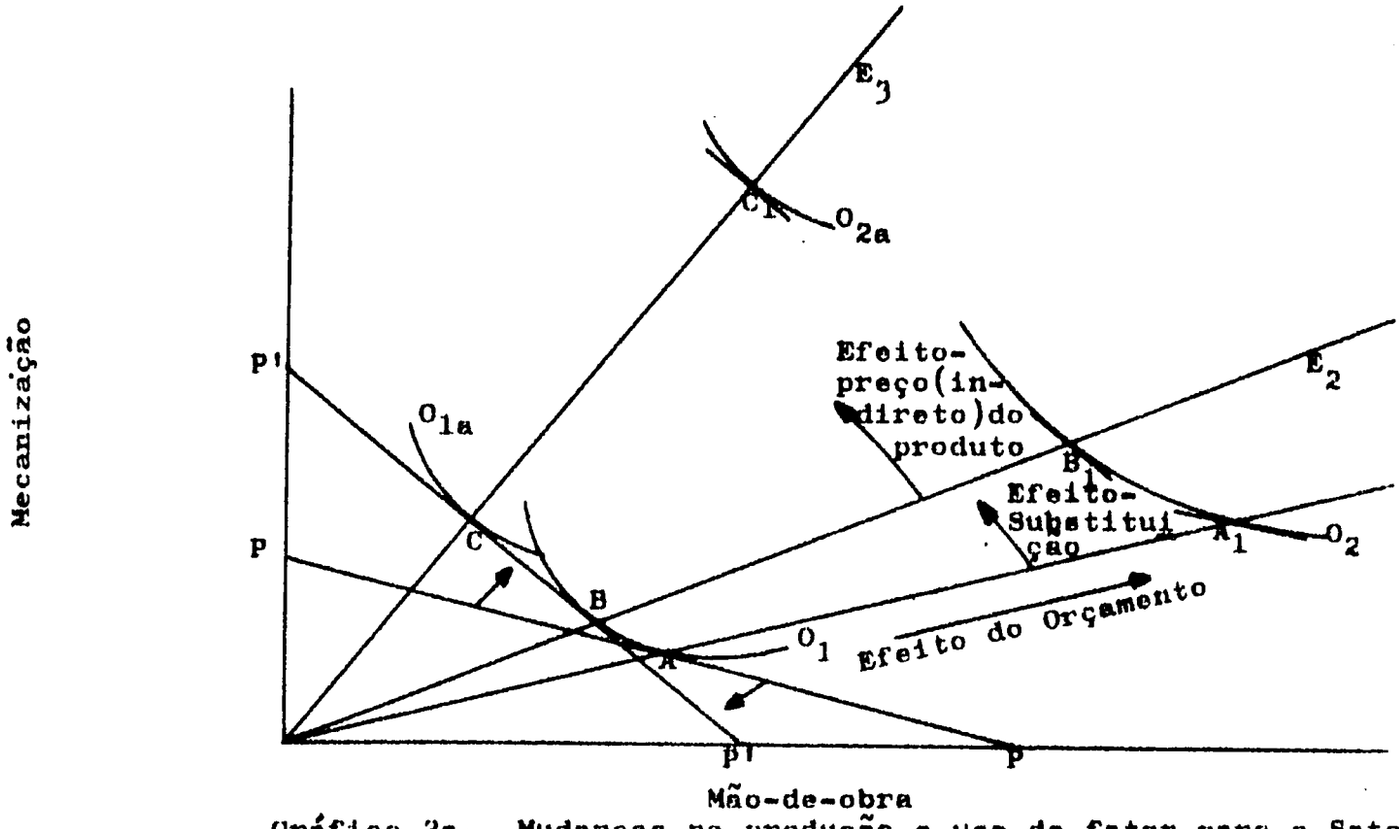

Gráfico 2a. Mudanças na produção e uso de fator para o Seto agrícola com subsídio de preço e à mecanizaçã do trigo e maior expansão de crédito.

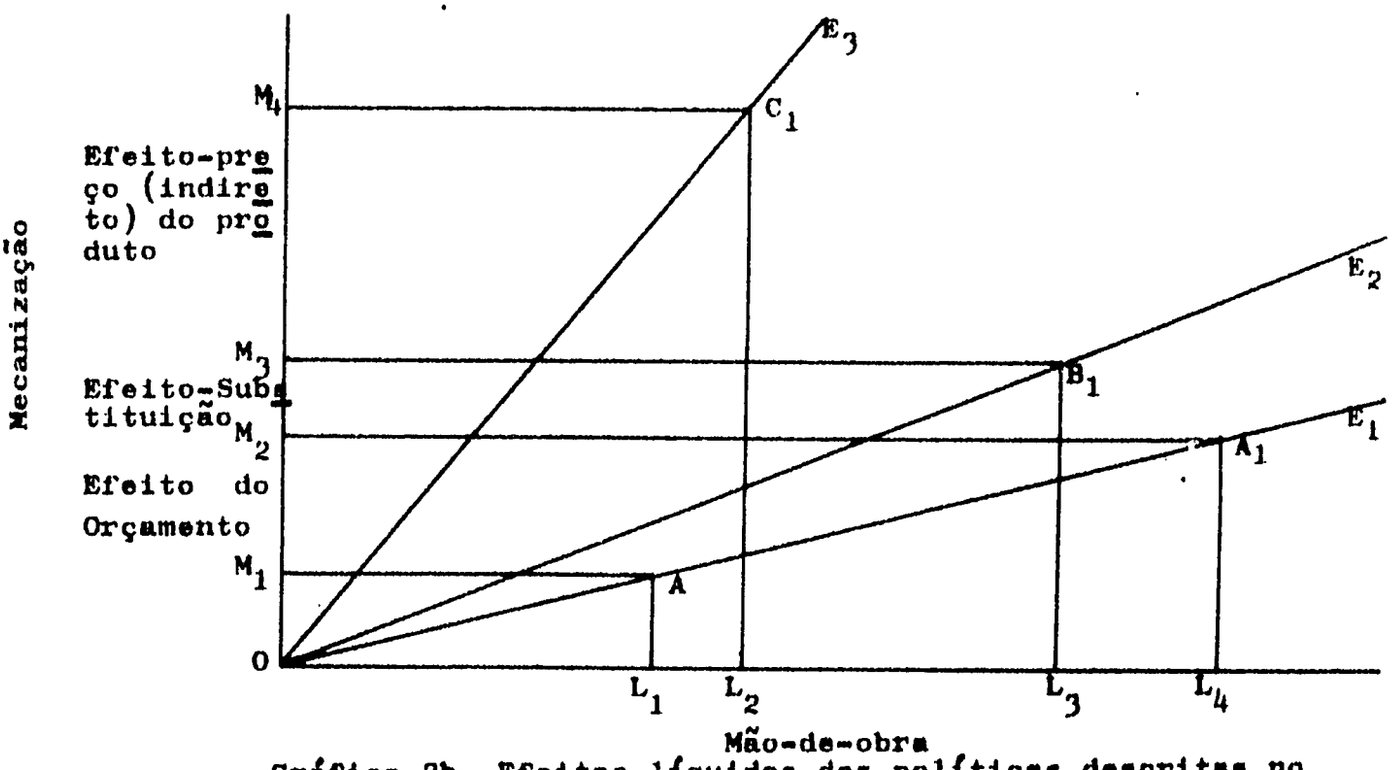

Gráfico 2b. Efeitos líquidos das políticas descritas no

continuou mais ou menos constante. Para fins de esclarecimento, suponhamos um ligeiro aumento no emprego de mão-de-obra. Essas mudanças são indicadas no gráfico 2b como M_4 e L_2, respectivamente. A questão, pois, é: que combinação de forças causou essa significativa distorção no uso do fator?

Convencionalmente, dois efeitos são considerados: 1) um efeito de produção ou de orçamento que desloca o equilíbrio para um novo nível de produção; 2) o efeito de substituição, que causa uma mudança na proporção dos fatores usados no mesmo nível de produção. Uma vez que estamos considerando uma função de produção agregada para uma região incluindo o tempo como uma variável um terceiro efeito é adicionado ou seja, mudanças na forma da função de produção regional como resultado de mudanças nos preços dos produtos, na tecnologia ou na combinação de atividades.

O efeito de produção advindo de maior expansão de crédito e de fundos internos adicionais gerados pelos altos preços do trigo, indubitavelmente permitiu que os agricultores atingissem um nível muito mais alto de produção. Com uma função de produção convencional, linear, homogênea, isso aumentaria o emprego de mão-de-obra, bem como a mecanização. Essa situação hipotética, sem que ocorresse mudança nos preços dos fatores ou na função de produção e com recursos adequados, teria sido representada por A_1 sendo M_2 e L_4 as quantidades de fatores utilizados.

A hipótese é de que o efeito substituição foi mínimo no Sul do Brasil. A política favorável de crédito, baixas taxas de juros e subsídios limitados à mecanização alteraram um pouco os preços dos fatores em favor da mecanização. (21) Nos gráficos 2a e 2b, esse efeito moveria a linha de expansão para E_2, como novo ponto de equilíbrio em B_1 e aumento de mecanização de M_2 para M_3. Entretanto, uma vez que a mudança real ocorreu para C_1, devemos

(21) Nesbit considera aqui um fator adicional, isto é, o crédito especificamente ligado a um fator pode aumentar artificialmente seu uso e levar a produção a um nível mais alto, porém não à produção máxima do orçamento dado. No Brasil, entretanto, a expansão substancial na oferta total de crédito e aumentos simultâneos nos fundos internos advindos dos altos preços do trigo provavelmente desgastam de modo severo o potencial para esta forma de distorção do uso do fator. Ver C.T. Nesbit, "A Model for Analyzingo some Effectsof Discriminatory Credit in Chile" Land Tenure Center, Paper Nº 34, University of Wisconsin, May, 1967.

supor que a principal força que impulsiona a maior parte do aumento no orçamento destinado à mecanização deve resultar de uma mudança fundamental na função de produção agregada. Foi isso precisamente o que aconteceu. Os altos preços do trigo alteraram combinações de atividades, de pecuária extensiva e de agricultura mista para a cultura de trigo altamente especializada. Isso criou marcantes necessidades sazonais de mão-de-obra e de máquinas que são preenchidas mais eficientemente com o equipamento mecanizado. É provável que a escassez estacional de mão-de-obra tenha reforçado a mudança para a mecanização. Desse modo, na nova função de produção surgida através do subsídio artificial ao preço do produto, a mecanização é mais tecnicamente viável do que os métodos que empregam mais mão-de-obra.

O efeito acumulativo de todas essas forças é um considerável aumento no uso da mecanização. Supondo-se que o efeito substituição é pequeno e que o efeito de produção é grande, o resultado é que o emprego de mão-de-obra não é reduzido em valor absoluto.

VI - CONCLUSÕES

As várias forças de política que encorajaram a mecanização no Sul do Brasil resultaram em significativa modernização da agricultura. A produção de trigo expandiu-se, a mecanização e o uso de insumos complementares apresentaram dramático aumento e foi estabelecida a infraestrutura necessária para sustentar uma agricultura moderna. A pergunta que se deve responder é: pode esse "momentum" ser mantido sem o tremendo custo social envolvido no alto subsídio do preço do produto (trigo) e pelo crédito agrícola? É difícil estabelecer estimativas exatas da quantidade de transferência de renda que resulta anualmente desses programas. O suporte ao preço do trigo mais os custos de transporte para terminais de distribuição resultou num custo unitário do trigo nacional que é quase o dobro dos preços internacionais (22). O crédito subsidiado para a mecanização e as despesas de custeio para a produção de tri

(22) Peter T. Knight, "Import Substitution in Brazilian Agriculture: The Production of Wheat in Rio Grande do Sul", prepared for the Workshop on Price and Trade Policy and Agricultural Development, Purdue University, August 9-11, 1971.

go acrescentaram um custo social adicional. A produção nacional de trigo ultrapassou um milhão de toneladas. Com base nas observações acima, pode-se supor que o custo social desses programas esteve próximo de 50 milhões de dólares anualmente, com base na experiência de 1969.

A troca de outras atividades em favor da produção do trigo resultou do aumento da rentabilidade desta atividade em virtude de preços altos e crédito. Um método alternativo de aumentar a rentabilidade é baixar os custos unitários por meio de nova e melhor tecnologia. Especificamente, a produtividade do trigo é muito baixa e tem aumentado muito pouco nos recentes anos. Os retornos da pesquisa básica sobre novas variedades altamente produtoras e pesquisas associadas sobre fertilizantes produziram resultados proveitosos em outras partes do mundo. (23, 24).

No Brasil, esforços maiores foram recentemente iniciados a fim de aumentar o trabalho de pesquisa básica sobre novas tecnologias de produção de trigo. Também não existem estimativas exatas de custo. Entretanto, tais custos provavelmente representam uma pequena porcentagem dos custos atualmente incorridos com os subsídios dados a preços e crédito. Recomendar-se-ia, com ênfase, imediato e amplo trabalho de pesquisa tecnológica básica na área do trigo, integrada com pesquisa econômica, se se quiser manter e melhorar os significativos ganhos já obtidos, no mais baixo custo para a sociedade. Neste particular, são oportunos os recentes esforços feitos pelo Ministério da Agricultura para ampliar a pesquisa tecnológica básica, e dar suporte financeiro a estudos econômicos na área agrícola.

---

(23) Zvi Griliches "Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations," Journal of Political Economy, 66: -419-431, October, 1958.

(24) T.W. Schultz, Economic Growth and Agriculture, (New York: MecGraw Hill, 1968), Chapter 6, "Investment in Research", pp. 81-85.