

## Capítulo 10

### Comparación de costos en diferentes sistemas de labranza

En este capítulo, por medio de la comparación de costos, se puede calificar algunos aspectos relativos a la productividad de la tierra, del trabajo y la intensidad del capital bajo diferentes sistemas de labranza.

Los sistemas de labranza pueden ser clasificados según las fuentes de fuerza y los métodos de labranza.

En este análisis simplificado se considera que existen cinco sistemas más relevantes:

- Fuerza humana, "tumba y quema";
- Fuerza animal, labranza convencional;
- Fuerza animal, siembra directa;
- Fuerza motomecánica, labranza convencional;
- Fuerza motomecánica, siembra directa.

En la literatura son más frecuentes las evaluaciones de los sistemas que utilizan fuerza motomecánica que los demás sistemas.

Para la comparación de costos se utiliza el cultivo de maíz como testigo, por su representatividad en el área latinoamericana.

El producto de las estimaciones son los costos variables de producción que no consideran en su cálculo, los costos fijos de la explotación, los costos de transporte, los impuestos y los costos de administración. Solamente están los costos de depreciación, conservación y manutención; y los intereses sobre el capital en los costos horarios de maquinaria, animales y equipo.

Los precios utilizados fueron obtenidos mediante una encuesta sistemática realizada mensualmente por el Departamento de Economía Rural de la Secretaría de Agricultura y del Abastecimiento de Paraná, núcleo de Londrina (SEAB 1991) y fueron transformados en dólares americanos (US\$) al cambio oficial brasileño a la fecha (septiembre 1991, US\$ =

CUADRO 38

Costos variables de producción de maíz, tracción motomecánica, según 2 sistema de labranza y 4 tipos de preparación de la tierra, 1 ha, sur de Brasil, en dólares americanos (US\$), septiembre, 1991

OPERACIONES	LABRANZA CONVENCIONAL*												NO LABRANZA SIEMBRA DIRECTA			
	Rastra Aradora				Arado de Discos				Arado de Cinceles				Mano de Obra		Maquinaria	
	Mano de Obra		Maquinaria		Mano de Obra		Maquinaria		Mano de Obra		Maquinaria					
	Hh	Costo (US\$)	hM	Costo (US\$)	hH	Costo (US\$)	hM	Costo (US\$)	hH	Costo (US\$)	hM	Costo (US\$)	hH	Costo (US\$)	hM	Costo (US\$)
Disecación de malezas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90	0,90	0,90	9,75
Rastra aradora	1,25	1,25	1,25	14,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arado de discos	-	-	-	-	3,25	3,25	3,25	34,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Arado de cinceles	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	2,25	2,25	24,23	-	-	-	-
Rastra niveladora	2,00	2,00	2,00	20,56	2,00	2,00	2,00	20,56	2,00	2,00	2,00	20,56	-	-	-	-
<b>LABRANZA</b>	<b>3,25</b>	<b>3,25</b>	<b>3,25</b>	<b>35,10</b>	<b>5,25</b>	<b>5,25</b>	<b>5,25</b>	<b>54,81</b>	<b>4,25</b>	<b>4,25</b>	<b>4,25</b>	<b>44,79</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	<b>9,75</b>
Siembra					0,75	0,75	0,75	7,85					1,70	1,70	1,70	24,24
Herbicida pre-emergente					0,45	0,45	0,45	4,87					0,45	0,45	0,45	4,87
Fertilización en cobertura					1,20	1,20	1,20	13,54					1,20	1,20	1,20	13,54
Control de malezas					1,75	1,75	1,75	17,36					0,60	0,60	0,60	6,50
Cosecha					1,50	1,50	1,50	52,08					1,50	1,50	1,50	52,08
Manejo de cultivo					5,65	5,65	5,65	95,70					5,45	5,45	5,45	101,23
Sub-totales mano de obra y maquinaria		8,90		130,80		10,90		150,51		9,90		140,49		6,35		110,98
Costo Total Operaciones		139,70				161,41				150,39				117,33		
INSUMOS					Canti- dad	Precio Unitario		Costo (US\$)					Canti- dad	Precio Unitario		Costo (US\$)
Semillas					20 Kg	1,35		27,00					20 Kg	1,35		27,00
Herbicida (paraquat + diuron)					-	-		-					2,5 l	10,42		26,05
Herbicida (atrazine + metalochlor)					5,0 l	6,73		33,66					5,0 l	6,73		33,66
Herbicida (ametryne)					-	-		-					2,5 l	6,93		17,34
Fertilizante (4-30-10)					200 Kg	0,26		52,00					200 Kg	0,26		52,00
Fertilizante (urea)					120 Kg	0,25		30,00					150 Kg	0,25		37,50
Costo Total Insumos								142,66								193,55
Costos Variables Totales		US\$ 282,36				US\$ 304,07				US\$ 293,05				US\$ 310,88		

Leyenda: hH = hora-hombre tractorista = US\$ 1,00  
hM = hora-maquina = tractor + equipo o cosechadora

\* Los costos de manejo del cultivo e insumos en labranza convencional son los mismos para las tres modalidades.

Cr\$ 480). Sin embargo, tales valores representan razonablemente el mercado del sur de Brasil (Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sul).

Los coeficientes técnicos de los sistemas de labranza con fuerza humana y fuerza animal son aquellos obtenidos por Araujo (1990) y de los sistemas de tracción motomecánica son aquellos obtenidos por Wiles y Yamaoka (1981). A eso se suman algunas adaptaciones y estimaciones hechas por el autor.

#### COSTOS DE LOS SISTEMAS DE LABRANZA

##### Fuerza Humana, "Tumba y Quema"

El sistema de "tumba y quema" (slash and burn) en todos los países, se está desplazando hacia áreas con mayores limitaciones de suelos en términos de pedregosidad, pendiente, imposibilidad de encalado o presencia de remanentes de la cobertura original.

En ese sistema todas las operaciones son manuales y el trabajo es el único aporte de capital. Entonces, la producción es fruto de ese trabajo y de la extracción de la fertilidad natural del suelo.

Tomando como referencia la producción de una hectárea de maíz sembrado con el sistema de tumba y quema se tiene una estructura de costos aproximados como la que se presenta en el Cuadro 36.

El sistema de "tumba y quema" tiene un costo aproximado de US\$ 113 por hectárea. La productividad estimada es de 1000 a 1200 Kg/ha que con el precio del maíz a US\$ 0,13 por Kg generaría un ingreso bruto de US\$ 130 a 156 por hectárea. El margen bruto (ingreso bruto menos costos variables) esperado está entre US\$ 17 a 43 por hectárea, que debería

cubrir total o parcialmente los costos fijos, resultando en un pequeño superávit o en un pequeño déficit.

Tal sistema es implementado a base de mano de obra familiar sin representar un gasto monetario, pero que tiene un costo de oportunidad equiparable al salario promedio de la región.

Así, el costo de mano de obra suma 97 % de los costos variables. Un 2 % tiene relación con insumos, especialmente semillas, que en este caso son del agricultor y no generan dispendio monetario. Finalmente, los costos de las herramientas (azada, sembradora manual, etc.) representan el 1 %. Esa estructura de costos refleja una estrategia típica de los campesinos pobres (campesinos estacionarios o semiproletarios) cuyo objetivo es producir con el menor costo monetario posible, donde el resultado financiero del productor es ajustado al final del ciclo de cultivo pudiendo ser mayor o menor que el salario o jornal recibido si trabajase fuera de su explotación. Muchas veces ese tipo de sistema está asociado a la práctica de barbecho de largo plazo (6 a 7 años), donde se explota la vegetación de mayor porte para leña y madera. En esos casos los suelos tienen normalmente una fertilidad de media a alta con relieve de ondulado a montañoso. Es posible alcanzar rendimientos entre 1 000 y 1800 Kg/ha, siempre y cuando que el manejo del barbecho requiera más trabajo que el estimado en el Cuadro 36.

De cualquier forma el sistema de labranza "tumba y quema" representa una baja productividad de trabajo (6,3 Kg de maíz por hora trabajada). Poco se puede hacer para intensificar un sistema de ese tipo pues las condiciones no permiten que se haga encalado, que se siembre en líneas o que se utilice la tracción animal. Algunos esfuerzos han sido hechos para adaptar abonos verdes y para buscar enriquecer el barbecho con el objeto de mejorar la fertilidad del suelo "in situ".

Fuerza Animal, Labranza Convencional; y Fuerza Animal, Siembra Directa

Los sistemas operados con tracción animal son muy flexibles en términos de intensificación de la producción. Es posible establecer desde un modelo minimizador de costos hasta un modelo maximizador de rendimientos.

La tracción animal es muy eficiente para operaciones de control mecánico de malezas y siembra. Las operaciones de labranza tienen limitaciones técnicas y presentan bajo rendimiento operacional (tardan mucho). En regiones más desarrolladas donde hay mayor disponibilidad de tractores, es común que pequeños productores contraten servicios mecanizados de labranza y utilicen tracción animal en las demás operaciones. Otra alternativa que se presenta en tiempos recientes es la siembra directa con tracción animal. Particularmente el Área de Ingeniería Agrícola del Instituto Agronómico del Paraná (IAPAR), Brasil, ha desarrollado un prototipo de sembradora directa que está siendo probada con éxito en diversas localidades. En el Cuadro 37 se presenta la comparación de costos entre labranza convencional y siembra directa con tracción animal.

En primer lugar los costos variables de producción de los dos sistemas son prácticamente iguales. En labranza convencional los costos de mano de obra (US\$ 103,12) son bastante significativos y representan 44 %, así como los costos de insumos (US\$ 93,60) con el 40,9 %. Los costos de máquinas y equipo (US\$ 37,44) responden por los 16% restantes. En siembra directa los componentes de costos alteran significativamente su importancia.

**CUADRO 37**

**Costos variables de producción de maíz bajo tracción animal, según sistema de labranza, 1 ha, sur de Brasil, en dólares americanos (US\$), septiembre, 1991**

OPERACIONES	Tracción Animal, Labranza Convencional					Tracción Animal, Siembra Directa				
	Mano de Obra		Animal + Equipo			Mano de Obra		Animal + Equipo		
	hH	Costo (US\$)	hA	hE	Costo (US\$)	hH	Costo (US\$)	hA	hE	Costo (US\$)
Manejo del barbecho	24	15,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Dissecación de malezas	-	-	-	-	-	10	6,25	-	10	1,40
Aración	24	15,00	24	24	11,40	-	-	-	-	-
Rastrage (2x)	20	12,50	20	20	10,40	-	-	-	-	-
Siembra	8	5,00	8	8	4,72	10	6,25	10	10	7,30
Aplicación de herbicida	-	-	-	-	-	5	3,12	-	5	0,70
Control de malezas	24	15,00	24	24	11,20	20	12,50	-	-	-
Fertilización en cobertura	5	3,12	-	-	-	5	3,12	-	-	-
Cosecha	60	37,50	-	-	-	60	37,50	-	-	-
Sub-totales de mano de obra y animal + equipo	165	103,12	76	76	37,44	110	68,74	10	25	9,40
Total de operaciones	US\$ 140,56					US\$ 78,14				
INSUMOS	Cantidad		Precio Unitario		Costo (US\$)	Cantidad		Precio Unitario		Costo (US\$)
Semillas híbridas	20 Kg		1,35		27,00	20 Kg		1,35		27,00
Herbicida (paraquat + diuron)	-		-		-	2,5 l		10,42		26,05
Herbicida (atrazine + metalochlor)	-		-		-	5,0 l		6,73		33,66
Fertilizante (4-30-10)	160 Kg		0,26		41,60	160 Kg		0,26		41,60
Fertilizante (urea)	160 Kg		0,25		25,00	100 Kg		0,25		25,00
Costo totales de insumos	US\$ 93,60					US\$ 153,31				
Costos Variables Totales	US\$ 234,16					US\$ 231,45				

Leyenda: hH = horas-hombre trabajadas - 1 hH = US\$ 0,625  
 hA = horas-animal utilizadas - 1 hA = 0,410  
 hE = horas-equipo utilizadas

Frente al incremento del uso de herbicidas y a la disminución en el volumen de mano de obra y utilización de animales y equipos, los costos de insumos (US\$ 153,31) representan 66,2% del total, en cuanto a la mano de obra (US\$ 68,74) y animales mas equipos (US\$ 9,39) participan con 29,7% y 4,1%, respectivamente. La productividad del trabajo es 24,2 y 36,4 Kg de maíz por hora trabajada con labranza convencional y siembra directa respectivamente. Se estiman rendimientos de 3 500 a 4 500 Kg/ha.

En resumen, lo que se ahorra en labranza y mano de obra, es aproximadamente el gasto necesario para el control químico de malezas. En términos generales, los agricultores presentan resistencia a cambiar la mano de obra familiar y animal mas equipos que ya están disponibles por gastos monetarios en insumos. Sin embargo, no se puede ignorar los efectos a largo plazo en términos de conservación de suelos y manutención de la capacidad productiva, de la misma forma que es posible reducir la cantidad de herbicidas a medida que se consolida la cobertura muerta (Almeida 1991b).

Fuerza Motomecánica, Labranza Convencional; y Fuerza Motomecánica, Siembra Directa

Para una mejor especificación de las diferentes modalidades de preparación convencional en sistemas a base de fuerza motomecánica, fueron también comparados los costos de 3 tipos de equipo empleados en la preparación primaria del terreno:

- rastra aradora:
- arado de discos:
- arado de cinceles.

A estos tipos de labranza convencional se agregó la siembra directa, representado por el sistema de no labranza.

Se presenta la evaluación de costos en el Cuadro 38.

En primer lugar, de manera similar a lo ocurrido en los sistemas de labranza con tracción animal, los costos variables de las tres modalidades de labranza convencional y de la siembra directa son bastante semejantes. El sistema con menor costo es la labranza motomecánica convencional, con rastra aradora (US\$ 282,36), razón por la cual fue la más utilizada durante la década de 70 y en una buena parte de la década de 80 en las regiones brasileñas de agricultura intensiva; época en que substituyó en gran medida la labranza tradicional con arado de discos (US\$ 304,07). La siembra directa (US\$ 310,88) fue desarrollada en Brasil a partir de 1975, ganando mayor impulso a partir de la mitad de los años 80. A partir de los datos experimentales del IAPAR (Paraná, Brasil) con el proyecto de investigación en donde se ensayaron siete rotaciones de cultivo (incluyendo, soya, maíz, algodón y trigo) en labranza convencional (arado de discos) y en siembra directa, se realizó una evaluación de costos, rentabilidad y riesgos. Laurenti y Fuentes Llanillo (1981) concluyeron que la similitud de costos entre labranza convencional y siembra directa se debe a que la disminución de gastos con labranza en siembra directa fue prevenida por los gastos referentes al control químico de malezas. Estos rubros (labranza y control de malezas) son los únicos que difieren entre labranza convencional y siembra directa.

Los mismos autores concluyeron que el efecto de rotación de cultivos fue significativo, en cambio los sistemas de cultivo no presentaron diferencias significativas de costos, rentabilidad y riesgo.

Las cuatro modalidades de labranza presentan una alta productividad de trabajo (siembra directa, 787 Kg de maíz por hora trabajada; rastra aradora, 562 Kg de maíz por hora trabajada; arado de discos, 459 Kg de maíz por hora trabajada; arado de cinceles, 505 Kg de maíz por hora trabajada). El arado de cinceles viene mostrándose como una alternativa intermedia entre rastra aradora y arado de discos, con innegables ventajas en términos de conservación de suelos. De la misma manera las cuatro modalidades presentan alta intensidad

CUADRO 38

Costos variables de producción de maíz, tracción motomecánica, según 2 sistema de labranza y 4 tipos de preparación de la tierra, 1 ha, sur de Brasil, en dólares americanos (US\$), septiembre, 1991

OPERACIONES	LABRANZA CONVENCIONAL*												NO LABRANZA SIEMBRA DIRECTA			
	Rastra Aradora				Arado de Discos				Arado de Cinceles				Mano de Obra		Maquinaria	
	Mano de Obra		Maquinaria		Mano de Obra		Maquinaria		Mano de Obra		Maquinaria					
	hH	Costo (US\$)	hM	Costo (US\$)	hH	Costo (US\$)	hM	Costo (US\$)	hH	Costo (US\$)	hM	Costo (US\$)	hH	Costo (US\$)	hM	Costo (US\$)
Disecación de malezas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90	0,90	0,90	9,75
Rastra aradora	1,25	1,25	1,25	14,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arado de discos	-	-	-	-	3,25	3,25	3,25	34,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Arado de cinceles	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	2,25	2,25	24,23	-	-	-	-
Rastra niveladora	2,00	2,00	2,00	20,56	2,00	2,00	2,00	20,56	2,00	2,00	2,00	20,56	-	-	-	-
LABRANZA	3,25	3,25	3,25	35,10	5,25	5,25	5,25	54,81	4,25	4,25	4,25	44,79	0,90	0,90	0,90	9,75
Siembra					0,75	0,75	0,75	7,85					1,70	1,70	1,70	24,24
Herbicida pre-emergente					0,45	0,45	0,45	4,87					0,45	0,45	0,45	4,87
Fertilización en cobertura					1,20	1,20	1,20	13,54					1,20	1,20	1,20	13,54
Control de malezas					1,75	1,75	1,75	17,36					0,60	0,60	0,60	6,50
Cosecha					1,50	1,50	1,50	52,08					1,50	1,50	1,50	52,08
Manejo de cultivo					5,65	5,65	5,65	95,70					5,45	5,45	5,45	101,23
Sub-totales mano de obra y maquinaria		8,90		130,80		10,90		150,51		9,90		140,49		6,35		110,98
Costo Total Operaciones		139,70				161,41				150,39				117,33		
INSUMOS					Canti- dad	Precio Unitario	Costo (US\$)						Canti- dad	Precio Unitario	Costo (US\$)	
Semillas					20 Kg	1,35	27,00						20 Kg	1,35	27,00	
Herbicida (paraquat + diuron)					-	-	-						2,5 l	10,42	26,05	
Herbicida (atrazine + metalochlor)					5,0 l	6,73	33,66						5,0 l	6,73	33,66	
Herbicida (ametryne)					-	-	-						2,5 l	6,93	17,34	
Fertilizante (4-30-10)					200 Kg	0,26	52,00						200 Kg	0,26	52,00	
Fertilizante (urea)					120 Kg	0,25	30,00						150 Kg	0,25	37,50	
Costo Total Insumos							142,66								193,55	
Costos Variables Totales		US\$ 282,36					US\$ 304,07			US\$ 293,05					US\$ 310,88	

Leyenda: hH = hora-hombre tractorista = US\$ 1,00  
hM = hora-maquina = tractor + equipo o cosechadora

\* Los costos de manejo del cultivo e insumos en labranza convencional son los mismos para las tres modalidades.

**CUADRO 39**

Resumen de los costos en diferentes sistemas de labranza, maíz, 1 ha, sur de Brasil, en US\$, septiembre, 1991

US\$/ha	Fuerza Humana	Fuerza animal		Fuerza Motomécanica Labranza Convencional			Fuerza Moto- mecánica
	"Tumba y Quema"	Labranza Convencional	Siembra Directa	Rastra Aradora	Arado de Discos	Arado de Cinceles	Siembra Directa
Costos variables totales	112,77	234,16	231,45	202,36	304,97	293,05	310,88
Mano de obra	109,30	103,12	68,75	8,90	10,90	9,90	6,35
Maquinaria, animales y equipo	0,79	37,44	9,39	130,80	150,51	140,49	110,98
Insumos	2,60	93,60	153,31	142,66	142,66	142,66	193,55
Costos de los herbicidas y su aplicación	-	-	71,18	38,53	38,53	38,53	99,07
<i>versus</i>							
Costo de labranza	30,25	63,94	-	38,35	60,06	49,04	
Valor de la producción	130-156	455-585	455-585	650-780	650-780	650-780	650-780
Margen bruto	17-43	221-351	224-354	68-498	346-476	357-487	340-470

en el uso de capital (98,0%, 96,8%, 96,4% y 96,6%). Para esta comparación de costos, se estiman rendimientos de 4 500 a 5 500 Kg/ha.

#### SINTESIS COMPARATIVA DE COSTOS EN DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA

A manera de conclusión se presenta una síntesis de los costos variables totales de mano de obra, maquinaria, animales y equipo, insumos y costos comparativos entre labranza y herbicidas (con costos de aplicación) y finalmente se presenta una estimación de los márgenes de ingresos brutos (Cuadro 39).