



INIAP

Publicación Miscelánea No 17  
Departamento de Economía Agrícola  
Mayo - 1974

*Economista Michael Schwartz*

*¿CUANDO SE JUSTIFICA  
LA MECANIZACION?*

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ECUADOR

## ¿ CUANDO SE JUSTIFICA LA MECANIZACION ?

*Michael Schwartz, Ph. D\**

### ¿ CUANDO SE JUSTIFICA LA MECANIZACION ?

La mecanización es uno de los factores generalmente incluidos en el conjunto de recomendaciones para la tecnificación de la agricultura y, bajo muchas condiciones, representa un aporte importante al incremento de la producción agrícola. Sin embargo, hay ciertos requisitos y circunstancias que deben existir antes de que la mecanización sea ventajosa para el agricultor. El presente trabajo tiene por objeto indicar cuáles son las condiciones que favorecen el uso de maquinaria en la producción e ilustrar cómo esas condiciones pueden justificar o no la mecanización.

### CONDICIONES FAVORABLES A LA MECANIZACION

La alternativa a la mecanización, es el sistema manual; generalmente, se puede hacer las labores de producción con maquinaria o a mano. Sin embargo, hay casos en que esta sustitución no es factible, y las circunstancias favorecen la adopción de un sistema mecanizado. En estas condiciones,

la mecanización permite al agricultor ejecutar labores que no serían posibles bajo un sistema manual, o que podrían hacerse más rápidas, y/o más baratas.

#### Escasez de Mano de Obra

En algunas zonas aisladas del país, o en otras donde el requerimiento total de trabajadores agrícolas es muy alto, no se dispone de suficiente mano de obra para satisfacer la demanda. Entonces los agricultores están obligados a adoptar un sistema de producción por lo menos parcialmente mecanizado, o dejar de producir.

#### Labores Oportunas.

En otros casos la maquinaria reemplaza a la mano de obra. Existen algunas labores que se deben hacer dentro de un período de tiempo relativamente corto. Por ejemplo, frecuentemente es crítico que se siembre, coseche o efectúe un control de plagas o malezas dentro de un tiempo limitado. Una de las ventajas de la mecanización de labores

\* Miembro de Asistencia Técnica de la Universidad de Florida en el Departamento de Economía Agrícola del INIAP

es la rapidez. Para estas labores, cuando el tiempo de ejecución es crítico, la mecanización es la mejor alternativa

#### Costos Menores.

El agricultor debe considerar los costos comparativos entre un sistema mecanizado y un sistema manual. Cuando no se presente dificultad en obtener suficiente mano de obra y el sistema manual rinda igual que el mecanizado, la selección entre los dos sistemas debe basarse en los respectivos costos. La decisión de mecanizar o no depende de:

- a) La tasa de sustitución entre la maquinaria y la mano de obra;
- b) El costo de la maquinaria; y,
- c) El costo de la mano de obra.

#### La Tasa de Sustitución.

La tasa de sustitución entre dos insumos indica la cantidad de uno que se necesita para reemplazar al otro, y mantener la producción al mismo nivel. En nuestro caso se refiere al número de horas - máquina que se requeriría para reemplazar la mano de obra y el equipo utilizado en un sistema de producción manual. El cálculo consiste de dos etapas: identificar cuáles labores se podría mecanizar, y determinar cuanto tiempo ocuparía la maquinaria para realizar estas labores.

#### El Costo de la Maquinaria\*

El costo de la mecanización depende de la intensidad de su uso, y para calcularlo se debe tomar en cuenta varios valores y costos. A continuación se describen los diferentes renglones que constituyen la base para calcular el costo de la mecanización

1. **Costo inicial.** El costo inicial es el precio en que se puede comprar la maquinaria. Este costo variaría según los términos de compra, siendo al contado el más barato

2. **Vida útil.** La vida útil de la maquinaria y equipo agrícola depende, por lo general, de la intensidad con que se la emplee, es decir, el número de horas de uso. Sin embargo, hay otros factores relacionados con el cambio tecnológico y las innovaciones que hacen que una máquina se vuelva obsoleta después de cierto tiempo. Por esta razón, se pone en cada máquina dos subrenglones como vida útil: horas y años.

En el presente trabajo se utiliza el límite puesto por el número de años de vida útil, pero tomando en cuenta que el uso de la maquinaria también está limitado debido a la característica estacional de las diferentes labores agrícolas que solo permite que estas se efectúen dentro de un plazo limitado.

3. **Valor residual.** Es el valor al término de la vida útil de la maquinaria. Para su cálculo se ha seguido el método convencional de tomar el 10 por ciento del costo inicial para todas las máquinas, con excepción del tractor cuyo valor residual se estima en el 20 por ciento del costo inicial.

4. **Costos fijos.** Como costos fijos se definen aquellos que son independientes de la intensidad con que trabaje la máquina. Así por ejemplo, un tractor se deprecia aunque se quede inmóvil ya que se vuelve anticuado. Igualmente, se le carga interés a la inversión si se usa la maquinaria o no. El costo de depreciación es aplicable cuando se utiliza la maquinaria para más de un período de producción, para cargar el costo a todos estos períodos

a) **Depreciación:** Es una función de la edad de la máquina. Para su cálculo se ha usado el método conocido como "depreciación lineal" cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{costo inicial} - \text{valor residual}}{\text{años de vida útil}}$$

La depreciación por hora sería entonces:

\* La mayor parte de la discusión sobre los costos de la maquinaria se puede encontrar en el Boletín Técnico No. 10 Departamento de Economía Agrícola - INIAP, Costos de Producción para Oleaginosas de Ciclo Corto, con Costos de Operación de Maquinaria, en el Libro del ecuatoriano, por Terry Moore y Kamal Dow

$$\text{Depreciación por hora} = \frac{\text{Depreciación anual}}{\text{Horas de uso por año}}$$

b) **Interés sobre la inversión:** A toda inversión hay que cargarle un interés, ya que si el agricultor no invirtiera su dinero en un tractor, podría llevarlo al mercado de capitales y obtener un rédito anual. Para este caso se ha tomado el 12 por ciento que es una tasa de interés común y legal en el Ecuador. Para el cálculo de la base sobre la cual se va a calcular el interés, se usa la inversión promedio. Las siguientes son las etapas seguidas en el cálculo de interés por hora:

$$\text{Inversión promedio} = \frac{\text{costo inicial} + \text{valor residual}}{2}$$

$$\text{Interés anual promedio} = \text{Inversión promedio} \times \text{tasa de interés}$$

$$\text{Interés por hora} = \frac{\text{Interés anual promedio}}{\text{Horas uso al año}}$$

c) **Reparaciones y mantenimiento.** Es decir el cuidado tanto preventivo como curativo de la maquinaria. Este renglon sería difícil de estimar con precisión al principio; sin embargo, la experiencia y los resultados de muchos años y registros de investigación han permitido la estimación de los costos de mantenimiento y reparación en términos de porcentaje sobre el costo inicial de la maquinaria.

5. **Costos Variables.** Como costos variables se definen aquellos que son proporcionales a la intensidad del uso de la maquinaria. Esta categoría abarca los costos de operación, es decir, de los insumos que se usan directamente en la operación de la máquina, tales como: el tractorista, la gasolina, el aceite, etc.

#### El Costo de la Mano de Obra

El costo de la mano de obra en el Ecuador varía de una zona a otra, y según la clasificación del trabajador. Generalmente, el precio del jornal es más alto en

la Costa que en la Sierra. Además, el agricultor paga menos a los trabajadores ocasionales, o a los que hacen tareas por contrato, que a sus obreros permanentes. Esta diferencia, en gran parte, se debe a los aportes sociales y sueldos adicionales que corresponden a los permanentes.

### CUANDO SE JUSTIFICA LA MECANIZACION

#### Un ejemplo ilustrativo

El ejemplo que se ilustra a continuación muestra como se puede calcular si la mecanización sería económica en una explotación agrícola. Se han hecho tres supuestos acerca de la producción en la finca:

- Hay suficiente mano de obra en la zona que permite el uso de un sistema manual.
- No hay diferencia en rendimiento entre los dos sistemas: manual y mecanizado.
- El único cambio entre los dos sistemas es el uso de maquinaria en vez de mano de obra.

Un ejemplo contempla una rotación de maíz en el invierno con soya en el verano. El objetivo es tomar la decisión de producir con un sistema mecanizado o un manual.

#### Mecanizado vs. Manual

El primer paso en la selección del sistema de producción a emplearse es la formulación de los presupuestos respectivos que permitiría una comparación de los coeficientes de producción de los dos sistemas. Una vez que se tengan los coeficientes técnicos se puede calcular las tasas de sustitución entre la maquinaria y la mano de obra. La selección del sistema más rentable se resuelve con la introducción de los costos de maquinaria y la mano de obra.

Los Coeficientes Técnicos

En los cuadros 1 y 2 se pueden apreciar los presupuestos en términos de los coeficientes técnicos para

una hectárea de soya y una de maíz, y en el cuadro 3 hay un resumen para los dos cultivos. Los insumos y actividades comunes a los dos sistemas no se incluyen en los cuadros

CUADRO 1  
COEFICIENTES TÉCNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE SOYA  
(Una hectárea)

RUBRO	MECANIZADO		SEMI - MECANIZADO	
	Horas - Maquina*	Jornales	Horas - Equipo	Jornales
Preparación				19,00
Arado	2,50			
Rastra	2,50			
Siembra	1,00	0,20		12,00
Control de Malezas	0,40	0,25	3,00**	30,75
Cultivada	1,50			
Control Plagas	1,20	0,15	8,25**	2,25
<b>SUBTOTAL</b>	<b>9,10</b>	<b>0,60</b>	<b>11,25</b>	<b>64,00</b>
<b>COSECHA COMBINADA</b>	<b>1,00***</b>	<b>0,25</b>	<b>8,75****</b>	<b>18,00</b>

- \* Incluye el tractor, el equipo necesario y el tractorista
- \*\* Aspersora de motor (de mochila)
- \*\*\* Horas del uso de la combinada
- \*\*\*\* Trilladora

CUADRO 2

COEFICIENTES TECNICOS PARA LA PRODUCCION DE  
MAIZ (Una Hectárea)

RUBRO	MECANIZADO		MANUAL
	Horas Máquina*	Jornales	Jornales
Preparación			15,00
Arada	2,50		
Rastra	2,50		
Siembra	0,50	0,15	5,00
Fertilización**			4,00
Control Malezas	0,40	0,30	30,00***
Control Plagas		0,50	0,50
Cosecha	2,00		10,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>7,90</b>	<b>2,20</b>	<b>74,50</b>
Desgrane	5,00****	1,25	0,00

\* Incluye el tractor, el equipo necesario y el tractorista

\*\* En el sistema mecanizado la aplicación se realiza con la siembra

\*\*\* Deshierbas manuales

\*\*\*\* Horas máquina = horas del uso de la desgranadora.

## La Tasa de Sustitución

Del cuadro 3 se puede derivar las tasas de sustitución entre el sistema mecanizado y el manual. En el cálculo para la soya se han considerado por separado datos para el cultivo hasta la cosecha, y de la cosecha. Se efectuó esta separación porque la maquinaria que se utiliza para la cosecha es diferente que para las demás labores. Las primeras labores requerían un tractor con equipo, y para la cosecha se hizo el cálculo contemplando una combinada autopropulsora. El cuadro 4 nos

muestra las tasas de sustitución, las mismas que son negativas, lo que nos indica que un aumento en el uso de un factor implica que la cantidad del otro (el sustituto) disminuiría. En el ejemplo, con el uso del sistema mecanizado una hora - máquina utilizada en la producción reemplazaría a 7,5 jornales y 0,7 horas de equipo manual.

**CUADRO 3**  
**COEFICIENTES TECNICOS PARA LA PRODUCCION DE SOYA Y MAIZ**  
(Una hectárea)

RUBRO	MECANIZADO		SEMI - MECANIZADO	
	Horas Máquina <sup>a/</sup>	Jornales	Horas-Equipo	Jornales
Preparación				34,00
Arado	5,00			
Rastra	5,00			
Siembra	1,50	0,35		17,00
Fertilización <sup>b/</sup>				4,00
Control de Malezas	0,80	0,55	3,00 <sup>c/</sup>	60,75 <sup>d/</sup>
Cultivada	1,50			
Control de Plagas	1,20	0,65	8,25	2,75
Cosechadora	2,00			10,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>17,00</b>	<b>1,55</b>	<b>11,25</b>	<b>128,50</b>
Combinada	1,00 <sup>e/</sup>		8,75 <sup>f/</sup>	18,00
Desgranadora	5,00 <sup>g/</sup>	1,25		10,00

- <sup>a/</sup> Incluye el tractor, el equipo necesario y el tractorista  
<sup>b/</sup> En el sistema mecanizado la aplicación se realiza con la siembra  
<sup>c/</sup> Aspersora de motor  
<sup>d/</sup> Incluye las deshierbas  
<sup>e/</sup> Horas del uso de la combinada  
<sup>f/</sup> Trilladora  
<sup>g/</sup> Horas del uso de la desgranadora

CUADRO 4

LAS TASAS DE SUSTITUCION ENTRE LA MAQUINARIA Y LA MANO DE OBRA  
Y EQUIPO MANUAL EN UN SISTEMA DE PRODUCCION DE SOYA Y MAIZ

LABOR	DIFERENCIA ENTRE REQUERIMIENTOS *		
	Horas - tractor**	Jornales	Horas - equipo
Preparación	10,00	- 34,00	—
Siembra y fertilizacion	1,50	- 20,65	—
Labores culturales	1,50	—	—
Control de Malezas	0,80	- 60,20	- 3,00 ***
Control de Plagas	1,20	- 2,10	- 8,25 ***
Cosecha ****	2,00	- 10,00	—
TOTAL	17,00	- 126,95	- 11,25

A Tasa de Sustitución entre MAQUINARIA Y MANO DE OBRA

$$\frac{- 126,95 \text{ jornales}}{17,00 \text{ horas - maquina}} = - 7,5$$

B Tasa de Sustitución entre MAQUINARIA Y EQUIPO MANUAL

$$\frac{- 11,25 \text{ horas - equipo}}{17,00 \text{ horas - maquina}} = - 0,7$$

\* Restando la cantidad usada en el sistema manual de la cantidad en el sistema mecanizado.

\*\* Tractor con equipo necesario

\*\*\* Equipo aspersora manual

\*\*\*\* Únicamente la cosecha de maíz, sin incluir el desgrane.



### Los Costos de la Maquinaria.

Los datos básicos sobre el costo de la maquinaria se encuentran en el cuadro 5. Este cuadro nos muestra no solamente los precios y valores monetarios, sino también los parámetros necesarios para calcular los costos fijos. Sobre la base de esta información y las fórmulas anteriormente presentadas, se han calculado la depreciación, el interés y el costo de mantenimiento y reparaciones para cada máquina e implemento.

Según los coeficientes técnicos presentados en el

cuadro 3, se puede calcular el tiempo por hectárea que se utilizaría la maquinaria, y multiplicando por el número de hectáreas de la explotación daría el total de horas de uso en el año. Entonces, cuando se divide los costos fijos por año para el número de horas de uso, se obtendría el costo fijo por hora. Dado el mayor uso de la maquinaria mientras aumenta el tamaño de la explotación, los costos fijos por hora disminuirían, variando en el sentido inverso al uso. El costo fijo por hora para superficies de 10 a 100 hectáreas se encuentran en el cuadro 6

CUADRO 5  
COSTOS DE LA MAQUINARIA

EQUIPO	Costo Inicial	Valor Residual	Tasa de mantenimiento	Tasa de Interés	Vida Util	Depreciación Anual	Interes Anual	Mantenimiento Anual	Costo Fijo Total Anual	Costo de Operación (por hora)
Tractor	225.000	45.000	50	12	10	18.000	16.200	11.250	45.450	21,48
Arado	26.900	2.690	40	12	10	2.421	1.175	1.076	5.272	
Rastra	24.000	2.400	40	12	10	2.162	1.584	960	4.706	
Sembradora	36.000	3.600	40	12	10	3.240	2.376	1.440	7.056	
Cultivadora	58.000	5.800	40	12	10	5.220	3.828	2.320	11.368	
Aspersora	8.000	800	40	12	10	720	265	400	1.385	
Cosechadora de maíz	42.000	4.200	40	12	10	3.780	2.772	1.680	8.232	
Aspersora Manual	4.400	440	50	12	4	990	290	550	1.830	0,50

CUADRO 6

COSTO FIJO POR HORA PARA SOYA Y MAIZ

EQUIPO	HECTAREAS									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Tractor	267	134	89	67	53	44	38	33	30	27
Arado	105	52	35	26	21	18	15	13	12	10
Rastra	94	47	31	24	19	16	13	12	10	9
Sembradora	470	235	157	118	94	78	67	59	52	47
Cultivadora	758	379	253	190	152	126	108	95	84	76
Aspersora	69	34	23	17	14	12	10	9	8	7
Cosechadora de Maíz	412	206	137	103	82	69	59	52	46	41
TOTAL	2175	1034	725	545	435	363	310	273	242	217
Aspersora manual	17	8	6	4	3	3	5	4	4	3

El costo total es la suma de los costos fijos y variables, o de operación. Los costos de operación del tractor y varios equipos se indican en el cuadro 5. A continuación, el cuadro 7 nos muestra el cálculo para los costos por hora de operación del tractor; estos costos por hora son independientes del uso del equipo, entonces no varían con cambios en tamaño de la explotación. El costo total por hora, para diferentes tamaños de explotación se encuentran en el cuadro 8.

**El Costo de la Mano de Obra.**

La mano de obra en el país no tiene un costo uniforme. Este costo varía según la zona, tipo de contrato o acuerdo, etc. Entonces, en el presente ejemplo, para que sea más general en su aplicación se ha utilizado un

rango de precios de jornal, dejando que el lector escoja el costo del jornal que rige en su circunstancia específica.

**La Decisión de Mecanizar o no la Explotación.**

Ya tenemos toda la información necesaria para tomar la decisión de mecanizar o no la producción. El punto de comparación, y la base de esta decisión, es la rentabilidad comparativa entre los dos sistemas. Debe compararse únicamente los costos de los rubros competitivos de ambos sistemas para calcular la diferencia en rentabilidad. Los rubros que sean iguales en los sistemas no constan en la información necesaria para hacer la selección.

El cuadro 9 nos indica los costos en el sistema de

CUADRO 7

COSTOS DE OPERACION DEL TRACTOR

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD	COSTO POR HORA
----- Sucres -----				
Tractorista	hora	1,0	6,25	6,25
Combustible diesel	galon	2,5	2,95	7,38
Acete motor	galón	0,02	66,60	1,33
Filtro de aceite	unidad	0,0067	100,00	0,67
Acete Transmisión	galón	0,013	67,60	0,85
Llantas	juego (4)	0,00033	15.000,00	5,00
TOTAL				21,48

CUADRO 8

COSTO TOTAL POR HORA PARA SOYA Y MAIZ

EQUIPO	HECTAREAS									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Tractor	288	156	110	88	74	66	60	54	52	48
Araño	105	52	35	26	21	18	15	13	12	10
Rastra	94	47	31	24	19	16	13	12	10	9
Sembradora	470	235	157	118	94	78	67	59	52	47
Cultivadora	758	379	253	190	152	126	108	95	84	76
Aspersora	69	34	23	17	14	12	10	9	8	7
Cosechadora de Maíz	412	206	137	103	82	69	59	52	46	41
TOTAL	2196	1055	746	567	456	385	331	295	263	238
Aspersora manual	17	9	6	5	4	3	6	5	4	3

CUADRO 9

COSTOS DEL SISTEMA MANUAL DEL TRABAJO EQUIVALENTE A UNA HORA – MAQUINA

Precio del Jornal	COSTO POR HORA DEL EQUIPO MANUAL					
	17	9	6	5	4	3
	SUCRES					
25	199	193	192	190	190	189
30	237	231	229	228	228	227
35	275	269	267	266	266	265
40	312	306	304	303	303	302
45	349	343	342	341	340	340
50	387	381	379	378	378	377
55	425	419	417	416	416	415

Tasas de sustitución:

- a. Mano de obra/maquinaria = 7,5
- b. Equipo manual/maquinaria = 0,7

CUADRO 10

COSTOS DE LA MECANIZACIÓN Y DEL SISTEMA MANUAL

	TAMAÑO DE LA EXPLOTACION – HECTAREAS									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
COSTO DE LA ME- CANIZACION (Sucres)	2196	1055	746	567	456	385	331	295	263	238
Precio del Jornal	Costo del Sistema Manual									
25	199	193	192	190	190	189	192	190	190	189
30	237	231	229	228	228	227	229	228	228	227
35	275	269	267	266	266	265	267	266	266	265
40	312	306	304	303	303	302	304	303	303	302
45	349	343	342	341	340	340	342	341	340	340
50	387	381	379	378	378	377	379	378	378	377
55	425	419	417	416	416	415	417	416	416	415

producción manual de la cantidad de trabajo igual a una hora-máquina en el sistema mecanizado. Estos se han calculado usando la tasa de sustitución, el costo del equipo manual y los precios del jornal indicados. Los gastos presentados son aquellos necesarios para pagar el trabajo en el sistema manual que es equivalente a una hora-máquina en el sistema mecanizado. Este trabajo equivalente se deriva de las tasas de sustitución; una hora-máquina reemplaza a 7,5 jornales y 0,7 horas - equipo manual.

El cálculo del costo del sistema manual es el siguiente: se multiplica el precio apropiado del jornal por 7,5 y el costo total del equipo manual que corresponde al tamaño de la explotación (cuadro 8) se multiplica por 0,7; la suma de los dos resultados es el costo del sistema manual.

Por ejemplo: si el precio del jornal es 45 sucres, el costo de la mano de obra sería S/. 337,5 ( $45 \times 7,5$ ) y si el costo del equipo manual es 6 sucres por hora (ej. con una explotación de 30 hectáreas, ver cuadro 8) el costo del equipo sería S/ 4,20 ( $6 \times 0,7$ ). Entonces el costo del sistema manual sería S/ 341,70 (= S/ 342), que es la suma de S/. 337,5 de la mano de obra y S/ 4,20 del equipo. En el cuadro 9 se encuentra esta cifra (S/. 342) en la intersección de la columna 6 y la fila 45.

Para determinar cual de los dos sistemas es el más barato, hay que comparar el costo del sistema manual (del cuadro 9) con el costo del sistema mecanizado (el TOTAL del cuadro 8). El cuadro 10 permite esta comparación para diferentes tamaños de explotación y precios del jornal.

Por ejemplo: en una explotación de 80 hectáreas, pagando S/ 40 por jornal, se compara el costo de la mecanización de S/. 295 con el costo del sistema manual de S/. 303 (la intersección de la columna 80 hectáreas y la fila S/ 40). En este caso, el costo de la mecanización es menor que el costo del sistema manual, y se justificaría la adopción del mecanizado.

#### La Mecanización de la Cosecha.

La decisión de mecanizar la cosecha de la soya se puede realizar en una manera igual a la que se presenta para el resto del cultivo. También se puede seguir el mismo procedimiento en el cálculo del sistema de desgrane de maíz. El cuadro 11 nos muestra la información básica sobre la maquinaria necesaria para estas labores. En el cuadro 12 se encuentran los costos por hora, fijos y de operación, para las diferentes labores según el tamaño de la explotación.

#### Cosecha de la Soya.

En el cuadro 13 se presentan los coeficientes técnicos para los dos sistemas de cosecha. Además, están cálculos de las tasas de sustitución. Una hora - máquina ( combinada ) reemplaza a 17,6 jornales y 8,75 hora-equipos del sistema semi-mecanizado. Entonces como se hizo anteriormente, se puede derivar los gastos necesarios en el sistema semi-mecanizado para alcanzar el trabajo equivalente a una hora-máquina, los cuales se muestran en el cuadro 14. La comparación de estos costos y los costos totales del sistema mecanizado nos indica si se justificaría la mecanización de la cosecha. Como ejemplo ilustrativo, supongamos que un agricultor tiene 70 hectáreas de soya y está pagando S/. 45 por jornal. Se observa del cuadro 15 que el costo de la cosecha utilizando la combinada sería S/. 1.020 por hora. También haciendo referencia a este cuadro para los valores de S/.45 por jornal y 70 hectáreas por superficie, se puede ver que el costo en el sistema semi-mecanizado es S/. 923; como este costo es menor que S/ 1.020 no se justificaría la mecanización de la cosecha.

#### El Desgrane de Maíz.

La comparación entre el sistema de desgrane mecanizado y el manual se puede hacer utilizando la información en los cuadros 16 a, b y c. Se puede apreciar que el sistema manual no utiliza ningún equipo, y que hay solamente una tasa de sustitución, entre la maquinaria y la mano de obra, de 1,75; es decir, que una hora-máquina reemplaza a 1,75 jornales.

CUADRO 11

COSTOS DE LA MAQUINARIA DE COSECHA Y DESGRANE

(en sucres)

EQUIPO	Costo Inicial	Valor Residual	Tasa de mantenimiento	Tasa de Interés	Vida Útil	Depreciación Anual	Interés Anual	Mantenimiento A - nual.	Costo fijo Total A - nual	Costo de Operación (por hora)
Combinada	360.000	36.000	.40	.12	10	32.400	23.760	14.400	70.560	22,40
Trilladora	22.500	2.250	.20	.12	10	2.025	1.485	450	3.960	3,70
Desgranadora	30.000	3.000	.40	.12	10	2.700	1.980	1.200	5.880	1,00

CUADRO 12

COSTOS POR HORA DE MAQUINARIA PARA LA

COSECHA Y DESGRANE (en sucres)

EQUIPO	TAMAÑO DE LA EXPLOTACION - HECTAREAS											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Combinada												
Fijo	7056	3528	2352	1764	1411	1176	1008	882	784	706	641	588
Operación	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Total	7078	3550	2374	1786	1433	1198	1020	904	806	728	663	610
Trilladora												
Fijo	45	22	15	11	9	8	13	12	10	9	8	8
Operación	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	49	26	19	15	13	12	17	16	14	13	12	12
Desgranadora												
Fijo	118	59	39	29	47	39	33	29	39	35		
Operación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Total	119	60	40	30	48	40	34	30	40	36		

CUADRO 13

COEFICIENTES TECNICOS PARA LA COSECHA DE UNA  
HECTAREA DE SOYA, Y TASA DE SUSTITUCION ENTRE  
MAQUINARIA Y MANO DE OBRA Y EQUIPO

RUBRO	MECANIZADO		SEMI - MECANIZADO	
	Horas - maquina	Jornales	Horas - Equipo	Jornales
Cosecha Trifa	1,00	0,4	8,75	15,00 3,00

DIFERENCIAS ENTRE REQUERIMIENTOS

RUBRO	Horas Maquina	Jornales	Equipo
Cosecha	1,00	14,60	.....
Trifa	.....	3,00	8,75
TOTAL	1,00	17,60	8,75

A Tasa de Sustitución entre MAQUINARIA Y MANO DE OBRA

$$\frac{17,60}{1} = 17,60$$

B Tasa de Sustitución entre MAQUINARIA Y EQUIPO

$$\frac{8,75}{1} = 8,75$$

Para determinar cual de los dos sistemas resultará mas barato se compara el costo de la mecanización con el costo del sistema manual que corresponde al tamaño de la explotación y precio del jornal que se está pagando (ver cuadro 16 c). Si el costo del sistema manual es el menor de los dos, no justificaría la mecanización del proceso de desgrane.

Por ejemplo: si un agricultor tiene 20 hectáreas y el precio del jornal en la zona es S/ 40, se compara el costo que aparece en la intersección de la columna 20 y fila 40 con el costo de la mecanización que corresponde a la superficie de 20 hectáreas. Se ve en el cuadro 16 c que el costo del sistema manual es igual a S/. 70 y el costo del mecanizado es S/. 60, entonces, con una explotación de 20 hectáreas resultaría mas económico

desgranar a maquina

#### RESUMEN

La decisión de mecanizar o no una explotación depende de los costos relativos del sistema mecanizado versus el sistema manual, o semi-mecanizado, y la tasa de sustitución entre factores. El costo por hora de la mecanización disminuye (hasta cierto punto) mientras aumenta el tamaño de la explotación, debido a la distribución de los costos fijos entre más horas de trabajo. Cuando se llegue al punto en que el costo total de una hora-máquina en el sistema mecanizado sea menor que el costo de los factores (mano de obra, equipo-manual, etc.) en el sistema manual, se justificaría la conversión al sistema mecanizado.



CUADRO 14

COSTOS DEL SISTEMA DE COSECHA DE SOYA SEMI - MECANIZADO

Precio del Jornal	COSTO POR HORA DEL EQUIPO EN EL SISTEMA SEMI - MECANIZADO				
	50	25	20	15	12
	----- SUCRES -----				
25	878	659	615	571	546
30	965	747	703	659	634
35	1054	835	791	747	722
40	1142	923	879	835	810
45	1230	1011	976	923	898
50	1313	1099	1055	1011	986
55	1406	1187	1143	1099	1014

TASAS DE SUSTITUCION

a. Mano de Obra/Maquinaria = 17,6

b. Equipo/Maquinaria = 8,75

CUADRO 15

COSTOS DE LA MECANIZACION Y DEL SISTEMA SEMI - MECANIZADO DE LA COSECHA DE SOYA

Precio del Jornal	TAMAÑO DE LA EXPLOTACION POR HECTAREAS							
	50	60	70	80	90	100	110	120
Costo de la Mecanización	1433	1198	1020	904	806	728	663	610
	----- Costo del sistema semi mecanizado -----							
25	546	546	571	571	571	546	546	546
30	634	634	659	659	659	634	634	634
35	722	722	747	747	747	722	722	722
40	810	810	835	835	835	810	810	810
45	898	898	923	923	923	898	898	893
50	986	986	1011	1011	1011	986	986	986
55	1074	1074	1099	1099	1099	1074	1074	1074

CUADRO 16a

COEFICIENTES TECNICOS PARA EL DESGRANE DEL MAIZ

(Producción de una hectárea)

RUBRO	Desgranadora		Manual Jornales
	Horas-Máquina	Jornales	
Desgrane	5,00	1,25	10,00

CUADRO 16b

TASA DE SUSTITUCION ENTRE LA MAQUINARIA Y LA MANO DE OBRA EN EL DESGRANE DE MAIZ

Tasa de Sustitución entre maquinaria y mano de obra

$$\frac{8,75}{5,00} = 1,75$$

CUADRO 16c

COSTOS DE LA MECANIZACION Y DEL SISTEMA MANUAL DEL DESGRANE DE MAIZ

	TAMAÑO DE LA EXPLOTACION – HECTAREAS					
	10	20	30	40	50	60
Costo de la Mecanización	119	60	40	30	48	40
	----- SUCRES -----					
Precio del Jornal	----- Costo del sistema manual en sucres -----					
25	44	44	44	44	44	44
30	52	52	52	52	52	52
35	61	61	61	61	61	61
40	70	70	70	70	70	70
45	79	79	79	79	79	79
50	88	88	88	88	88	88
55	96	96	96	96	96	96