

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA** ISSN 0327-8093
TOMO LIV
BUENOS AIRES REPUBLICA ARGENTINA

**Incorporación del Académico de
Número Ing. Agr. Rodolfo G. Frank**



SESION PUBLICA EXTRAORDINARIA
del
10 de Agosto de 2000

Artículo N° 17 del Estatuto de la Academia

«La Academia no se solidariza con las ideas vertidas por sus miembros en los actos que ésta realice salvo pronunciamiento expreso al respecto que cuente con el voto unánime de los académicos presentes en la sesión respectiva.»

Disertación del Académico de Número Ing. Agr. Rodolfo G. Frank

Ganar el pan con el sudor de la frente: El insumo de trabajo en la producción de trigo

1. Introducción

La mecanización, el mejoramiento genético, la aplicación de agroquímicos y modificaciones de la técnica de cultivo han sido factores decisivos en el aumento de la productividad del trabajo agrícola. Esto se manifiesta en el largo plazo a través de una reducción en el insumo de trabajo por hectárea (horas-hombre/ha) y correlativamente en un aumento de la productividad del trabajo (cantidad de producto/hora-hombre). Empíricamente, esto es un hecho bien conocido. Sin embargo, muy poco se ha hecho para cuantificar esta evolución. Esto se debe a la carencia de estadísticas al respecto y a la circunstancia que sus efectos sólo se ponen en evidencia si se considera un período de tiempo relativamente prolongado. Para suplir esta carencia, se ha tratado aquí de estimar la evolución del insumo de trabajo en la producción de trigo y analizar a continuación, con cifras concretas, las consecuencias que acarrea sobre la empresa agraria y la economía del país.

2. La evolución de la tecnología en la producción de trigo

Para poder efectuar una estimación del insumo de trabajo, fue necesario realizar previamente una investigación histórica, buscando especialmente trabajos descriptivos con información cuantitativa referente al

insumo de trabajo y capital requerido (fundamentalmente maquinaria) para la técnica predominante en cada época. Se ha comenzado con una estimación sobre el insumo de trabajo en Roma a comienzos de nuestra era, basada en las descripciones de Varron¹ y sobre todo de Columela², por considerar que en líneas generales se ha mantenido sin modificaciones substanciales a través de los siglos, primero en España, como se desprende de lo expuesto por Herrera a principios del siglo XVI³ y luego en América hasta mediados del siglo XIX, desde luego con las adaptaciones pertinentes a cada situación particular.

Según la detallada descripción de Lemée⁴ y la más escueta de Martin de Moussy⁵ complementadas con las de Paucke⁶, hasta mediados del siglo XIX en nuestra región pampeana se utilizaba preponderantemente el arado de madera («arado del país») tirado por una o dos yuntas de bueyes, rastra de ramas, siembra a mano, siega con hoz, engavillado manual, acarreo de las gavillas en cueros tirados a la cincha, emparve, trilla «a pata de yegua» (por pisoteo en la era), aventada, limpieza y embolsada manual. El insumo de trabajo se estimó de acuerdo a los datos dados por Wilcken⁷, Girola⁸, un presupuesto publicado en Anales de Agricultura de la Rep. Argentina⁹ y la energía diaria que puede suministrar una yunta de bueyes.

De todas estas tareas, la siega es la que más trabajo insumía: casi una cuarta parte del total de horas-hombre. No deja de ser notable que este trabajo se hacía con hoces y a falta de éstas, con cuchillos, y no con guadaña, que permite a un hombre segar por lo menos el doble que con la hoz. Pero los autores contemporáneos como Paucke¹⁰, Parchappe¹¹, Mac Cann¹² y Martin de Moussy¹³ afirman que el trigo se cortaba con la hoz. También Lemée dice que “El trigo se segaba con hoces, y a veces con cuchillos por falta de aquéllas...”¹⁴. En otro orden totalmente distinto, Garavaglia, en su análisis de 400 inventarios de sucesiones realizadas entre 1754-1815 (de las cuales el 77 % eran estancias y el 23 % chacras y quintas), halló sólo en uno una “guadaña de segar”, mientras que en el 36 % figuraban hoces¹⁵.

La falta de trabajadores para la siega era un problema crónico que las autoridades trataban de solucionar con disposiciones compulsivas. Ya el 10 de enero de 1610 “...Tratóse en este Cabildo que por cuanto las sementeras están para segar y no hay servicio suficiente entre los vecinos para la dicha siega y ... porque de presente hay indios forasteros, se saquen de poder de donde están haciendo tapias y otras obras que no corren tanto riesgo, repartiéndolos a las personas cual tienen más necesidad para el dicho efecto, pagándeselos su trabajo”¹⁶. Disposiciones de índole similar aparecen repetidamente en los acuerdos del Cabildo de Buenos Aires. Gobernadores y Virreyes dictaban bandos obligando a ir a la siega. En los 62 años que median entre 1743 y 1805 se hallaron 44 bandos emitidos por las autoridades¹⁷. Así, por ejemplo, el bando del 11 de diciembre de 1787 estable-

ce que “... la Recogida de Trigo dela presente cosecha se efectue, con la mayor prontitud posible, ... y para que no falten a los Labradores los Peones necesarios para esta faena, ordeno, y mando que desde el día de la publicación de este vando deven zesar [sic] las obras que hay en esta Capital, y sus contornos, assi como los obrages de Ladrillos y Tapa, Juegos de volas [sic], y qualquiera otras diversiones en que desperdicia el tiempo la gente vaga y mal entretenida, hasta acabada la siega, y que los peones que se ocupan en estos fines, como también en los oficiales de oficios mecanicos, y los indios, negros, y mulatos, libres salgan á las Chacarás á conchavarse; O los hagan en esta Ciudad con quien los necesite para segar [so] Pena de doscientos azotes en el Rollo, y dos meses de varranca [?] con destino a los trabajos Publicos...”¹⁸.

La trilla “a pata de yegua” o sea pisando las espigas con caballos o bueyes es un método antiquísimo ya mencionado por Moisés (que vivió en el siglo XV antes de Cristo) en la Biblia¹⁹. También se halla ilustrada en antiguas tumbas egipcias y la recomendada Herrera para la España del siglo XVI²⁰. Martin de Moussy la describe en la siguiente forma: “La trilla se realiza con la ayuda de 12 a 15 yeguas, que se encierran dentro de un cerco formado por cuerdas, y que dos obreros a caballo obligan a trotar en círculo durante todo el día. Hombres y mujeres subidos sobre las gavillas amontonadas en el centro los empujan sucesivamente bajo los pies de estos animales que trituran así la paja haciendo salir el grano; al final del día, éste es juntado en grandes montones. La totalidad de lo trillado es aventado, arrojándolo al aire con una pala.”²¹.

La difusión generalizada de los arados de hierro, los “arados ingleses”, de mancera (ya corrientes en Esperanza a partir de su fundación en 1856), fue el primer adelanto en la década de 1850. En la siguiente, la introducción de la segadora, primero la de rastrillo manual (un operario adicional rastrillaba las gavillas sobre la plataforma de la segadora) y luego la automática (que hacía este trabajo automáticamente) significó un adelanto sensacional en su época, pues logró reducir el insumo de mano de obra a casi la mitad, con respecto a la siega con hoz²² y con ello paliar en buena medida la crónica falta de brazos para la siega.

Durante la década del 70 la trilladora, primero la movida por caballos y luego por un «motor» (locomóvil) de vapor, desplazó la trilla «a pata de yegua», unificando en una sola tarea la trilla, aventada y limpieza del grano. Si bien ya se habían importado trilladoras con anterioridad (Sarmiento menciona una que funcionaba en Chivilcoy en 1857²³ y Napp una a caballos importada por Timoteo Gordillo que operó, con discreto éxito, en las cercanías del histórico convento de San Lorenzo en 1858²⁴), recién comenzaron a extenderse cuando fueron económicamente competitivas con la trilla tradicional. Todavía en 1872 Wilcken reconoce que las trilladoras realizaban un trabajo superior que la trilla “a pata de yegua”, pero que los costos de aquélla eran mayores, aun teniendo en cuenta que el trigo trillado por trilladora obtenía una bonificación de 2 a 4 reales por fanega (alrededor de un 4 a un 8 %) por su mayor calidad²⁵. Por tal razón, dice que “los colonos en general se resisten a hacer uso de las máquinas trilladoras porque no han podido palpar en moneda el

resultante de su utilidad y ventajas”. Pero esto cambió muy rápidamente, en especial cuando a mediados de esa década las locomóviles se adaptaron al uso de la paja como combustible, en lugar de la leña o el carbón²⁶. En septiembre de 1878, en las cercanías de Casilda, se veían “... de cuando en cuando grandes máquinas de segar y trillar que marchaban majestuosamente arrastradas por bueyes. -¿Dónde van? pregunta el viajero a su baqueano. -Van a cosechar los trigos que se ve en todas direcciones. Estas máquinas, señor, agrega el paisano, ruedan de sembrado en sembrado a hacer la cosecha por un tanto, como íbamos nosotros antes con la yeguada de era en era haciendo la trilla” relata Estanislao Zeballos²⁷.

En la década siguiente, la atadora reemplazó el engavillado manual; las primeras se importaron en 1876²⁸. Diez años después comenzó la difusión de la espigadora, especialmente en el norte de la región pampeana. La espigadora eliminó la necesidad del engavillado, dado que la mies cortada era descargada directamente, sobre la marcha, en chatas que la acarreaban a la parva.

El arado de asiento, de una sola reja pero de mayor ancho de trabajo substituyó al de mancera hacia fines del siglo XIX, haciendo más cómodo y descansado el trabajo. Basta tener presente que un arado de mancera con una reja de 12 pulgadas, o sea 30 cm de ancho, requiere nada menos que una caminata tras el arado de algo más de 33 km para arar una sola hectárea, para comprender el ahorro de esfuerzo que aparejó el arado de asiento.

Recién a principios del siglo XX la tracción con caballos comenzó a predominar sobre los bueyes, con lo

que se ganó velocidad de trabajo. Hoy nos puede llamar la atención este predominio bovino hasta fines del siglo XIX, especialmente si se tienen en cuenta las ventajas que ofrece el caballo, tanto desde el punto de vista físico como económico, pero ello se debió principalmente a dos razones: en primer término, no se habían difundido los caballos de razas pesadas (predominaban los caballos de silla y de tiro liviano) y en segundo lugar, la tracción se efectuaba usualmente a la cincha y no mediante pecheras, indispensables para el tiro pesado.

También a comienzos del siglo XX se fue mecanizando la siembra con sembradoras al voleo, desplazando a la manual predominante hasta ese entonces. Para Entre Ríos, Raña presenta un presupuesto del cultivo de trigo para 1902 en el cual la siembra es manual²⁹, pero Miatello afirma en 1904 que en la provincia de Santa Fe "En algunas colonias del Norte y también del Sud, generalmente los arrendatarios pobres siembran a mano ... pero en todas partes del territorio el uso de las sembradoras es difundido y aceptado."³⁰. Las cifras son elocuentes: mientras que el Segundo Censo Nacional, de 1895, no menciona sembradoras, el Censo Agropecuario Nacional de 1908 registra 42.056, de las cuales 18.331 se hallaban en la provincia de Buenos Aires, 12.693 en Santa Fe y 6.441 en Córdoba.

Hasta la década del 30, los cambios son menores, pero ya se insinúa un nuevo ahorro substancial de trabajo: durante la década del 20 comenzó rápidamente la difusión de la cosechadora, que combina en una sola máquina la siega y la trilla y denominada por ello "cortitrilla" en el campo. En realidad, ya hubo intentos de reunir ambas tareas en una sola má-

quina mucho antes. En 1873 se menciona a "La Simultánea segadora y trilladora argentina, inventada por el sr. D. Adolfo Fauçon vecino del Bragado, provincia de Buenos Aires, patentada el 22 de septiembre de 1873 por la Oficina de Patentes de la República Argentina"³¹. Dos años después, Bartolomé Long inventó una "máquina para desgranar el trigo de la planta sin estar cortado"³². En 1878 Juan A. Lagomaggiore, también de Bragado, desarrolló el "Tesoro del Agricultor"³³ y en 1885 Federico Urfer de Esperanza la "trilladora económica"³⁴. Pero todas estas máquinas no pasaron, en el mejor de los casos, del estado de prototipo. Las primeras cosechadoras que tuvieron una cierta difusión fueron máquinas australianas de tipo *stripper* (llamadas por ello "de peine"), o sea arrancadoras de espigas y trilladoras, que comenzaron a importarse a comienzos del siglo XX. Dado su origen, y la marca de una de ellas, se denominaban corrientemente "australianas" y con ese nombre figuran también en los censos de la época. Miatello, que las estudió en 1905 con su habitual minuciosidad, incluso desde el punto de vista económico, llegó a la conclusión que su elevado costo limitaba su difusión³⁵. De cualquier modo, Bórea estimaba para la campaña 1920/21 que el 13,8 % de la superficie de trigo se cosechaba con cosechadoras, la gran mayoría de ellas "de peine", principalmente en Buenos Aires y La Pampa³⁶. La cosechadora tradicional, al principio de arrastre, tirada por caballos, alcanzó a difundirse masivamente en la década del 30. En pocos años, nuestro país se hallaba a la par de los Estados Unidos en materia de cosechadoras; más aun, el destacado economista agrario alemán Brinkmann afirma, en un trabajo publicado en

1930, "Argentina es actualmente el país líder en el uso de la cosechadora"³⁷. Brinkmann, que estuvo más de un año en nuestro país en esa época, había pasado previamente unos meses en Estados Unidos, de modo que tenía un panorama comparativo entre ambos países y desde luego, también de la situación europea. La cosechadora de arrastre redujo a prácticamente a la mitad el insumo de trabajo; nuevas reducciones se lograron en la década siguiente con la cosechadora automotriz³⁸. Si bien se ha afirmado que ésta es un invento argentino (la primera cosechadora automotriz argentina se fabricó en 1930)³⁹, no es así. Ya en 1886 George S. Berry construyó una cosechadora automotriz con una plataforma de 22 pies, impulsada por dos motores de vapor, que utilizó con éxito en su explotación del valle del Sacramento en California⁴⁰. En 1909 Hugh V. McKay, el fabricante de las "australianas", construyó una cosechadora de peine automotriz, pero que no se llegó a fabricar en escala comercial. El mérito de la industria argentina de cosechadoras fue comenzar muy temprano con la fabricación de máquinas automotrices; las firmas líderes mundiales recién lo hicieron a fines de la década del 30 o en la del 40 (Massey Harris en 1938, International Harvester en 1942 y John Deere en 1947).

Medio siglo después que los caballos reemplazaron a los bueyes, aquéllos fueron desplazados por el tractor. Desde luego hubo intentos anteriores de utilizar las locomóviles como elemento de tracción mecánica, especialmente en la tracción del arado, primero mediante un sistema funicular (sistema Fowler) utilizado ya en

1868 en las cercanías de Bell Ville⁴¹ y luego con tracción directa a comienzos del XX, pero eran más costosas que los caballos⁴². Los tractores con motores a explosión se comenzaron a fabricar en Estados Unidos hacia 1892⁴³. La primera importación de 3 tractores a la Argentina de la que se tiene referencia fue en 1906⁴⁴. Dado que al principio se asimilaban a las locomóviles, en los censos de 1908 y 1914 figuran como "motores", sin hacer distinción con los de vapor (las locomóviles), razón por la cual no se puede determinar la existencia de tractores en esos años. Las estadísticas de importación recién registran tractores desde 1919, comenzándose a difundir a partir de la década del 20, principalmente en las explotaciones grandes; en las medianas y pequeñas el tractor recién entró masivamente cuando se comenzó a fabricar en la Argentina en la década del 50. Nocetti⁴⁵ concluye en 1963 que la tracción con tractor sólo es económicamente conveniente en predios mayores a 125 ha, mientras que en los de 60 a 125 ha aún era más conveniente la tracción animal, y en los menores, el contratis-ta.

La etapa siguiente se caracterizó por el pasaje de la cosecha en bolsas a la cosecha a granel en la década del 60⁴⁶, con lo cual se logró una nueva reducción en el insumo de trabajo. Si bien la difusión de los agroquímicos significó la incorporación de una tarea adicional, el manipuleo a granel compensó más que proporcionalmente este incremento del insumo de trabajo. Las reducciones posteriores en el siglo XX se debieron principalmente al empleo de equipos cada vez más grandes.

3. Estimación del insumo de trabajo en la producción de trigo

Lamentablemente son muy escasas en nuestro país las investigaciones sistemáticas sobre la evolución del insumo de trabajo en trigo. Frank⁴⁷ efectuó un estudio preliminar de su evolución desde mediados del siglo pasado. Coscia y Cacciamani⁴⁸ realizaron un análisis más detallado, pero sólo desde la década del 20. Dada la carencia de datos estadísticos, en todos los casos se trata de estimaciones basadas sobre la técnica cultural empleada, la maquinaria utilizada y los rendimientos de los cultivos. Desde luego, como en toda estimación, las cifras resultantes sólo pueden considerarse aproximadas. Aun así, los cambios que se han producido son importantes.

Las presentes estimaciones del insumo de trabajo en trigo en nuestro país se hicieron por décadas (o quinquenios cuando así se consideró necesario) y tratan de reflejar la técnica modal de cada período (Cuadro 1). Se basan en las descripciones y datos cuantitativos mencionados por los autores anteriormente citados, pero en los trabajos realizados con máquinas se efectuaron cálculos de comprobación basados en su ancho de trabajo, su velocidad y las pérdidas de tiempo (Cuadro 2). En la misma forma se procedió para suplir carencias de información cuando no se pudo contar con información cuantitativa de la época. A la estimación de los insumos pasados, se agregaron dos proyecciones para la primer década del nuevo siglo, una con labranza tradicional y otra con siembra directa. La proyección se basa en sistemas y máquinas ya existentes en la actualidad, de las que se supone se generalizarán en el futuro próximo.

No incluye la fertilización, cuya adopción masiva dependerá fundamentalmente de la relación de precios entre el fertilizante y el trigo.

El insumo de trabajo, tal como se ha visto, se refiere a horas de trabajo acumuladas. Dado que los trabajos son marcadamente estacionales, el insumo no es igual a la cantidad de personas que se necesitan, ni la capacidad de trabajo lo es con respecto a la cantidad de hectáreas que puede trabajar una persona. Por tal razón se efectuó un cálculo adicional para determinar esta última, dividiendo el tiempo disponible para cada tarea por la capacidad de trabajo de esa tarea (Cuadro 3). De los valores resultantes, el más limitante es el menor, siendo éste el adoptado como la cantidad de hectáreas que puede trabajar una persona (en ha/hombre).

Finalmente, se realizó una estimación adicional sobre la energía requerida para la producción de trigo en cada uno de los decenios considerados (Cuadro 4). La finalidad principal fue lograr una estimación del esfuerzo humano involucrado, si bien se determinó en todos los casos también la energía animal y la mecánica. La mayor dificultad consistió en la determinación de la energía humana. La misma se hizo sobre la base del requerimiento de energía del operario (medida en kcal) de acuerdo a valores dados por Lehmann⁴⁹. La estimación, si bien muy grosera, permite vislumbrar la evolución del grado de pesadez o la penosidad del trabajo. La energía animal y mecánica requeridas se tomó de Frank⁵⁰.

No se cuenta con datos estadísticos sistemáticos del rendimiento de trigo en nuestro país hasta la campaña 1899/1900. Por tal motivo, para los años precedentes se ha preferido

hacer una estimación basada en los datos que aporta Carrasco⁵¹ para las colonias de Santa Fe, de acuerdo con la cual el rendimiento rondaba los 6 qq/ha en promedio. El rendimiento que obtenían los romanos también ha sido del orden de los 5,5 qq/ha, según los agrónomos romanos citados y los tratadistas modernos. En los Estados Unidos, durante el siglo XIX, el rendimiento del trigo se hallaba un poco por encima, oscilando entre los 7 y los 9 qq/ha, con una muy leve tendencia a crecer. Recién desde la década del 30 del siglo XX comenzó un crecimiento sostenido del rendimiento.

Las tasas de crecimiento (o decremento) se calcularon invariablemente sobre los valores inicial y final de la respectiva serie. No se ajustó de una función a las cifras de toda la serie por no tratarse de valores anuales provenientes de mediciones y, además, por considerar que ambos valores bastaban para cuantificar el crecimiento dentro de la precisión que permiten las estimaciones sobre las que se basan.

4. Otras estimaciones del insumo de trabajo en trigo

Como ya se señalara, Coscia y Cacciamani (op. cit.) también efectuaron estimaciones sistemáticas de insumo de mano de obra para el período 1920-75. La metodología difiere algo con la precedente, principalmente por dos razones: 1) incluyen el acarreo del producto al centro de acopio (que aquí se ha excluido expresamente para considerar sólo el trabajo dentro de la explotación agrícola) y 2) efectúan sendas estimaciones para las diferentes técnicas culturales y las ponderan para cada decenio (aquí se ha preferido escoger una técnica modal

para cada período). Además, se basan en una técnica cultural algo mejor y en compensación utilizan rendimientos estimativos superiores al promedio del país mientras que aquí se ha supuesto un nivel técnico «medio» en consonancia con los rendimientos promedios.

Para el extranjero hay estimaciones de insumos de trabajo publicadas para varios cultivos en Estados Unidos, para los cuales se cuenta con cifras sistemáticas a partir de 1910, pero lamentablemente discontinuadas a partir de 1985⁵². Los datos originales se han transformado a medidas métricas para su más fácil comparación. Para un período más largo (1800-1940) hay estimaciones de Cooper et. al.⁵³.

5. Resultados obtenidos

Los resultados hallados (Cuadro 5) reflejan claramente la reducción del insumo de trabajo por hectárea, o si se prefiere, el aumento de la capacidad de trabajo expresada en hectáreas por hora-hombre (ha/hh). En trigo, según las presentes estimaciones, el insumo de trabajo medido en horas-hombre por hectárea disminuyó el 3,0 % anual acumulativo a lo largo de los 150 años que arrancan en 1850 y a razón del 2,9 % si sólo se toma el período comprendido entre 1905 y 1995. Con los resultados obtenidos por Coscia y Cacciamani se obtiene una disminución del insumo de trabajo del 4,1 % en trigo (período 1925-75). La tasa resultante de las estimaciones propias para este último período es el 4,3 % anual acumulativo.

La reducción del insumo de trabajo no se refiere únicamente al tiempo sino también al esfuerzo humano, medido como energía humana

por hectárea, que ha decrecido casi a la misma tasa que el insumo de horas de trabajo. En contraste, el insumo de energía mecánica ha crecido un 4,7 % anual durante el siglo XX. En cambio, si se mide como requerimiento energético diario medio de las personas expresados en kcal/hombre.día, la disminución es el 0,19 % anual. Si bien es un decrecimiento modesto, significa pasar del orden de las 5.500 kcal/hombre.día (propios de un trabajo muy pesado) a las 3.500 kcal.

La productividad del trabajo - o sea la cantidad de producto por hora-hombre (qq/hh)- ha crecido aún más rápidamente que la capacidad de trabajo. En realidad, la tasa de crecimiento de la productividad es igual a la suma de las tasas de crecimiento de la capacidad de trabajo y la del rendimiento del cultivo. Esto es así debido a que la productividad es igual al producto entre la capacidad de trabajo y el rendimiento. Para el período 1905-95, para el cual se cuenta con estadísticas oficiales del rendimiento medio de trigo del país, la productividad del trabajo medida en quintales de trigo por hora-hombre aumentó a razón del 4,5 % anual. Para 1920-75 el aumento que se desprende de las cifras propias fue el 5,6 % y de las de Coscia y Cacciamani 5,9 %. Los valores relativamente elevados de las estimaciones para este último lapso de tiempo se deben a que comprenden el paso de la siega, emparve y trilla a la cosechadora, cosechando primero en bolsa y luego a granel.

Las cifras correspondientes a Estados Unidos son inferiores a las precedentes. Durante el tiempo que media entre 1880 y 1985 el insumo de trabajo disminuyó a razón de una tasa del 2,0 %, y para el período 1920-75 (para el cual se tienen cifras de las tres

fuentes que se vienen viendo) fue del 2,9 %. En lo que se refiere a la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo los valores hallados fueron del 3,0 y 4,7 % respectivamente.

Por cierto que las cifras dadas arriba se refieren al crecimiento medio de la capacidad de trabajo durante el período considerado. Los crecimientos reales registrados a lo largo del tiempo pueden variar sensiblemente. La introducción de una innovación tecnológica importante suele provocar generalmente un fuerte decremento (un "salto") del insumo de trabajo, al que le sigue normalmente un crecimiento mucho más moderado. Sin embargo, si se observan las variaciones relativas a lo largo del tiempo, se nota que la pendiente (en un gráfico semilogarítmico) mantiene una tendencia relativamente uniforme, no sólo en nuestro país sino también en Estados Unidos.

6. La evolución del insumo de trabajo en otras especies

Reducciones en el insumo de trabajo no se dieron únicamente en trigo. Situaciones similares hubo también en otras especies cultivadas. Para nuestro país, Coscia y Torchelli⁵⁴ hallaron un decrecimiento del insumo de trabajo del 6,6 % anual en maíz (entre 1930 y 1970) y del 5,0 % en girasol de acuerdo a las cifras de Coscia y Cacciamani⁵⁵ durante el período 1930-80. En Estados Unidos se tienen los siguientes valores (todos para el período 1910-1985): maíz 3,5 %, sorgo granífero 2,9 %, soja 2,8 %, heno 2,0 %, papas 1,2 %, remolacha azucarera 2,6 %, algodón 4,3 % y tabaco 2,0 por ciento. Con esto se quiere señalar que el trigo no es un caso particular, sino que nos hallamos ante un fenómeno

generalizado. Los valores extremos se encuentran entre el 1,2 % anual en papas en Estados Unidos y el 6,6 % hallado por Coscia y Torchelli para maíz.

7. Substitución de trabajo por capital y crecimiento de la empresa

El incremento de la capacidad de trabajo se debió principalmente a la substitución de mano de obra por capital, y éste fundamental -aunque no exclusivamente- en forma de maquinaria. Es evidente el constante incremento del capital correlativamente con la disminución del insumo de trabajo, si se parte del "arado del país", la rastra de ramas, la hoz u hoces y la yeguada para trillar, para llegar al tractor con todo su equipo de máquinas, la cosechadora y el silo para almacenar el grano a granel. "Día a día la mecánica inventa nuevas máquinas que facilitan y perfeccionan el trabajo agrícola; la mano de obra va siendo substituida paulatinamente por la 'máquina que obra'" dice Parodi⁵⁶.

Si bien se carece de datos, es clara la necesidad de cantidades crecientes de capital como lo insinúa el crecimiento de la energía mecánica. En el largo plazo, este capital provendrá de las utilidades de la empresa (en plazos cortos -en este contexto, algunos años- también podrá lograrse mediante el endeudamiento de la empresa). Si la capacidad de la mano de obra crece a las tasas históricas, sólo para afrontar las superficies crecientes de tierra la empresa debería tener una rentabilidad mínima igual a la tasa de crecimiento de la capacidad de trabajo, suponiendo que el valor de la tierra permanece constante. Pero ni su

valor permanece constante (la evidencia empírica muestra que tiende a subir), ni este cálculo incluye las crecientes necesidades del restante capital de la empresa. De ello se puede concluir la necesidad de una inversión neta, por parte de la empresa, sensiblemente superior a las tasas de crecimiento de la capacidad de trabajo. Si la inversión neta es igual al ingreso menos el consumo, es probable que las rentabilidades corrientes en las explotaciones agropecuarias sean insuficientes para mantener, en el largo plazo, una adecuada fuente de trabajo al productor y sus hijos.

Por cierto que este razonamiento no toma en cuenta las posibilidades de pasar de actividades menos intensivas a otras más intensivas, tanto de trabajo como de capital. Concretamente, el paso de actividades ganaderas a actividades agrícolas, como se dio en la época de la colonización en la segunda mitad del siglo XIX, de hecho significó una marcada intensificación en la explotación de la tierra, con la incorporación de capital, y sobre todo de trabajo, llevando al poblamiento del territorio. En qué medida este hecho se puede volver a repetir, es difícil predecirlo hoy. Desde luego que existen posibilidades, tanto de incorporar actividades agrícolas más intensivas (horticultura, fruticultura, etc.) como así también pecuarias (tambo, avicultura y similares), pero es difícil suponer que ello se pueda hacer en gran escala en la región pampeana debido a limitantes en la demanda del producto. Por otra parte, si bien estos cambios pueden involucrar reducciones de la superficie, requerirán cantidades crecientes de capital.

8. Capacidad de trabajo y estructura agraria

Tasas de crecimiento de la capacidad de trabajo del orden del 3 % anual pueden parecer modestas. Sin embargo, si se la analiza en el contexto de una explotación familiar, que no sólo es fuente de trabajo para el productor y su familia, sino que también muy probablemente sea heredada por sus hijos, la situación es muy distinta. Si se considera que la «vida útil», en el sentido de vida laboral, de una persona es del orden de los 40 años, con un crecimiento del 3 % anual su capacidad de trabajo, al momento de retirarse, es algo más del triple que la que tuvo al comenzar. Si al comenzar, la explotación le aseguraba una plena ocupación, al jubilarse se hallará manifiestamente subocupado, si la superficie ha permanecido invariable y no se ha modificado substancialmente la integración de la empresa (las actividades que desarrolla). Si el crecimiento de la capacidad de trabajo se analiza sobre la base del cambio generacional, y si se acepta que entre generaciones median 25 años, con la misma tasa de crecimiento se tiene que la generación siguiente puede trabajar un poco más del doble que la precedente. Nótese que una tasa del 3 % anual, si bien se refiere al cultivo del trigo, es de orden similar a la de los restantes cultivos de la región pampeana.

Estos valores deben llamar seriamente a la reflexión, especialmente en lo que se refiere al concepto de la «unidad económica» (la superficie mínima que necesita una familia para asegurarle un nivel de vida adecuado y permitir el desarrollo de la empresa) como la superficie deseable para una explotación agraria y que aun hoy en

día se aplica en materia de colonización (principalmente en lo referente a la habilitación de nuevas tierras). Sobre el desarrollo (o sea el crecimiento) de la empresa se deberá poner en el futuro un mayor énfasis en caso de mantener o propiciar la unidad económica. De no hacerlo, se corre el riesgo de legar a los argentinos del siglo XXI un grave problema de explotaciones agrarias que no pueden sustentar al productor y su familia. Ya hoy en día hay regiones donde la subdivisión excesiva ha llevado a explotaciones que no son viables económicamente y el problema corre el riesgo de incrementarse. Por tal motivo debería propiciarse toda norma jurídica que favorezca el incremento de la superficie de las pequeñas explotaciones (lo que no necesariamente significa modificar el régimen de propiedad de la tierra), como por ejemplo el arriendo de tierra adicional a quien explota una pequeña superficie, evitar la subdivisión por debajo de una superficie mínima (aspecto ya legislado en varias provincias), el asociativismo, etc.

9. La colonización en su perspectiva histórica

El crecimiento de la capacidad de trabajo ayuda a comprender también la colonización efectuada el siglo pasado. Para el que analiza el problema bajo la óptica actual, le puede sorprender la pequeñez de los lotes («concesiones») en las colonias, especialmente teniendo en cuenta que en esa época existía una notable abundancia relativa de tierra. Sin embargo, en términos de requerimiento de trabajo, esos lotes no eran chicos. La superficie usual de la concesión en Esperanza fue de 20 cuadras cuadradas, o sea 33 ha, cuando se fundó en 1856.

Con un crecimiento del 3 % anual en la capacidad de trabajo para cultivar trigo -el principal cultivo allí en esa época- esa superficie equivale actualmente, 144 años después, a nada menos que a 2328 ha en lo que a capacidad de trabajo se refiere. Por cierto que puede objetarse que se trata de un cálculo un tanto abstracto y "teórico", pero aun así y con todas sus limitaciones, permite visualizar el enorme cambio que se ha producido en la capacidad de trabajo de un productor triguero. Nótese, por otra parte, que la superficie que puede trabajar un hombre ha crecido prácticamente a la misma tasa.

En otro orden de cosas, la evolución operada indica claramente que la inducción de la subdivisión de la tierra, ya sea mediante la colonización, ya sea mediante programas de reforma agraria, es definitivamente cosa del pasado. En los principales países del mundo, la tendencia es hacia el incremento de la superficie de las explotaciones posibilitada, en primerísimo lugar, por el incremento de la capacidad de trabajo del hombre.

10. Productividad del trabajo, población activa y urbanización de la población

La población de nuestro país ha pasado de los 1,74 millones de habitantes registrados en el primer censo nacional en 1869 a los 37,03 estimados para el año actual, o sea un crecimiento anual del 2,4 % y que hoy en día (en los últimos 20 años) se ha reducido al 1,4 %. En cambio, la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo, o sea la cantidad de producto obtenido por unidad de trabajo insumido, es muy superior, por lo que cada vez se requiere menos mano de

obra dedicada a la producción de trigo para alimentar una población creciente (permaneciendo constante el consumo por persona) o bien una misma cantidad de personas permite incrementar el consumo per capita de trigo, lo que por razones fisiológicas llega rápidamente a un límite superior. En lo que respecta a la Argentina, el consumo de trigo por habitante se ha mantenido más o menos estable en el pasado reciente: desde 1980 ha oscilado entre 115 y 130 kg/habitante.año, sin mostrar tendencia alguna ya sea al crecimiento, ya sea a su reducción. Suponiendo un consumo de 120 kg/habitante.año, a mediados del siglo XIX se necesitaban 36 horas-hombre para producir esa cantidad, mientras que en la actualidad sólo son necesarias 0,15 o sea algo menos de 9 minutos de trabajo.

Lo anterior implica que se requieren cada vez menos personas para cubrir las necesidades de abastecimiento de trigo de la población y como este fenómeno se repite, en mayor o menor grado, en casi todas las actividades agropecuarias, cada vez es relativamente menor la población activa ocupada en el sector agrario.

11. Innovación, adopción y obsolescencia

Si bien es sabido, es conveniente recordar que una innovación tecnológica es una causa necesaria pero no suficiente para que el productor la adopte. Para la adopción es necesario -obviamente- que sea económica. Existen numerosos testimonios en diferentes épocas de disponibilidad de tecnología no adoptada por no ser aún económicamente conveniente, o al revés, de una rápida adopción por

su evidente ventaja económica. Entre la fabricación de la primer segadora por McCormick y su difusión masiva transcurrieron 20 años, tiempo durante el cual se introdujeron mejoras técnicas que la hicieron económicamente accesible (Olmstead, 1975)⁵⁷. Wilcken señalaba en 1872 que si bien había algunas trilladoras, no se difundían en Esperanza por ser más barata la trilla "a pata de yegua" (situación que se revirtió al poco tiempo). Brinkmann explica la rápida difusión de la cosechadora en la Argentina por sus evidentes ahorros de costos, basándose en cálculos efectuados por Domingo Bórea y Marcelo Conti.

Una vez dadas la innovación y su factibilidad económica, comienza el proceso de adopción por parte de los productores. La cantidad de adoptantes, en función del tiempo, tiene por lo general forma de curva sigmoide, en el sentido de una lenta adopción al principio por parte de los innovadores, una aceleración del proceso cuando es adoptado por la mayoría y finalmente un lento acercamiento a la adopción total realizada por los adoptantes tardíos. En nuestro país, Arroyo estudió durante la década del 60 con detenimiento este proceso. La adopción de la variedad de trigo Klein Rendidor en la región de Marcos Juárez llevó 6 años desde que la conocieron los primeros productores en 1953 hasta la adopción por todos⁵⁸, la del maíz híbrido en La Vanguardia (Pergamino) 10 años hasta que lo adoptó la mitad y 14 años para la totalidad de los productores⁵⁹, un tiempo mayor (14 y 19 años respectivamente) en Manuel Ocampo⁶⁰ y menos, 7 y 12 años, en Los Molinos (Casilda)⁶¹. Los herbicidas en maíz en la región de El Paraíso-Ramalla tardaron 14 años hasta ser adoptados por la totalidad⁶²

y 20 años en Manuel Ocampo.

Después de un cierto tiempo, una nueva innovación vuelve obsoleta la anterior y se repite nuevamente todo el proceso. Esto implica que todo sistema, que toda máquina, que todo procedimiento, tienen una duración dada hasta volverse obsoletas, es decir, tienen una cierta "vida útil". Dado que el proceso de adopción generalizado no es instantáneo, en determinado momento conviven varios sistemas diferentes. Este último aspecto no siempre es fácil de cuantificar y no fue considerado en el presente trabajo en el que se siguió el criterio de tomar exclusivamente el sistema que se consideró modal para cada período.

La información recogida permite obtener empero ciertas orientaciones sobre la duración de un sistema de producción o de una máquina en particular. Si bien con limitaciones en las cifras, los resultados hallados (Cuadro 6) muestran una duración por obsolescencia que en la mayoría de los casos se halla entre 15 y 25 años. Pero llama la atención la elevada variabilidad que presentan en general. Al observar caso por caso, parece insinuarse un gradual acortamiento en la duración, pero con excepciones que impiden una conclusión definitiva. Pero aun con esta limitación es evidente que la vida útil de una técnica es limitada.

¿Puede considerarse finalizada esta evolución? De ningún modo. No es posible predecir lo que ocurrirá en el futuro en materia de innovaciones, pero actualmente nada indica que se ha llegado a un límite que no se puede sobrepasar o que el proceso evolutivo se encuentre frente a una ley física o biológica que impone un límite definitivo. Innovaciones tales como la siembra directa ya se vienen practicando

en la actualidad, y de generalizarse ésta implicará un nuevo salto en el insumo de trabajo por el importante ahorro de mano de obra que involucra. El gradual incremento de los rendimientos debido al mejoramiento genético y a mejores técnicas culturales (principalmente la fertilización) no muestra signos de detención; la ingeniería genética más bien permite avizorar una mayor tasa de aumento de la productividad del trabajo. Otras técnicas como el riego y la agricultura de precisión ya son hoy posibilidades concretas, cuya implementación

dependerá principalmente de las condiciones económicas futuras.

Cabe cerrar recordando las palabras pronunciadas por Nicolás Avellaneda en Córdoba después de presenciar el ensayo de las máquinas segadoras en la Exposición Nacional el 15 de diciembre de 1870: «Lo que vemos es limitado; pero lo que puede venir, lo que vendrá indefectiblemente, no alcanza a ser expresado por el número, porque es incalculable, [ni] por la palabra, porque no alcanzamos siquiera a concebirlo.»⁶³

Nada más y muchas gracias por la atención prestada.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ VARRON, Marco Terencio. De las cosas del campo. Trad. por Domingo Tirado Benedí. México, Univ. Autónoma de México, 1945. 384 p. [Esta obra es bilingüe, latín-español]. Varrón escribió este libro hacia el año 36 a. C.
- ² COLUMELA, Lucio Junio Moderato. Los doce libros de agricultura. Versión de Juan María Álvarez de Sotomayor. Madrid, 1879. 2 t. [También fue consultada la versión bilingüe (latín-inglés de Harrison Boyd Ash titulada "On agriculture", publicada en 1941 por Harvard. Univ. Press]. Columela escribió este libro hacia el año 65 d. C.
- ³ HERRERA, Gabriel Alonso de. Obra de agricultura. Alcalá de Henares, 1513. Libro Primero, caps. I-XII. [Se utilizó la edición publicada en Madrid por Atlas en 1970, con estudio preliminar de José Urbano Martínez Carreras].
- ⁴ LEMEE, Carlos . La agricultura y ganadería en la República Argentina. La Plata, Solá, 1894. p. 32 y ss.
- ⁵ MARTIN DE MOUSSY, V. Description géographique et statistique de la Confédération Argentine. Paris, Didot, 1860. t. 1, p. 478.
- ⁶ PAUCKE, Florian. Hacia allá y para acá. Trad. de Edmundo Wernicke. Tucumán, Univ. Nac. de Tucumán, 1944. Tomo III p. 173 y ss.
- ⁷ WILCKEN, Guillermo. Las colonias; informe sobre el estado actual de las colonias agrícolas de la República Argentina presentado a la Comisión Central de Inmigración por el Inspector Nacional de ellas. B. Aires, 1873. p. 290 y ss.
- ⁸ GIROLA, C. D. Datos agrícolas: Costo de una hectárea sembrada con trigo en la Colonia Celina. Anales de la Soc. Rural Arg. (B. Aires) 27:38-39 y 28:125-128. 1893.
- ⁹ Máquina segadora acarreadora «Colombo». Anales de Agric. de la Rep. Arg. (B. Aires) 1(14):107-109. 1878.
- ¹⁰ PAUCKE, Florian. op. cit. p. 175.
- ¹¹ PARCHAPPE, Narciso. Expedición fundadora del Fuerte 25 de Mayo en Cruz de Guerra, año 1828. 2da. ed. Buenos Aires, EUDEBA, 1977. p. 11.
- ¹² MAC CANN, William. Viaje a caballo por las provincias argentinas. Trad. por José Luis Busaniche. Buenos Aires, Solar-Hachette, 1969. p. 104.
- ¹³ MARTIN DE MOUSSY, V. op. cit. t.1 p. 478.
- ¹⁴ LEMEE, Carlos. op. cit. p. 33.
- ¹⁵ GARAVAGLIA, Juan Carlos. Pastores y labradores de Buenos Aires. B. Aires, De. De la Flor, 1999. p. 124 y 187.
- ¹⁶ Archivo Municipal de la Capital. Acuerdos del Extinguido Cabildo de Buenos Aires. p. 107.
- ¹⁷ Archivo General de la Nación. Libro de Bandos (varios tomos).
- ¹⁸ Ibídem. Libro de Bandos N° 5 f. 87-88.
- ¹⁹ «No pondrás bozal al buey que trilla tus mieses en la era» (Deuteronomio, 25,4).

- ²⁰ HERRERA, Gabriel Alonso de. op. cit. libro 1, cap. X.
- ²¹ MARTIN DE MOUSSY, V. op. cit. p. 478.
- ²² FRANK, Rodolfo Guillermo. La segadora. *Todo es Historia* (B. Aires) 27(318):51-58. 1994.
- ²³ Discurso pronunciado con motivo de la terminación de la iglesia nueva en Chivilcoy (1857). En: *Obras completas de Sarmiento*. B. Aires, Luz del Día, 1951. t. 21 p. 57-71.
- ²⁴ NAPP, Ricardo T. Máquinas agrícolas. *Anales de la Soc. Rural Arg.* (B. Aires) 6(2):61-62. 1872.
- ²⁵ WILCKEN, Guillermo. op. cit. p. 288-289.
- ²⁶ *Anales de Agricultura de la R. Argentina* (B. Aires) 3(11):104. 1875.
- ²⁷ ZEBALLOS, Estanislao S. Descripción amena de la República Argentina; tomo II: La región del trigo. B. Aires, Peuser, 1883. p. 32.
- ²⁸ *Anales de Agricultura de la R. Argentina* (B. Aires) 4(5):47. 1876.
- ²⁹ RAÑA, Eduardo S. Investigación agrícola en la República Argentina, provincia de Entre Ríos. B. Aires, Ministerio de Agricultura, 1904. p. 154.
- ³⁰ MIATELLO, Hugo. Investigación agrícola en la provincia de Santa Fe. B. Aires, Ministerio de Agricultura, 1904. 439 p.
- ³¹ La Simultánea. *Anales de Agricultura de la R. Argentina* 1(21):174. 1873.
- ³² Las cosechadoras. *Anales de la Soc. Rural Arg.* 9(7):251. 1875.
- ³³ Tesoro y Porvenir del Agricultor; dos notables invenciones Sud-Americanas. *El Plata Industrial y Agrícola* 6(2):19-22. 1878.
- ³⁴ Interesante para los agricultores. *Anales de la Soc. Rural Arg.* 19:451-452. 1885.
- ³⁵ MIATELLO, Hugo. La gran faena de fin de año. *Anales de la Soc. Rural Arg.* 38(sept.-oct.):18-26. 1905.
- ³⁶ BOREA, Domingo. La cosecha del trigo en la República Argentina; método para determinar su costo. B. Aires, 1921. 43 p.
- ³⁷ BRINKMANN, Theodor. Die Umgestaltung der argentinischen Erntemethoden infolge Übergangs zum Mähdreschersystem. *Berichte über Landw.* 11(1):1-20. 1930.
- ³⁸ COSCIA, Adolfo A. y Miguel A. CACCIAMANI. La productividad de la mano de obra en el trigo. Pergamino, EERA INTA, 1978. 15 p. (Informe técnico N° 141).
- ³⁹ Rotania S.A.; un invento santafesino que contribuyó a la mecanización del agro. *CYTA (S. Fe)* 36:30-33. 1983.
- ⁴⁰ QUICK, Graeme and Wesley BUCHELE. *The grain harvesters*. S. Joseph, Am. Soc. Agr. Eng., 1978, p. 99 y ss.
- ⁴¹ SEYMOUR, Richard Arthur. Un poblador de las pampas; vida de un estanciero en la frontera sudeste de Córdoba entre los años 1865 y 1868. Trad. de Justo P. Sáenz (h.). B. Aires, Del Plata, 1947. p. 292-294.

- ⁴² MIATELLO, Hugo. La aradura a vapor. B. Aires, Ministerio de Agricultura, 1907. 29 p.
- ⁴³ GRAY, R.B. The agricultural tractor 1855-1950. S. Joseph, Am. Soc. Agr. Eng., 1975. 91 + 60 p.
- ⁴⁴ WENDEL, C. H. Encyclopedia of american farm tractors. Sarasota, Crestline, 1979. p. 253.
- ⁴⁵ NOCETTI, Juan. Costos comparativos de tres alternativas para realizar labores culturales en predios de la zona de Pergamino. Pergamino, EEA INTA, 1963. 32 p. (Informe técnico N° 20).
- ⁴⁶ KUGLER, Walter F. y Ernesto F. GODOY. Trigo. En: PARODI, Lorenzo R. (Ed.). Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. B. Aires, Ed. Acme, 1964. Vol. II, p. 485.
- ⁴⁷ FRANK, Rodolfo Guillermo. Evolución de la productividad del trabajo en el cultivo del trigo. Rev. de Invest. Agrop. Serie 6 (B. Aires) 4(1):1-14. 1970.
- ⁴⁸ COSCIA, Adolfo A. y Miguel A. CACCIAMANI. op. cit.
- ⁴⁹ LEHMANN, Gunther. Fisiología práctica del trabajo. Trad. de Higinio Guillamon Reyes. Madrid, Aguilar, 1960. 409 p. [Datos tomados de su cap. 5].
- ⁵⁰ FRANK, Rodolfo G. Costos y administración de la maquinaria agrícola. B. Aires, Hemisferio Sur, 1977. 385 p. [También se utilizaron datos actualizados inéditos del mismo autor].
- ⁵¹ CARRASCO, Gabriel. Descripción geográfica y estadística de la provincia de Santa Fe. B. Aires, 1866. p. 532.
- ⁵² USDA. Agricultural Statistics, varios números.
- ⁵³ COOPER, Martin R., Glen T. BARTON y Albert P. BRODELL. Progress of farm mechanization. Washington, USDA, 1947. 101 p. (Miscellaneous Publ. N° 630).
- ⁵⁴ COSCIA, Adolfo A. y Juan C. TORCHELLI. La productividad de la mano de obra en el maíz. Pergamino, EEA INTA, 1968. 16 p. (Informe técnico N° 79).
- ⁵⁵ COSCIA, Adolfo A. y Miguel A. CACCIAMANI. La productividad de la mano de obra en girasol. Pergamino, EERA INTA, 1979. 16 p. (Informe técnico N° 153).
- ⁵⁶ PARODI, Lorenzo R. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. B. Aires, Ed. Acme, 1964. Vol. II p. ix.
- ⁵⁷ OLMSTEAD, Alan L. The mechanization of reaping and mowing in american agriculture, 1833-1870. J. of Economic History 35:327-352. 1975.
- ⁵⁸ ARROYO, Ricardo. Estudio sobre difusión del trigo y prácticas de recuperación y conservación del suelo en Marcos Juárez. Pergamino, Estac. Exp. Agrop. INTA, 1964. 45 p. (Bol. de Divulg. N° 31).
- ⁵⁹ ARROYO, Ricardo. Estudio sobre difusión y adopción de los maíces híbridos [en] "La Vanguardia". Pergamino, Estac. Exp. Agrop. INTA, 1965. 43 p. (Bol. de Divulg. N° 33).
- ⁶⁰ ARROYO, Ricardo. Estudio sobre el proceso de difusión de tres prácticas mejoradoras del cultivo de maíz: híbridos, herbicidas y vicia como abono verde

en Manuel Ocampo (Pergamino). Pergamino, Estac. Exp. Agrop. INTA, s.f. 100 p. (Bol. de Divulg. N° 38).

⁶¹ ARROYO, Ricardo. Estudio sobre el proceso de difusión y adopción de maíces híbridos y nivel de tecnificación en la comunidad Los Molinos, Casilda. Pergamino, Estac. Exp. Agrop. INTA, 1965. 27 p. (Bol. de Divulg. N° 35).

⁶² ARROYO, Ricardo. Estudio sobre el proceso de difusión y adopción de herbicidas en maíz [en] El Paraíso-Ramallo. Pergamino, Estac. Exp. Agrop. INTA, 1966. 26 p. (Bol. de Divulg. N° 34).

⁶³ Los ensayos de máquinas. Boletín de la Exposición Nacional en Córdoba (B. aires) 2 (1): 117-119. 1971. [Este informe se reprodujo asimismo en Anales de la Soc. Rural Arg. 5 (2): 50 y 55. 1871].

Cuadro 2 ESTIMACION DEL INSUMO TRABAJO DE CADA MAQUINA

Máquina	Tracción		a _i (m)	alfa	a _e (m)	v (km/h)	r	C _e (ha/h)	t _o (h/ha)	hom- bres	Ins. calc. (hh/ha)	Ins.adopt. (hh/ha)
	tipo	cant.										
1 Arado del país, 1a. reja	bueyes	2	0.15	0.90	0.14	2.0	0.5	0.01	74.07	1	74.07	79.37
2 Arado del país, 2a. reja	bueyes	2	0.15	0.90	0.14	2.5	0.65	0.02	45.58	1	45.58	39.68
3 Arado manceras 1x12", 1a. reja	bueyes	2	0.30	1.00	0.30	2.0	0.7	0.04	23.43	1	23.43	23.43
4 Arado manceras 1x12", 2a. reja	bueyes	2	0.30	1.00	0.30	2.5	0.7	0.05	18.75	1	18.75	18.75
5 Arado asiento 1x14", 1a. reja	bueyes	4	0.36	1.00	0.36	2.0	0.7	0.05	20.09	1	20.09	20.09
6 Arado asiento 1x14", 2a. reja	bueyes	2	0.36	1.00	0.36	2.5	0.7	0.06	16.07	1	16.07	16.07
7 Arado asiento 2x14", 1a. reja	caballos	8	0.71	1.00	0.71	3.0	0.7	0.15	6.70	1	6.70	6.70
8 Arado asiento 2x14", 2a. reja	caballos	6	0.71	1.00	0.71	3.5	0.7	0.17	5.74	1	5.74	5.74
9 Arado arrastre 4x14"	tractor	50	1.42	1.00	1.42	6.0	0.8	0.68	1.47	1	1.47	1.47
10 Arado arrastre 5x14"	tractor	65	1.78	1.00	1.78	7.0	0.8	1.00	1.00	1	1.00	1.00
11 Arado arrastre 6x14"	tractor	90	2.13	1.00	2.13	7.0	0.8	1.19	0.84	1	0.84	0.84
12 Arado arrastre 8x14"	tractor	120	2.84	1.00	2.84	7.0	0.8	1.59	0.63	1	0.63	0.63
13 Arado cincel, 13 cinceles	tractor	150	3.90	0.95	3.71	7.0	0.8	2.07	0.48	1	0.48	0.48
14 Rastra de discos simple, 16 d.	caballos	6	2.56	0.90	2.30	3.0	0.75	0.52	1.93	1	1.93	1.93
15 Rastra de discos doble, 40 d.	tractor	50	3.20	0.90	2.88	6.0	0.9	1.56	0.64	1	0.64	0.64
16 Rastra de discos doble, 44 d.	tractor	65	3.52	0.90	3.17	6.0	0.9	1.71	0.58	1	0.58	0.58
17 Rastra de discos doble, 2x36 d.	tractor	120	5.76	0.90	5.18	7.0	0.9	3.27	0.31	1	0.31	0.31
18 Rastra de ramas	bueyes	2	1.80	0.90	1.62	2.5	0.75	0.30	3.29	1	3.29	3.33
19 Rastra de dientes 3 c. de 1 m	bueyes	4	3.00	0.90	2.70	2.0	0.75	0.41	2.47	1	2.47	2.47
20 Rastra de dientes 3 c. de 1 m	caballos	4	3.00	0.90	2.70	3.5	0.75	0.71	1.41	1	1.41	1.41
21 Rastra de dientes 4 c. de 1 m	caballos	5	4.00	0.90	3.60	3.5	0.75	0.95	1.06	1	1.06	1.06
22 Rastra de dientes 8 c. de 1 m	tractor	50	8.00	0.90	7.20	6.0	0.9	3.89	0.26	1	0.26	0.26
23 Rastra de dientes 10 c. de 1 m	tractor	90	10.00	0.90	9.00	7.0	0.9	5.67	0.18	1	0.18	0.18
24 Rastra de dientes 12 c. de 1 m	tractor	120	10.00	0.90	9.00	8.0	0.9	6.48	0.15	1	0.15	0.15
25 Siembra manual	manual	1	3.00	1.00	3.00	3.0	0.5	0.45	2.22	1	2.22	2.22
26 Sembradora voleo 14'	caballos	2	4.20	0.90	3.78	3.5	0.6	0.79	1.26	1	1.26	1.26
27 Sembradora discos 20 discos	tractor	50	3.00	1.00	3.00	6.0	0.7	1.26	0.79	1	0.79	0.79
28 Sembradora discos 28 discos	tractor	50	4.20	1.00	4.20	6.0	0.7	1.76	0.57	1	0.57	0.57
29 Sembradora discos 28 discos	tractor	90	4.20	1.00	4.20	6.5	0.7	1.91	0.52	1	0.52	0.52
30 Sembradora 25 líneas, 17,5 cm	tractor	120	4.38	1.00	4.38	6.5	0.7	1.99	0.50	1	0.50	0.50
31 Sembradora SD 25 líneas, 17,5 cm	tractor	120	4.38	1.00	4.38	6.5	0.7	1.99	0.50	1	0.50	0.50
32 Rodillo liso	caballos	4	2.50	0.80	2.00	3.5	0.7	0.49	2.04	1	2.04	2.04
33 Pulverizadora 16 picos	tractor	50	11.20	0.90	10.08	7.0	0.6	4.23	0.24	1	0.24	0.24
34 Pulverizadora 30 picos	automot.	40	21.00	0.90	18.90	10.0	0.6	11.34	0.09	1	0.09	0.09
35 Pulverizadora 35 picos	automot.	40	25.00	0.90	22.50	10.0	0.6	13.50	0.07	1	0.07	0.07
36 Pulverizadora 35 picos (2 veces)	automot.	40	25.00	0.90	22.50	10.0	0.6	13.50	0.07	2	0.15	0.15
37 Hoz	manual	1	1.00	1.00	1.00	0.3	0.6	0.02	55.56	1	55.56	80.00
38 Segadora de rastrillo manual 5'	bueyes	2	1.50	0.90	1.35	2.0	0.8	0.22	4.63	2	9.26	9.26
39 Segadora automática 5'	bueyes	2	1.50	0.90	1.35	2.5	0.8	0.27	3.70	1	3.70	3.70
40 Segadora-atadora 7'	bueyes	4	2.10	0.90	1.89	2.5	0.8	0.38	2.65	2	5.29	5.29
41 Segadora-atadora 7'	caballos	4	2.10	0.90	1.89	3.0	0.8	0.45	2.20	2	4.41	4.41
42 Espigadora 12'	bueyes	6	3.60	0.90	3.24	2.0	0.75	0.49	2.06	1	2.06	2.06
43 Espigadora 12'	caballos	8	3.60	0.90	3.24	3.0	0.75	0.73	1.37	1	1.37	1.37
44 Cosech. de arrastre 14', bolsas	tractor	60	4.20	0.90	3.78	3.5	0.7	0.93	1.08	4	4.32	4.32
45 Cosech. automotriz 16', bolsas	automot.	96	4.80	0.90	4.32	4.0	0.7	1.21	0.83	3	2.48	2.48
46 Cosech. automotriz 16', granel	automot.	96	4.80	0.90	4.32	5.0	0.7	1.51	0.66	1	0.66	0.66
47 Cosech. automotriz 18', granel	automot.	108	5.40	0.90	4.86	5.0	0.7	1.70	0.59	1	0.59	0.59
48 Cosech. automotriz 20', granel	automot.	120	6.00	0.90	5.40	5.0	0.7	1.89	0.53	1	0.53	0.53
49 Cosech. automotriz 23', granel	automot.	150	6.90	0.90	6.21	5.5	0.7	2.39	0.42	1	0.42	0.42

		C(qq)	N d(km)	v	D(h)	(qq/h)	(h/qq)	hombr.	(hh/ha)	(hh/qq)		
50 Cueros (6)	caballos	3	1	3	0.3	3.5	0.5	4.47	0.224	6	1.34	1.34
51 Chatas p. acarreo gavillas (2)	bueyes	8	3	2	0.4	2.5	1.5	3.30	0.303	4	1.21	1.21
52 Chatas p. acarreo gavillas (2)	caballos	8	3	2	0.4	4.0	1.5	3.53	0.283	4	1.13	1.13
53 Chatas p. acarreo mies (2)	bueyes	8	4	2	0.4	2.5	1.2	5.26	0.190	4	0.76	0.76
54 Chatas p. acarreo mies (2)	caballos	8	4	2	0.4	4.0	1.2	5.71	0.175	4	0.70	0.70
55 Chata p. acarreo bolsas 2,5 t	caballos	8	25	1	0.5	3.0	1.5	13.64	0.073	3	0.22	0.22
56 Acoplado p. acarreo bolsas 5 t	tractor	50	50	1	0.5	3.5	1.5	28.00	0.0357	3	0.107	0.107
57 Acoplado tolva 6 t (2)	tractor	50	60	2	1.0	5.0	0.5	133.33	0.0075	2	0.015	0.015
58 Carro autodescargable 12 t	tractor	120	120	1	1.0	6.0	0.5	144.00	0.0069	1	0.007	0.007
59 Trilladora a caballos	caballos	8						4	0.25	10	2.50	2.50
60 Trilladora 6 CV	locomóvil	6						8	0.125	12	1.50	1.50
61 Trilladora 10 CV	locomóvil	10						17	0.059	24	1.41	1.41
62 Trilladora 12 CV	locomóvil	12						22	0.045	26	1.18	1.18

a: ancho teórico; alfa: coefic. alfa de Barañao (efic. del ancho de trabajo); a_e: ancho efectivo; v: velocidad; r: coeficiente de tiempo efectivo (eficiencia del tiempo); C_e: capacidad efectiva; t_o: tiempo operativo.

Coef. r: En tracción a sangre se consideró 1/10 de pérdida adicional por descanso animales y tiempo para atarlos. Capacidad en acarreo: calculada con la fórmula $C_e = C \times N / (2d/v + D)$ donde C es la carga, N la cantidad de elementos de transporte, d la distancia de acarreo, v la velocidad y D las demoras (esperas, pérdidas de tiempo, etc.).

Ins. calc.: Insumo de trabajo calculado con los valores precedentes.

Ins. adopt.: Insumo adoptado para calcular las cifras del cuadro 1.

Cuadro 3 ESTIMACION DE LA SUPERFICIE QUE PUEDE TRABAJAR UNA PERSONA

Periodo	Insumo de trabajo (hr/ha)					Tiempo disponible (días)					Superficie por hombre (ha)								
	Labranza	Siembra	Cuidados culturales	Siega y emparve	Tilla	Cosecha	Labranza	Siembra	Cuidados culturales	Siega y emparve	Tilla	Cosecha	Labranza	Siembra	Cuidados culturales	Siega y emparve	Tilla	Cosecha	Superficie máxima
Roma	148.8	79.4	158.7	83.2	20.8		90	20	45	20	30		6.05	2.52	2.84	2.40	14.43		2.40
h. 1850	122.4	5.6	106.0	106.0	22.7		90	20	45	20	30		7.35	36.00		1.89	13.21		1.89
1850-59	45.5	5.6	106.0	106.0	22.7		90	20	45	20	30		19.77	36.00		1.89	13.21		1.89
1860-64	45.5	5.6	35.2	35.2	22.7		90	20	45	20	30		19.77	36.00		5.68	13.21		5.68
1865-69	44.7	4.7	29.7	29.7	22.7		90	20	45	20	30		20.16	42.63		6.74	13.21		6.74
1870-74	44.7	4.7	29.7	29.7	22.7		90	20	45	20	30		20.16	42.63		6.74	13.21		6.74
1875-79	44.7	4.7	29.7	29.7	15.0		90	20	45	20	30		20.16	42.63		6.74	20.00		6.74
1880-89	44.7	4.7	14.4	14.4	9.0		90	20	45	20	30		20.2	42.6		13.9	33.3		13.9
1890-99	38.6	4.7	8.9	8.9	8.5		90	20	45	15	30		23.3	42.6		16.9	35.4		16.9
1900-09	15.3	2.7	3.5	8.9	10.1		90	20	30	15	30		59.0	74.9		16.9	29.7		16.9
1910-19	15.3	2.7	3.5	9.0	8.6		90	15	30	15	30		59.0	56.2		16.6	34.9		16.6
1920-29	11.4	2.7	1.4	10.3	10.1		90	15	30	15	30		78.6	56.2		14.5	29.8		14.5
1930-39	11.45	2.67	1.41			6.34	90	15	30			15	78.6	56.2		23.7		23.7	23.7
1940-49	10.74	2.32	1.06			4.99	90	15	30			15	83.8	64.7		30.1		30.1	30.1
1950-59	2.62	0.79	0.00			3.81	90	15	30			15	274.3	151.2		39.3		39.3	39.3
1960-69	2.62	0.57	0.24			0.86	90	15	10			15	274	212	339	174		174	174
1970-79	2.16	0.57	0.24			0.82	60	15	10			15	222	212	339	183		183	183
1980-89	1.78	0.52	0.09			0.80	60	15	10			15	270	229	907	187		187	187
1990-99	1.24	0.50	0.09			0.86	60	15	10			15	386	239	907	175		175	175
2000-09	1.10	0.50	0.07			0.59	60	15	10			15	438	239	1080	253		253	239
2000-09 SD		0.50	0.15			0.59	60	15	10			15	239	239	540	253		253	239

Las horas diarias se estimaron en 10 h/día hasta 1949 y 8 h/día desde 1950, excepto en las tareas de cosecha que fueron invariablemente 10 h/día.

Cuadro 4 ESTIMACION DE LA ENERGIA REQUERIDA

Máquina	Tracción		Ins. adopt. (hh/ha)	Dur. día (h/día)	Neces. diar. (kcal/día)	hom- bres	Nec. trab. (kcal/min)	En. diaria (kcal/día)	Tot. energ. humana (kcal/ha) (CVh/ha)	Energ. animal (CVh/ha)			Energ. mec. (CVh/ha)	TOTAL (CVh/ha)	
	tipo	cant.								Tracc.	Mant.	Totes			
1 Arado del país, 1a. reja	bueyes	2	79.37	10	2100	1	4.3	4680	37143	58.8	15	228	241	299	
2 Arado del país, 2a. reja	bueyes	2	39.68	10	2100	1	4.3	4680	18571	29.4	15	113	128	157	
3 Arado manceras 1x12", 1a. reja	bueyes	2	23.43	10	2100	1	4.3	4680	10987	17.4	15	67	82	99	
4 Arado manceras 1x12", 2a. reja	bueyes	2	18.75	10	2100	1	4.3	4680	8774	13.9	10	53	63	77	
5 Arado asiento 1x14", 1a. reja	bueyes	4	20.09	10	3300	1		3300	6629	10.5	15	114	129	140	
6 Arado asiento 1x14", 2a. reja	bueyes	2	16.07	10	3300	1		3300	5303	8.4	10	46	56	64	
7 Arado asiento 2x14", 1a. reja	caballos	6	6.70	10	3300	1		3300	2210	3.5	15	76	91	95	
8 Arado asiento 2x14", 2a. reja	caballos	6	5.74	10	3300	1		3300	1894	3.0	10	49	59	62	
9 Arado arrastre 4x14"	tractor	50	1.47	8	3100	1		3100	589	0.9			50	51	
10 Arado arrastre 5x14"	tractor	65	1.00	8	3100	1		3100	389	0.6			50	51	
11 Arado arrastre 6x14"	tractor	90	0.84	8	3100	1		3100	325	0.5			50	51	
12 Arado arrastre 8x14"	tractor	120	0.63	8	3100	1		3100	244	0.4			50	50	
13 Arado cincel, 13 cincelos	tractor	150	0.48	8	3100	1		3100	187	0.3			50	50	
14 Rastra de discos simple, 18 d.	caballos	6	1.98	10	3300	1		3300	837	1.0	5	16	21	22	
15 Rastra de discos doble, 40 d.	tractor	50	0.64	8	3100	1		3100	249	0.4			25	25	
16 Rastra de discos doble, 44 d.	tractor	65	0.58	8	3100	1		3100	227	0.4			25	25	
17 Rastra de discos doble, 2x36 d.	tractor	120	0.31	8	3100	1		3100	119	0.2			25	25	
18 Rastra de ramas	bueyes	2	3.33	10	2100	1	5.2	5220	1740	2.8	1	9	10	13	
19 Rastra de dientes 3 c. de 1 m	bueyes	4	2.47	10	2100	1	5.2	5220	1289	2.0	2	14	16	18	
20 Rastra de dientes 3 c. de 1 m	caballos	4	1.41	10	2100	1	5.2	5220	737	1.2	2	8	10	11	
21 Rastra de dientes 4 c. de 1 m	caballos	5	1.06	10	2100	1	5.2	5220	552	0.9	2	8	10	10	
22 Rastra de dientes 6 c. de 1 m	tractor	50	0.26	8	3100	1		3100	100	0.16			10	10	
23 Rastra de dientes 10 c. de 1 m	tractor	90	0.18	8	3100	1		3100	68	0.11			10	10	
24 Rastra de dientes 12 c. de 1 m	tractor	120	0.15	8	3100	1		3100	60	0.09			10	10	
25 Siembra manual	manual	1	2.22	10	2100	1	5.3	5280	1173	1.86				2	2
26 Sembradora voleo 14"	caballos	2	1.26	10	2100	1	5.2	5220	658	1.0	2	4	6	7	
27 Sembradora discos 20 discos	tractor	50	0.79	8	3100	1		3100	308	0.5			20	20	
28 Sembradora discos 28 discos	tractor	50	0.57	8	3100	1		3100	220	0.3			20	20	
29 Sembradora discos 28 discos	tractor	90	0.52	8	3100	1		3100	203	0.3			20	20	
30 Sembradora 25 líneas, 17,5 cm	tractor	120	0.50	8	3100	1		3100	195	0.3			20	20	
31 Sembradora SD 25 líneas, 17,5 cm	tractor	120	0.50	8	3100	1		3100	195	0.3			40	40	
32 Rodillo liso	caballos	4	2.04	10	3300	1		3300	673	1.1	3	12	15	16	
33 Pulverizadora 16 picos	tractor	50	0.24	8	3100	1		3100	92	0.14			5	5	
34 Pulverizadora 30 picos	automot.	40	0.09	8	3100	1		3100	34	0.05			2	2	
35 Pulverizadora 35 picos	automot.	40	0.07	8	3100	1		3100	29	0.05			2	2	
36 Pulverizadora 35 picos (2 veces)	automot.	40	0.15	8	3100	2		3100	57	0.09			2	2	
37 Hoz	manual	1	80.00	10	2100	1	7.5	6600	52800	83.5				84	84
Engavillar	manual	1	16.57	10	5200	1		5200	8615	13.6				14	14
Emparvar hasta 1850	manual	1	2.37	10	5200	1		5200	1231	1.9				2	2
Emparvar 1850-79	manual	1	1.34	10	5200	1		5200	898	1.1				1	1
Emparvar 1880-89	manual	1	1.82	10	5200	1		5200	946	1.5				1	1
Emparvar 1890-99	manual	2	2.28	10	5200	1		5200	1186	1.9				2	2
Emparvar 1900-09	manual	2	2.50	10	5200	1		5200	1302	2.1				2	2
Emparvar 1910-19	manual	2	2.55	10	5200	1		5200	1325	2.1				2	2
Emparvar 1920-29	manual	2	2.98	10	5200	1		5200	1552	2.5				2	2
Trillar a pata de yegua	caballos	10	8.18	10	3300	1		3300	2701	4.3	0	116	116	121	121
Aventar	manual	1	8.53	10	5200	1		5200	4433	7.0				7	7
Limpiar y embolsar	manual	1	6.00	10	5200	1		5200	3120	4.9				5	5
38 Segadora de rastillo manual 5'	bueyes	2	9.26	10	2100	2	4.3	4680	4333	6.9	5	26	31	36	36
39 Segadora automática 5'	bueyes	2	3.70	10	3300	1		3300	1222	1.9	5	11	16	17	17
40 Segadora-ataadora 7'	bueyes	4	5.29	10	3300	2		3300	1746	2.8	6	30	36	39	39
41 Segadora-ataadora 7'	caballos	4	4.41	10	3300	2		3300	1465	2.3	6	25	31	33	33
42 Espigadora 12'	bueyes	6	2.08	10	3300	1		3300	679	1.1	6	18	24	25	25
43 Espigadora 12'	caballos	8	1.37	10	3300	1		3300	453	0.7	6	16	22	22	22
44 Cosech. de arrastre 14', bolsas	tractor	60	4.32	8	3100	4		3100	1674	2.6			40	43	43
45 Cosech. automotriz 16', bolsas	automot.	98	2.48	8	3100	3		3100	961	1.5			40	42	42
46 Cosech. automotriz 16', granel	automot.	98	0.66	8	3100	1		3100	255	0.4			40	40	40
47 Cosech. automotriz 18', granel	automot.	108	0.59	8	3100	1		3100	228	0.4			40	40	40
48 Cosech. automotriz 20', granel	automot.	120	0.53	8	3100	1		3100	205	0.3			40	40	40
49 Cosech. automotriz 23', granel	automot.	150	0.42	8	3100	1		3100	112	0.3			40	40	40

Elementos de transporte		hh/ha	(h/día)	(kcal/día)	hombr.	(kcal/min)	(kcal/día)	(kcal/ha)	(CVh/ha)	(CVh/t.km)	(CVh/ha)	(CVh/ha)			
50 Cueros (6)	caballos	3	8.08	10	2100	6	4.3	4680	3771	6.0	2	34	36	42	42
51 Chatas p. acarreo grvillas (2)	bueyes	8	7.28	10	2100	4	4.3	4680	3407	5.4	1	83	84	89	89
52 Chatas p. acarreo grvillas (2)	caballos	6	6.80	10	2100	4	5.3	5280	3590	5.7	1	77	78	84	84
53 Chatas p. acarreo mies (2)	bueyes	8	4.58	10	3300	4		3300	1505	2.4	1	52	53	55	55
54 Chatas p. acarreo mies (2)	caballos	8	5.01	10	3300	4		3300	1653	2.6	1	57	58	61	61
Chata 1910-19	caballos	8	5.10	10	3300	4		3300	1682	2.7	1	58	59	62	62
Chata 1920-29	caballos	8	5.97	10	3300	4		3300	1970	3.1	1	68	69	72	72
55 Chata p. acarreo bolsas 2,5 t	caballos	8	2.02	10	4200	3		4200	849	1.3	1	29	24	25	25
Chata. 1940-49	caballos	8	2.51	10	4200	3		4200	1054	1.7	1	29	30	31	31
56 Acoplado p. acarreo bolsas 5 t	tractor	50	1.33	8	4200	3		4200	700	1.1	1		12.4	14	14
57 Acoplado tolva 6 t (2)	tractor	50	0.28	8	3100	2		3100	78	0.1	1		13.5	14	14
Acoplado 1970-79	tractor	65	0.23	8	3100	2		3100	89	0.1	1		15.4	16	16
Acoplado 1980-89	tractor	90	0.27	8	3100	2		3100	105	0.2	1		18.1	18	18
Acoplado 1990-99	tractor	120	0.33	8	3100	2		3100	127	0.2	1		21.9	22	22
58 Camión autodescargable 12 t	tractor	150	0.17	8	3100	1		3100	67	0.1	1		25.0	25	25

Trilla		(h/día)	(kcal/día)	hombr.	(kcal/min)	(kcal/día)	(kcal/ha)	(CVh/ha)	(CVh/ha)	(CVh/ha)	(CVh/ha)				
59 Trilladora a caballos	caballos	8	15.00	10	2100	10	4.3	4680	7020	11.1	4.2	171	175	186	186
60 Trilladora 8 CV	locomotor	6	9.00	10	2100	12	4.3	4680	4212	6.7			3.6	10	10
61 Trilladora 10 CV	locomotor	10	8.47	10	2100	24	4.3	4680	3964	6.3			3.0	9	9
Trilladora 1900-09	locomotor	10	10.10	10	2100	24	4.3	4680	4727	7.5			3.6	11	11
62 Trilladora 12 CV	locomotor	12	8.61	10	2100	28	4.3	4680	4028	6.4			3.6	10	10
Trilladora 1920-29	locomotor	12	10.08	10	2100	28	4.3	4680	4717	7.5			4.3	12	12

Ins. adopt.: ver cuadro 2.

Neces. diar.: Necesidades diarias de energía por hombre (trabajo + tiempo libre + reposo).

Energía humana: estimada según datos de LEHMANN, Gunther. op. cit.

Energía animal y mecánica: estimada según datos de FRANK, Rodolfo G. op. cit.

Cuadro 5 TASAS ANUALES ENTRE VALORES EXTREMOS DEL PERIODO

Concepto	Período	Tasa	Años
Insumo (horas-hombre/ha)	1855-95	-2.96%	23.8
Insumo (horas-hombre/ha)	1905-95	-2.93%	24.0
Insumo (horas-hombre/ha)	1925-75	-4.33%	16.4
Insumo (horas-hombre/ha) seg. Coscia	1925-75	-4.06%	17.4
Insumo (horas-hombre/ha) USA	1925-75	-2.89%	24.3
Insumo (horas-hombre/qq)	1905-95	-4.31%	16.4
Capacidad (ha/horas-hombre)	1905-95	3.01%	23.3
Superficie (ha/hombre)	1905-95	2.99%	23.5
Rendimiento (qq/ha)	1905-95	1.45%	48.1
Productividad (qq/hora-hombre)	1905-95	4.51%	15.7
Productividad (qq/hora-hombre)	1925-75	5.62%	12.7
Productividad (qq/hora-hombre) seg. Ccscia	1925-75	5.91%	12.1
Productividad (qq/hora-hombre) USA	1925-75	4.66%	15.2
Energía humana (CVh/ha)	1905-95	-2.94%	24.0
Energía mecánica (CVh/ha)	1905-95	4.65%	15.3
Energía total (CVh/ha)	1905-95	-0.60%	115.8
Necesidad diaria de energía (kcal/hombre.día)	1905-95	-0.19%	374.2
Población argentina (habitantes)	1950-00	1.55%	45.0
Población argentina (habitantes)	1980-00	1.39%	50.2
Población mundial (habitantes)	1950-00	1.77%	39.6
Población mundial (habitantes)	1980-00	1.56%	44.7

La columna años indica el tiempo necesario para duplicar (o reducir a la mitad) un valor dado que crece (o decrece) a la tasa indicada.

Cuadro 6 DURACION POR OBSOLESCENCIA DE LAS MAQUINAS (años)

Máquina	n	Dur.prom.	D.S.	C.V.
Arados	8	20.0	16.0	80.2%
Rastras de discos	4	22.5	9.6	42.6%
Rastras de dientes	6	24.2	12.8	53.0%
Sembradoras	4	27.5	17.1	62.1%
Pulverizadoras	2	20.0	0.0	0.0%
Segadoras, atadoras, espigadoras	5	14.0	15.6	111.2%
Trilladoras	4	13.8	7.5	54.5%
Cosechadoras	5	14.0	5.5	39.1%
Tractores	4	12.5	5.0	40.0%