

Artículo del Dr Juan A. Schnack

Herencia y evolución. Desde Darwin y Mendel hasta la Síntesis Moderna

Heredity and evolution. From Darwin and Mendel to the Modern Synthesis

Juan A. Schnack ¹

¹ Dr. C.N., Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria

Correo electrónico: jschnack2@gmail.com

Resumen: La evolución orgánica sólo puede interpretarse a través de la convergencia entre el darwinismo y el mendelismo. Ambas corrientes científicas surgieron en la segunda mitad del siglo XIX. Durante los últimos años de ese siglo y aquellos posteriores y cercanos al redescubrimiento de las leyes de Mendel, en 1900, el darwinismo sufrió un eclipse temporal que se extendió por alrededor de tres décadas. La mayoría de los biólogos que desestimaron la importancia del mecanismo de selección natural postulado por Darwin en 1859 aceptaron la validez de las leyes de Mendel de segregación y distribución independiente de los factores hereditarios. En este trabajo se describen las circunstancias históricas y los fundamentos científicos que condujeron a la divergencia entre el darwinismo y el mendelismo, así como la inspiración de notables científicos, que demostraron —especialmente entre 1926 y 1950— la convergencia de estas dos visiones que habían sido erróneamente consideradas irreconciliables. Su contribución a los fundamentos de la Síntesis Moderna de la Teoría Evolutiva y a la creación de una nueva disciplina —la genética de poblaciones— son especialmente destacadas.

Palabras clave: darwinismo, genética de poblaciones, herencia particulada, mendelismo, mutación, selección natural.

Abstract: Organic evolution can only be understood through the convergence between Darwinism and Mendelism. Both biological approaches arose during the second half of the nineteenth century. Through the later years of that century and those that followed the rediscovery of Mendel's Laws, in 1900, Darwinism suffered a temporal eclipse. This opposition to Darwin's theory lasted around three decades. Most of the biologists who ignored the evolutionary meaning of natural selection agreed with the theory of particulate inheritance. This work deals with the historic circumstances and scientific arguments that led to rejection to the convergence between Darwinism and Mendelism, as well as with the inspiration of outstanding scientists who demonstrated -mainly between 1926 and 1950- that both, Darwin's and Mendel's theories, were a necessary complement to understand biological evolution. Their contribution to the fundamentals of the Modern Synthesis of Evolutionary Theory and the foundation of a new biological discipline -population genetics- are specially highlighted.

Keywords: Darwinism, population genetics, particulate inheritance, Mendelism, mutation, natural selection.

Introducción

El célebre naturalista inglés Charles R. Darwin (1809-1882) (Fig.1) y el monje Agustino austríaco Gregor J. Mendel (1822-1884) (Fig.2), a pesar de haber compartido más de 60 años de sus respectivos ciclos de vida, no tuvieron la oportunidad de conocerse y poder transmitir uno frente al otro sus respectivos y fundacionales aportes científicos (Darwin, 1859; Mendel, 1866). De haberlo hecho, ¿podría haber sido dramáticamente diferente la historia de la biología? Este interrogante no tiene respuesta por su carácter contrafactual.

La certeza de que el autor de la teoría de la evolución por selección natural y de que

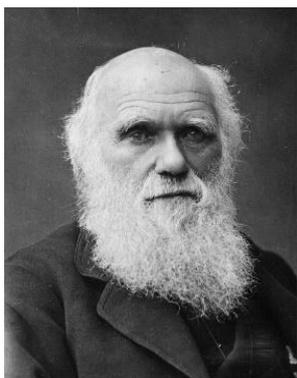


Fig.1. Charles Darwin, el autor del *Origen de las Especies* y descubridor del mecanismo de selección natural, la fuerza rectora del proceso evolutivo.

el descubridor del modo de herencia de los seres vivos no se hayan conocido no implica, necesariamente, que no hayan tenido la oportunidad de leer sus respectivos trabajos, en especial, aquellos que postularon la existencia de leyes naturales de la biología de carácter universal.

Mendel expuso en dos sesiones celebradas el 8 de febrero y el 8 de marzo de 1865 en la Sociedad de Historia Natural de *Brünn*, Austria (actualmente *Brno*, República Checa) los resultados de sus prolongados, metódicos y agotadores experimentos con las arvejas de jardín (*Pisum sativum*). Estos demandaron alrededor de ocho años de observaciones en el jardín de la Abadía de Santo Tomás de *Brünn*. Los asistentes, que entre científicos y estudiantes no superaban la cincuentena, escucharon al monje agustino con una mezcla de indiferencia y confusión. Podría suponerse que la publicación de las detalladas observaciones del Abad podría haber sido de sumo interés para Darwin, pues incluía la información más reveladora del modo de transmisión de los factores hereditarios. Sin embargo, es probable que Darwin, que nunca había mostrado interés por las matemáticas, no se hubiera sentido atraído por los experimentos de Mendel, que abundaban en análisis numéricos y tablas que exhibían una abrumadora serie de datos experimentales.



Fig.2. Gregor Mendel, el monje agustino cuyos estudios en los jardines de la Abadía de Santo Tomás de Brno (actualmente República Checa, Austria en tiempos de Mendel) le permitieron formular las leyes de la herencia.

En su interesante artículo titulado: *Did Darwin read Mendel?* David Galton (Galton, 2009) advierte al potencial lector que no lea su trabajo si busca obtener una respuesta definitiva, pero incluye pistas que sugieren algunas especulaciones sobre el particular. Una de ellas es la solicitud que hizo Mendel para que le fueran preparadas 40 copias de su trabajo con el propósito de que fueran enviadas a científicos famosos de Europa. No escapa a la percepción de los cultores de las ciencias biológicas que, entre los más brillantes científicos europeos, Darwin ocupaba un sitio más que destacado. Por otra parte, su obra, sobre *El Origen de las Especies* ya completaba la tercera edición y había sido traducido a los idiomas alemán, francés, holandés, polaco y ruso en 1865 cuando Mendel comunicara su trabajo fundacional de una aún desconocida disciplina: la genética.

Es muy probable que Darwin hubiera recibido una copia del trabajo de Mendel y, quizás por las razones ya expuestas, hubiera desistido emprender su lectura. Entre la abundante bibliografía que atesoraba Darwin en su residencia de *Downe*, en el condado de *Kent*, donde transcurrió sus últimos 40 años de vida, no es descabellado sospechar la posible existencia de algún recóndito sitio donde reposara, casi seguramente intocable, el trabajo de Mendel. David Galton especulaba con que en el caso de que Darwin no hubiera accedido a la labor de Mendel podría, no obstante, haber leído artículos o comentarios sobre el mismo. Apoya esta posibilidad en la circunstancia de que el botánico y zoólogo berlinés Hermann Hoffman (1819-1891) había escrito un pequeño libro sobre híbridos que Darwin poseía y leyó, como lo demuestran las anotaciones que hizo en varias de sus páginas. En la página 52 había una detallada descripción del célebre trabajo de Mendel publicado en 1866. Darwin escribió comentarios e interrogantes en los márgenes de varias páginas, entre ellas, las que llevaban los números de orden 50, 51, 53,54 y 55, en tanto que la página 52 quedó totalmente libre de notas. Este libro se encuentra actualmente en la Biblioteca de la Universidad de *Cambridge*.

Es posible que el trabajo de Mendel haya seguido el destino de aquellos que el hijo de Charles, el botánico Francis Darwin (1848-1925), removi6 de la *Down House* y pasaron a formar parte de las donaciones de volúmenes, artículos y notas que su padre hiciera a diferentes instituciones, en principio poco después de su muerte y, posteriormente, cuando alquiló la casa de *Downe* después de la muerte de su madre, Emma Darwin (1808-1896).

Por su parte, Mendel leyó con mucho interés la traducción alemana de *El Origen de las Especies*, así como otras notas, artículos y libros de Darwin.

Darwin era consciente de la existencia de preguntas que su teoría no podía responder, especialmente aquellas relativas al modo de transmisión de los factores hereditarios de progenitores a descendientes. Por su parte, Mendel, sin saberlo, respondió a preguntas irresueltas por Darwin que hubieran conferido argumentos más robustos a la teoría evolutiva del naturalista británico (Montúfar, 2009). Sin embargo, como podrá comprobar el lector en el siguiente epígrafe, los primeros vínculos entre el mendelismo y el darwinismo no fueron auspiciosos.

Mendel, el genio ignorado

El célebre trabajo de Mendel publicado en 1866 fue ignorado durante 34 años. Durante los 19 años que transcurrieron desde la comunicación de las leyes de segregación

y distribución independiente de los factores hereditarios, hasta su muerte, el talentoso y sacrificado monje agustino nunca llegó a imaginar que su descubrimiento iba a ser uno de los más importantes de la biología de todos los tiempos. Su trabajo nunca tuvo el reconocimiento de sus pares en el Monasterio, cuyas autoridades en 1873 lo obligaron a abandonar sus experimentos pues había mucho trabajo administrativo y no era admisible que perdiera el tiempo en el jardín en desmedro del aporte que debía volcar en tareas organizativas de la abadía. Pero la mayor desazón que sufrió Mendel no fue responsabilidad exclusiva de lo que sucedía puertas adentro de la Abadía de Santo Tomás.

Poco tiempo después de la publicación de su trabajo de 1866, Mendel intentó canalizar su vocacional entusiasmo a través del contacto con figuras prominentes de las ciencias biológicas que pudieran orientarlo para proyectar sus experimentos hacia objetivos superadores. En 1866, tras varios intentos que solo recibían indiferencia, logró que casi sin mostrar interés le respondiera el famoso fisiólogo suizo Karl von Nägeli (1817-1891), quien en 1842 había descubierto los cromosomas. Mendel deseaba continuar con sus experimentos con plantas de reproducción sexual, como las arvejas del jardín de la Abadía de Brunn, pero von Nägeli le impuso que realizara sus experimentos con las “vellosillas de flores amarillas” (*Hieracium pilosella*). Se le presentaba a Mendel un problema que lo tuvo a maltraer durante algo más de 5 años. Las plantas que le interesaban a von Nägeli se reproducían de modo asexual y el sufrido Mendel no podía avanzar con su trabajo, desistiendo de continuarlo con enorme desilusión. Luego vinieron las actividades administrativas en el monasterio. Sin saberlo, había obtenido el mayor logro en las investigaciones sobre la herencia del siglo XIX y no tuvo en vida el merecido homenaje. Cuando murió, solo lo despidieron con afecto los monjes más jóvenes que admiraban su jardín experimental (Mukherjee, 2017).

Redescubrimiento de las leyes de Mendel

En 1900, el botánico neerlandés Hugo De Vries (1848-1935), el genetista y botánico alemán Carl Correns (1864-1933) y el genetista y agrónomo austriaco Erich von Tschermak (1871-1962) realizaron experimentos prolongados y sistemáticamente organizados en arvejas de jardín. Llegaron a las mismas conclusiones de Mendel, creyendo ilusoriamente y por un breve tiempo que cada uno de sus trabajos revelaba la evidencia de la herencia particulada y que sus hallazgos eran totalmente novedosos para la ciencia.

Hugo De Vries (Fig.3), quien tuvo un protagonismo muy especial al fundar la Escuela Mutacionista, fue un inquieto investigador. Realizó experimentos y observaciones durante tiempos muy prolongados, aún mayores que los que realizó Mendel en el monasterio. Cuando completó con éxito sus estudios se sintió feliz de haber interpretado que los factores hereditarios no se mezclaban, como si fueran fluidos, en la descendencia, y que la progenie de un cruzamiento de líneas puras con un rasgo que presentaba dos alternativas (como en los desconocidos experimentos de Mendel) expresaba solo una de las formas, a la que denominó dominante. Las dos formas alternativas, hoy conocidas como alelos, son las expresiones de un gen.



Fig.3. Hugo De Vries, botánico neerlandés, codescubridor de las leyes de Mendel y creador del término mutación.

Mientras De Vries disfrutaba de su hallazgo, hasta entonces inédito, un amigo le obsequió un ejemplar de una vieja publicación con la convicción de que le sería de utilidad, pues incluía un tema que le pareció estrechamente relacionado con el que del científico neerlandés estaba dispuesto a difundir. Era nada menos que el trabajo de Mendel. De Vries sintió con desazón que su excepcional aporte científico en pocos minutos perdía toda originalidad. Pero, pensó De Vries, el ejemplar que le obsequió su amigo era la única evidencia del trabajo de Mendel. Decidió, impulsado por la idea de no perder el excepcional prestigio que se le conferiría por su realmente excelente trabajo, que publicaría su descubrimiento sin mencionar a Mendel; nadie, pensó, lo advertiría. De Vries, se había equivocado: en los jardines experimentales de la Universidad alemana de Tübingen y otros jardines de Múnich, Carl Correns obtuvo resultados similares a los de Mendel y De Vries; además llegó a leer el trabajo de De Vries y sus observaciones en jardines de los suburbios de Amsterdam. Poco antes y casi sin buscarlo, el botánico alemán había encontrado el trabajo de Mendel en su biblioteca. También sufrió una decepción, pero también se sintió molesto con De Vries, quien había quedado en evidencia que en su trabajo había utilizado una terminología muy “mendeliana”, insinuando que se trataba de un plagio. De Vries, ante esta situación, modificó la redacción de su artículo y reconoció la prioridad de Mendel (Mukherjee, 2017).

Erich von Tschermak realizó sus experimentos de cruzamientos entre individuos de *Pisum sativum* en el jardín privado de un banquero vienés y en los Jardines Botánicos de Gent, Bélgica. Como con los otros redescubridores de Mendel, von Tschermak, también se topó con el trabajo del monje eslovaco.

Eclipse del darwinismo

A fines del siglo XIX, el darwinismo fue perdiendo crédito ante la preferencia que mostró en esa época una importante proporción de biólogos que adhirieron a una teoría evolutiva alternativa: el neo lamarckismo, cuya hipótesis rectora asignaba importancia fundamental al uso y desuso en el desarrollo o atrofia de los órganos. Incorporaba, además, el postulado considerando que el ambiente actuaba directamente sobre las estructuras orgánicas, interpretándose de este modo las adaptaciones, los modos de vida de cada organismo. Los científicos que adherían a esta teoría rechazaban a la selección natural como una fuerza evolutiva que pudiera explicar las adaptaciones de los organismos a los componentes, internos o externos como el ambiente, que afectaran su desempeño (Ayala y Fitch, 1997).

En aquellos tiempos del eclipse darwiniano, De Vries logró avances que superaban y complementaban las leyes de Mendel. En sus habituales excursiones por zonas inhabitadas de los alrededores de Amsterdam, encontró un área ampliamente invadida por poblaciones de primulas silvestres (*Oenothera lamarckiana*). Luego de una recolección intensa, sembró unas 50.000 semillas de esta especie. Al poco tiempo observó la presencia de numerosas variantes noveles exhibiendo rasgos que no había advertido en sus observaciones previas (ej., hojas gigantes, tallos provistos de vellos y, flores de forma extraña). Fue entonces que creyó percibir aquello que le faltaba a Darwin para detectar el paso inicial del proceso evolutivo y denominó a esas variantes como mutantes. Aunque de Vries no adhería entonces al paradigma darwiniano, sus mutantes serían variantes sobre las cuales podía actuar la selección natural. Este pudo haber sido un primer paso para identificar la fuente primaria de variación poblacional.

Es justo reconocer que Darwin, a su falta de conocimiento acerca de los mecanismos de la herencia biológica, ostentaba una posición inflexible al afirmar que en el proceso de evolución biológica solo importaban los cambios graduales (*Natura non facit saltus*). A pesar de su temprana adhesión a la teoría de Darwin durante las últimas décadas del siglo XIX, posteriormente de Vries se aferró a su nueva y propia teoría mutacionista. En coincidencia con el famoso genetista británico William Bateson¹² (1861-1926) (Fig.4), de Vries consideraba que se podían observar dos clases de variaciones en los organismos. Una de ellas, correspondería a las variaciones continuas, que se observan en los individuos

¹² William Bateson fue uno de los fundadores de la genética, disciplina cuyo nombre él acuñó.

de una misma especie dentro de su población y que se caracterizan por no producir cambios perdurables de carácter evolutivo. La otra clase de variación consistiría en cambios nítidos que se producen por alteraciones espontáneas o mutaciones cuya manifestación resultante es, finalmente, la aparición de nuevas especies.

Muy poco antes de los ya referidos acontecimientos, el darwinismo ya había comenzado a perder credibilidad. La mayoría de los biólogos cuestionaba los argumentos de Darwin y la importancia de la selección natural como mecanismo rector del proceso evolutivo. Casi habían decretado la muerte del darwinismo, argumentando que la teoría sobre el origen de las especies por medio de la selección natural carecía del sustento de experimentos adecuadamente diseñados y de datos cuantitativos suficientemente rigurosos. A Darwin sus detractores no lo perdonaron. Parecían haber ignorado que la biología experimental y el enfoque cuantitativo de los fenómenos biológicos no eran moneda corriente hasta la primera mitad del siglo XIX, mucho menos aún en las investigaciones que se desarrollaban en la época en la cual, el despreciado naturalista solo tenía 22 años en coincidencia con el inicio —en diciembre 1831— de su extenso y prolongado viaje intercontinental de casi cinco años en el *Beagle*.

Las limitaciones disciplinarias de Darwin durante la elaboración de su épica obra son absolutamente comprensibles. Basta, como ejemplo, recordar que el célebre volumen del biólogo, teórico y médico francés Claude Bernard (1813-1878) *Introducción al Estudio de la Medicina Experimental*, una de las primeras obras en biología experimental, se publicó seis años después de que apareciera la primera edición de *El Origen de las Especies* (Darwin, 1859; Dobzhansky et al. 1977).

Darwin no recurrió a la biología experimental para apoyar su teoría de la selección natural, pero poseía profusa información de otras disciplinas, tales como la anatomía comparada, la embriología y la paleontología. La profundidad de sus conocimientos en estos temas y su calificada experiencia como naturalista lo habilitó a elaborar árboles filogenéticos de plantas y animales.

El desconocimiento de Darwin sobre las leyes de la herencia tuvo dos efectos principales. Por un lado, la falta de argumentos científicos para que su concepto de selección natural pudiera desechar por completo el modelo lamarckiano de la herencia de caracteres adquiridos. Fue así que llegó a postular, por ejemplo, que la carencia del segmento terminal del primer par de patas (protarso) que observó en escarabajos de colecciones del género *Ateuchus*, así como en otros géneros de escarabajos, se debía a la prolongada falta de uso de este segmento que exhibían sus progenitores, apoyando de este

modo la noción de los efectos heredados del uso o desuso de determinado rasgo observable (Schnack, 1999). Por otro lado, carecía de información suficiente para explicar de modo convincente una característica fundamental y necesaria para que su mecanismo propuesto de selección natural pudiera actuar. Esta limitación le impidió argumentar de modo convincente cómo era posible que las poblaciones mantuvieran la variabilidad que en ellas se observaba. Lo intentó con su fracasada teoría de la pangénesis, que no tuvo ninguna influencia en el ámbito científico.

La creencia que predominó hasta las primeras décadas del siglo XX sostenía que, en la reproducción sexual de especies animales y vegetales, cada progenitor transmitía a sus descendientes la totalidad de sus características como una unidad, de modo tal que la progenie exhibiría rasgos exactamente intermedios con respecto a sus progenitores. Esta



Fig.4. William Bateson, promotor de la doctrina mendeliana, enérgico detractor del paradigma darwiniano y creador del término genética.

“herencia de mezcla” propendería a producir poblaciones cada vez menos variables, pues de este modo perderían 50% de su variabilidad de generación en generación. El resultado final conduciría inexorablemente a una población homogénea, sin diferencias entre sus individuos y, por ende, sin variantes fenotípicas y genotípicas que pudieran ser seleccionadas a favor o en contra. La creencia en la mezcla de los factores hereditarios transmisibles a la descendencia no se correspondía con la realidad, que siempre mostró que las poblaciones exhiben diferentes variantes. ¿Cómo se podía armonizar la coexistencia

de la “mezcla de sangres” con el mantenimiento de la variabilidad? La explicación se apoyaba en la idea de que la variabilidad surgía por la generación de nuevos rasgos adquiridos que se transmitían a la descendencia.

La declinación del darwinismo que se observó en las primeras décadas del siglo XX perduró durante poco más de 30 años desde el redescubrimiento de las leyes mendelianas. Todo haría suponer, de acuerdo con la percepción que hoy exhiben la mayoría de los biólogos, que la confrontación de la teoría de Darwin con las leyes mendelianas pondría en claro la importancia decisiva de la selección natural en el proceso evolutivo.

Los inicios del eclipse temporal que experimentó el darwinismo pueden atribuirse a una subestimación de la importancia de la selección natural por parte de un grupo significativo e influyente de científicos que se sentían atraídos por la citología, la genética y la fisiología y consideraban insuficientes los argumentos que la embriología, la

anatomía comparada y la paleontología les brindaban a los naturalistas que asignaban a las adaptaciones un valor decisivo en la evolución.

Un paso decisivo en la primera etapa de desacreditación de la teoría de Darwin y, específicamente, del papel de la selección natural fue la publicación de un volumen muy extenso dedicado a intentar demostrar que, en la evolución de los organismos, solo se observan cambios netos, profundos, los cuales se expresan en las poblaciones a través de variaciones discontinuas, en oposición a las variaciones continuas, debidas a cambios graduales (Bateson, 1894). En él, Bateson introduce numerosos ejemplos de variación discontinua, con especial referencia al género *Balanoglossus*, un hemicordado vermiforme de los fondos marinos considerado como un grupo intermedio entre los invertebrados y los cordados. Su posición fue compartida por célebres genetistas contemporáneos.

Una enorme influencia sobre los biólogos de comienzos del siglo pasado la ejerció el genetista estadounidense Thomas Hunt Morgan (1886-1946) (Fig.5). En base a sus



Fig.5. Thomas H. Morgan, precursor de estudios genéticos sobre mutaciones en *Drosophila* y descubridor de la función de los cromosomas.

experimentos sobre mutaciones en la mosca de la fruta, *Drosophila*, Morgan (1932) creyó encontrar la fuerza rectora el cambio evolutivo, descartando la herencia de caracteres adquiridos, asignando a la selección natural un papel subsidiario, cuya función se limitaría a contrarrestar parcialmente mutaciones con efectos deletéreos y, finalmente, afirmando que la mutación era el único factor significativo de cambio evolutivo, responsable del origen de organismos más complejos.

Las consideraciones precedentes dejan en claro que los argumentos de Darwin se pusieron en duda coincidentemente con la noción que predominaba en los genetistas, en el sentido de que la evolución no era compatible con episodios sucesivos de selección natural que se expresaban en cambios graduales en diferentes rasgos que podían observarse en una población (ej., tamaño medio). Ellos consideraban que la evolución procedía a través de cambios nítidos debidos a mutaciones de elevada magnitud. Mientras el modelo darwiniano postulaba que las variaciones poblacionales eran continuas, por el contrario, los genetistas las describían como discontinuas. Actualmente, se acepta que ambos tipos de variaciones son posibles.

Así como el mutacionismo al que adhirió Morgan influyó notablemente en la decadencia temporal del crédito de la influencia de la selección natural en las poblaciones, los biólogos contemporáneos al mencionado genetista notaban que una explicación

plausible del mantenimiento de la variabilidad de las poblaciones aún requería la manifestación de procesos cuya naturaleza entonces se ignoraba. Pero, como se apreciaría más adelante, el gran genetista Morgan no se aferraba a posiciones indeclinables y su extremo mutacionismo fue declinando en el tiempo.

Renacimiento del darwinismo

En la misma época del desprestigio del darwinismo, se iba consolidando la Escuela Biométrica. Tres destacados científicos británicos fueron sus fundadores. Uno de ellos, el eminente matemático Karl Pearson (1857-1936), estableció la disciplina estadística



Fig.6. Walter Weldon fue cofundador de la Escuela Biométrica y uno de los biólogos evolutivos que demostró tempranamente la acción de la selección natural estabilizadora.

matemática; aplicó modelos estadísticos aplicados a la biología y fundó la bioestadística. Otro integrante de esta escuela fue el biólogo evolutivo y biométrico Walter Weldon (1860-1906) (Fig.6). Gracias a Weldon, Pearson conoció al primo hermano de Charles Darwin, el sabio polímata que cultivó numerosas disciplinas, Francis Galton (1822-1911) (Fig.7). Pearson, Waldon y Galton, cofundadores de la revista *Biometrika*, confrontaron intensamente con William Bateson (Huxley, 1942).

Galton fue uno de los más destacados fundadores de la antropometría y de la genética cuantitativa. Compartía con Charles Darwin la idea de la importancia que revestía la selección natural como fuerza evolutiva fundamental. Disentía con su primo en lo que concernía a los mecanismos de la herencia sustentados por la teoría de la pangénesis, así como aquella de los caracteres adquiridos no rechazada totalmente por Darwin, aunque la aceptara cumpliendo un papel subsidiario con relación a la selección natural. Pese a reconocer la importancia de la selección natural, Galton no aceptaba que este mecanismo actuara de modo gradual. El *Origen de las Especies* influyó notablemente en la elaboración de su doctrina de la eugenesia (Ruiz Gutierrez y Suárez y López Guazo, 2007).

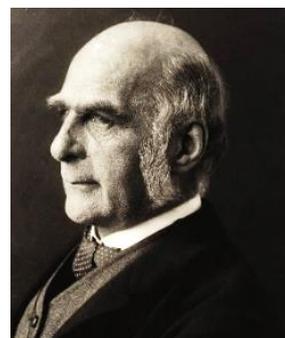


Fig.7. Francis Galton, cultivó numerosas disciplinas científicas, perteneció a la Escuela Biométrica y acuñó el término eugenesia.

Realizó estudios para comparar las diferencias de capacidades físicas e intelectuales en poblaciones humanas. En la mayoría de sus mediciones que aludían, entre muchas

otras cualidades, a la inteligencia, a la fortaleza física y a aspectos estéticos, obtenía curvas con forma aproximada de campana (campana de Gauss) (Fig.8).

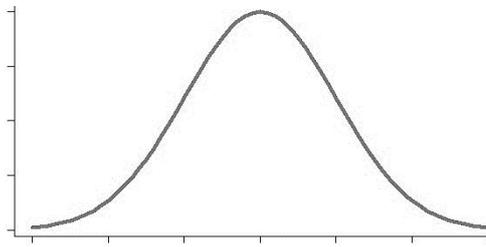


Fig.8. Curva de distribución normal ("Campana de Gauss"). Los valores intermedios de un determinado rasgo que es una variable continua (por ejemplo, altura de individuos de una población humana) son los más frecuentes. Las frecuencias disminuyen hacia los extremos a medida que se alejan del óptimo.

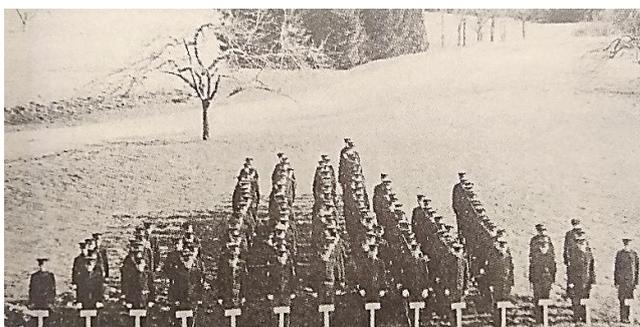
Interpretó que las capacidades (mayores, medianas o menores) se heredaban. Especuló que, así como la naturaleza selecciona a favor de los individuos más aptos, la eugenesia podría practicarse en las poblaciones humanas mediante la selección artificial, favoreciendo la reproducción entre los individuos más aptos para mejorar la raza humana. Charles Darwin lo persuadió de abandonar su proyecto de mejoramiento de nuestra especie.

El ya mencionado Walter Weldon se sintió atraído por las técnicas estadísticas que utilizara Galton, cuya influencia lo persuadió de que la evolución de los animales se podía interpretar básicamente desde un punto de vista estadístico. Retornando a la curva de forma acampanada que tanto había seducido a Galton, Weldon (1901) mostró las primeras evidencias de selección natural en poblaciones de caracoles de tierra de *Clausilia laminta*. Sin necesidad de incursionar en complejos detalles anatómicos, lo relevante en el contexto de este análisis fue la siguiente observación de la muestra poblacional: la reproducción y la supervivencia favorecían a aquellos individuos que exhibían rasgos intermedios en la espiral interna, mientras que los que presentaban rasgos extremos tendían a ser eliminados. En este caso, el valor más frecuente, cuasi óptimo de la curva, se aproximaba al promedio. Asistimos con este ejemplo a uno de los primeros ejemplos de selección estabilizadora, la que favorece los rasgos intermedios.

Pero Weldon no fue el primero en documentar evidencias de este tipo de selección natural. En un trabajo clásico de fines del siglo XIX, el biólogo estadounidense Hermon Bumpus (1862-1943) observó la eliminación selectiva de variantes poblacionales de gorriones de Estados Unidos que habían sido introducidos desde Inglaterra. Luego de una fuerte tormenta de lluvia, nieve y agua- nieve en febrero de 1898, Bumpus recogió 139 ejemplares que, por los efectos del citado evento climático, carecían de suficiente movilidad y de capacidad de volar en el momento de su captura. De estos pájaros, 72 sobrevivieron y 64 murieron. Los individuos muertos representaban de modo

significativo a variantes que tenían valores extremos en el tamaño de las alas: los que poseían alas muy pequeñas, según Bumpus, no podían volar con suficiente energía y autonomía; los de alas muy grandes tenían un mayor “efecto vela” y el viento los habría impulsado violentamente sin poder controlar el rumbo y muy expuestos a colisionar con objetos sólidos. Estos riesgos deben haber sido mucho menores en los gorriones cuyas alas exhibían tamaños intermedios (menor efecto vela y mayor autonomía, Bumpus, 1899).

En los dos ejemplos que anteceden se aprecia la distribución de frecuencias en las manifestaciones de un determinado rasgo cuya representación es un gráfico que, en su condición ideal es una curva normal o acampanada como la que propusiera Galton en las poblaciones humanas, tal como la que exhibiera una población de individuos listos para ser reclutados en el ejército de Estados Unidos en 1901 (Fig. 9).



Fig,9. Distribución de frecuencias en la altura de un grupo de individuos reclutados por el ejército en Estados Unidos de Norteamérica en 1901. La distribución tiene una configuración similar a una curva acampanada (“normal”). Este tipo de curva puede aplicarse linealmente a lo largo de una escala para describir rasgos tales como altura, peso y número de descendientes (Fuente: Ayala y Valentine, 1979).

Lo importante, como destacara Mather (1953), es que si la población estudiada presenta un número mínimo representativo de individuos, la curva está referida a variaciones continuas. En tal sentido, los rasgos que ilustra son compatibles con el gradualismo postulado por Darwin y las diferentes variantes poblacionales estarán expuestas a la selección natural.

El darwinismo comenzó a recuperar terreno cuando las diferentes disciplinas originalmente enfrentadas comenzaron a armonizar en varios aspectos y a encontrar puntos de vista compatibles. La mayoría de los biólogos comenzaron a aceptar la herencia particulada, que sostenía que los factores podían describirse como “partículas” que se encontraban en los cromosomas. Los factores hereditarios segregan en los gametos (Primera Ley) y no se fusionan, manteniendo su individualidad. Además, se distribuyen independientemente (Segunda Ley). Las dos leyes son universales y están ligadas a la reproducción sexual. Poco después del redescubrimiento de estas leyes de Mendel, algunos “mendelianos” comenzaron a aceptar que las mutaciones podían ser de distintos grados y que la evolución y la herencia eran procesos compatibles con variaciones tanto

continuas como discontinuas. Fue en esa época que los cultores de la Escuela Biométrica comprendieron que sus métodos podían aplicarse a los postulados mendelianos.

El genetista Morgan dejó de ser un crítico implacable de la teoría de la selección natural y de los avances de la genética, a los cuales contribuyó significativamente, lo erigieron en un ferviente defensor del darwinismo a partir de 1925, como también lo fueron sus colegas más jóvenes. Esto ocurría, como se apreciará más adelante casi al mismo tiempo que la Unión Soviética perdía, por razones político-ideológicas, la gran oportunidad de erigir a un biólogo ruso como el fundador de la genética de poblaciones.

Antes de abordar la validez del paradigma de la selección natural, es importante reconocer, como punto de partida para la interpretación del proceso de evolución y sus mecanismos, que la mutación y la recombinación de mutaciones en la reproducción sexual son las fuentes primarias de variación. Los cambios pueden ser pequeños en sus efectos y la selección natural determina qué o cuáles variantes producidas por mutaciones o recombinaciones sobreviven y se reproducen, en virtud de los rasgos que son afectados.

La visión sintética de la evolución es, esencialmente, la teoría de Darwin de la selección natural con el agregado de genes mutantes. Esta es la idea implícita en el neodarwinismo o Síntesis Moderna.

La evolución del neodarwinismo puede describirse sobre la base de teorías o evidencias que pueden desagregarse en tres etapas, las que comprenden, sucesivamente, la última década del siglo XIX y en el siglo XX los períodos 1926-1932, y 1937-1950.

El nacimiento del neodarwinismo ha sido adjudicado al zoólogo alemán August Weismann (1834-1914). En uno de sus experimentos más difundidos amputó las colas de cerca de un millar de ratones, a lo largo de cinco generaciones. Observó que los sufridos roedores, machos y hembras, desprovistos de cola, se reproducían y engendraban descendientes que se empeñaban en exhibir colas completas. Con satisfacción, demostró que los caracteres adquiridos (colas seccionadas) no se heredaban, anunciando así que la teoría evolutiva del brillante naturalista francés Jean Baptiste Lamarck (1744-1829) no se cumplía en los seres vivos.

Weismann coincidía con la variación continua, postulada por Darwin, aunque advertía que no existía una noción precisa de cuáles eran los componentes de las plantas y animales que se transmitían de generación en generación. Su adhesión al darwinismo es posterior a la muerte de Darwin. En 1893 publicó su teoría del Plasma Germinal. De acuerdo con esta teoría, los organismos poseen dos componentes. Uno de ellos, el somatoplasma que consiste en toda parte de un organismo que es efímera y que, en consecuencia, no perdura

una vez que se produce su muerte. El otro componente es el que se “eterniza” pues es el que se transmite de generación en generación. Esto último es el germoplasma o plasma germinal. Se trata de las células germinales, que en los animales son los óvulos y los espermatozoides, los que solo se pueden localizar en los órganos que los producen. Según Weismann, los caracteres adquiridos por el somatoplasma, único componente que puede estar afectado por el ambiente, nunca podrán ser heredados. Los caracteres solo se transmiten a través de las células germinales y el somatoplasma no ejerce ninguna influencia sobre el germoplasma (Weismann, 1893). Actualmente diríamos que la información genética sólo puede transmitirse de los genes hacia el cuerpo y no del cuerpo a los genes. La teoría de Weismann, hoy superada, fue en la época de su concepción un importante avance, especialmente por su posición opuesta al lamarckismo y cercana al darwinismo. Su destacado brillo como zoólogo y naturalista ha pretendido ser opacado a través de una tergiversación de sus innovadoras propuestas científicas. Así lo han intentado algunos adherentes a la teoría evolutiva lamarckiana en la Unión Soviética de la primera mitad del siglo XX. Por ejemplo, Olarieta Alberdi (2008) quien atribuye a Weismann una ilusión de eternidad cuasi religiosa que va más allá de la historia pues no tiene principio ni fin. No coincide con Weismann en varias secciones de su libro, pero defiende con total convicción los aportes científicos del agrónomo estalinista Trofim Denisovich Lysenko (1898-1976), cuya utilización de información manipulada para demostrar la herencia de los caracteres adquiridos lo hiciera tristemente célebre.

La segunda etapa del neodarwinismo significó un avance dramático de la biología evolutiva. Entre sus principales logros se destaca la realización de las primeras investigaciones sobre una nueva disciplina: la genética de poblaciones. Si bien se propone la inauguración de esta etapa en 1926, un teorema que había sido propuesto independientemente por dos autores a principios del siglo XX pudo haber inspirado a los fundadores de la mencionada disciplina y anticipado su creación.

El matemático británico Godfrey Harold Hardy (1877-1947) y el médico alemán Wilhelm Weinberg (1862-1937) son los autores de un teorema que elaboraron independientemente en 1908. Conocida como ley del equilibrio genético de las poblaciones, su enunciado expresa que “en una población infinita con apareamientos al azar, las frecuencias génicas y genotípicas permanecen invariables, al menos que sobre la población actúen las fuerzas evolutivas”. Matemáticamente, se trata de un trinomio cuadrado perfecto que se obtiene a partir de la suma al cuadrado de las frecuencias génicas. En un sistema bialélico, p representa al gen o alelo dominante y q al recesivo,

con sus respectivas frecuencias igual o menor que 1 siendo $(p + q) = 1$, por lo que el binomio al cuadrado también será igual a 1, lo mismo que el trinomio cuadrado perfecto que se obtiene a partir del mismo. De este modo:

$$(p + q)^2 = (p^2 + 2pq + q^2) = 1$$

Siendo p y q las frecuencias de los alelos dominante (ej., A) y recesivo (ej., a), respectivamente, la ecuación se puede interpretar más claramente si se presenta de modo tabular:

Alelo	$p(A)$	$q(a)$
$p(A)$	$p^2 (AA)$	$pq (Aa)$
$q(a)$	$pq (Aa)$	$q^2 (aa)$

Si el teorema de Hardy-Weinberg hubiera tenido amplia repercusión entre los genetistas en oportunidad de su postulación, mucho se hubiera avanzado en la búsqueda de las causas de la variabilidad de las poblaciones.

Convergencia darwinismo-mendelismo. La Síntesis Moderna

En las postrimerías de la década de 1920 y comienzos de la de 1930 surgió el grupo de científicos fundadores de la genética de poblaciones. Mediante el uso de modelos matemáticos demostraron que una determinada variante génica creada por mutación podía reemplazar a otra en una población, aún si su ventaja proporcional en supervivencia o reproducción fuera escasa, por ejemplo, del orden de 1 a 2 %. Por lo menos en teoría, la sustitución puede ser muy rápida, de alrededor de 10 generaciones. Este proceso, de uno o pocos genes, continuo o gradual, es conocido como microevolución. Puede acumularse y constituirse en macroevolución, produciendo nuevas estructuras completas, tales como ojos o alas. También puede causar la separación de una especie en dos o más especies hijas (Wilson, 1994). Quien tempranamente se interesó en el equilibrio genético poblacional y las variaciones de las frecuencias génicas y genotípicas poblacionales fue el entomólogo, genetista y naturalista ruso Sergei Sergeivich Chetverikov (1880-1959) (Fig.10). Chetverikov fue uno de los biólogos más brillantes de la genética y biología evolutiva del siglo XX, tristemente opacado por el déspota georgiano Iósif Stalin (1878-1953) y su acólito, el agrónomo Trofim Lysenko. Este último quiso demostrar con información falsa que la única teoría válida de evolución era la de Lamarck. Las primeras



Fig.10. Sergei Chetverikov, el entomólogo y genetista ruso que descubrió la convergencia entre el darwinismo y el mendelismo y fue el fundador de la Genética de Poblaciones.

investigaciones de Chetverikov, que datan de 1895, lo erigieron como un destacado especialista en lepidópteros. Organizó la mayor colección de mariposas y polillas de Rusia desde su época de estudiante en la Sociedad Imperial de Historia Natural, Antropología y Etnografía de la provincia de Moscú. Sus investigaciones en el campo de la genética de poblaciones fueron las primeras que argumentaron con rigor científico la convergencia entre mendelismo y darwinismo y sentaron las bases para la formulación de la moderna teoría sintética de la evolución. Fue el primer científico que recuerda la historia en reconocer la importancia fundamental del almacenamiento de variabilidad (oculta o visible) en las poblaciones naturales para entender el proceso evolutivo. Aunque ignorado por décadas, fue el fundador de la genética poblacional experimental.

Su trabajo inaugural de genética poblacional fue escrito en ruso y publicado en 1926, cuando ocupaba la dirección del Instituto de Biología Experimental Nikolai Koltsov, de Moscú, donde aplicaba principios genéticos a sus trabajos de campo en poblaciones naturales. Sus hipótesis fueron redescubiertas en la década de 1930: el genetista cuantitativo y estadístico británico Ronald Fisher (1890-1962) (Fig.11), el genetista estadounidense Sewall Wright (1889-1998) (Fig.12) y el biólogo evolutivo británico John Haldane (1892-1964) (Fig.13) formularon independientemente las bases de la moderna teoría sintética de la evolución (Fisher, 1930, Wright, 1931, Haldane, 1932).

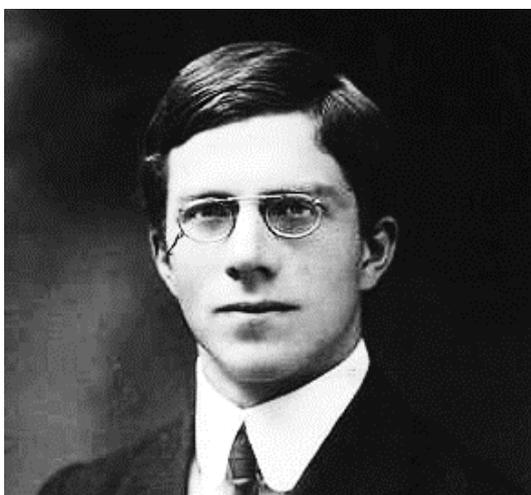


Fig.11. Ronald Fisher, estadístico y biólogo británico, uno de los fundadores de la genética de poblaciones. Aportó fundamentos matemáticos y biológicos para sugerir la complementariedad entre mutación y selección natural.

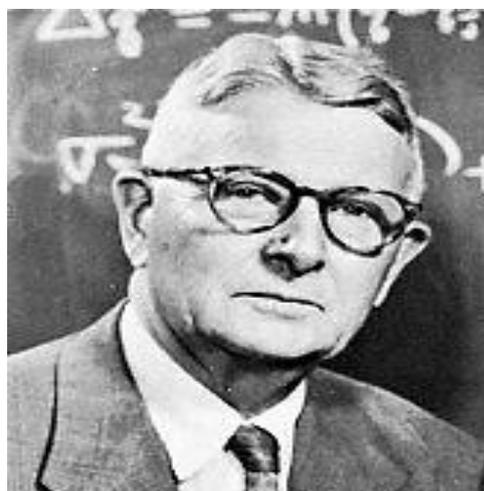


Fig.12. Sewal Wright, genetista estadounidense que introdujo el concepto de deriva genética.

Chetverikov, Fisher, Wright y Haldane lograron que los genetistas y biólogos evolutivos alcanzaran el mayor consenso en lo que concierne al cambio evolutivo, basado primariamente en una síntesis donde convergen la selección natural y la genética.

Factores ajenos a la ciencia y vinculados a cuestiones políticas e ideológicas impidieron que el excepcional talento creativo de Chetverikov tuviera adecuada difusión más allá de su ámbito de trabajo. También frenaron la posibilidad de que sus observaciones y experimentos tuvieran continuidad, siendo obligado a renunciar a sus preferencias

vocacionales y a realizar tareas ajenas a su especialidad. Sufrió privaciones aún más graves que las recién esbozadas.

En un contexto histórico, la vida de Chetverikov estuvo atravesada por diversos y dramáticos acontecimientos. Transcurrió durante los últimos 37 años de la autocracia zarista imperial, que precedieron a la revolución rusa de 1917 cuando surgió Vladimir Lenin (1870-1924) y se instauró la República Socialista Federativa Soviética. En 1923, cuando él contaba con 43 años, ocurrió el fin de la guerra civil entre el nuevo gobierno bolchevique y los militares del ex régimen zarista. Las situaciones de mayor dramatismo en la vida de este notable científico se desencadenaron durante una parte del extenso liderazgo que ejerció el dictador soviético Stalin como Secretario General del Comité Central del Partido Comunista de la Unión Soviética (1922 a 1952) y Presidente del Consejo de Ministros de la Unión Soviética (1941 a 1953). Durante los últimos seis años de vida de Chetvericov, cuando su salud estaba muy deteriorada, y la URSS era gobernada por el sucesor de Stalin, Nikita Krushev (1894-1971). Krushev fue Primer Secretario del Comité Central del Partido Comunista entre 1953 a 1964, período en el cual las penurias de los genetistas rusos se aliviaron, aunque muy tardíamente para Chetverikov.



Fig.13. John Haldane, genetista y biólogo evolutivo británico. Aplicó razonamientos matemáticos a la teoría evolutiva con énfasis en la selección natural y la migración.

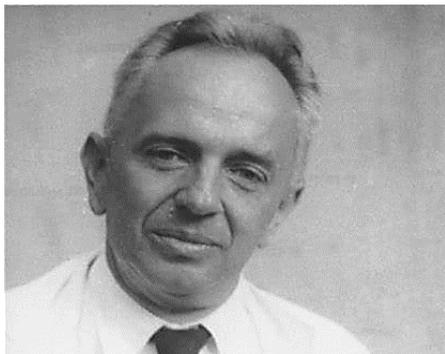


Fig.14. Theodosius Dobzhansky, biólogo evolutivo y genetista ucraniano que profundizó la convergencia darwinismo-mendelismo. Fue uno de los más célebres evolucionistas del siglo XX

El inicio del tercer período histórico del neodarwinismo surge a partir del genial genetista ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) (Fig.14) quien añadió un enorme sustento a las investigaciones de Chetverikov, Fisher, Wright y Haldane. En su obra de 1937 *Genetics and the Origin of Species* muestra por primera vez datos de campo y de laboratorio que le permitieron definir las diferencias entre especies con precisión. Asimismo, desentrañó la naturaleza de las

variaciones dentro de las poblaciones, en cromosomas y genes, dilucidando así pasos sucesivos del proceso de microevolución.

A Dobzhansky le siguió el notable zoólogo y biólogo evolutivo alemán Ernst Mayr (1904-2005) (Fig.15) con su trabajo publicado en 1942 *Systematics and the Origin of Species*, donde ofrece la definición hasta entonces más precisa del significado biológico de especie y cómo éstas se erigen a partir de razas preexistentes, introduciendo la posibilidad de clasificación de especies en base a la filogenia.



Fig.15. Ernst Mayr, notable biólogo evolutivo alemán que desarrolló y consolidó el concepto biológico de especie.



Fig.16. George Gaylor Simpson, paleontólogo estadounidense que fortaleció las bases de la teoría evolutiva mediante el estudio comparado del modo de evolución de las especies fósiles y las vivientes.

Para ello, introduce los modos de medir las diferencias entre especies hijas a partir de la magnitud de cambio evolutivo observable desde el episodio de su surgimiento a partir de la especie madre original.

En 1944, se publicaba el notable aporte del paleontólogo y biólogo evolutivo George Gaylord Simpson (1902-1984) (Fig.16) *Tempo and Mode in Evolution* donde postula que el registro fósil es consistente con las evidencias de la evolución en curso de las especies vivientes.

Como complemento de los importantes aportes precedentes, se edita en 1950 el libro del botánico y genetista estadounidense George Ledyard Stebbins (1906-2000) (Fig.17) *Variation and Evolution in Plants* culminando con esta una serie de cuatro obras que refuerzan la vigencia del paradigma darwiniano. Coincidentemente, los excepcionales trabajos de Dobzhansky, Mayr, Simpson y Stebbins, que dan mayor sustento a los creadores de la genética de poblaciones (Chetverikov, Wright, Fisher y Haldane), fueron publicados por una de las editoriales más prestigiosas de los Estados Unidos de Norteamérica: la Columbia University Press, fundada en Nueva York en 1893.



Fig.17. George Ledyard Stebbins, botánico y genetista estadounidense ampliamente reconocido por sus estudios sobre variaciones en plantas.

Adhiriendo a la breve definición de Wright (1960), la síntesis del pensamiento darwiniano y mendeliano es lo que hoy en día se acepta como neodarwinismo.

Un desarrollo y discusión que aborda con brillante estilo y profundidad las diferentes



Fig.18. Julian Huxley, el notable biólogo evolutivo que desarrolló una impecable revisión de la Síntesis Moderna.

disciplinas que convergen en la Síntesis Moderna de la teoría evolutiva, así como una semblanza de sus principales protagonistas se expone de modo objetivo y profundo en la magnífica obra *Evolution. The Modern Synthesis*. Su autor fue el célebre biólogo evolutivo, genetista y humanista británico Julian Huxley (1887-1975) (Fig.18), de quien se transcribe esta breve conclusión y expresión de deseo:

“El tiempo está ya maduro para un rápido progreso en nuestra comprensión de la evolución.

La genética, la fisiología del desarrollo, la ecología, la sistemática, la paleontología, la citología, el análisis matemático, han proporcionado nuevos hechos o nuevos instrumentos de trabajo. La necesidad actual es una armonización de estos estudios y una síntesis.” (Huxley, 1942).

Bibliografía

Ayala, F.J. y Fitch, W.M. (1997). Genetics and the origin of species: An Introduction. *Proceedings National Academy of Sciences* **94**: 7691-7697.

- Ayala, F.J. y Valentine, J.W. (1979). *Evolving. The Theory and Processes of Organic Evolution*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Menlo Park, California.
- Bateson, W. (1894). *Materials for the Study of Variation: Treated with Special Regard to Discontinuity in the Origin of Species*. London: Macmillan.
- Bumpus, H.C. (1899). The elimination of the unfit as illustrated by the introduced sparrow, *Passer domesticus*. *Biology Lectures, Marine Biological Laboratory, Woods Hole*: 209-226.
- Chetvericov, S.S. 1959. On certain aspects of the evolutionary process from the standpoint of genetics. *Proceedings of the American Philosophical Society* **105**: 165-197.¹³
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. Murray, London.
- Dobzhansky, T. (1937). *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Press, New York.
- Dobzhansky, T., Ayala, F.J., Stebbins y Valentine, J.W. (1977). *Evolution*. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Fisher, R.A. (1930). *The Genetical Theory of Natural Selection*. Clarendon Press, Oxford¹⁴.
- Galton, D. (2009). Did Darwin read Mendel? *OJM: An International Journal of Medicine* **102** (8):587-589.
- Haldane, J.B.S. (1932). *The Causes of Evolution*. Harper, New York.
- Hardy, G.H. (1908). Mendelian proportions in a mixed population. *Science* **28**: 49-50.
- Huxley, J. S. (1942). *Evolution: The Modern Synthesis*. London, Allen & Unwin (Edición en idioma español consultada por el autor: Huxley, J. (1946). *La Evolución. Síntesis Moderna*. Editorial Losada S.A. Buenos Aires.
- Mather, K. (1953). The genetical structure of populations, pp. 66-95. In: *Symposia of the Society of Experimental Biology. VII. Evolution*. Cambridge University Press.
- Mendel, G. (1866). Versuche über Pflanzenhybriden. *Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn Bd. IV für das Jahr 1865, Abhandlungen*, 3-47.
- Mayr, E. (1942). *Systematics and the Origin of Species*. Columbia University Press.
- Morgan, T.H. (1932). *The Scientific Basis of Evolution*. Norton, New York.
- Montúfar, R. (2009). Mendel y el neodarwinismo. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* **30** (1y2): 122-124.
- Mukherjee, S. (2017). *El Gen. Una Historia Personal*. Debate. Penguin Random House. Grupo Editorial, España.
- Olarieta Alberdi, J.M. (2008). *El Linchamieno de Lysenko*. Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas. Teoría UCM. Universidad Complutense.
- Ruiz Gutierrez, R. y Suárez y López Guazo, L. (2002). Eugenesia, selección y biometría en la obra de Francis Galton. *Revista de la Sociedad Española de la Historia de las Ciencias y de las Técnicas* **25**: 85-107.

¹³ Traducción del trabajo original publicado en idioma ruso en 1926.

- Schnack, J.A. (1999). Entomología y evolución: historia y vaticinios. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* **58** (1-2): 1-8.
- Simpson, G.G. (1944). *Tempo and Mode in Evolution*. Columbia University Press, New York.
- Stebbins, G.L. (1950). *Variation and Evolution in Plants*. Columbia University Press, New York.
- Weinberg, W. (1908). Über den Nachweis der Vererbung beim Menschen. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg **64**: 368-382.
- Weismann, A. (1893). Über die Vererbung. In: Aufs über Vererbung und verwandte biologische Fragen. *Fischer/Jena* 1892, 73.
- Weldon, W.R. (1901). A first study of natural selection in *Clausilia laminata*. *Biometrika* **I**:109.
- Wilson, E.O. (1994). *Naturalist*. Island Press, Shearwater Books. Washington, D.C., Covelo, California.
- Wright, S. (1931). Evolution in mendelian populations. *Genetics* **16**: 97-159.
- Wright, S. (1960). Genetics and Twentieth Century Darwinism- A review and discusión. *American Journal of Human Genetics* **12** (3): 365-372.
- Conferencia del Ing. Agr. Rodolfo G. Frank

Evolución del insumo de trabajo en ganadería vacuna de carne

Rodolfo G. Frank¹

¹Ing. Agr., Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria

Correo electrónico: rodolfofrank@yahoo.es

Nota del editor (RJCC): el siguiente texto, cedido por su autor para la presente publicación, corresponde a una comunicación realizada por el Ing. Agr. Rodolfo G. Frank en el marco de las Sesiones Ordinarias que se realizan en la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Resumen: Sobre la base de una muy escasa información histórica y estimaciones propias se han construido series del insumo de trabajo expresado en horas-hombre y de productividad de la tierra y del trabajo en ganadería vacuna de carne argentina. Se obtuvieron así valores para los siglos XVII a XIX y una serie de cifras decenales desde 1850 hasta la actualidad. En lo referente al insumo de trabajo la serie muestra una tendencia declinante estadísticamente significativa, tanto en el insumo de trabajo por cabeza como por hectárea. Tanto la productividad de la tierra como la del trabajo presentan una tendencia creciente, estadísticamente significativa. Comparado con las principales actividades agrícolas, la productividad de la tierra en ganadería vacuna presenta tendencias similares a las agrícolas, pero la tendencia de la productividad del trabajo es sensiblemente inferior.

Palabras clave: insumo de trabajo, productividad del trabajo, productividad de la tierra, ganadería vacuna de carne, Argentina

Abstract: Based on very little historical information and own estimates, series have been constructed for labor input expressed in man-hours and productivity of the land and labor in Argentine beef cattle. In this way, values were obtained for the seventeenth to nineteenth centuries and a series of ten-year figures from 1850 to the present. Regarding labor input, the series shows a statistically significant declining trend, both in labor input per head and per hectare. Both land and labor productivity shows a statistically significant increasing trend. Compared with the main agricultural activities, the productivity of the land in cattle ranching shows similar trends to those in agriculture, but the trend in labor productivity is significantly lower.

Keywords: labor input, labor productivity, land productivity, beef cattle, Argentina

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la evolución del insumo (y la productividad) del trabajo requiere la consideración de períodos largos de tiempo. Ello es así porque muchas innovaciones sólo se dan ocasional y fortuitamente, muy de tanto en tanto. A veces también por descubrimientos, que no tienen ninguna vinculación directa con el tema, ya sea con el trabajo, ya sea con la ganadería. Desde luego, también hay desarrollos graduales debidos a un mejor conocimiento y por consiguiente perfeccionamiento de una tecnología, pero por lo general suelen ser de incidencia menor.

Por otra parte, una innovación no implica automáticamente su adopción. Normalmente, la adopción de una nueva tecnología lleva tiempo, pues requiere conocimientos de la misma, capital y decisión del productor. Un buen ejemplo ha sido el alambrado, importante innovación que redujo sensiblemente el insumo de trabajo en la explotación vacuna. Como se verá más adelante, Ricardo Newton introdujo la innovación en 1845, pero tuvieron que pasar 10 años hasta que Francisco Halbach alambro perimetralmente su estancia. Finalmente, recién hacia 1880 fue adoptado masivamente en la región pampeana. Por las razones expuestas, para el estudio de la evolución del insumo de trabajo se ha tomado el período más largo posible, en este caso desde el poblamiento del actual territorio argentino y la introducción del ganado bovino en el mismo.

La ganadería vacuna ha sido uno de los pilares económicos de la Argentina prácticamente desde el comienzo de su poblamiento. En 1549 Juan Núñez del Prado llevó vacunos de Potosí a Tucumán. Hacia 1555 llegaron a Asunción (Paraguay) siete vacas y un toro de propiedad de los hermanos Cipriano y Vicente de Goes, arreados trabajosamente desde San Vicente (cercana a Santos, Brasil) por Francisco de Gaete¹ que, como retribución, recibió una vaca. Desde allí, se llevó una tropa a Santa Fe al fundar Juan de Garay esta ciudad en 1573. Ya en 1576 se registran marcas del ganado en el Cabildo de Santa Fe². Al repoblar o fundar por segunda vez Buenos Aires en 1580, Garay hizo traer de Santa Fe vacunos para la nueva ciudad.

¹ Los nombres de los involucrados según ALFREDO J. MONTROYA. *Cómo evolucionó la ganadería en la época del virreinato*. B. Aires, Plus Ultra, 1984. p. 13

² ACTAS DEL CABILDO DE SANTA FE (Acta del 14 de noviembre de 1576). En: https://actascabildo.santafe.gob.ar/actascabildo/default/ficha/19-14_de_Noviembre_de_1576 (Acceso 28/9/2021). El 1º de abril de 1584 hay otro registro de marcas del ganado.

Hay abundante bibliografía describiendo la explotación vacuna desde que se fue poblando el territorio argentino, pero lamentablemente la información cuantitativa es muy escasa y la referente al insumo de trabajo prácticamente inexistente. Otro tanto se puede decir cuando se buscan datos acerca de la producción obtenida, al principio cueros y luego carne, especialmente hasta el siglo XX. Aquí se tratarán de reunir los escasos datos disponibles sobre el requerimiento de trabajo por la cría e internada de los vacunos, y estimar los faltantes, con el fin de cuantificar la evolución operada por el insumo de trabajo humano en la producción de carne vacuna (o cueros hasta el siglo XIX) a lo largo de los años. Los cálculos se refieren al insumo en un predio de la región pampeana que se puede considerar representativo o modal para cada época y no incluyen el traslado de los animales (arreos, transporte) hasta el lugar de venta. Si bien en algunos casos se hará referencia a cuándo se desarrolló una nueva tecnología, en los cálculos se considerará sólo a partir del momento en que ésta se generalizó.

No es finalidad de este trabajo realizar una evaluación económica de la producción vacuna. La adopción de una explotación representativa de cada período considerado implica de por sí que ésta era económicamente factible en el contexto de su época.

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA TECNOLOGÍA

2.1. Primeras estancias y vaquerías (Siglo XVII)

Al principio la hacienda se fue multiplicando lentamente. Se estima que Garay trajo de Santa Fe a Buenos Aires entre 300 y 500 cabezas, y posteriormente se trajeron algunos más de Córdoba. Coni estimó que cinco años después de la fundación de Buenos Aires el rodeo sólo ascendía a 675 cabezas³. No se conocen detalles, pero cabe suponer que este ganado se hallaba en los alrededores de la ciudad, quizás al cuidado de unas pocas personas que vivían en o junto al pequeño poblado. Si bien Garay distribuyó suertes de chacras y estancias poco después de la fundación de la ciudad, ello no implica que las hubiese. Más aún, su propiedad estaba condicionada a la ocupación efectiva, lo que no siempre ocurrió. Lo que sí se puede decir es que cuando para la vigilancia de la hacienda una persona decidió construir un rancho fuera del caserío para cuidar mejor sus animales, nació la estancia colonial. Las actas del Cabildo hasta 1588 lamentablemente se perdieron. En 1589, 9 años después de la fundación, se menciona la existencia de una estancia, la de Juan de Garay (“el Mozo”, hijo del fundador de la ciudad), en

³ CONI, EMILIO A. Historia de las vaquerías del Río de la Plata (1555-1750). Madrid, 1930. p. 10.

las deliberaciones del Cabildo⁴, y es muy probable que ya existiesen otras. Ese mismo año, el 19 de mayo, Francisco de Salas Vidella “presentó un fierro de herrar” ante el Escribano Público y del Cabildo para registrarlo⁵. Aparentemente, ya era un procedimiento usual de registrar la marca del ganado. La necesidad de tener que marcar la propiedad del ganado indica la existencia de varios ganaderos y cierta cantidad de animales.

Estas primeras estancias, sin duda cercanas a la ciudad, fueron sus abastecedoras de carne, si bien la escasa población de las mismas no constituía una demanda importante. Así, por ejemplo, hacia 1620 Buenos Aires contaba con unos 1.000 habitantes⁶. Suponiendo un consumo de carne de 200 kg/habitante y año (Garavaglia estima para 1788-91 193 kg⁷), y que un vacuno de unos 400 a 500 kg vivos rinde al menos 200 kg de carne⁸, se necesitarían unas 1.000 reses anuales para abastecer Buenos Aires, o sea una res por habitante y por año. Esta demanda puede ser satisfecha cómodamente por un rodeo de 10.000 cabezas. Suponiendo una receptividad de 0,5 cabezas/ha y recordando que el Cabildo de Buenos Aires había prohibido tener hacienda a menos de una legua de la ciudad⁹ (por los daños que los animales sueltos causaban en los sembrados), la superficie necesaria para este rodeo quedaría confinada en un semianillo o semicorona de un radio exterior de algo más de 12 km a partir del Fuerte de Buenos Aires, o sea encerrado cómodamente dentro de la actual Capital Federal (desde Plaza de Mayo hasta la Av. General Paz en Liniers hay poco más de 14 km). Aún con un abasto de 1,5 cabezas/habitante.año, el radio exterior del semianillo sería menos de 15 km. Desde luego, se trata de distancias que sólo proporcionan una orientación grosera, pero permiten apreciar los trechos a arrear para abastecer la ciudad.

Pastando en campo abierto, es decir sin ninguna clase de cercos, era prácticamente inevitable que algún animal se haya extraviado y aquerenciado con el tiempo en un lugar algo

⁴ ACUERDOS DEL EXTINGUIDO CABILDO DE BUENOS AIRES. B. Aires, Archivo Municipal de la Capital, 1895. t. I p. 36 (Acuerdo del 21/8/1589). El año 1589 es el primero con acuerdos del Cabildo pues los anteriores se extraviaron.

⁵ ACUERDOS ... op.cit. p. 23.

⁶ COMADRÁN RUIZ, JORGE. Evolución demográfica argentina durante el período hispano (1535-810). B. Aires, EUDEBA, 1969. p. 43. También se consultó FRÍAS, SUSANA R. La expansión de la población. En: Nueva Historia de la Nación Argentina. B. Aires, Acad. Nac. de la Historia, 1999. t. 2 p. 89-126.

⁷ GARAVAGLIA, JUAN CARLOS. Pastores y labradores de Buenos Aires. B. Aires, La Flor, 1999. p. 243.

⁸ Para la raza criolla se estima generalmente un rendimiento en carne del 50 % según INCHAUSTI, DANIEL y EZEQUIEL C. TAGLE. Bovinotecnia. B. Aires, El Ateneo, 1951. p. 419.

⁹ ACUERDOS DEL EXTINGUIDO CABILDO DE BUENOS AIRES. B. Aires, AGN, 1907. t. II p. 283 (Acuerdo del 16/8/1610).

más alejado. Este ganado alzado se fue multiplicando y también asilvestrando, o sea convirtiendo en cimarrón. Ya en 1594 según las actas del Cabildo de Santa Fe se instruye al procurador “pedir autorización para vaquerías en la jurisdicción de Buenos Aires, por la ayuda que Santa Fe prestó a la fundación y población de aquélla, y porque el ganado no se da en esta zona debido a sus 'tierras anegadas’”¹⁰. En los Acuerdos del Cabildo de Buenos Aires se registra que en 1608 Melchor Maciel solicitó autorización para recoger ganado cimarrón con la finalidad de “hacer” cueros. En vista del pedido santafesino, Maciel no fue el primero en “vaquear” pues ya a fines del siglo XVI se practicaba la vaquería según los santafesinos.

La vaquería era una expedición de un numeroso grupo de personas que salían, al principio por unos días y luego por unos meses, a cazar vacunos cimarrones, matarlos, cuerearlos (desollarlos) y regresar con cueros, sebo y grasa. Los cueros, aparte de su difundido uso en el país, eran un importante artículo de exportación, ya sea la legal cuando se lograba su autorización, como la ilegal, o sea el contrabando. Y el vacuno criollo, un animal rústico de largos cuernos y gruesa piel, se adaptaba bien a la demanda interna y la extranjera.

Se dijo que la vaquería era una expedición numerosa, pero casi no hay datos cuantitativos de cuán “numerosa” y por cuanto tiempo. Según una estimación de Coni “... una vaquería para hacer 300.000 cueros ... hubiera requerido el trabajo de 1.000 hombres como mínimo durante cuatro a seis meses a grandes distancias de Buenos Aires ...”¹¹. De ello se desprende, suponiendo una duración de 5 meses, una producción de 60 cueros por hombre y por mes. Con 25 días/mes son 2,4 cueros/hombre-día.

De algunos trabajos concretos se tienen observaciones de testigos presenciales. La recogida de la hacienda, o sea parar un rodeo de 40 a 50.000 cabezas requería 150 hombres durante 3 meses¹². Esto equivale a 100 cabezas por hombre y mes, y suponiendo 25 días hábiles, 4 cabezas/hombre-día.

En una carta del 20 de abril de 1730 el padre Cayetano Cattaneo describe el desjarretado y agrega que “de este modo diez y ocho o veinte hombres solos postran en una hora siete u ochocientos.”¹³. Es decir que desjarretarían nada menos que unas 40 cabezas por hora y hombre.

¹⁰ ACTAS DEL CABILDO DE SANTA FE (Acta del 21 de febrero de 1594). En: https://actascabildo.santafe.gob.ar/actascabildo/default/ficha/255-21_de_Febrero_de_1594 (Acceso 29/9/2021).

¹¹ CONI, EMILIO A. op. cit. p. 17.

¹² *Ibidem* p. 47 y s.

¹³ Buenos Aires y Córdoba en 1729 según cartas de los padres Cayetano Cattaneo y Carlos Gervasoni, Societatis Iesu. En: <http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/buenos-aires-y-cordoba-en-1729--0/html/ffaf57e8-82b1->

Es probable que si bien este trabajo se hiciera en el tiempo mencionado, sería realizado una vez por día o a lo sumo dos o tres veces. Hay que tener en cuenta que el desjarretado requiere perseguir el animal un trecho al galope, lo que al ritmo mencionado cansa al caballo después de un tiempo. En un presupuesto del costo de 20.000 cueros a “hacer” en una vaquería de septiembre de 1723 la remuneración prevista para un desjarretador son \$ 50 por cada mil cabezas¹⁴. A razón de 8 reales por peso, son 0,4 reales por cabeza. El mismo presupuesto estipula una remuneración de 4 reales por día a los hombres de armas que acompañan a la expedición para su protección. Asignando el mismo jornal al desjarretador, éste lo lograría con 10 cabezas/día, y con el doble jornal con sólo cinco diarias. Como se verá más adelante, al describir esta tarea en una estancia, Fray José de Parras sostenía que en desjarretado un solo hombre llegó a abatir 127 cabezas¹⁵. No lo aclara, pero se puede suponer que se refería al trabajo de un día. Se tienen así tres cifras muy diferentes, provenientes de tres fuentes distintas, que impiden una cuantificación certera de la capacidad de trabajo de un desjarretador. En parte, ello se puede deber a condiciones de trabajo muy desiguales: cantidad de cabezas recogidas, habilidad del desjarretador, etc. Por otro lado, el desjarretador -un peón hábil para esta tarea- también debía cumplir otras funciones como degollar el animal, cuerearlo y estaquear el cuero para secarlo al sol. Y seguramente también, una vez secos, doblar y cargar los cueros a las carretas. Por ello, es probable que la remuneración prevista en el presupuesto mencionado bien pudo ser un incentivo, adicional por este trabajo, al sueldo de un peón general. Asimismo, la cifra mencionada por el P. Parras parece ser un valor máximo que logró un hombre. Lo que sí se puede concluir es que esta tarea, que si bien requiere destreza, no insumía mucho tiempo en vista de la gran cantidad de animales que se podían postrar en un tiempo relativamente breve.

Si estimamos que degollar y cuerear requiere media hora y otra media hora el estaqueado del cuero para que se seque, y una duración de la jornada laboral de 10 h, se tienen 0,1 días-hombre por cuero para estas tareas. Finalmente era necesario doblar los cueros secos y cargarlos en las carretas. Se estima que un hombre puede realizar estos trabajos a razón de 20 cueros por hora. Se tiene así un insumo de trabajo de 0,25 días-hombre/cabeza para las recogidas, más 0,1

[11df-acc7-002185ce6064_8.html](#) [publicadas inicialmente la Revista de Buenos Aires 8:320.] (Acceso 21/7/2020).

¹⁴ CONI, EMILIO A. Historia ... cit. p. 36.

¹⁵ PARRAS, FRAY JOSÉ DE. Diario y derrotero de sus viajes (1748-1763). En: http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/diario-y-derrotero-de-sus-viajes-17491753-espanario-de-la-platacordobaparaguay--0/html/ff7dd402-82b1-11df-acc7-002185ce6064_6.html (Acceso 22/7/2020).

para desjarretado, degollado, cuereado y estaqueado, más 0,005 para doblado y carga de cueros, con lo cual se llega a poco más de 0,35 días-hombre por cuero o sea 2,8 cueros diarios por hombre, sin considerar el tiempo insumido en el viaje de ida y vuelta al lugar del rodeo. Como se dijo arriba, Coni había estimado 2,4 cueros, guarismo que, en vista de la precariedad de los datos antes considerados, parece ser muy verosímil.

Contrariamente a lo que habitualmente se cree, las existencias de vacunos cimarrones no eran millonarias. Esto lo prueba el hecho que el Cabildo de Buenos Aires, que otorgaba las licencias para las vaquerías (las “acciones de vaquear”), con cierta frecuencia suspendía la emisión de nuevos permisos para permitir el repoblamiento de los campos. Con el tiempo, el avance de la frontera y la fundación de nuevas estancias en esas tierras, fue restringiendo la hacienda cimarrona. Es así como el ganado cimarrón se va extinguiendo gradualmente hasta desaparecer hacia mediados del siglo XVIII. A partir de allí, el proveedor de cueros serán las estancias.

Las vaquerías fueron la actividad ganadera más importante del siglo XVII si se consideran las cabezas faenadas, y su producto, los cueros exportados. Si bien sólo se cuenta con pocos datos fragmentarios sobre la exportación de cueros, los mismos permiten realizar estimaciones que orientan sobre su magnitud. Coni cree que no superaban, en promedio, los 20.000 cueros anuales¹⁶, con una gran variabilidad entre años, pues la exportación dependía de las llegadas de navíos a Buenos Aires, que era muy irregular. Moutoukias basa sus estimaciones sobre las entradas de navíos, con lo que cuantifica tanto la exportación legal como la ilegal (contrabando). Sus cálculos abarcan la segunda mitad del siglo XVII y llegan a un promedio de 26.000 cueros anuales¹⁷. Frente a estos guarismos se tiene la faena para el abasto de las ciudades. Como lo exportado proviene principal, si bien no exclusivamente, del litoral (en ese siglo las ciudades Buenos Aires, Santa Fe y Corrientes) también se considerará toda su población y que el consumo anual es una cabeza por habitante. En 1622 había 1.628 habitantes en esa región y en 1684 4.550¹⁸, que en ambos casos constituyen una demanda muy inferior a las cabezas faenadas para exportación. Más aún: si todos los cueros provenientes de la faena para el abasto fuesen a exportación (imposible en vista de los imprescindibles usos en el país), los vacunos necesarios para “hacer cueros” en las vaquerías superan varias veces a los faenados para abasto.

¹⁶ CONI, EMILIO A. op. cit. p. 32.

¹⁷ MOUTOUKIAS, ZACARÍAS. Comercio y producción. En: Nueva Historia de la Nación Argentina. Buenos Aires, Acad. Nac. de la Historia, 1999. t. III p. 79.

¹⁸ Cifras tomadas de FRÍAS, SUSANA R. La expansión de la población. op. cit.

2.2. Estancia colonial (Siglo XVIII)

Hasta fines del siglo XIX las estancias carecían de cercos que marcaran claramente sus límites, o sea que eran de “campo abierto”. Esto hace que la superficie de una propiedad fuese un tanto permeable, por no ser de uso exclusivo de su propietario. Hacienda del vecino podía pastorear en el campo de la estancia, así como la propia en la del vecino. Por otra parte, los vacunos acostumbran a quedarse en un mismo paraje, a “aquerenciarse”, especialmente si hay una fuente de agua cerca (arroyo, laguna) y a reunirse en un lugar, el rodeo. Con estas aclaraciones se pueden interpretar mejor los datos referentes a la superficie de las estancias. Según Carlos Mayo -que publicó una detallada investigación sobre la estancia colonial- “En la campaña bonaerense, si bien había algunas estancias realmente grandes, éstas no predominaban. La mediana y la pequeña explotación rural eran la norma.”¹⁹. Estancias realmente grandes eran las que poseían unos pocos terratenientes importantes y algunas órdenes religiosas y con cuyas utilidades mantenían sus obras. Así, los jesuitas tenían una en Areco de 90 leguas cuadradas (243.000 ha) y una bastante menor en la Chacarita. A éstas hay que agregar “San Miguel” en Santa Fe junto al Carcarañá frente a la actual localidad de Andino, las cordobesas de Alta Gracia, Jesús María, Santa Catalina y Candelaria, y “Las Vacas” en la Banda Oriental. Los betlemitas tenían una estancia en Arrecifes de 18 leguas y otra en Fontezuelas de 10 leguas²⁰. Pero estas eran excepciones: “Más del 80 % de los hacendados censados en el padrón de estancieros de 1789 era propietario de extensiones inferiores a la suerte de estancia.”²¹ (2.028 ha). Las mejoras, si así se las puede llamar, eran menos que modestas. De acuerdo a los resultados obtenidos de 66 sucesiones estudiadas por Mayo, el 58 % tenía casa (de adobe y techo de paja) y las restantes sólo un rancho, el 15 % horno (para hornear pan), el 30 % pozo de balde (para la provisión de agua del estanciero y su personal) y el 73 % corrales (de palo a pique con postes de ñandubay)²².

La producción de la estancia colonial tenía dos destinos: el abasto de carne a la ciudad y la producción de cueros. El primero estaba limitado por la distancia. Según Hernández, en los

¹⁹ MAYO, CARLOS A. Estancia y sociedad en la pampa (1740-1820). 2ª ed. B. Aires, Biblos, 2004. p. 39.

²⁰ *Ibidem* p. 45.

²¹ *Ibidem* p. 39,

²² *Ibidem* p. 42.

arros los vacunos pueden cubrir 5 a 8 leguas diarias (unos 25 a 40 km)²³. Daireaux menciona cifras similares: 5 a 6 leguas diarias²⁴. En 1744 Buenos Aires contaba con 11.572 habitantes, y en 1800 41.281²⁵. Siguiendo la misma metodología y supuestos empleados anteriormente, la superficie necesaria para el rodeo que permita un abasto de una cabeza por habitante por año queda encerrada en semianillos de unos 39 y 72 km respectivamente, y para 1,5 cabezas entre 47 y 89 km. Por otra parte, la producción de cueros para la exportación se vio facilitada por el hecho que a partir del siglo XVIII se fue regularizando el arribo de navíos al puerto de Buenos Aires. Hasta entonces, era irregular, lo que implicaba también una demanda discontinua de cueros, que recién se satisfacía organizando vaquerías cuando había arribos. Una demanda más estable, en cambio, facilitaba la oferta de cueros por parte de las estancias de producción anual más o menos regular.

En lo referente al insumo de trabajo hay muy pocas fuentes que proporcionan escasa información. En primer lugar, es necesario separar el trabajo regular, diario, necesario para la atención y el cuidado del ganado, de los trabajos estacionales necesarios sólo en algunos momentos del año. Los primeros consistían principalmente en efectuar las recogidas para llevar los vacunos al rodeo (parar rodeo) para aquerenciarlo, rondar el ganado (para evitar que se alejen del rodeo), faenar los animales destinados al consumo de la estancia, cuerear animales muertos, campear vacunos y equinos extraviados, apartar animales para la venta, mantenimiento de las escasas mejoras, la doma de potros, cuidado de la caballada, etc. Hay algunas pocas referencias sobre el personal necesario para estas tareas, basadas en casos reales o sobre estimaciones que consideran cifras razonables. Así, Félix de Azara sostiene "... que [en] una estancia de diez mil cabezas de ganado vacuno [...] bastan para su cuidado un capataz y diez peones"²⁶. En cambio de las instrucciones de la Orden de los Betlemitas para su administrador de la estancia "Las Vacas" en la Banda Oriental, que les perteneció después de la expulsión de los jesuitas, se desprende que se necesitaban 23 personas por cada 10.000 vacunos²⁷. Garavaglia menciona que en la estancia de Don Domingo Belgrano (el padre de

²³ HERNÁNDEZ, JOSÉ. Instrucción del estanciero. 3ª. ed. B. Aires, Casavalle, 1884. p. 226. (La 1ª ed. es de 1882).

²⁴ DAIREAUX, GODOFREDO. La cría del ganado en la estancia moderna. Buenos Aires, 1908. p. 384.

²⁵ COMADRÁN RUIZ, JORGE. op. cit. p. 43 y 84.

²⁶ AZARA, FÉLIX DE. Memoria rural del Río de la Plata. Madrid, 1847. p. 8. [La memoria fue escrita en 1801].

²⁷ GELMAN, JORGE. Campesinos y estancieros. B. Aires, Los Libros del Riel, 1998. p. 187.

Manuel) de Arrecifes en 1783-86 se estimaba que se necesitaban 7 trabajadores permanentes para 4.500 vacunos y unos 1.000 yeguarizos, o sea 786 cabezas de ganado mayor por hombre²⁸.

Entre los trabajos estacionales, el más importante era sin duda la yerra y castración de los terneros, que se realizaba una vez por año. Consistía en parar rodeo, apartar ternero por ternero, enlazarlo, marcarlo y castrarlo si corresponde. Si se hace “a campo” por carecer de corral requería más personal pues había que mantener agrupado el rodeo hasta completar la yerra. Contando con corral, la hacienda se encerraba en el mismo y desde allí se apartaban los terneros. En la ya mencionada estancia “Cañada Bellaca” de Don Domingo Belgrano había que conchabar 10 peones adicionales durante una semana para herrar 1.200 animales, y en otra de Areco entre 1792 y 1797 se conchababan 8 peones, también durante una semana, para 700 animales²⁹. Según Diego de Alvear 12 peones podían marcar 200 vacunos; se supone que se refiere al trabajo diario³⁰. De estas cifras resulta un insumo adicional de trabajo de 0,05 a 0,066 jornaleros-día por ternero. El insumo mayor se toma en trabajo a campo y el menor cuando es a corral.

En las estancias productoras de cuero Fray José de Parras describe así el “hacer” cueros en la estancia de Antonio Rodríguez, de 7 leguas cuadradas, ubicada a cuatro leguas de San Pedro en noviembre de 1752: “Vi también en diversos días matar dos mil toros y novillos, para quitarles el cuero, sebo y grasa, quedando la carne por los campos. El modo de matarlos es éste: montan seis o más hombres a caballo, y dispuestos en un semicírculo, cogen por delante doscientos o más toros. En medio del semicírculo que forma la gente, se pone el vaquero que ha de matarlos; éste tiene en la mano un asta de cuatro varas de largo en cuya punta está una media luna de acero de buen corte. Dispuestos todos en esta forma, dan a los caballos carrera abierta en alcance de aquel ganado. El vaquero va hiriendo con la media luna a la última res que queda en la tropa; mas no le hiere como quiera, sino que al tiempo que el toro va a sentar el pie en tierra, le toca con grandísima suavidad con la media luna en el corvejón del pie, por sobre el codillo, y luego que el animal se siente herido, cae en tierra, y sin que haya novedad en la carrera, pasa a herir a otro con la misma destreza, y así los va pasando a todos, mientras el caballo aguanta; de modo que yo he visto, en sola una carrera (sin notar en el caballo detención alguna), matar un solo hombre ciento veinte y siete toros. Luego, más despacio,

²⁸ GARAVAGLIA, JUAN CARLOS. op. cit. p. 211.

²⁹ *Ibidem*.

³⁰ citado por MAYO, CARLOS A. op. cit. p. 125.

deshacen el camino y cada un peón queda a desollar el suyo, o los que le pertenecen, quitando y estaqueando los cueros, que es la carga que de este puerto llevan los navíos a España. Aprovechan, como se ha dicho, el sebo, la grasa y las lenguas y queda lo demás por la campaña”³¹. Al parecer, la actividad principal de la estancia de Antonio Rodríguez era la producción de mulas pues en Fray José también menciona la existencia de 18.000 yeguas destinadas a tal fin, una cantidad que parece un tanto elevada para una estancia de 7 leguas. Sea como fuere, todo indica que cuenta con un numeroso personal, suficiente para las tareas aquí descriptas y por consiguiente sin necesidad de conchabar peones adicionales.

2.3. La producción vacuna entre 1800 y 1879

La tecnología de la producción vacuna durante los primeros cuatro quintos del siglo XIX no se distinguió substancialmente a la de la estancia colonial. Explotación a “campo abierto”, ganado criollo que se debía recoger para llevarlo al rodeo o para encerrarlo en corrales de palo a pique, rondarlo para aquerenciarlo, pastos fuertes o duros (la vegetación natural) como única alimentación del ganado, sequías que provocaban elevada mortandad y malones que robaban vacunos para venderlos en Chile siguieron como antes.

La mayor innovación de este período fue el saladero, que implicó el aprovechamiento de la carne que antes se desechaba casi totalmente en las explotaciones que producían cueros, sebo y grasa. Si bien ya hubo algunas exportaciones de cecina en el siglo XVII y una iniciativas de formar una compañía para exportar carnes saladas en 1771³², se acepta generalmente que el primer saladero del Río de la Plata fue el establecido Francisco Medina en lo que fue la estancia “Del Colla” cercana a Colonia del Sacramento (Uruguay) en 1787. Hasta comienzos del siglo XIX se establecieron otros saladeros en la Banda Oriental, donde la hacienda era más barata que en Buenos Aires³³. El primer saladero en el actual territorio argentino fue fundado en la Ensenada de Barragán por Roberto Staples y Juan McNeile en 1810. A partir de mediados de la década de 1810 se abrieron nuevos saladeros, al punto que ya en 1817 una escasez de carne en Buenos Aires, atribuida a la competencia de éstos, llevó a una prohibición transitoria de la faena saladeril para asegurar el abasto a la ciudad. Pese a ello, la cantidad de saladeros fue

³¹ PARRAS, FRAY JOSÉ DE. *op. cit.*

³² MONTROYA, ALFREDO J. *Historia de los saladeros argentinos*. B. Aires, Raigal, 1956. p. 12 y ss.

³³ *Ibidem* p. 29.

creciendo con el tiempo. Según Montoya, alrededor de 1825 ya había más de 20 en los alrededores de Buenos Aires, y en la década de 1870, 18 en la provincia de B. Aires y 14 en Entre Ríos³⁴. Según el censo de 1888 había 19 saladeros en la provincia de Buenos Aires que en 1885 faenaron 243.375 vacunos, 12 en Entre Ríos y 2 en Santa Fe. Menciona además los dos frigoríficos existentes, ubicados en San Nicolás y Campana³⁵. El censo de 1995 lista 39 saladeros en todo el país, que empleaban 5.574 personas y que en 1894 habían faenado 582.168 vacunos³⁶. Pero trece años después Heriberto Gibson escribía que “del centro comercial de la República [Buenos Aires y alrededores] ha desaparecido completamente la industria saladeril. Sobre el margen del Río de la Plata existen todavía los grandes galpones, playas de beneficio y corrales del negocio; pero están abandonados y silentes”³⁷. Al lograr un mejor aprovechamiento de los vacunos incorporando en su industrialización la carne además del cuero, sebo y grasa, se valorizaron, lo que a su vez repercutió en mayores cuidados de la hacienda.

Otro adelanto en la explotación del ganado durante este período fue el mejoramiento en la provisión de agua. Hasta entonces, cuando no se contaba con aguadas naturales (ríos, arroyos, lagunas), sólo quedaba el costoso recurso de cavar jagüeles. Un primitivo mecanismo fue también la pelota, un balde hecho de cuero, con el que se sacaba agua de un pozo, tirándolo mediante una soga y un caballo. Necesitaba dos hombres: el montado en el caballo y el que volcaba el balde sobre un bebedero. Pero en esta forma sólo se podían abreviar pocas cabezas por lo laborioso del procedimiento. Por ello, el balde sin fondo inventado por Vicente Lanuza en 1826³⁸ fue un importante adelanto. Consistía en “... un cuero de potro sacado entero, sin rajadura longitudinal. Este cuero está trozado transversalmente por el lomo y el pescuezo, por lo que se asemeja a un caño sin costura: una de las bocas recibe el agua, la otra lo derrama. Ahora, pues, este balde está colgado por su gran boca a la gran soga de tiro, y lleva otra soguita prendida al orificio del pescuezo, y algunas veces también a las extremidades de las manos, ellas mismas constituidas en dos nuevas pequeñas bocas de derrame. Vemos ahora cómo funciona. Al llegar el balde al fondo del pozo, de golpe, sin romperse, la gran boca armada con un arco de hierro que la tiene abierta, se sume la primera, engulle el líquido y llena el balde.

³⁴ *Ibidem* p. 62, 87 y 88.

³⁵ LATZINA, FRANCISCO. *L'Agriculture et l'élevage dans la République Argentine*. Paris, 1889. p. 99.

³⁶ Segundo Censo de la República Argentina. B. Aires, 1898. t. 3 p. 324.

³⁷ GIBSON, HERIBERTO. *La evolución ganadera*. En: Censo Agropecuario Nacional, la ganadería y la agricultura en 1908. B. Aires, 1909. t. 3 p. 90.

³⁸ SBARRA, NOEL H. *Historia de las aguadas y el molino*. La Plata, El Jagüel, 1961. p. 45 y ss.

Tira entonces [de] la soga el caballo y en ese movimiento ascensional las tres bocas chicas vienen a colocarse a nivel con la segunda.” explica el ingeniero Carlos Enrique Pellegrini³⁹ (padre del futuro Presidente) y agrega que al llegar a la boca del pozo “la gran boca sigue alzándose verticalmente siguiendo la soga del tiro, y las bocas de derrame ... derraman el agua en el conducto que la conduce al estanque alimentador de la bebida.” El balde sin fondo sólo necesitaba un hombre y Pellegrini estima que puede dar de beber a un rodeo de dos mil cabezas durante un verano. Más preciso es MacCann: “Cambiando de caballo por una sola vez, puede darse de beber a dos mil cabezas de ganado en el espacio de unas ocho horas”⁴⁰.

Siguiendo con la provisión de agua, el balde volcador fue otra solución propuesta por el ingeniero Pellegrini hacia 1853⁴¹. No menciona el requerimiento de trabajo, que puede estimarse más o menos similar al balde sin fondo. Si bien con estas invenciones se podía asegurar el suministro de agua, no dejaban de ser costosas y trabajosas. Menos difusión parecen haber tenido las norias de cangilones introducidas hacia el final de este período, con las que podían extraer de 50 a 60 pipas de agua por hora [unos 25.000 l] si ésta se hallaba a unos 5 m de profundidad, y la mitad con agua a 13 m según José Hernández⁴². Con agua a esta profundidad, impulsadas con un malacate movido por caballos o mulas, y un consumo de 50 litros por cabeza y día, en 8 horas diarias se podía abastecer un rodeo de 2.000 cabezas.

Hubo otras dos innovaciones en este período que recién comenzaron a cobrar importancia en los siguientes: la importación de vacunos de razas británicas de mejor productividad de carne y los primeros alambrados. Durante la década de 1820 o 30 (no se conoce la fecha exacta) John Miller importó desde Inglaterra el toro Tarquino, de raza Shorthorn, para su estancia “La Caledonia” de Cañuelas. Otras importaciones le sucedieron, realizadas por diferentes hacendados de Buenos Aires. Con todos ellos comenzó la “mestización”, es decir el cruzamiento de estos animales con el ganado criollo de ese entonces. El proceso fue lento, pues al principio los mestizos, si bien producían más y mejor carne, tenía cueros menos gruesos, que era el valioso subproducto que se podía exportar. El mejoramiento genético de los animales en esa época estuvo centrado en los ovinos, debido al buen precio de la lana, y no en los vacunos.

³⁹ citado por SBARRA, NOEL H. op cit. p. 45-46. Se actualizó la ortografía.

⁴⁰ MACCANN, WILLIAM. Viaje a caballo por las provincias argentinas. Trad. de José Luis Busaniche. B. Aires, Solar/Hachette, 1969. p. 52. [la obra original en inglés se publicó en 1853].

⁴¹ SBARRA, NOEL H. Historia de las aguadas ... cit. p. 72 y ss.

⁴² HERNÁNDEZ, JOSÉ. op. cit. p. 134.

Los cercos fueron un problema desde que se introdujo el ganado, que invadía y destruía cultivos y causaba otros daños. Esto se trató de solucionar mediante cercos vivos (arbustos o árboles, por lo general espinosos, y cactus) y zanjas. Pero ello no fue una solución. Innumerables fueron las quejas de labradores y no menos numerosas las disposiciones de los cabildos a lo largo de los siglos para que los dueños de los ganados recojan sus animales. Pero poco éxito tenían estas medidas pues se repetían a lo largo del tiempo. Recién el alambrado solucionó este problema. El primero fue el cerco a “las casas” colocado por Richard Newton en su estancia “Santa María” de Chascomús en 1845. Este “alambrado” tenía poco en común con los actuales. El “alambre” era en realidad algo así como una delgada barra redonda de hierro del grosor de un dedo meñique, y las varillas que lo sostenían y separaban, también de hierro, de 1 ¼ pulgadas de ancho y 5 pies de largos (unos 3 cm y 1,50 m respectivamente) con siete agujeros⁴³. William MacCann, que pasó por la estancia de Newton a principios de mayo de 1847, lo describe así: “El parque y el jardín [...] se hallan defendidos de las incursiones de vacas y ovejas por setos formados de arbustos espinosos y por una cerca de hierro”⁴⁴. Es probable que con el tiempo, algunos ganaderos hayan imitado a Newton circundando sus cascos de esta manera, pues era corriente tener una pequeña superficie cercada en la que había montes de durazneros (para leña) y cultivos, aparte de una huerta. Pero tuvieron que pasar 10 años, en 1855, hasta que una estancia tuviese su alambrado perimetral. Fue “Los Remedios”, la estancia de Francisco Halbach, de 1 ¾ leguas de superficie, ubicada donde hoy se halla el aeropuerto de Ezeiza. El alambrado consistía de 4 hilos de alambre sujetos con grampas a los postes enteros de ñandubay separados 50 varas (43 m) y seis medios postes cada 5 varas. En su lado exterior había además una zanja, frecuente en esos primeros alambrados, que impedían a los vacunos acercarse al mismo y dañarlo rascándose en los postes. Como toda innovación, tardó en generalizarse y puede decirse que hasta el final de este período eran pocas las estancias con alambrado perimetral y menos las subdivididas en potreros con alambrados internos. Además, en el ínterin hubo perfeccionamientos, como el alambre de púa importado a partir de 1878⁴⁵, hasta llegar a un alambrado como los actuales, más efectivos.

También cabe recordar aquí la fundación de la Sociedad Rural Argentina en 1866 por un reducido grupo de estancieros progresistas y la creación del Departamento Nacional de

⁴³ SBARRA, NOEL H. Historia del alambrado en la Argentina. 2ª ed. B. Aires, EUDEBA, 1964. 117 p.

⁴⁴ MACCANN, WILLIAM. op. cit. p. 50.

⁴⁵ SBARRA, NOEL H. Historia del alambrado... op. cit. p. 96.

Agricultura (antecesor del ministerio) en la órbita del Ministerio del Interior en 1872 durante la presidencia de Sarmiento. Ambos fueron impulsores de innovaciones.

En el período bajo consideración la mano de obra fue escasa y fluctuante. Las guerras de la independencia primero y las civiles después requerían hombres, el avance de la frontera y las guarniciones de los fortines originaban levas, las nuevas tierras con la consiguiente expansión de la ganadería durante la mayor parte del siglo XIX demandaban operarios, así como los mejores precios de la hacienda llevaban a una ganadería más intensiva en trabajo⁴⁶. La alta movilidad de la peonada fue una característica constante de esos hombres reclutados entre los “vagos y mal entretenidos”. No hubo cambios importantes en el insumo de trabajo de este período comparado con el anterior. Las mejoras en la provisión de agua no tuvieron mucho peso en el contexto general, especialmente si se tiene en cuenta que en la estancia colonial predominaban las aguadas naturales. El acceso a las mismas se aseguraba incluso en el caso de la subdivisión de la propiedad, dejando siempre un frente a un río o arroyo, originando a veces franjas angostas frente a la aguada natural pero largas en profundidad. Hay algunas pocas estimaciones del trabajo que se requería en una estancia en esta época. “Lastarria publicó un cálculo de 1802, con arreglo al cual un capataz y cuatro peones bastaban para atender 4 a 5.000 cabezas sobre tres leguas cuadradas” informa Craviotto⁴⁷. En 1855, según Vicuña Mackenna, para poblar un campo se podía comenzar comprando 1.000 cabezas y contratar 4 o 5 peones para su cuidado⁴⁸. Recordando tiempos pasados Gibson escribía que “... dos leguas de campo que en su estado virgen sostenían dos mil cabezas de ganado vacuno, y daban empleo a siete hombres ...”⁴⁹. Martín de Moussy afirmaba que la cantidad de peones “... varía en razón de las diversas industrias que incluye la explotación, pero siempre es bastante considerable, es decir de dos, tres, e incluso cuatro por 1.000 cabezas según la mayor o menor domesticación del ganado.”⁵⁰. Aquí se asumirán 300 cabezas por hombre cuando se trata de campo abierto, incrementándose a 1.000 en estancias con alambrado.

⁴⁶ HALPERIN DONGHI, JULIO. La expansión ganadera en la campaña de Buenos Aires (1810-1852). *Desarrollo Económico* 3(1-2). 1963.

⁴⁷ CRAVIOTTO, JOSÉ A. La agricultura. En: *Historia argentina contemporánea 1862-1930*. t. 3 p. 282. B. Aires, El Ateneo, 1966. p. 282.

⁴⁸ VICUÑA MACKENNA, BENJAMÍN. La Argentina en el año 1855. B. Aires, La Revista Americana, 1936. Citado por MARÍA SÁENZ QUESADA. *Los estancieros*. B. Aires, Ed. de Belgrano, 1980. p. 187.

⁴⁹ GIBSON, HERIBERTO. La evolución ganadera. En: *Censo Agropecuario Nacional; la ganadería y la agricultura en 1908*. B. Aires, 1909. t. 3 p. 93.

⁵⁰ MARTIN DE MOUSSY, VICTOR. *Description géographique et statistique de la Confédération Argentine*. Paris, 1869. t. 2 p. 112.

2.4. Alambrados, alfalfares y frigoríficos (1880-1899)

En los últimos veinte años del siglo XIX la ganadería vacuna argentina experimentó profundos cambios tecnológicos que la modificó radicalmente: del campo abierto se pasó a los cercados por alambrados, primero a predios y luego a potreros, del pasto natural -los pastos duros o fuertes- a los alfalfares, y del saladero productor de tasajo consumido por esclavos al frigorífico que elaboraba primero carne congelada (frozen) y luego enfriada (chilled) exportada a los exigentes mercados europeos, en especial al británico. A ello hay que agregar los comienzos de la mestización masiva, o sea el reemplazo del ganado criollo muy apto para producir cueros y carne para tasajo, por razas británicas de aptitud carnicera. Tampoco se debe olvidar el molino, que permitió proveer de agua al ganado allí donde no había aguadas naturales. Y la expansión de la red ferroviaria, que posibilitó el transporte de hacienda a largas distancias. Finalmente, la Conquista del Desierto de 1879 despejó el peligro de los malones.

El alambrado recién comenzó a adoptarse en este período: "... el notorio acrecentamiento del alambrado se inicia en 1875 y se extiende, podemos decir, hasta el año jubiloso del Centenario" afirma Sbarra⁵¹. Se aceleró a comienzos de la década de 1880 como lo muestra el fuerte incremento de la importación de alambre. Fue una innovación de profundas consecuencias: delimitó el predio y clarificó su propiedad, eliminó el extravío de animales (ganado "alzado"), redujo substancialmente los robos de cuatrerros y vecinos inescrupulosos, facilitó la subdivisión de los rodeos permitiendo la separación de toros y vacas y con ello regular servicios, así como cruzamientos y mestizaje. Y también redujo sensiblemente el requerimiento de mano de obra, substituyendo trabajo por capital. Ya no eran necesarias las recogidas para parar rodeo, ni los rondeos nocturnos, ni campear animales extraviados, ni aquerenciar hacienda nueva, ni dar ni pedir rodeo para separar lo propio de lo ajeno. Surgieron algunos trabajos nuevos: recorrer alambrados y sacar agua, si debido al cerco ya no era posible el acceso a aguadas naturales. Como toda innovación también aparejó inconvenientes en sus comienzos, pues impidió el libre tránsito "cortando campo" obligándolo a pasar por tranqueras y pasos acotados. Esto se fue solucionando con el tiempo al alambrar los caminos.

La otra innovación importante fue la difusión de la alfalfa. En 1875 los alfalfares cubrían 85.382 ha, de las cuales sólo 21.161 ha se hallaban en las cuatro provincias pampeanas (Buenos

⁵¹ SBARRA, NOEL H. Historia del alambrado... op. cit. p. 92.

Aires, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe). En 1895 estos últimos se habían incrementado a 510.683 ha, un crecimiento del 17 % anual acumulativo, ritmo que se mantuvo en los años siguientes para llegar a 3 millones y medio en 1908. Dado que por lo general los ganaderos no tenían personal ni maquinaria para implantar superficies importantes de alfalfares, buena parte de éstos lo fueron por los inmigrantes que llegaron al país durante este período. El estanciero les arrendaba un lote en el que el colono podía cultivar trigo, lino o maíz por tres o cinco años, con la condición de sembrar en el último año su trigo junto con la semilla de alfalfa provista por el propietario del campo.

La posibilidad de conservar la carne generando frío originó un vuelco profundo a la ganadería argentina. La carne, un subproducto sin valor para las vaquerías y que sólo tenía valor para la estancia colonial que abastecía la ciudad cercana, que para los saladeros era un coproducto junto con los cueros, sebo y grasa, pasó a ser el producto más valioso de los vacunos. Un primer ensayo de congelar y transportar carne entre Argentina y Francia fue el viaje del vapor “Le Frigorifique” equipado por el sistema de Charles Tellier en 1876, que no fue totalmente satisfactorio. Al año siguiente el vapor “Le Paraguay”, con el sistema mejorado Carré-Julien, realizó otro ensayo que fue exitoso, mostrando la factibilidad de exportar carne a Europa. Pero recién en 1883 se fundaron los primeros frigoríficos, el de Eugenio Terrason en San Nicolás y el de los hermanos Drabble en Campana. En 1884 le siguió el Sansinena (La Negra) sobre el Riachuelo y en 1886 “Las Palmas” de los hermanos Juan y Hugo Nelson sobre el Paraná cerca de Zárate. Las primeras exportaciones fueron de carne ovina pues con la tecnología de la época era más fácil congelar reses chicas que las más grandes de los vacunos. Pero a comienzos del siglo XX estas últimas tomaron vuelo superando aquéllas. Hacia la década de 1920 las exportaciones de carnes enfriadas -de mejor calidad que las congeladas- comenzaron a predominar.

El molino fue una importantísima innovación que, junto con el tanque australiano y los bebederos, aseguró el suministro de agua al ganado en forma económica, ahorrando el trabajo que ocasionaba la extracción de agua mediante el balde sin fondo o el balde volcador. El primer molino de viento fue importado por Miguel Lanús en 1880⁵². Era un molino fabricado en Estados Unidos por Andrew Corcoran, de rueda y torre de madera. La innovación se fue difundiendo lentamente: según el censo de 1888 había 154 en la provincia de Buenos Aires, el

⁵² SBARRA, NOEL H. Historia de las aguadas ... cit. p. 152.

de 1895 registra 972 en las cuatro provincias de la región pampeana, hay 19.340 en 1908 y recién en 1914 se puede considerar adoptado con 69.598 en esa región.

En otro orden, cabe mencionar que en 1886 se efectuó la primera vacunación contra carbunco en nuestro país⁵³, pero tuvieron que pasar muchos años antes que esta práctica se generalizase.

En cuanto al insumo de trabajo Emilio Daireaux afirmaba que “Una legua cuadrada bien ocupada puede recibir dos mil quinientas cabezas de ganado mayor, una por hectárea; ahora bien para guardar cien mil cabezas bastan sólo treinta hombres, ...”⁵⁴, lo que parece ser una cifra muy optimista aplicable sólo en explotaciones grandes que logran sensibles economías de escala. Godofredo Daireaux, su hermano, estimaba en 1908 que “se puede calcular, en término medio, un hombre por mil a mil quinientas cabezas, no habiendo que tirar [sacar] agua para la hacienda”⁵⁵.

2.5. Mestización (1900-1919)

Ya se mencionó anteriormente que hacia 1830 se importó el primer toro de una raza británica, el Tarquino, buen productor de carne y discreto lechero. A éste le siguieron otros Shorthorn o Durham, como se solían llamar entonces, así como el Niágara, primer Hereford introducido en 1860 por Leonardo Pereyra y Virtuoso, el primer Aberdeen Angus, junto con dos vaquillonas, por Carlos Guerrero en 1879. Estos toros y otros que se fueron importando a lo largo de los años se fueron cruzando con los bovinos criollos, rústicos, buenos productores de cueros pero de carnes no muy tiernas. “No aconsejaría yo a una persona de mala dentadura que hiciera un viaje por estas provincias porque, debido a la costumbre de asar la carne apenas muerto el animal, [...] los asados resultan a veces incomibles” escribe MacCann⁵⁶ a mediados del siglo XIX, y agrega “Yo, que tengo buena dentadura, al cabo de un mes sentía las encías tan irritadas de mascar aquella carne, que no me atrevía a tocar los llamados matambres o asados”. Los vacunos mestizos, producto de las cruas, producían carne de mejor calidad y eran productores más eficientes. Esta mestización avanzó lentamente durante el siglo XIX. En la

⁵³ CARRAZZONI, JOSÉ ANDRÉS. *Historias de ganaderos y veterinarios*. Buenos Aires, Altuna, 1993. p. 197.

⁵⁴ DAIREAUX, EMILIO. *Vida y costumbres en el Plata*. Buenos Aires, 1888. v. 1 p. 361. Citado por ROY HORA. *Los terratenientes de la pampa argentina*. Buenos Aires, Siglo Veintiuno, 2002. p. 140.

⁵⁵ DAIREAUX, GODOFREDO. *La cría del ganado ...* op. cit. p. 387.

⁵⁶ MACCANN, WILLIAM. op. cit. p. 121.

provincia de Buenos Aires, la más adelantada en la materia, en 1881 sólo el 8,5 % eran mestizos y puros⁵⁷. En la región pampeana, los censos proporcionan estos porcentajes: 19 % en 1888, 33 % en 1895, 72 % en 1908, 83 % en 1914 y 94 % en 1922. Para 1920, en la provincia de Buenos Aires el 98 % de los bovinos era mestizo y puro y en las cuatro provincias de la región pampeana el 87 %⁵⁸, año en que se puede considerar concluido el proceso, al menos en la región pampeana.

En este período se adoptaron definitivamente el molino, tanque australiano y bebederos con un flotante que regulaba automáticamente el nivel del agua en los mismos. Con ello, el requerimiento de trabajo en la provisión de agua era mínimo.

2.6. Instalaciones para la hacienda (1920-1949)

Hasta principios del siglo XX las únicas instalaciones para trabajar con el ganado eran los corrales. José Hernández aconsejaba hacerlos con postes de ñandubay, cuadrados, de 100 varas [87 m] de lado, en los que se podían encerrar 2.500 vacunos o trabajar cómodamente con 1.000. En el mejor caso, se agregaba un trascorral⁵⁹. No se lograron datos concretos sobre el

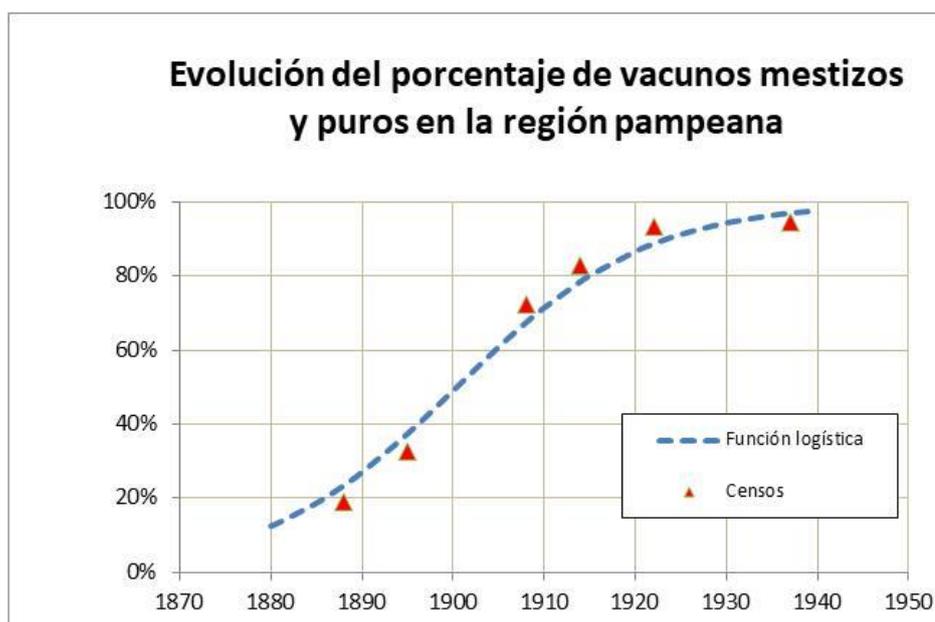


Gráfico 1: Evolución del porcentaje de vacunos mestizos y puros en la región pampeana de acuerdo a los censos y a una función logística ajustada, de 1880 a 1940.

⁵⁷ Censo General de la provincia de Buenos Aires. B. Aires, 1883. p. 320.

⁵⁸ En ambos casos, estimados con una función logística ajustadas a los datos censales de 1888 (en B. Aires de 1881) a 1937 cuyo resultado fue estadísticamente muy significativo.

⁵⁹ HERNÁNDEZ, JOSÉ. op. cit. p. 124 y ss.

momento de la generalización de las instalaciones con embudos, mangas, cepos y demás elementos que permiten trabajar con los vacunos (yerra, curaciones, vacunación, etc.) en forma mucho más eficiente que enlazándolos y volteándolos. “Corral moderno” las denomina Daireaux en 1908, que “es toda una complicación -simplificadora, por lo demás, de todo trabajo- de puertas automáticas, de bretes, de corredores que se van estrechando, cerrando, abriendo; con barrotes que atajan e inmovilizan al animal; con poleas que disciplinan al mismo lazo; con plataformas de donde domina el director del trabajo”⁶⁰. Si bien los trabajos en bretes ya eran usuales en la estancia moderna de principios de siglo que describe Daireaux, da la sensación que aún no se habían generalizado. Aquí se aceptará que recién lo hicieron en este período. Estas instalaciones implicaron un cambio profundo respecto al trabajo “a campo”. Este se hacía in situ, es decir allí donde se halla la hacienda. Para la yerra, castración, curaciones y trabajos similares era necesario enlazar y voltear al animal, un trabajo riesgoso para el hombre y el animal, y hasta cierto punto peligroso. En cambio, al trabajar en los bretes hay que arrear la hacienda hasta las instalaciones en las que se puede inmovilizar el animal en forma cómoda y segura. El uso de las instalaciones también permitió un mejor control sanitario de la hacienda, ya sea bañándola para combatir los parásitos externos (piojos, sarna, garrapata) así como la aplicación de vacunas y otras prácticas de curaciones.

Como se viera, hacia 1920 la casi totalidad de los vacunos de la región pampeana eran mestizos o puros de razas de carne. Por otra parte, la tecnología de la conservación de carne se fue perfeccionando en el sentido de poder exportar una carne de mejor calidad, la enfriada, comparada con la congelada. Esta última es almacenable por un tiempo, mientras aquella sólo por períodos relativamente cortos, para la cual los frigoríficos necesitan una oferta de animales relativamente continua. Esto fue llevando a una diferenciación de las regiones productoras de vacunos: la de cría, de oferta estacional de terneros de destete, y la de invernada, especializada en el engorde de hacienda, debido a la mejor aptitud en la producción forrajera, en particular, de alfalfa.

A partir de este período, el insumo de trabajo se calculó aquí discriminado tarea por tarea, no sólo el realizado en las instalaciones para el ganado sino también tareas como parar rodeo, arreos internos y embarques de hacienda en ferrocarril o camiones. A ello se agrega el trabajo

⁶⁰ DAIREAUX, GODOFREDO. La estancia argentina. En: Censo Agropecuario Nacional; la ganadería y la agricultura en 1908. B. Aires, 1909. t. 3 p. 11.

de atención diaria efectuado por el puestero. Los insumos de trabajo se basan en una investigación efectuada por Zanguitu⁶¹, que si bien fue realizada en 1982, puede considerarse válida para las prácticas usuales de este período pues las instalaciones para hacienda vacuna no variaron mayormente a lo largo del tiempo. Sólo algunos instrumentos utilizados en los trabajos como la jeringa común que pasó a la jeringa tipo pistola o la picana eléctrica facilitaron el trabajo, pero sin modificar substancialmente el insumo de trabajo.

2.7. Praderas permanentes (1950-1959)

Hasta mediados del siglo XX los alfalfares, junto con los cereales de invierno avena, cebada forrajera y centeno, fueron los principales recursos forrajeros utilizados en la alimentación a campo de los vacunos. Esto se observa claramente en los censos. En el agropecuario de 1952 se censó la alfalfa subdividida en: para pastoreo, para corte y para semilla, lo que indica que se tratan de alfalfares puros. En total había casi 7,2 millones de hectáreas, de las cuales el 90 % se hallaba en las cuatro provincias pampeanas.

Algo antes de mediados de siglo comenzaron a difundirse las praderas permanentes, también llamadas polifíticas o consociadas, por estar integradas por varias especies de leguminosas y gramíneas, pero con el predominio del alfalfa. Así se lograba un recurso forrajero que atenuaba los declives invernales si tenían un manejo adecuado (con periódicos “descansos” que permitían la recuperación de las plantas). En el censo de 1960 ya se manifiesta este cambio: en el cuadro estadístico de alfalfa, una nota al pie aclara “Incluye alfalfa sembrada sola, con forrajeras anuales y con gramíneas permanentes” lo que indica que se refiere a praderas permanentes, distinto de lo censado ocho años antes. En 1960 había 3,4 millones de hectáreas de estas praderas, de las cuales el 87 % se hallaba en la región pampeana. Pero aun así, “un alto porcentaje de la superficie destinada a ganadería de la región pampeana -alrededor del 65 %-se encuentra aún en estado natural y por consiguiente casi siempre con una muy baja e irregular producción de alimentos. [...] Aun los actuales alfalfares que constituyen el tipo más generalizado de pradera permanente, pueden ser mejorados sensiblemente mediante el empleo de especies forrajeras consociadas” escribía Coscia en 1963⁶². Pero si se considera que una cierta superficie ganadera de la región pampeana difícil de cuantificar no es apta para implantar

⁶¹ ZANGUITU, OSCAR E. Mano de obra en cría e internada vacuna. B. Aires, Fac. de Agronomía, 1982. 18 p (Cátedra de Administración Rural N° 9).

⁶² COSCIA, ADOLFO A. Evaluación económica del potencial de las praderas artificiales. Pergamino, INTA, 1963. p. 5. (Informe técnico N° 15).

praderas permanentes, puede considerarse que a fines de la década considerada esta tecnología estaba adoptada.

Si bien ya desde fines de la década del treinta se comenzó a experimentar y ensayar la inseminación artificial⁶³, esta importante innovación comenzó a difundirse en este período en nuestro país. Sin embargo, la misma se limitó en esa época más bien a la actividad tambera, más intensiva que la vacuna de carne.

2.8. Vacuna antiaftosa hidroxisaponinada (1960-1969)

Unas cuantas enfermedades del ganado, conocidas desde hacía tiempo, no tuvieron una prevención efectiva hasta mediados del siglo XX. Se conocían, sí, medidas profilácticas, por lo general poco eficientes. El carbunco, o grano malo como se denominaba antiguamente, era “una enfermedad conocida en nuestro país desde tiempos muy antiguos” según José Hernández y la fiebre aftosa -que él llama llagas- apareció alrededor de 1865 en la provincia de Buenos Aires⁶⁴.

Vacunas contra la fiebre aftosa comenzaron a difundirse en la década del 50. En 1946 se produjo una vacuna intradérmica de base a hidróxido de aluminio y en 1951 una vacuna subcutánea hidroxisaponinada. Después de algunas campañas piloto, a partir de 1960 comenzó gradualmente por regiones la vacunación obligatoria, pero los resultados no fueron totalmente satisfactorios debido a que la vacuna confería poca inmunidad y por ello era necesario realizar 3 vacunaciones anuales⁶⁵. Pero no dejaba de ser un adelanto importante pues atenuaba el impacto de esa enfermedad.

De una encuesta realizada a fines de esta década en la zona de internada de la provincia de Buenos Aires se desprende que más de la mitad de las explotaciones vacunaban contra carbunco⁶⁶. Si bien esta región no necesariamente representa la totalidad de la región pampeana, no deja de ser una referencia útil.

Desde luego, la vacunación implicó un mayor insumo de trabajo, no sólo por la vacunación en sí sino también por el movimiento de hacienda (arreos) hacia y desde los corrales y bretes.

2.9. Estacionamientos de servicios (1970-1989)

⁶³ CANO, ALBERTO E. Un largo camino. B. Aires, 1993. p. 87 y ss.

⁶⁴ HERNÁNDEZ, JOSÉ. op. cit. p. 218 y s.

⁶⁵ PECKER, ALBERTO E. Fiebre aftosa: su paso por la Argentina. B. Aires, SENASA, 2007. 136 p.

⁶⁶ INTA-AACREA. Estudio de organización y manejo de las empresas agropecuarias del área tradicional de internada del oeste de la provincia de Buenos Aires. B. Aires, 1969. 120 p. (Dato en cuadro 26).

El estacionamiento de servicios es una práctica que se ha ido difundiendo lentamente, siendo difícil precisar cuándo se generalizó. Sólo se puede decir con seguridad que ello recién fue posible cuando se pudieron apotrerar los campos manteniendo separados los rodeos. En su investigación sobre insumo de trabajo de 1982, Zanguitu menciona una duración del servicio de tres meses en los niveles alto y medio de cría, si bien para el último acota “no es lo más común en la zona considerada” [la región de cría]⁶⁷. Según el censo de 2002 en la provincia de Buenos Aires el 54 % de las explotaciones con cría estacionaban los servicios, pero en el conjunto de la región pampeana sólo el 37 % lo hacía⁶⁸.

Desde el punto de vista del insumo del trabajo, estacionar los servicios implica agregar apartes y arreos al comienzo y final de la época de servicios.

2.10. Vacuna antiaftosa oleosa (1990-1999)

Debido a la importancia económica de la fiebre aftosa en lo referente a la exportación de carnes, las investigaciones y ensayos continuaron hasta obtener la vacuna antiaftosa oleosa, muy superior a las anteriores. Esta vacuna se desarrolló a fines de los años 70 y comenzó a ensayarse durante la década del 80. En un exitoso ensayo masivo a campo en Entre Ríos en 1986 de 44 días, fueron vacunados 284 animales por vacunador y día⁶⁹ (asumiendo 8 h/día de trabajo son 0,028 h vacunador/cabeza). Los buenos resultados llevaron a que el uso de esta vacuna se generalizó durante la década de 1990. Requería 2 vacunaciones anuales en vacunos de menos de 2 años y una anual en los mayores. La misma fue exitosa pues se logró erradicar la fiebre aftosa. Con esto se creyó que podía dejar de vacunarse, al punto que a pedido de nuestro país la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) declaró a la Argentina como “país libre de aftosa sin vacunación” en 2000, lo que abrió importantísimos mercados a las carnes argentinas. Fue una decisión errónea. El ingreso ilegal de animales infectados desde un país limítrofe ese mismo año originó focos que obligaron a dar marcha atrás y proseguir con la vacunación⁷⁰, situación que prosigue hasta nuestros días.

⁶⁷ ZANGUITU, OSCAR E. op. cit. p. 4.

⁶⁸ Porcentajes calculados con datos del Censo Nacional Agropecuario 2002; total del país, resultados definitivos. Buenos Aires, INDEC, 2007. p. 110 y ss.

⁶⁹ PECKER, ALBERTO E. op. cit. p. 68.

⁷⁰ DE LAS CARRERAS, ALBERTO. El despertar ganadero. B. Aires, Siglo XXI, 2005. p. 45.

Pasando a la alimentación animal, durante este período se fue generalizando la suplementación alimenticia de los vacunos. Según el censo nacional agropecuario de 2002 el 53 % de las explotaciones con bovinos de carne de la región pampeana suministraba suplemento alimenticio⁷¹.

Una tecnología totalmente distinta de engorde es el engorde a corral o feedlot, en el cual los animales permanecen encerrados en corrales y son alimentados con raciones balanceadas y heno. Este método comenzó a difundirse durante esta década, pero aún no se ha generalizado⁷². La invernada a campo sigue siendo mayoritaria en la producción de carne vacuna.

2.11. Reservas forrajeras (2000-2019)

La constitución de reservas forrajeras en forma de silos y fardos ya se venía realizando desde bastante tiempo atrás, especialmente en tambos. En la producción vacuna de carne es difícil precisar a partir de cuándo se puede considerar una práctica generalizada. La confección de silos con el consiguiente suministro de silaje a la hacienda era una técnica conocida desde hacía mucho tiempo. La rotoenfardadora o enrolladora de forraje, confeccionadora de rollos de heno, comenzó a difundirse en nuestro país a partir de 1984 y puede considerarse generalizada desde comienzos del siglo XXI. Según el cens^o de 2018 había 4.829 enrolladoras en la región pampeana contra 908 enfardadoras⁷³, y además 10.143 levantarollos. La enrolladora permitió el manejo mecánico de un volumen mayor de heno que los fardos prismáticos, predominantes hasta entonces, y con menor insumo de trabajo. Por otra parte, en los años precedentes se fueron logrando mejoras de la receptividad mediante una mejor planificación del pastoreo de praderas y verdes y nuevas modalidades de manejo como el pastoreo rotativo, el uso de alambrado eléctrico, etc. Se logró así una cadena forrajera más racional y equilibrada.

Otra vacunación que también se puede considerar generalizada durante este período es la realizada contra la brucelosis. Aquí se supondrá que la vacuna se aplica durante la marcación de las vaquillonas, por lo que no genera un insumo de trabajo adicional.

⁷¹ Calculado con datos del Censo Nacional Agropecuario 2002 total del país, resultados definitivos. B. Aires, INDEC, 2007. p. 106 y ss.

⁷² DE LAS CARRERAS, ALBERTO. op. cit. p. 113 y ss.

⁷³ Censo Nacional Agropecuario 2018, resultados definitivos. Buenos Aires, INDEC, 2018. 745 p. Porcentajes calculados con las cifras del cuadro 6.7.

El diagnóstico de preñez mediante palpación (tacto) rectal se fue generalizando durante la década del 70 en las explotaciones de cría más adelantadas de la provincia de Buenos Aires. De acuerdo a Ramón Nosedá en la región de cría lo realizaba alrededor del 50 %⁷⁴. Según el censo agropecuario de 2002 lo practicaba recién el 27 % de las explotaciones de la región pampeana de cría de bovinos de carne⁷⁵. El de 2018 informa un incremento al 48 % de las explotaciones que declararon manejo reproductivo, que incluyen tambos donde esta práctica presumiblemente es más generalizada. En cambio, si sólo se refiere a la provincia de Buenos Aires, el porcentaje es el 67 %⁷⁶.

2.12. ¿Qué nos trae el futuro?

No es finalidad de este trabajo hacer proyecciones o predicciones. Sólo puede decirse que las innovaciones continuarán. Ya hay tecnologías aplicadas en la práctica, pero de las cuales no se puede afirmar que se han generalizado o adoptado en las explotaciones de producción vacuna de carne. De acuerdo a los datos del Censo Nacional Agropecuario de 2018, en la región pampeana se tenían los siguientes porcentajes en explotaciones con bovinos (incluidos tambos)⁷⁷: con trazabilidad 25 %, inseminación artificial 20 %, alimentación a corral (feedlot) 14 %, trasplante embrionario 1 %. Según datos de la Cámara Argentina de Biotecnología de la Reproducción e Inseminación Artificial (CABIA) en 2020 se comercializaron 3,1 millones de dosis de semen de biotipo carnicero en el país (incluye semen importado)⁷⁸. Otras tecnologías, como la clonación, se hallan aún muy alejadas de su empleo en las explotaciones ganaderas.

En lo referente a la evolución futura del insumo de trabajo, es aún más difícil intentar una proyección. Las tecnologías aún no generalizadas apuntan principalmente al aumento de la productividad, y no tanto a la reducción del insumo de trabajo. Probablemente la alimentación a corral, fácilmente mecanizable, permita ahorrar mano de obra. Inseminación artificial, trasplante embrionario, trazabilidad y otras requieren un mayor insumo de mano de obra por cabeza.

3. ESTIMACIÓN DEL INSUMO DE TRABAJO

⁷⁴ NOSEDA, RAMÓN. com. pers. del 9/9/2020.

⁷⁵ Calculado con datos del Censo Nacional Agropecuario 2002 op. cit. p. 110

⁷⁶ Censo Nacional Agropecuario 2018 op. cit. Porcentajes calculados con las cifras del cuadro 15.7.

⁷⁷ Censo Nacional Agropecuario 2018 op. cit. Porcentajes calculados con las cifras de los cuadros 15.6, 15.7 y 15.18.

⁷⁸ Datos de CABIA amablemente facilitados al autor por el Dr. Rodolfo J. C. Cantet.

3.1. Insumo de trabajo

En los puntos anteriores se describieron brevemente las tecnologías de la producción bovina de carne predominantes en cada período en nuestro país a partir del siglo XVII, en especial aquellas que implicaron modificaciones en el insumo y la productividad del trabajo. Asimismo se hizo referencia al insumo de trabajo, de acuerdo a la bibliografía que fue posible consultar. Con esos datos, pocos, y las estimaciones del autor, se efectuaron los cálculos del trabajo requerido (en horas-hombre) por cabeza (hh/cab.) y por hectárea (hh/ha), así como la productividad de la tierra (kg vivo/ha) y de la mano de obra (kg vivo/hh). En las estimaciones de producción de carne no se considera la variación de su calidad, muy difícil de cuantificar. El insumo se refiere al trabajo en el predio y excluye al que se efectúa fuera del mismo como arreos o transporte al mercado. En cambio incluye el requerido para la provisión de forraje (implantación de las pasturas y reservas forrajeras). Dada la índole del presente trabajo, es indistinto si estas tareas son realizadas por personal propio o contratistas.

A diferencia de las actividades agrícolas que son claramente estacionales, en las ganaderas predomina el trabajo regular que hay que realizar diariamente (control de la provisión de agua y forraje, verificación del estado y la sanidad de los animales, etc.). Desde luego hay trabajos estacionales como la yerra, la vacunación y otros, pero son menos relevantes en los requerimientos laborales anuales. Por ello, el insumo de trabajo -que es una medida de stock y no de flujo- es bastante representativo de las necesidades de trabajo, tanto expresado por cabeza como por hectárea.

La determinación del insumo de trabajo se realiza habitualmente por “cabeza”. Sin embargo, “cabeza” es un conjunto heterogéneo de diferentes categorías (vacas, toros, novillos, vaquillonas, ternero/as), cada una de las cuales tienen requerimientos diferentes de trabajo. Además, la composición por categorías de un rodeo ha variado durante el tiempo como consecuencia de las diferentes tecnologías empleadas. Por ejemplo, si un novillo se alimenta en campo natural su aumento diario de peso (ADP) es menor que si pastorea una pradera permanente, y por consiguiente la duración de la invernada es mayor en el primer caso y también lo será la proporción de novillos en el rodeo, a igualdad de los demás factores. Un cálculo correcto del insumo de trabajo por cabeza requiere, por consiguiente, cuantificar previamente la composición del rodeo por categorías. Para ello es necesario conocer 1) el porcentaje de toros (respecto a las vacas), 2) el porcentaje de destete (parición menos mortandad

del ternero mientras está al pie de la madre), 3) el peso de los terneros destetados, 4) la vida útil de vacas y toros, 5) el aumento diario de peso (ADP) de novillos y vaquillonas o directamente la duración del engorde (invernada) y 6) la mortandad de cada categoría, que en los casos de explotación a campo abierto (es decir, sin cercos) incluye extravíos y hurtos. Hay un porcentaje de destete mínimo (variable de acuerdo a la vida útil y mortandad de toros y vacas) por debajo del cual ya no es posible mantener el capital productivo o sea el rodeo; en términos familiares, “se pasa a consumir el capital” si es inferior a ese porcentaje mínimo.

Para determinar el insumo de trabajo por hectárea es necesario conocer además 1) la receptividad del predio (cuántas cabezas “cabén en el campo”) y 2) el consumo de forraje de cada categoría.

3.2. Productividad del trabajo

Para calcular la productividad del trabajo se necesita conocer la producción obtenida, ya sea en cabezas (o cueros) vendidos o en kg de carne producidos. Una medida sencilla a la que se recurre frecuentemente -por ser la utilizada en la bibliografía- es la “extracción” o sea la cantidad de cabezas que se pueden vender en un año sin aumentar o disminuir el rodeo. Por lo general se expresa como porcentaje referido al total de cabezas del rodeo. Las cifras mencionadas habitualmente hasta antes del siglo XX se hallan entre el 10 (implícito en Giberti⁷⁹) y el 30 % (Azara: “... una estancia de diez mil cabezas de ganado vacuno, procrea en el Río de la Plata tres mil animales...⁸⁰).

Para una estimación más exacta de la producción es necesario tener en cuenta qué factores la determinan. Aparte de los necesarios para la estimación del insumo de trabajo anteriormente mencionados, los principales son: 1) la cantidad de vaquillonas y toritos que se deben reservar para reponer vacas y toros que finalizaron su vida útil (reposición), 2) consumo de carne en la estancia, 3) vacas descartadas vendidas antes de finalizar su vida útil (refugo o rechazo) vendidas y 4) el peso final de venta de cada categoría.

La necesidad de conocer la composición del rodeo por categorías y la poca precisión de la “extracción” llevó a adoptar aquí un modelo apoyado en los parámetros mencionados anteriormente. Los resultados necesariamente son estimaciones, pero basadas sobre lo que se consideró técnicamente factible en cada época, pues es imposible hallar referencias sobre estos

⁷⁹ GIBERTI, HORACIO C. E. Historia económica de la ganadería argentina. 2ª ed. B. Aires, Solar, 1970. p. 47.

⁸⁰ AZARA, FÉLIX DE. op. cit. p. 8.

parámetros en la bibliografía de la época. Desde luego, las “cabezas” y la “extracción” resultante de estas estimaciones se confrontaron con las mencionadas en la bibliografía para cotejar los cálculos y verificar resultados. Asimismo cabe esperar que al realizar estimaciones separadas para cada ítem puede haber una cierta compensación de errores que limita el posible error del resultado.

3.3. El modelo y los datos

Los factores mencionados anteriormente se hallan interrelacionados. Modificando uno, varían varios otros. Por ejemplo, si se incrementa la mortandad de las vacas, hay que retener más vaquillonas de reposición (lo que va en detrimento de las ventas) y quedan menos vacas viejas para la venta, pero aumentan los cueros vendidos (si se pueden cuerear las muertas). Dada la complejidad de estas interrelaciones se utilizó el método de la programación lineal para cuantificar el insumo y la productividad del trabajo. Si bien se trata de un método de optimización, también se puede utilizar en simulaciones limitando las alternativas posibles a las estrictamente necesarias en la producción vacuna e incluyendo todos los parámetros mencionados. La principal ventaja de la programación lineal es que al computar el modelo para hallar la solución se consideran simultáneamente todas las restricciones y actividades. De esta forma, se toman en cuenta, sin excepción, todas las interrelaciones existentes entre las actividades, lo que no siempre se puede asegurar con otros métodos. Además, se evita el trabajo de formular un modelo especial ad hoc.

El modelo se refiere a un año de una explotación dedicada exclusivamente a la producción vacuna de cueros o de carne, de ciclo completo (cría e invernada). Los cómputos se efectuaron sobre la base de una “suerte de estancia”, antigua medida que en la provincia de Buenos Aires era de 2.028 ha. En vista del objetivo perseguido, el modelo es muy poco sensible en lo referente al insumo de trabajo por cabeza o por hectárea ante variaciones de escala, de modo que la superficie no es mayormente relevante y sólo cumple la función de una restricción necesaria para el adecuado funcionamiento del modelo. Sólo por debajo de dos a tres personas permanentes trabajando en el predio puede haber deseconomías de escala. El modelo no prevé esta circunstancia.

El modelo distingue entre categorías. En cada una de ellas se toma en cuenta su respectivo requerimiento de forraje (calculado de acuerdo a su peso promedio y su aumento diario de peso) y su mortandad. Se supone que los animales muertos se cuerean, salvo en el caso de enfermedades zoonóticas, de los extraviados y de los hurtados. Para ello se estimó un porcentaje

de cabezas cuereadas sobre el total de muertas. Tomando como base las vacas, se consideró la cantidad necesaria de toros, de vaquillonas de reposición (calculada de acuerdo a la vida útil de las vacas y su mortandad), su producción expresada como ternero destetado y su aporte de vacas y toros viejos. Se supone que la reposición de toros es interna, o sea proveniente de la propia producción. Si bien esto era lo usual hasta fines del siglo XIX, ya no lo fue posteriormente debido a la mestización y a la necesidad de “renovación de sangre”. Sin embargo, dado que la finalidad de este estudio es la determinación del requerimiento de trabajo, y para ello es irrelevante si la reposición es interna o externa, se mantuvo el mismo criterio a lo largo de todos los años.

La producción forrajera fue, de acuerdo a las épocas y las tecnologías disponibles, sucesivamente los “pastos fuertes” (la vegetación autóctona), los alfalfares y las praderas permanentes complementadas con verdes de invierno y verano (cultivos anuales). Estos últimos no se consideraron por separado sino como un conjunto expresado en la receptividad media estimada de la superficie ganadera. Dado que un alfalfar o una pradera permanente necesitan un cierto tiempo para su implantación, se consideró que durante ese período no producen forraje. Por otra parte, debido a que la implantación de alfalfares a fines del siglo XIX y principios del XX se hacía -como se viera- mediante colonos arrendatarios que tenían contratos para cultivar trigo por tres o cinco años, al final de los cuales debían entregar su lote alfalfado, se consideró que el tiempo de implantación era igual al del contrato. Cuando se hacía con maquinaria propia o mediante contratistas, se supuso que durante el año de implantación no había producción de forraje. La producción de cada recurso forrajero es una estimación propia expresada en equivalentes vaca (EV), o sea, el consumo de una vaca adulta. Con pastos fuertes se tomó 0,5 EV/ha, en campo natural 0,6, en alfalfares implantados en el siglo XIX 0,9 (algo inferior al posterior por variedades menos productivas y falta de experiencia en su manejo), en alfalfares implantados en el siglo XX 1,0, en praderas permanentes 1,1 y en una cadena forrajera con reservas de forraje 1,2 EV/ha. La receptividad dada para pastos fuertes y el campo natural se verificó con los pocos datos dados en la bibliografía referente a las cabezas por legua cuadrada.

Como imprescindible elemento de trabajo, cada operario necesita caballos que requieren del mismo forraje que los vacunos. Se supone que la cantidad de caballos por hombre es mayor en campo abierto y menor cuando se cuenta con instalaciones para trabajar con hacienda. También se tuvo en cuenta que la estancia suministra carne a su personal y al estanciero.

Obviamente, los animales faenados para consumo propio -por lo general vacas viejas- se restan de los vendidos. Se estimó que hasta el siglo XIX inclusive se suministraban 3 kg de carne por persona y día, algo superior al consumo ciudadano mencionado anteriormente. Durante el siglo XX se estimó el consumo en 2 kg y en el XXI que el personal se remuneraba “con casa, sin comida”, o sea sin suministro de carne. Obviamente, cuando la actividad se refería a la producción de cueros y la carne es un subproducto no limitante, no se faena para proveer de carne al personal pues se tiene la de los animales cuereados. Se supone que tanto los cueros provenientes de la faena para consumo en la estancia como los de la mortandad se venden.

Para estimar el requerimiento de mano de obra, o sea el insumo de trabajo, se consideró por separado el trabajo permanente del temporario. Hasta 1919 el trabajo permanente se cuantificó sobre la base de los pocos datos que se hallaron en la bibliografía, expresada generalmente en el estilo que “una persona puede cuidar equis animales”. A éstos se agrega el “baldero” para la provisión de agua mediante el balde sin fondo o el balde volcador usados en el siglo XIX. Los trabajos temporarios se refieren principalmente a la yerra, que hasta el citado año se consideró se hacía a campo. Se estimó que a partir de 1920 se cuenta con instalaciones para trabajar con la hacienda como bretes, casillas de operar, bañaderos, etc. lo que permite realizar todos los trabajos necesarios como marcación, castración, baños, vacunas, etc. con el personal permanente, no necesitándose ya contratar personal transitorio. En este caso, el insumo de trabajo se estimó sobre la base de los trabajos necesarios en cada periodo (marcación, vacunación, etc.) de acuerdo a la tecnología predominante. El modelo asume también que el productor vive en el predio y realiza los trabajos corrientes junto con el personal permanente hasta fines del siglo XIX. Después, si bien sigue residiendo en su campo, sus funciones eran sólo de dirección y administrativas.

Desde que se generalizó el uso de la alfalfa fue necesario cuantificar el insumo de trabajo en la provisión de forraje. En alfalfares y praderas permanentes es el necesario para su implantación. Cuando los alfalfares eran implantados por arrendatarios sembrando en el último año alfalfa junto con el trigo, se recurrió a la solución salomónica de adjudicar sendas mitades del insumo de trabajo en labranza y siembra a trigo y alfalfa respectivamente. A partir de 1930 se supone que estas tareas son realizadas directamente por la explotación con su maquinaria. Dado que las labores de labranza y siembra en la implantación son más o menos similares a los

del cultivo del trigo, se emplearon los insumos dados por el autor⁸¹. No se incluyeron trabajos de desmalezado de alfalfares o praderas, eventuales y muy difíciles de cuantificar.

Resumiendo: el modelo considera que el trabajo aportado por el estanciero y los peones permanentes es trabajo de personal permanente y los peones adicionales para la yerra y para la cuereada (cuando la actividad única es la producción de cueros) y los de provisión de forraje (ya sean colonos o tractoristas) son personal transitorio.

En un modelo de programación lineal es necesario agregar una función objetivo que se debe optimizar para lograr una solución. En este caso se maximizó el margen bruto total resultante del ingreso por venta de animales y cueros menos los salarios del personal. En realidad los mismos tienen una importancia secundaria pues las variables y las restricciones del modelo acotan la solución a lo estrictamente necesario para determinar el insumo de trabajo con la tecnología vigente en cada época, haciendo abstracción del resultado económico. Proporcionar mayores detalles sobre el modelo excede los límites de esta descripción. Para el lector interesado, el mismo se halla a su disposición requiriéndolo al autor.

Con el modelo descrito se realizaron sendos cálculos para cada uno de los periodos vistos anteriormente. Cabe enfatizar nuevamente que los datos referentes a ADP, mortandad, vida útil de toros y vacas, porcentaje de toros, de destete y de animales muertos cuereados, receptividad de los recursos forrajeros y consumo de carne por el personal son casi exclusivamente estimaciones del autor basadas en lo que técnicamente se consideró factible en cada época. Sólo en parte, y de acuerdo a su disponibilidad, se utilizaron datos provenientes de las descripciones de autores contemporáneos a los hechos. Principalmente hasta principios del siglo XX, la

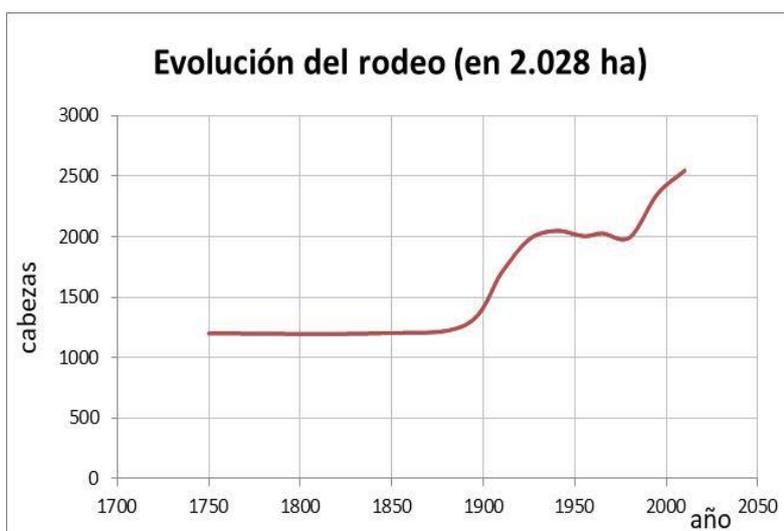


Gráfico 2: El gráfico muestra la evolución del rodeo en una suerte de estancia (2,028 ha) desde el siglo XVIII hasta la actualidad hallado por cálculo.

⁸¹ FRANK, RODOLFO G. Trigo y trabajo. B. Aires, Dunken, 2017. p. 244 y ss.

estimación del insumo de trabajo del personal permanente y temporario se basa en los escasos datos dados por la bibliografía mencionados en la primer parte de este trabajo. Resta agregar que los parámetros empleados en el modelo son alrededor de sesenta y los resultados referentes a insumo de trabajo y productividad unos diez.

Dentro de los datos hallados por cálculo hay algunos aspectos dignos de destacar. Se señaló anteriormente que, a igualdad de los demás factores, un incremento del ADP acorta la duración de la invernada y en consecuencia la proporción de novillos y vaquillonas. Esto implica que en un planteo de ciclo completo como el presente, debería ir aumentando la proporción de vacas. Sin embargo, los cálculos muestran que no fue así. Ello se debe a que simultáneamente también 1) se fue incrementando el porcentaje de destete o sea, dicho con otras palabras, se necesitan menos vacas para lograr una determinada cantidad de terneros (y de paso, también menos toros) y 2) al disminuir la cantidad de novillos y vaquillonas al acortarse la invernada, “cabén” más vacas y toros, o sea la “fábrica de terneros” en el campo. Los principales datos y los resultados hallados se hallan resumidos en el cuadro 1.

La parte superior del cuadro proporciona los principales datos del modelo, con la finalidad de cuantificar los aspectos más salientes de la explotación en cada período. Algunos de estos datos son los asumidos previamente, mientras que otros fueron hallados por cálculo al resolver el modelo. La parte inferior se refiere al insumo y la productividad, tanto del trabajo como de la tierra.

Cuadro 1: Datos y resultados												
Período	Siglo XVIII	Siglo XVIII	1800-1879	1880-1899	1900-1919	1920-1929	1930-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1989	1990-1999	2000-2019
Modelo	Est. colonial	Est. colonial	Siglo XIX	Alambrad.	Mestización	Instalac. 1	Instalac. 2	Prad. perm.	Aftosa 1	Servicios	Aftosa 2	Res. forr.
Producto principal	Cueros	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne
Superficie ganadera (ha)	2028	2028	2028	1724	1825	1744	1704	1690	1690	1690	1690	1690
Superficie cría (ha)	1049	1090	955	856	852	824	805	821	806	768	888	863
Superficie invernada (ha)	912	871	1005	834	945	897	877	848	862	901	779	805
Superficie caballos de trabajo (ha)	67	67	67	34	29	23	22	21	22	22	23	22
Superf. en implant. alf./prad. (ha)	0	0	0	304	203	284	324	338	338	338	338	338
Forraje cría (EV)	524	545	478	528	700	763	790	880	874	832	963	1.016
Forraje recría e invernada (EV)	456	435	503	515	777	831	860	909	935	976	844	947
Forraje caballos de trab. (EV)	33	34	34	21	24	21	21	22	24	23	25	26
Total forraje (EV)	1.014	1.014	1.014	1.065	1.501	1.614	1.671	1.812	1.832	1.832	1.832	1.989
Total materia seca (toneladasMS)	4.260	4.260	4.260	4.194	4.929	5.049	5.095	5.381	5.441	5.441	5.441	5.751
Mat. seca por ha ganad. (kgMS/ha)	2.101	2.101	2.101	2.433	2.701	2.895	2.991	3.184	3.220	3.220	3.220	3.403
Receptividad sup. ganadera (EV/ha)	0,50	0,50	0,50	0,62	0,82	0,93	0,98	1,07	1,08	1,08	1,08	1,18
Carga animal (kg vivo/ha ganadera)	218	218	215	268	357	436	462	464	468	463	534	579
Total rodeo (cabezas)	1.193	1.200	1.201	1.268	1.704	1.979	2.049	2.004	2.028	1.994	2.351	2.547
Rodeo por hectárea ganad. (cab./ha)	0,59	0,59	0,59	0,74	0,93	1,13	1,20	1,19	1,20	1,18	1,39	1,51
Vacas s/total vacunos	39,8%	41,1%	36,7%	39,3%	38,7%	36,3%	36,3%	41,8%	41,0%	40,1%	39,4%	38,4%
Toros s/total vacunos	4,2%	4,4%	3,1%	2,5%	2,4%	2,3%	2,3%	2,2%	2,1%	1,7%	1,6%	1,6%
Vaquillonas+Novillos s/total vacunos	55,9%	54,5%	60,1%	58,3%	58,8%	61,4%	61,4%	56,0%	56,9%	58,2%	59,0%	60,1%
Destete	55%	55%	60%	62%	62%	68%	68%	70%	72%	75%	77%	80%
Peso final novillos (kg/cab.)	504	504	508	543	514	470	470	454	454	479	416	429
ADP prom. en invernada (kg vivo/cab.día)	0,24	0,24	0,25	0,35	0,32	0,33	0,33	0,38	0,38	0,41	0,43	0,45
Duración invernada (meses)	48	48	48	36	36	30	30	24	24	24	18	18
Conversión en invernada (kgMS/kg vivo)		64,8	39,8	31,7	23,6	20,8	20,2	17,4	15,3	14,7	11,7	10,9
Eficiencia de stock (invernada)		17,1%	27,1%	32,6%	36,1%	33,2%	33,2%	45,6%	51,7%	54,0%	51,0%	53,7%
Mortandad (promedio)	6,7%	6,7%	6,5%	5,6%	4,6%	4,6%	4,6%	4,6%	3,1%	3,2%	2,2%	1,6%
Cabezas vendidas (cab.)	0,0	118,7	136,0	194,5	290,7	355,6	368,4	448,0	496,9	500,7	631,4	721,6
Cueros vendidos (unidades)	213,8	104,0	80,3	80,6	82,8	98,1	101,3	98,5	72,6	71,1	59,7	38,7
Extracción cabezas (ventas)		9,9%	11,3%	15,3%	17,1%	18,0%	18,0%	22,4%	24,5%	25,1%	26,9%	28,3%
Extracción cueros (ventas)	17,9%	8,7%	6,7%	6,4%	4,9%	5,0%	4,9%	4,9%	3,6%	3,6%	2,5%	1,5%
Producción de carne cría (kg vivo)	0	31.819	15.565	23.153	39.249	43.783	45.458	51.063	46.167	43.403	55.821	65.051

Cuadro 1 (continuación): Datos y resultados												
Período	Siglo XVIII	Siglo XVIII	1800-1879	1880-1899	1900-1919	1920-1929	1930-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1989	1990-1999	2000-2019
Modelo	Est. colonial	Est. colonial	Siglo XIX	Alambrad.	Mestización	Instalac. 1	Instalac. 2	Prad. perm.	Aftosa 1	Servicios	Aftosa 2	Res. forr.
Producto principal	Cueros	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne	Carne
Producción de carne invernada (kg vivo)	0	28.237	53.063	64.011	108.228	125.034	129.577	155.597	181.537	196.674	214.004	251.450
Producción de carne total (kg vivo)	0	60.056	68.628	87.164	147.477	168.817	175.034	206.660	227.704	240.078	269.825	316.500
Prod. de carne por cabeza (kg vivo/cab.)		50,0	57,2	68,7	86,5	85,3	85,4	103,1	112,3	120,4	114,8	124,3
Consumo de carne en estancia (cabezas)		39,5	21,7	17,0	12,4	11,4	11,5	11,6	11,9	11,5	11,7	0,0
EH (personas durante 300 días/año)	4,1	4,1	4,7	4,0	3,4	3,5	3,5	3,8	3,8	3,6	3,8	4,4
Cabezas (rodeo)/hombre (cab./EH)	294	294	257	315	499	572	584	529	528	549	612	585
EH pers. perm. (estanciero y puesteros)	97,9%	97,9%	98,6%	78,8%	71,3%	72,8%	74,4%	76,2%	84,4%	87,6%	92,5%	89,8%
EH pers. transitorio (peón, tractorista, colono)	2,1%	2,1%	1,4%	21,3%	28,7%	27,2%	25,6%	23,8%	15,6%	12,4%	7,5%	10,2%
Insumo de trabajo cría (días-homb.)	551	572	570	420	331	384	397	430	469	447	494	535
Insumo de trab. invernada (días-homb.)	667	654	830	554	430	372	385	436	504	507	573	638
Insumo de trab. forraje (días-homb.)	0	0	0	234	264	283	270	270	179	135	87	134
Insumo de trabajo total (días-homb.)	1.218	1.226	1.400	1.208	1.025	1.038	1.052	1.136	1.152	1.090	1.153	1.307
Insumo de trabajo por cab. cría (hh/cab.)	10,48	10,48	11,90	7,93	4,72	5,02	5,02	3,90	4,29	4,29	4,10	4,21
Ins. de trab. por cab. invernada (hh/cab.)	10,00	10,00	11,50	7,50	4,29	3,06	3,06	3,11	3,50	3,50	3,30	3,33
Total insumo de trabajo por cab. (hh/cab.)	10,21	10,22	11,66	9,52	6,01	5,24	5,13	4,53	4,54	4,37	3,92	4,10
Insumo de trabajo por ha total (hh/ha)	6,01	6,05	6,90	5,95	5,05	5,12	5,19	4,48	4,54	4,30	4,55	5,15
Prod. de carne por ha ganadera (kg vivo/ha)	0,0	29,6	33,8	50,6	80,8	96,8	102,7	122,3	134,7	142,1	159,7	187,3
Prod. de carne por ha en cría (kg vivo/ha)	0,0	29,2	16,3	27,1	46,1	53,1	56,5	62,2	57,3	56,5	62,9	75,4
Prod. de carne por ha en invern. (kg vivo/ha)	0,0	32,4	52,8	76,8	114,6	139,3	147,8	183,5	210,5	218,4	274,7	312,5
Producción de carne por hora (kg vivo/hh)		4,9	4,9	7,2	14,4	16,3	16,6	22,7	24,7	27,5	29,2	30,3

Cuadro 1: El cuadro muestra los datos y resultados de los aspectos más sobresalientes de la explotación, así como del insumo y la productividad, tanto del trabajo como de la tierra, entre el siglo XVIII y el 2019

Abreviatura de las unidades: ha: hectáreas, hh: horas-hombre (trabajo de un hombre durante una hora); MS: materia seca (del forraje).

Superficie ganadera: superficie productora de forraje; no incluye superficie en implantación de alfalfares o praderas.

EV: Equivalente vaca, consumo de un vacuno adulto (es una medida de flujo).

Destete: porcentaje de terneros/as logrados (que pasan a vaquilloncitas o novillitos) en relación a la existencia de vacas.

ADP: Aumento Diario de Peso de una cabeza en invernada. La invernada incluye recria.

Conversión en invernada: relación entre los kg de materia seca consumidos y los kg de carne producidos.

Eficiencia de stock: relación entre los kg vivo vendidos (excluidos vacas y toros) y los kg vivo en existencia de vacunos en invernada (vaquillonas y novillos).

Extracción cabezas: porcentaje de cabezas vendidas sobre el total de las existencias; no incluye cabezas faenadas en la explotación para consumo del personal.

Extracción cueros: porcentaje de cueros vendidos sobre el total de existencias; incluye cueros de animales faenados en la explotación para consumo.

EH: Equivalente Hombre, el trabajo de un adulto durante un año (1 EH = 300 días-hombre).

EH personal transitorio: incluye peones conchabados para yerra o cuereada, colonos o tractoristas en implantación alfalfares, praderas y confección de rollos.

El insumo de trabajo en cría y en invernada no incluye la implantación de alfalfares o praderas y confección de reservas forrajeras.

El insumo de trabajo forraje es el requerido en la implantación de alfalfares o praderas y confección de reservas forrajeras.

4. RESULTADOS

4.1. Evolución del insumo de trabajo

La evolución del insumo de trabajo, ya sea por cabeza o por hectárea, ha mostrado una tendencia declinante. Para el período 1850-2020 la reducción del insumo de trabajo por cabeza fue del 0,68 % anual acumulativo y por hectárea del 0,23 %, en ambos casos estadísticamente muy significativos ajustando una función exponencial. Se aprecia claramente la reducción del requerimiento de trabajo logrado con la introducción del alambrado. Después de ello, las reducciones fueron más suaves, tanto en el insumo por cabeza como por hectárea. Esto se debe a 1) el gran peso que en los requerimientos de trabajo tiene el cuidado diario de la hacienda, reducido sensiblemente por el alambrado y 2) las innovaciones introducidas a lo largo del tiempo, que en buena parte apuntaban a una elevación de la productividad y no tanto a la reducción de la mano de obra. Ejemplo de incremento de la producción son los alfalfares y praderas, el porcentaje de destete, la sanidad animal, etc. En cambio fueron ahorradores de trabajo, entre otros y aparte del alambrado, el molino y las instalaciones para el manejo de la hacienda.

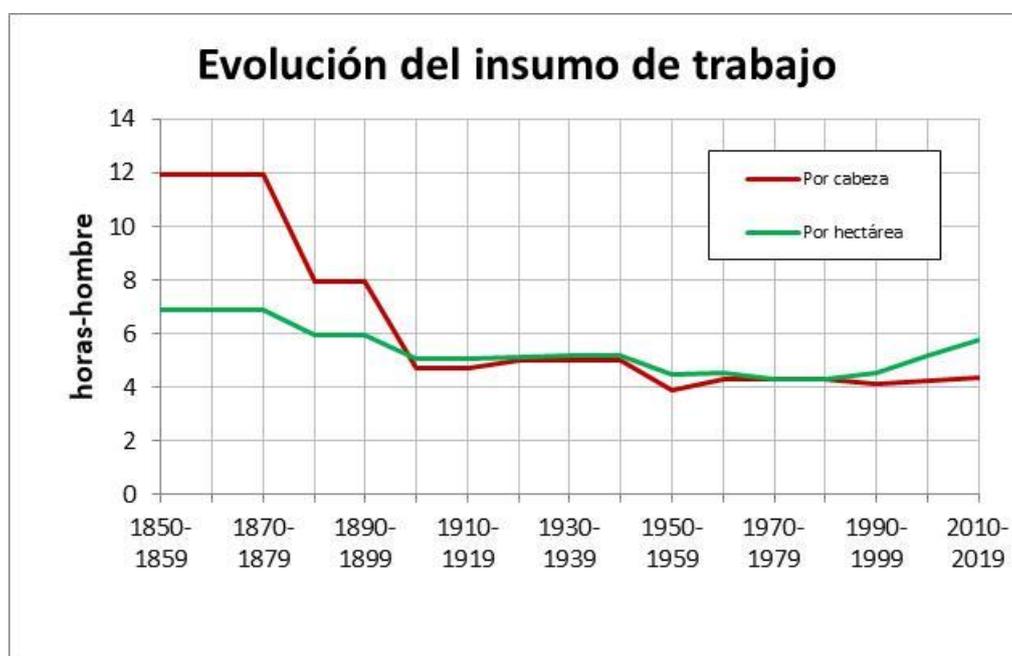


Gráfico 3: Evolución del insumo de trabajo en ganadería vacuna de carne entre 1850 y 2019.

4.2. Evolución de la productividad del trabajo

La productividad, tanto de la tierra como del trabajo, fue creciendo alrededor de un 1 % anual acumulativo entre mediados del siglo XIX y la actualidad. Más concretamente,

la productividad de la tierra creció un 1,23 % y la del trabajo un 1,31 % anual, siendo en ambos casos tendencias estadísticamente muy significativas, obtenidas en forma similar a las del insumo de trabajo. Las cifras se hallan en el cuadro 2.

Cuadro 2: Evolución del insumo de trabajo y productividad de la tierra en vacunos de carne				
Período	Insumo de trabajo		Productividad	
	Por cabeza (hh/cab.)	Por hectárea (hh/ha)	Tierra (kg vivo/ha)	Trabajo (kg vivo/hh)
Siglo XVII	3,5			
Siglo XVIII	10,5	6,0	32,4	4,9
Prim. mitad S. XIX	11,9	6,9	52,8	4,9
1850-1859	11,9	6,9	52,8	4,9
1860-1869	11,9	6,9	52,8	4,9
1870-1879	11,9	6,9	52,8	4,9
1880-1889	7,9	6,0	76,8	7,2
1890-1899	7,9	6,0	76,8	7,2
1900-1909	4,7	5,1	114,6	14,4
1910-1919	4,7	5,1	114,6	14,4
1920-1929	5,0	5,1	139,3	16,3
1930-1939	5,0	5,2	147,8	16,6
1940-1949	5,0	5,2	147,8	16,6
1950-1959	3,9	4,5	183,5	22,7
1960-1969	4,3	4,5	210,5	24,7
1970-1979	4,3	4,3	218,4	27,5
1980-1989	4,3	4,3	218,4	27,5
1990-1999	4,1	4,5	274,7	29,2
2000-2009	4,2	5,2	312,5	30,3
2010-2019	4,3	5,8	350,2	31,3
Tasa anual	-0,68%	-0,23%	1,23%	1,31%

Cuadro 2: El cuadro muestra la evolución del insumo de trabajo y productividad de la tierra en vacunos de carne, desde el siglo XVIII hasta el 2019.

Notas aclaratorias:

El insumo de trabajo del siglo XVII se refiere a las vaquerías. En este caso, “horas-hombre por cabeza” corresponde a cabeza cuereada, o sea que es igual a horas-hombre por cuero.

La “Tasa anual” es la acumulativa desde 1850 hasta 2019, hallada por ajuste de una función exponencial. Los valores hallados para productividad del trabajo y de la tierra, son estadísticamente muy significativos.

4.3. Ganadería vacuna de carne y agricultura

Comparando la evolución del insumo de trabajo por hectárea de la ganadería vacuna de carne (el -0,23 % anual mencionado) con la de los principales cultivos⁸² (entre el -2,76 % y el -4,39 %) se aprecia una diferencia notable. Mientras que el de los cultivos fue descendiendo notablemente debido en especial a la mecanización, el de los vacunos es sensiblemente inferior, si bien significativo. Ello se debe a que las tareas de las actividades agrícolas son estacionales, y algunas de ellas, por su alto insumo de trabajo, pueden ser fuertemente limitantes, como por ejemplo la cosecha. Ello favoreció el desarrollo de tecnologías ahorradoras de trabajo. No así en las actividades ganaderas, mucho menos estacionales en los requerimientos de mano de obra, y por consiguiente siendo más importantes las tecnologías de aumento de la productividad que las de reducción del trabajo. Es así como la producción vacuna de carne, que hasta pasados mediados del siglo XX era claramente más extensiva en trabajo (menos horas de trabajo por hectárea) que la agricultura, ha pasado a ser manifiestamente más intensiva que ésta. Esta situación se da a partir de la década de 1980.

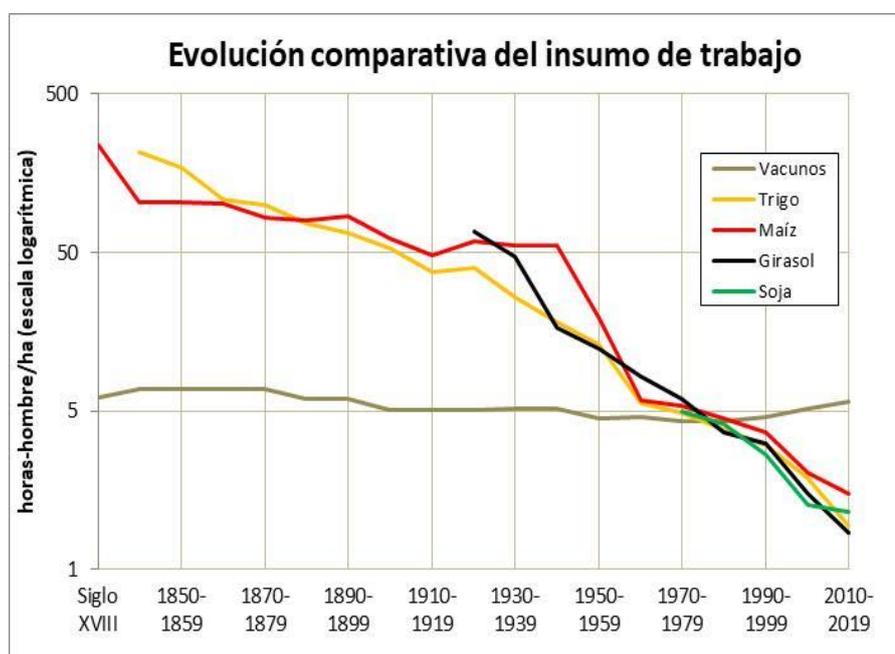


Gráfico 4: Comparación de la evolución del insumo de trabajo en vacunos y los principales cultivos. La escala logarítmica muestra variaciones relativas (en este caso porcentajes de variación) y no valores absolutos.

⁸² Cifras tomadas de http://www.anav.org.ar/sites_personales/5/.

Hay otra observación interesante: la incidencia de la motorización. Aproximadamente hasta la década de 1940 predominaba la tracción a sangre con bueyes o caballos. La tendencia del insumo de trabajo por hectárea se hallaba entre el -1,0 % (maíz) y el -2,1 % (trigo) anual. A partir de la década de 1950 comenzaron a tomar peso los tractores y las cosechadoras. Esto se manifiesta en una tendencia más acentuada: entre el -3,8 % (trigo) y el -4,5 % (maíz) anual acumulativo. En ganadería, en cambio, sólo la implantación de praderas y verdeos así como la constitución de reservas forrajeras se mecanizaron, y la incidencia del insumo de trabajo de estas tareas es reducida en comparación con las restantes.

Cuadro 3 Evolución del insumo de trabajo en vacunos de carne y principales cultivos					
Período	Insumo de trabajo (hh/ha)				
	Vac. carne	Trigo	Maíz	Girasol	Soja
Siglo XVIII	6,05		238,6		
Prim. mitad S. XIX	6,90	214,4	103,2		
1850-1859	6,90	171,5	103,2		
1860-1869	6,90	107,2	102,4		
1870-1879	6,90	99,1	83,7		
1880-1889	5,95	76,4	79,8		
1890-1899	5,95	66,7	85,4		
1900-1909	5,05	52,9	60,8		
1910-1919	5,05	37,6	48,5		
1920-1929	5,12	40,3	58,4	67,7	
1930-1939	5,19	26,2	55,5	46,7	
1940-1949	5,19	18,0	55,2	16,9	
1950-1959	4,48	13,2	19,2	12,3	
1960-1969	4,54	5,6	5,8	8,3	
1970-1979	4,30	4,9	5,4	5,9	5,0
1980-1989	4,30	3,8	4,5	3,7	4,2
1990-1999	4,55	3,1	3,7	3,1	2,6
2000-2009	5,15	1,9	2,1	1,5	1,3
2010-2019	5,76	1,0	1,5	0,9	1,2
Tasa anual	-0,23%	-3,04%	-2,76%	-4,39%	-4,02%
Prod. tierra 1850-2010	1,23%	0,95%	1,58%	1,09%	1,46%
Prod. trabajo 1850-2010	1,31%	4,19%	4,33%	5,87%	5,56%

Cuadro 3: El cuadro muestra la evolución del insumo de trabajo en vacunos de carne y los principales cultivos, desde el siglo XVIII hasta el 2019
 Nota aclaratoria: La "Tasa anual" es la acumulativa desde 1850 (o del período inicial si es posterior) hasta 2019 y fue hallada por ajuste de una función exponencial.

La evolución de la productividad de la tierra en ganadería vacuna de carne (medida en kg vivo/ha) creció, como se viera, 1,23 % anual acumulativo, una tasa del mismo orden que en los principales cultivos que crecieron entre el 0,95 % en trigo y el 1,58 % en maíz (medidos en quintales/ha) desde mediados del siglo XIX. En períodos menores, fueron el

1,09 % en girasol y el 1,46 % en soja. En cambio en productividad del trabajo hay una diferencia notable: mientras que en la ganadería vacuna de carne sólo creció modestamente, fue notable en los cultivos. Ello se debe a que los cultivos lograron sensibles disminuciones en el insumo de trabajo, lo que no fue así en la producción de carne vacuna.

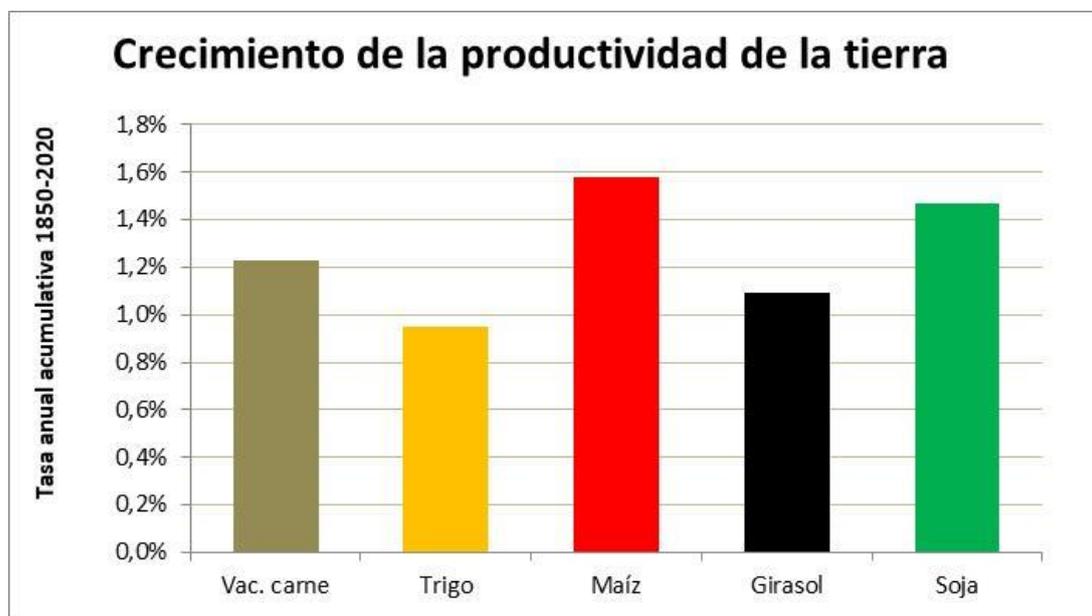


Gráfico 5: El crecimiento de la productividad de la tierra dedicada a ganadería vacuna de carne no presenta diferencias importantes con la de los principales cultivos.

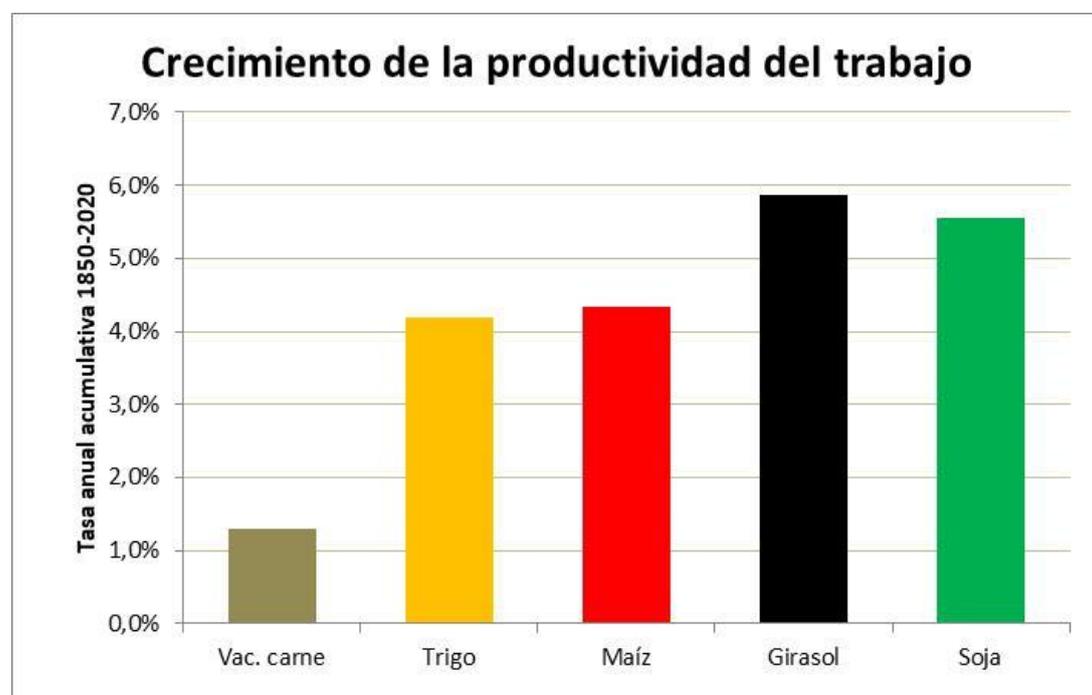


Gráfico 6: El crecimiento de la productividad del trabajo en ganadería vacuna de carne ha sido claramente inferior al de los principales cultivos.

Bajo otro punto de vista cabe señalar que la población argentina creció al ritmo del 1,1 % anual entre 2001 y 2010 (no hay datos más recientes)⁸³. Esta cifra es similar a la estimación de las Naciones Unidas para de la población mundial durante el período 2015-20⁸⁴. Si bien estos guarismos no son totalmente comparables con la de la productividad de la tierra por ser diferentes los períodos, permiten deducir que la productividad de la tierra está creciendo más o menos a la misma tasa que la población. Y la tendencia es declinante en la población.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones se pueden resumir de la siguiente manera:

- 1) El insumo de trabajo en la ganadería vacuna de carne, tanto medido en horas-hombre por cabeza como en horas-hombre por hectárea ha presentado una tendencia declinante estadísticamente muy significativa a lo largo del tiempo, si bien es muy baja, especialmente durante el siglo XX.
- 2) La productividad del trabajo en ganadería vacuna de carne, tanto medida en kg vivo por hectárea como en kg vivo por horas-hombre, creció algo más de un 1 % anual desde mediados del siglo XIX.
- 3) Comparado con los principales cultivos de la región pampeana, cuyo insumo de trabajo se fue reduciendo significativamente a lo largo del tiempo, la ganadería vacuna de carne ha pasado a ser una actividad más intensiva en trabajo que la agricultura a partir de alrededor de 1980.
- 4) La productividad de la tierra creció a tasas más o menos similares tanto en los cultivos como en la producción de carne.
- 5) El crecimiento de la productividad del trabajo en la ganadería vacuna de carne fue netamente inferior al de los cultivos.

⁸³ <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-158> (Acceso 12/10/2021).

⁸⁴ <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/> (Acceso 12/10/2021).