



Las norias, elemento central para la producción ganadera en una hacienda del altiplano potosino en el último tercio del siglo XIX

Waterwheels, a Central Element for Livestock Production in a Ranch in the Potosí Highlands in the Last Third of the 19th Century

*Sergio Franco-Maass,¹ Cecilia Cadena-Inostroza²
y Eufemio Gabino Nava-Bernal³*

Resumen

El altiplano potosino se localiza en la porción noroccidental del Estado de San Luis Potosí y se caracteriza por ser una zona semidesértica de clima seco templado. Hacia finales del siglo XIX dicha región se encontraba dividida en grandes haciendas dedicadas a la producción extensiva de ganado. La hacienda de Cruces era una de las haciendas de mayores dimensiones que basaba su producción ganadera en el uso de norias para la extracción de aguas subsuperficiales someras para el abrevadero del ganado. El objetivo de la investigación aquí presentada ha sido documentar la existencia y características de las norias en dicha región; para ello se llevó a cabo una consulta de información documental e histórica disponible en el estado de San Luis Potosí y se hizo un relevamiento de información en campo incluyendo el levantamiento fotográfico y mediciones planimétricas y arquitectónicas de todas las norias. Los resultados obtenidos corroboran que la actividad agrícola de la hacienda se practicaba en las escasas zonas de bajío y lechos de escurrimientos intermitentes y que la principal actividad

¹ Doctorado en Geografía con especialización en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección por el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares, España. Profesor-investigador del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales de la Universidad Autónoma del Estado de México, México. Líneas de investigación: recursos forestales maderables y no maderables, hongos silvestres comestibles, plantas y hongos tintóreos, y procesos históricos en el aprovechamiento de recursos naturales. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3512-130X>. Correo electrónico: sfrancom@uaemex.mx

² Doctorado en Ciencias Políticas y Sociología por la Universidad Complutense de Madrid, España. Profesora-investigadora del El Colegio Mexiquense, México. Líneas de investigación: análisis de políticas públicas, gobernanza, casos de estudio, estudios del desarrollo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9522-1479>. Correo electrónico: ccadena@cmq.edu.mx

³ Autor de correspondencia: Doctorado en Estudios del Desarrollo por la Universidad de East Anglia, Reino Unido. Profesor-investigador del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales de la Universidad Autónoma del Estado de México, México. Líneas de investigación: agroecología, manejo de recursos naturales y su relación con la agricultura, resiliencia en los sistemas de producción agrícolas. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9329-2265>. Correo electrónico: gnavab@uaemex.mx



económica era la cría de ovejas para la obtención de lana. La hacienda contaba con 38 norias con una capacidad de almacenamiento diaria cercana a los 4 000 m³, lo que podría suministrar abrevadero a 32 mil cabezas de ganado mayor y 741 mil cabezas de ganado menor. Se concluye que la hacienda de Cruces basaba su éxito en la producción extensiva de ganado que, en condiciones de aridez, era posible por la existencia de un sistema de norias estratégicamente distribuidas en el extenso territorio. Se trataba de un régimen económicamente viable que aprovechaba los recursos naturales en beneficio de una sola familia.

Palabras clave: norias; agua; siglo XIX; producción ganadera; hacienda de Cruces.

Abstract

The Potosí plateau is in the northwestern portion of the State of San Luis Potosí in a semi-desert zone with a dry temperate climate. Towards the end of the 19th century, this region was divided into large estates dedicated to extensive cattle production. The Cruces ranch was one of the largest ranches that based its livestock production on waterwheels (*norias*) to extract shallow subsurface water for cattle watering. This research aimed to document the existence and characteristics of waterwheels in that region. For this, we consulted documentary and historical information available in the state of San Luis Potosí. Also, we collected information in the field, including photographic surveys and planimetric and architectural measurements of all the waterwheels. Our results corroborate that the hacienda's agricultural activity relied on the few shallow areas and beds of intermittent runoff, and the main economic activity was raising sheep to obtain wool. The ranch had 38 waterwheels with a daily storage capacity of nearly 4,000 m³, which could provide a watering hole for 32,000 head of cattle and 741,000 head of small cattle. We conclude that the Cruces ranch based its success on the extensive production of cattle that, in arid conditions, was possible due to a system of waterwheels strategically distributed in the extensive territory. It was an economically viable regime that took advantage of natural resources to benefit a single family.

Keywords: norias; water; 19th century; cattle production; hacienda de Cruces.

Introducción

En el último tercio del siglo XIX el altiplano potosino se encontraba dividido en un conjunto de haciendas de grandes dimensiones. La región del altiplano



se localiza en el extremo sur de la región del desierto de Chihuahua, forma parte de la provincia de la Mesa del centro y se extiende entre las sierras de San Miguelito al oeste y la de Álvarez al este, y en el extremo norte, el desierto de El Salado. Incluye quince municipios de la porción noroccidental del Estado de San Luis Potosí, que abarcan una superficie cercana a los 28 mil kilómetros cuadrados y que se extienden sobre una zona semidesértica de clima seco templado caracterizada por la existencia de cuencas cerradas y endorreicas, abastecidas por corrientes de temporal, mantos subterráneos y algunos manantiales (Martínez, 2012).

La hacienda de Cruces era una unidad de producción pecuaria que, a pesar de las condiciones climáticas adversas, se dedicaba a la cría extensiva de miles de cabezas de ganado ovino y bovino. La clave consistía en el aprovechamiento de los recursos hídricos subsuperficiales y el control centralizado de las zonas de pastoreo. Ante la carencia de escurrimientos y cuerpos de agua superficiales, el abrevadero de los animales dependía de la existencia de un conjunto de norias estratégicamente distribuidas en el territorio.

Los territorios de la otrora hacienda de Cruces forman parte del altiplano potosino y abarcan una superficie de unas 380 mil hectáreas. Hacia fines del siglo XIX la hacienda comprendía los antiguos territorios de dos haciendas más pequeñas, Illescas y Cruces (Franco-Maass y Gutiérrez-Rivas, 2013). La hacienda comprendía parte de los territorios de los cuatro territorios de los municipios de Santo Domingo, Villa de Ramos, Salinas y Moctezuma. Se trata de una región semiárida de clima seco templado con lluvias en verano y con un déficit hídrico muy elevado (Campos, 1993).

La región forma parte de la cuenca El Salado y carece de escurrimientos superficiales importantes, razón por la cual, desde tiempo inmemorial, las actividades humanas sólo han sido posibles gracias a la apertura de pozos a cielo abierto para aprovechar las aguas subsuperficiales de las zonas de bajo y de las aguas almacenadas en acuíferos someros a profundidades de entre 7 y 10 m (Reygadas-Robles y Aviña-Cerecer, 2012). A inicios del siglo XX se presentaron cambios profundos en la región, tales como la pérdida de hatos ganaderos y el fraccionamiento del territorio, se abandonaron las norias y los nuevos ejidatarios transitaron hacia el reemplazo de las zonas de pastoreo por la producción agrícola de temporal.

De acuerdo con Escobar-Ohmstede (2013), el paisaje agrario e hídrico de San Luis Potosí sufrió importantes reestructuraciones en la transición del siglo XIX al XX. Ciertos factores externos trastocaron las formas de producción de las grandes propiedades privadas que, con la Reforma agraria, pasaron a ser tierras ejidales. La división de las haciendas y el acceso a los recursos naturales por parte de los ejidos distó mucho de ser un elemento de justicia social, ya que quienes encabezaron el reparto tenían un escaso conocimiento sobre el entorno geográfico y las condiciones ambientales para el desarrollo económico y social de las comunidades. Los funcionarios



gubernamentales dejaron de lado las cuestiones culturales de los actores sociales involucrados, actuaron como intermediarios y muchos de sus informes sirvieron para tomar decisiones de política territorial que condujeron a muy discutibles resultados.

En los albores del siglo XX la hacienda de Cruces aprovechaba el agua de pozos y manantiales para desarrollar la actividad ganadera extensiva. El conjunto de norias construido y mantenido durante el último tercio del siglo XIX garantizaba el abrevadero de miles de cabezas de ganado en un esquema de gestión centralizada del agua. Se trataba de un esquema ciertamente injusto, ya que los hacendados detentaban la propiedad de los recursos naturales, pero eficiente para la producción ganadera a gran escala. El movimiento revolucionario de principios del siglo XX y la subsecuente reconfiguración territorial a partir de la figura del ejido, tuvieron importantes repercusiones en la vocación productiva regional. La ganadería extensiva colapsó transitando hacia una producción de cultivos de subsistencia sin contar con fuentes superficiales de agua que garantizaran la productividad agrícola.

El cambio de la estructura productiva y la subdivisión de la hacienda en ejidos desencadenó la deforestación de zonas abundantes en especies forrajeras (*Bouteloua* spp., *Opuntia* spp., *Agave* spp., y *Prosopis* spp.) y, aunque parte de la infraestructura hidráulica de las haciendas se mantuvo en uso durante los años postrevolucionarios, se fue gradualmente deteriorando por la falta de mantenimiento. Las estructuras de mampostería, que requerían menor mantenimiento dieron paso a estructuras efímeras de postes de madera, ramas, tierra y piedras, que suelen requerir reparaciones anuales, sobre todo después del embate de las lluvias (Charcas *et al.*, 2010).

El objetivo de la investigación fue documentar la existencia y características de las norias como elemento central para la gestión ganadera de la hacienda de Cruces. El cumplimiento de este objetivo implicó realizar una serie de recorridos de campo para ubicar las norias y recabar información sobre sus características estructurales y funcionales. Asimismo, se realizaron entrevistas con informantes clave para documentar las actividades ganaderas regionales.

Metodología

La hacienda de Cruces (Figura 1) se caracteriza por sus extensas llanuras y zonas de aluvión con pequeñas serranías y cerros aislados que, en el siglo XIX, estaban cubiertas de matorrales. En las partes llanas predominaba el matorral micrófilo compuesto fundamentalmente por gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojasén (*Flourensia cernua*). La pobreza de los suelos y la sequedad del ambiente propiciaba el desarrollo de pastizales que eran



aprovechados para la producción extensiva de ovejas para la obtención de lana.

En la actualidad, buena parte del matorral micrófilo ha sido reemplazado por zonas de cultivo de riego y temporal y el sobrepastoreo ha favorecido el desarrollo de vegetación arbustiva secundaria, la pérdida de las especies más nutritivas y apetecidas por el ganado, y el establecimiento de plantas que los animales no comen, que a menudo son venenosas y con frecuencia contribuyen a reducir la cobertura del suelo, exponiéndolo a los efectos de la erosión (Martínez, 2012). Las laderas de los cerros se encuentran cubiertas por el matorral crasicale y en las partes altas de los abanicos aluviales y conglomerados se desarrollan los matorrales desérticos rosetófilos donde prevalecen especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado (INEGI, 2009).

Figura 1. Ubicación de la hacienda de Cruces



Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo.

La construcción metodológica partió del objeto de estudio a investigar y estuvo orientada por una diversidad de técnicas de recolección de información. El estudio que aquí se presenta describe el uso de norias como tecnologías de extracción de agua. Se analizan las condiciones en las cuales se utilizaban y su función en los procesos de producción ganadera desarrollados en la hacienda de Cruces (Closas, 2014; Aguirre, 2016).



Se consultaron los fondos del Archivo Histórico del Estado de San Luís Potosí “Lic. Antonio Rocha Cordero” incluyendo los documentos de la Comisión Agraria Mixta para la revisión de expedientes de dotación de tierras, el Fondo Protocolos de Ayuntamiento y los Protocolos de Instrucción Pública en cuanto a la revisión de expedientes notariales. La información de la distribución ejidal se obtuvo del Registro Agrario Nacional.

Adicionalmente se consultó el Archivo Histórico de Salinas del Peñón Blanco que cuenta con copias de la correspondencia entre la salinera y la administración de la hacienda de Cruces. Es importante reconocer, sin embargo, que la consulta de archivos no fue exhaustiva, dada las limitaciones de tiempo y presupuestales, para hacer una revisión a fondo de acervos nacionales como el Archivo General de la Nación y el Archivo Nacional Agrario.

Se realizó una búsqueda de información documental en internet incluyendo Google Scholar y las fuentes disponibles en el Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICYT) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Ello permitió la descarga de artículos científicos referentes a las norias, principalmente de España y, en menor cantidad, de México.

Se realizaron 30 recorridos de campo para la ubicación y relevamiento de información de la infraestructura hidráulica de la hacienda. Como información de partida se tomó el mapa elaborado por Gándara en 1890 que contiene la ubicación de las norias en operación y en construcción al momento del levantamiento topográfico. Para la ubicación de infraestructuras que no aparecían en el mapa de Gándara, se realizó un minucioso análisis visual, mediante el recorrido sistemático de la zona en la plataforma Google Earth, manteniendo la escala en pantalla de 1:100. Asimismo, durante las salidas de campo, se entrevistó a informantes clave para corroborar o ampliar la información disponible.

Durante los recorridos de campo se realizó el relevamiento de la información de cada infraestructura hidráulica de la hacienda incluyendo nombre, localización geográfica con GPS, tipo, descripción general y estado de conservación. Dicha cédula permitió además el levantamiento de información a mucho mayor detalle de los sistemas hidráulicos relacionados con las norias.

Además de su localización geográfica y su descripción general, se registraron las características y medidas planimétricas y arquitectónicas de los pozos, las norias, los vestigios de la maquinaria, las albercas y abrevaderos. Asimismo, se registraron, midieron y documentaron estructuras complementarias como bardas, lumbreras y minas. Complementariamente se elaboraron croquis y se obtuvieron más de nueve mil fotografías.



Resultados

Las actividades agropecuarias

La hacienda de Cruces se dedicaba fundamentalmente a la crianza extensiva de ovejas y ganado de lidia. De manera complementaria se producía mezcal a partir del aprovechamiento del maguey mezcalero (*Agave salmiana*), muy abundante en las zonas de matorral xerófilo y existía cierta producción agrícola, muy localizada en las zonas de bajío para aprovechar la humedad estacional. Si se considera la forma en que se utiliza el agua de lluvia, la producción agrícola puede ser de temporal, cuando únicamente depende de la humedad de las lluvias que caen *in situ* o puede tomar una de las tres variantes de agricultura de escorrentía (Charcas *et al.*, 2010):

- *Agricultura de bajíos*. Aprovecha la humedad retenida en las partes bajas de las cuencas cerradas donde se presentan acumulaciones de sedimento de textura fina.
- *Agricultura en abanicos de aluvión*. Aprovecha los escurrimientos que bajan de las montañas formando abanicos de aluvión, mediante enlamedos o estacados que favorecen la sedimentación y la infiltración, induciendo la formación de terrazas de corta duración aptas para el cultivo.
- *Agricultura en el lecho de escurrimientos intermitentes*. Aprovecha los escurrimientos mediante la construcción de diques que permiten derivar el agua hacia los terrenos de cultivo. En la época de las grandes haciendas los diques se construían de mampostería, posteriormente se adoptó la práctica de utilizar materiales menos duraderos como ramas, estacas, tierra y piedra.

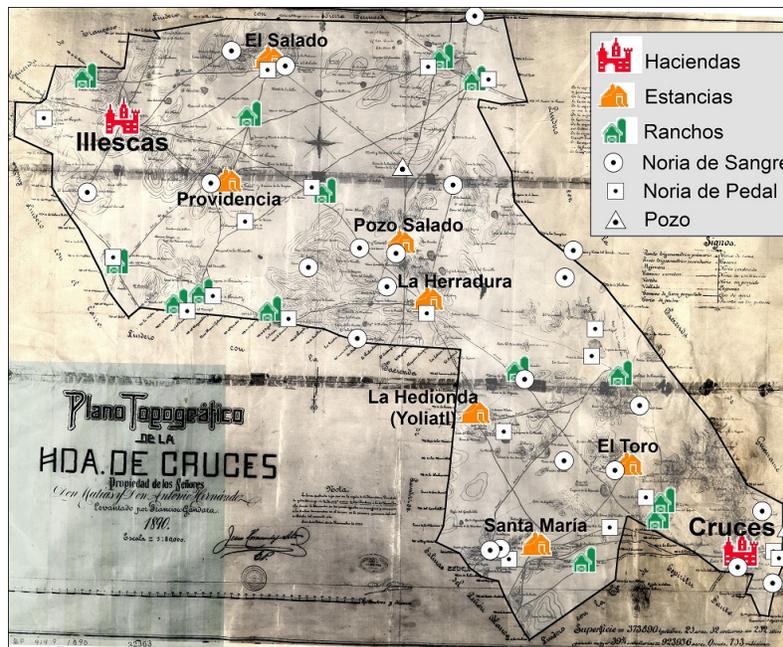
Los sistemas agrícolas se enfocaban presumiblemente para el autoconsumo, como fueron el cultivo de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y chile (*Capsicum annuum*) (Durán-García *et al.*, 2002). De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado por Francisco Gándara en 1890 (Gándara, 1890), las zonas de cultivo en la hacienda se encontraban asociadas a las estancias y eran muy pequeñas, por lo que es posible suponer que se trataba de una forma poco productiva (al menos desde el punto de vista mercantil).

Los recorridos de campo permitieron corroborar la vocación ganadera de la hacienda, la información documental disponible mostró que, hacia el último tercio del siglo XIX, el estado de San Luis Potosí se especializaba en la crianza de ovinos para la producción de lana (Lopes, 2003) y que a principios de siglo XX había más de un millón de cabezas de ganado para la exportación de pieles, cueros y lana. Parte de dicha producción se destinaba



al mercado nacional (Mendoza y Del Castillo, 1891). García (1883) señala que en la hacienda de Cruces había extensos terrenos de crianza con abundantes pastos para la producción de ganado mayor y menor y que el agua requerida para ello se obtenía de pozos (Figura 2).

Figura 2. Plano de la hacienda de Cruces de Francisco Gándara (1890)



Fuente: copia heliográfica del mapa original, Biblioteca Ramón Alcorta, Museo Cosío Villegas, San Luis Potosí.

En Cruces, el cultivo del maíz se basaba en el manejo de tres variedades, el maíz alto, de cinco meses de desarrollo, el maíz de cuatro meses de desarrollo y el maíz *trimesino*. Los dos primeros eran resistentes a las sequías, tenían cierto grado de latencia y soportaban el retraso de las lluvias. El maíz trimesino, menos productivo, pero de rápido crecimiento, se utiliza en caso de pérdida del cultivo inicial, una vez establecido el periodo de lluvias (junio-julio). En lo que respecta a la producción de frijol se preferían las variedades de tipo enredadera porque soportaban mejor las inundaciones (Charcas *et al.*, 2010).

A pesar de que en la región la producción agropecuaria se destinaba al autoconsumo, como en otras haciendas de su época, Cruces era una unidad fundamentalmente mercantil bajo un modelo de producción capitalista. El éxito de la hacienda se explica, en buena medida, por su gran extensión, que permitía el desarrollo de la ganadería extensiva en un clima seco (Rosenzweig *et al.*, 1987; Montes de Oca-Navas, 1998), por lo que el sistema agropecuario requería de recursos hídricos para lograr sus objetivos.



La infraestructura hidráulica

En un entorno ambiental difícil con un déficit hídrico importante, la infraestructura hidráulica de Cruces constituía el elemento fundamental para garantizar la producción pecuaria. El suministro de agua se garantizaba con 38 norias estratégicamente distribuidas en el territorio y que permitían extraer el vital líquido a partir de tres fuentes: la existencia de algún acuífero superficial, la presencia de aguas subálveas en zonas de bajo, o la presencia de zonas de filtración en proximidad a bordos, conocidos localmente como tanques, que aprovechaban los escurrimientos intermitentes en las ramblas.

Si bien para la Real Academia Española, el término noria se refiere a la “máquina compuesta de dos grandes ruedas engranadas que, mediante cangilones, sube el agua de los pozos, acequias, etc.”, en la región del altiplano suele designar también la construcción que albergaba la maquinaria y a las dependencias adjuntas que constituyen el sistema hidráulico. Para Paredes-Guerrero (2007), la noria era el sistema que se usaba para la extracción de agua, misma que luego se guardaba en tanques, que se distribuía en bebederos y cañerías de riego, y considerada como un mecanismo que fue traído desde España.

El mecanismo más rudimentario para extraer el agua consistía en los “pozos de polea”. Se trataba de una sencilla plataforma con un aparejo de polea sobre soportes de madera que descansaban en dos machones, un receptáculo de mampostería donde verter el agua de primera intención y un pequeño estanque o abrevadero. Ejemplos notables en la hacienda de Cruces son los de Tres Cruces y Los Gámez.

Las norias de tracción humana constaban de una rueda vertical con una cadena sin fin conectada al pozo y movida por humanos mediante travesaños de la propia rueda, para elevar agua de depósitos subterráneos someros (Rojas, 2013). Las “norias de sangre”, por su parte, eran maquinarias que se utilizaban para extraer agua mediante tracción animal. Con base en las diversas tipologías propuestas por Caro Baroja (1996) la hacienda de Cruces contaba con “norias por lo alto” y “norias por lo bajo”.

En las norias por lo bajo, conocidas como hispánicas, la maquinaria se encontraba dispuesta por debajo del nivel de atalaje y tiro del animal y constaban de un par de ruedas dispuestas perpendicularmente y engranadas de tal manera que la de giro horizontal y eje vertical arrastraba en su movimiento a la de giro vertical y eje horizontal. En las “norias por lo alto” la maquinaria constaba de tres ruedas dispuestas por encima del nivel de atalaje y tiro del animal y constaba de un eje vertical, un malacate que hacía girar dicho eje, una rueda de aire engranada con una rueda de agua que se unía a un eje horizontal que hacía girar la rueda con la cuerda sin fin que tenía atados cangilones de madera (Foto 1).



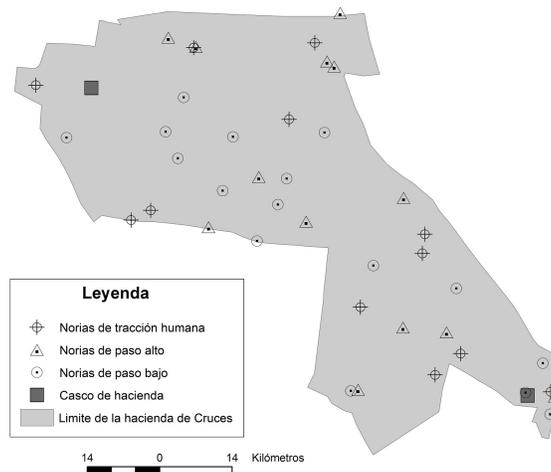
Foto 1. Maquinaria de la noria por lo alto de San Miguel



Fuente: Trabajo de campo, 2013.

De acuerdo con la Figura 3 hacia fines del siglo XIX, la hacienda de Cruces contaba con 38 norias, 11 norias de tracción humana y 27 norias de tracción animal o de sangre (12 movidas por lo alto y 15 movidas por lo bajo). El trabajo de campo permitió no sólo la ubicación precisa de todas las norias, sino el levantamiento de información sobre características estructurales y vocación productiva de todas ellas.

Figura 3. Distribución por tipo de noria



Fuente: trabajo de campo, 2013.



La capacidad de almacenamiento de agua y el tipo de ganado variaba en función del tipo de noria. Las norias de tracción humana tenían menor capacidad de almacenamiento y tendían a especializarse en el abrevadero de ganado menor, y las norias de tracción animal tenían la mayor capacidad de almacenamiento, y se destinaban al abrevadero de ganado bovino y ovino.

Con una capacidad de más de cuatro mil metros cúbicos de agua y una longitud superior a los cinco kilómetros de abrevaderos, la hacienda contaba, teóricamente, con una capacidad para más de 32 mil cabezas de ganado mayor y cerca de 740 mil cabezas de ganado menor. Estos datos no expresan la cantidad real de ganado existente en la zona durante la época de la hacienda, ni considera otros factores que podrían afectar la disponibilidad de agua, tales como la época del año o la capacidad de recuperación del nivel piezométrico (Cuadro 1).

Cuadro 1. Longitud de abrevaderos, capacidad y tiempo de almacenamiento, y capacidad total para abrevar por tipo de ganado y tipo de noria

Tipo de noria	Total	Longitud bebedero ganado mayor (m)	Longitud bebedero ganado menor (m)	Capacidad total de almacenamiento ¹ (m ³)	Tiempo medio de llenado (hr)	Capacidad total de ganado mayor ² (cabezas)	Capacidad total de ganado menor ² (cabezas)
Tracción humana	11	207	1 212	940	9	6 011	194 691
Por lo bajo	15	433	1 159	2 060	13	14 381	411 496
Por lo alto	12	223	1 883	1 005	9	12 320	135 292
Total	38	863	4 254	4 005		32 712	741 479

Nota 1: El dato de tiempo de llenado es un estimado general que considera un valor de 2.63 l/segundo (Montoya, 2007).

Nota 2: Se consideran los requerimientos de 3.5 lt/día por animal para ganado menor y 43.1 l/día por animal para ganado mayor recomendados por CNRBC (1996)

Fuente: elaboración propia con base en mediciones de campo, 2013.

La noria y sus elementos asociados

Las características de las norias y de los elementos asociados eran muy variables. Existían norias de tracción humana relativamente sencillas y sistemas asociados a norias de sangre ciertamente complejos. En términos generales, los elementos de la noria están relacionados con la captación, extracción, almacenamiento y distribución del agua.

La captación

En la hacienda de Cruces se aprovechaba el agua bajo dos sistemas de captación. En algunos casos se extraía el agua subterránea de acuíferos superficiales; y en otros casos, se aprovechaba el agua proveniente por filtración de bordos localmente conocidos como tanques.



Los pozos

Los pozos tenían una profundidad cercana a los 10 metros, una “boca” rectangular de 3.5 x 2.5 metros con labios y paredes revestidos con mampostería (ademe), para evitar los desprendimientos de rocas y la ceguedad del manadero (Foto 2). El mantenimiento del pozo se hacía a través de una galería de drenaje contigua.

Foto 2. Pozo de la noria de San Antonio el Mezquite



Fuente: trabajo de campo, 2013.

El edificio de la noria

Las construcciones de las norias de tracción humana se levantaban unos 2 metros sobre el suelo para permitir el acceso directo a la boca del pozo. Éstas eran de pequeñas dimensiones, de planta rectangular con techumbre plana de viguería o bóveda de cañón corrido y escalinata de acceso. Los edificios para albergar las norias de sangre eran de mayores dimensiones y sus características arquitectónicas variaban en función de la maquinaria utilizada. Las norias por lo alto, de planta rectangular, se construían a ras de suelo y solían tener techumbre plana de viguería o bóveda de cañón corrido. Las norias por lo bajo, por su parte, se levantaban unos 4 metros sobre el suelo, eran de planta poliédrica (hexagonal u octagonal), con cúpulas de tabique, con o sin remate, y rampa de acceso bardeada de piedra. El uso de contrafuertes en la construcción era frecuente (Foto 3).



Foto 3. Edificio de la noria de Providencia



Fuente: trabajo de campo, 2013.

La alberca o pila

Permitía almacenar el agua extraída de los pozos, se construía de gruesos muros de piedra repellada, normalmente de planta poliédrica, con o sin contrafuertes (dependiendo sus dimensiones) y que podían estar adosadas al edificio de la noria o conectarse a él mediante un arco de piedra. En ocasiones se construía una escalinata puente lo que permitía subir al borde de la pila y comunicaba ambos lados del conjunto (Foto 4).

Foto 4. Alberca de la noria de Santa Bárbara



Fuente: trabajo de campo, 2013



Los abrevaderos

Solían estar adosados a la pila, aunque en ocasiones se conectaban mediante un arco de piedra, y constaban de un muro por donde se conducía el agua mediante un caño, casi siempre cubierto y, a ambos lados, un largo bebedero cuyas dimensiones se ajustaban al tipo de ganado. Frecuentemente se construía una escalinata puente de piedra entre el bebedero y la pila, lo que permitía el paso de un lado a otro del conjunto. A lo largo del bebedero solía construirse una plataforma o rampa de piedra inclinada para soportar el pisoteo de los animales (Foto 5).

Foto 5. Abrevaderos de la noria de Guadalupe



Fuente: trabajo de campo, 2013.

La dimensión territorial en la distribución de las norias

El análisis de la distribución territorial de las norias resultó crucial para entender la gestión territorial del agua con fines de producción ganadera. Si bien es cierto que la altitud en la hacienda varía entre los 1 800 y 2 600 m.s.n.m, la mayoría de las norias fueron construidas en las zonas bajas (2 020 m.s.n.m. en promedio). Únicamente las norias con mayor capacidad y mejor tecnología (norias por lo bajo) como El Refugio, La Providencia o Guadalupe, fueron emplazadas a mayores altitudes. Las norias se encontraban separadas en promedio 5 060 m, distancia que permitía pastorear a las ovejas de una noria a otra en una jornada. Este hecho resultaba especialmente importante para mantener las zonas de pastizales y proteger los ahijaderos. El análisis espacial mostró que, en promedio, cada noria cubría una superficie de 8 646.5 ha.

Más allá de la distribución más o menos regular de las norias, su emplazamiento guardaba una fuerte relación con la actividad ganadera y, por consiguiente, con las zonas de pastoreo. Las norias destinadas



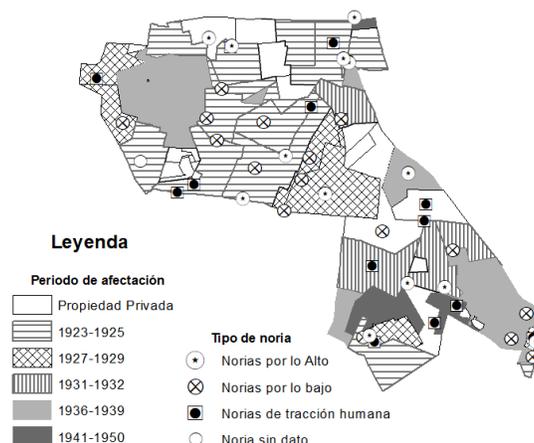
exclusivamente al abrevadero de ganado mayor tendían a concentrarse en torno a las haciendas y estancias con vocación ganadera, es decir, aquellas que contaban con potreros, zonas de pastoreo de buena calidad e infraestructura para la gestión del ganado (Casco de la hacienda de Cruces, Santa María, El Toro y El Salado).

Las norias para el ganado menor preveleían en las regiones menos pobladas, donde predominaban los extensos matorrales micrófilos y en torno a las rancherías cuya vocación era eminentemente agrícola con la crianza de ganado menor como actividad secundaria (rancho Guadalupe, El Ranchito, rancho San Antonio o rancho Los Hernández). Las norias con bebederos para ambos tipos de ganado se asociaban a estancias relacionada con la gestión de hatos ovejeros como La Hedionda, La Herradura, Pozo Salado y Providencia.

Hacia 1923 se inició en la región de Cruces el reparto agrario (Figura 4). Entre 1923 y 1925 hubo una afectación de 126 201 ha, fundamentalmente en la región de la hacienda identificada como Illescas, donde se afectaron 113 503 ha. En el periodo de 1927 a 1929 se amplió el reparto hacia otras regiones de la hacienda, alcanzando una afectación de 50 897 ha. Esto significa que en un plazo de siete años ya se había afectado cerca del 47 % de la superficie total. Con el reparto muy avanzado en Illescas se intensificó la afectación de la región de Cruces con una superficie de 42 064 ha entre 1931 y 1932.

Entre 1936 y 1939, coincidiendo con el gobierno del presidente Lázaro Cárdenas, se tuvo una superficie afectada de 73 983 ha más o menos repartida entre ambas regiones, incluyendo las tierras correspondientes a los dos cascos de hacienda. Finalmente, hacia 1950 se dio una afectación importante, cercana a las 10 000 ha en la región de Cruces. Para esa fecha ya se había afectado 82 % de las 377 423 ha de la hacienda, es decir 309 831 ha, quedando en forma de propiedad privada tan solo el 18 %, esto es 67 592 ha.

Figura 4. División ejidal de la hacienda de Cruces





Fuente: trabajo de campo, 2013.

De acuerdo con Charcas *et al.* (2010) en el altiplano potosino las mejores tierras de cultivo se localizaban en los fondos de cuenca o bajíos, los abanicos aluviales y las tierras al margen de los escurrimientos. En el territorio de la hacienda de Cruces las tierras con esas características son relativamente escasas y su aprovechamiento requería de obras hidráulicas para el manejo de las escorrentías. Con el reparto agrario se inició el proceso de ampliación de la frontera agrícola hacia las zonas de matorral micrófilo, de vocación ganadera y poco aptas para la agricultura.

La ampliación de la frontera agrícola obligó, hacia mediados del siglo XX, a la perforación de pozos para la explotación de mantos freáticos profundos.⁴ En muchos casos la ruptura del subsuelo ocasionó la desecación de los acuíferos someros. En 1980 se dio un importante impulso a la agroindustria en el valle de Arista, sobre todo en los municipios de Venado, Moctezuma y Charcas, promoviendo el cultivo industrial del jitomate, además de chile y otras hortalizas.

En las tierras de temporal se continuó con el cultivo de maíz y frijol. Se dio así una importante diferenciación: por un lado, los campesinos que basaban su subsistencia en los cultivos de temporal, y por otro, los capitales agroindustriales locales que tendían a un progresivo proceso de tecnificación basado en el aprovechamiento de pozos profundos cuya perforación empezó hacia 1953.

Discusión

En los territorios de Cruces, dada su conformación orográfica y sus características climáticas, prevalecía la agricultura de bajío (Aguirre (1983) citado por Charcas *et al.* (2010)). Este tipo de agricultura era posible en la región dada la existencia de lomeríos bajos muy extendidos que permiten la concentración del escurrimiento en las depresiones y valles, donde se presentaban suelos permeables profundos con buena capacidad para preservar la humedad y sin graves problemas de acumulación de sales.

La producción ganadera de la hacienda dependía de la gestión de un territorio muy amplio. Dicho sistema debía garantizar el control y uso racional de las zonas de pastoreo y el suministro de agua para los animales. Hacia fines del siglo XIX, Cruces contaba con dos cascos de hacienda (Illescas y Cruces), pero la administración general y la casa grande se localizaban en el casco de Cruces que, sin duda, fue el emplazamiento más relevante de todo el territorio.

⁴ En 1953 se perforó el primer pozo en valle de Arista, permitiendo con ello la expansión de la agroindustria del jitomate en la región hacia la década de los ochenta. Aunque los pozos siguen funcionando, en los años de mayor expansión agroindustrial se han llegado a registrar descensos de varios metros por año en el nivel de los mantos freáticos. Hacia los años noventa empezó el agotamiento de los pozos y el espejo de agua en Venado descendió por debajo de los 40 m de profundidad hacia 2006.



La administración territorial de la hacienda de Cruces dependía de un emplazamiento estratégico de acuerdo con su vocación agropecuaria que guardaba una estrecha relación con las condiciones geográficas locales, lo que coincide con lo mencionado por Tortolero-Villaseñor (1998), acerca de que durante el siglo XIX la hacienda era una unidad de dimensiones extraordinarias que había incorporado a sus dominios las comunidades y los ranchos.

Los cambios ocurridos a partir del reparto agrario desembocaron en el deterioro de las zonas de pastoreo. Loredó-Osti *et al.* (2009), afirman que la condición actual de los agostaderos semiáridos del altiplano potosino es de regular a pobre, debido a la sobrecarga animal y a la sobreutilización de los recursos forrajeros; prácticas que se han realizado por décadas. Dicha sobreutilización ha ocasionado la disminución de la cobertura vegetal, exponiendo al suelo a procesos de erosión, disminución de especies clave de manejo e incremento de especies vegetales indeseables para la ganadería (Loredó-Osti y Beltrán-López, 2001). Existe menor disponibilidad de forraje y la cantidad de ganado en la región es superior al promedio de la capacidad de sostenimiento del pastizal.

De acuerdo con Negrete (2016) la capacidad de agostadero en la región (número de hectáreas necesarias para mantener una unidad animal durante un año) es de 21.15 ha UA⁻¹ y se calcula que en la actualidad hay una sobrepoblación de ganado tres veces superior a dicha capacidad. De acuerdo con Negrete (2020) el abuso severo y generalizado de las zonas de pastoreo ha conducido a la desertificación de los agostaderos. Las consecuencias del mal manejo ganadero son evidentes y la población regional tiene que enfrentar pérdidas económicas importantes como resultado de las frecuentes sequías y la falta de alimento de calidad para el ganado.

La promoción del desarrollo agrícola en la región implicó el abandono de las norias, cuya capacidad de extracción no era suficiente para el riego de grandes extensiones de tierra. Jasso-Chavarría *et al.* (1988) señalan que hacia los años ochenta del siglo XX, en el altiplano potosino se cultivaban cerca de 8 mil ha de maíz bajo riego, con rendimientos medios de 2 600 kg/ha, cifra inferior a la media nacional que alcanzaba los 3 000 kg/ha. Estos bajos rendimientos se debían al uso de técnicas inadecuadas para el manejo del cultivo y a la inoportuna aplicación de los insumos. Por otra parte, Reygadas-Robles y Aviña-Cerecer (2012), afirman que, aunque el altiplano descansa sobre agua, en algunas regiones se presentan altos grados de salinidad. Es por ello que la infraestructura hidráulica de la hacienda fue diseñada para el aprovechamiento de aguas subsuperficiales con fines ganaderos.

Conclusiones

La hacienda de Cruces basaba su éxito en la producción extensiva de ganado que, en condiciones de aridez, era posible por la existencia de un sistema de



norias estratégicamente distribuidas en el extenso territorio. Se trataba de un régimen económicamente viable que aprovechaba los recursos naturales en beneficio de una sola familia. Como resultado de la Reforma agraria dicha producción ganadera se vio seriamente limitada, dando paso a una reconversión productiva basada en la producción agrícola. Parte de las extensas zonas semidesérticas fueron deforestadas y aradas, eliminando las principales especies forrajeras y la infraestructura hidráulica, diseñada para el abrevadero de animales, se fue deteriorando por la falta de mantenimiento.

Si bien prevalece una cierta actividad ganadera, la sobrecarga animal y sobreutilización de los recursos forrajeros han afectado el estado de los agostaderos. Las condiciones de sequía y mal manejo de los pastizales han significado la pérdida gradual de plantas altamente deseables, de alto valor nutritivo y el aumento de plantas que no son consumidas por el ganado. Entre las consecuencias ambientales destaca la reducción de la capacidad de infiltración del suelo, el incremento de la erosión del suelo y el aumento de los grados de salinidad.

Referencias

- Aguirre González, Noe (2016). “Dinámicas de interacción entre los sistemas agrícolas y forestales de la alta montaña del Estado de México” (Tesis de doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales). Toluca, Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México, 274pp.
- Aguirre Rivera, Juan Rogelio (1983) “Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el altiplano potosino-zacatecano”. En Jose Galan Molina (ed.) *Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México*. Chapingo, México: Colegio de Postgraduados, pp. 105-115.
- Campos Aranda, Daniel Francisco (1993) “Análisis agroclimático preliminar del estado de San Luis Potosí”. *Agrociencia. Serie Agua-Suelo-Clima* 4, pp. 19-44.
- Caro Baroja, Julio (1996) *Tecnología popular española*. Galaxia Gutemberg/Círculo de Lectores, 596pp.
- Charcas Salazar, Hilario; Aguirre Rivera, Rogelio; Reyes-Agüero, José Antonio, y Durán-García, Héctor Martín (2010) “Agricultura de secano en las tierras altas del estado de San Luis Potosí, México”. *Interciencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América*, 35(10), pp. 716-722.



- Closas, Alvar (2014). “Norias, Boreholes and the Role of the State During the Groundwater ‘Silent Revolution’ in La Mancha, Spain”. *Hidrogeology Journal*, 22, pp. 1179-1192.
- CNRBC (Committee on Nutrient Requirements of Beef Cattle) (1996). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Washington, D.C., Estados Unidos: National Academy Press.
- Durán-García, Héctor Martín; Aguirre Rivera, Rogelio, y Charcas Salazar, Hilario (2002). “Tendencias de la mecanización agrícola en el estado de San Luis Potosí, México”. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 27(6), pp. 307-311.
- Escobar-Ohmstede, Antonio (2013). “Cambios en el Paisaje hidroagrario ¿la Revolución un detonante?: el caso de San Luis Potosí (1910-1940)”. *Relaciones*, 136, pp. 265-315.
- Franco-Maass, Sergio y Gutiérrez-Rivas, Ana María (2013) *La intimidad en el territorio de una hacienda potosina*. EON/UAEM/El Colegio de San Luis, 214pp.
- Gándara, Francisco (1890). “Plano Topográfico de la hacienda de Cruces propiedad de los señores don Matías Hernández y don Antonio Hernández. Escala: 1:80 000. Biblioteca Ramón Alcorta, MFC-SLP.
- García, Bruno (1883). *Cartilla elemental de Geografía del Estado de San Luis Potosí*. San Luis Potosí: Casa de la Cultura.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2009) “Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación”. Esc. 1:250000, Serie III. Aguascalientes, México, 77pp.
- Jasso-Chavarría, Cesario; Hernández-Alatorre, Jose Antonio; Estrada-Ávalos, Juan, y Barrón-Contreras, José Luis (1988) *Cómo producir maíz de riego en el altiplano potosino*. Folleto para productores núm. 1. San Luis Potosí: Secretaría de Recursos Hidráulicos/INIFAP, 10pp.
- Lopes, María Aparecida (2003). “Circuitos comerciales de la ganadería en el norte de México, algunas líneas de investigación”. *América Latina en la historia económica*, 10(2), pp. 99-112.
- Loredo-Osti, Catarina y Beltrán-López, Sergio (2001) “Establecimiento y manejo de pasto klein en el altiplano potosino”. Folleto para Productores núm. 24., SAGARPA-INIFAP/Centro de Investigación Regional Noreste.
- Loredo-Osti, Catarina; Gámez-Vázquez, Héctor Guillermo; Urrutia-Morales, Jorge; Hernández-Alatorre, José Antonio, y Beltrán-López, *Sociedad y Ambiente*, 25, 2022, ISSN: 2007-6576, pp. 1-21. doi: 10.31840/sya.vi25.2586 | 19



- Sergio (2009). “Llorón imperial y garrapata hércules. Nuevas variedades de pastos para el altiplano de San Luis Potosí (establecimiento y producción de semilla)”, folleto técnico núm. 36, junio de 2009. INIFAP/SAGARPA, 51 pp.
- Martínez Peña, Ruth Magnolia (2012) “El manejo de los ecosistemas semiáridos del altiplano potosino en el contexto del Desarrollo Sostenible” (Tesis doctoral). Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.
<https://repositorio.ipicyt.edu.mx/bitstream/handle/11627/2986/TDIPIC YTM3M32012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mendoza, Pio y Del Castillo, Rafael (1891). *Cartilla de Geografía descriptiva del estado de San Luis Potosí*. San Luis Potosí: Imprenta de Vélez.
- Montes de Oca-Navas, Elvia (1998). “Las Haciendas”. En María Teresa Jarquín-Ortega y Manuel Miño-Grijalva (coords.), *Historia general del Estado de México*, 4, Independencia, Reforma e Imperio. Gobierno del Estado de México y El Colegio Mexiquense, capítulo XIV, pp. 358-406.
- Montoya Inglés, Juan (2007). “Las ‘Viejas Artes’ de extracción de aguas subterráneas en el campo de Cartagena”. *Revista Murciana de Antropología*, 14, pp. 143-164.
- Negrete Sánchez, Luis Octavio (2016). “Factores de persistencia en la producción de bovinos para carne en agostaderos del altiplano potosino-zacatecano” (Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales). San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 165pp.
- Negrete Sánchez, Luis Octavio (2020). “Los agostaderos del altiplano potosino y la desertificación”. *Universitarios Potosinos*, 246, pp. 10-15.
- Paredes-Guerrero, Blanca (2007). “Arquitectura y agua en las haciendas de Yucatán”. *Revista Bitácora arquitectura*, 16, pp. 44-49.
- Reygadas-Robles, Gil Pedro y Aviña-Cerecer, Gustavo (2012) “¿De quién son los cielos? Tecnologías de manipulación pluvial y conflicto social en San Luis Potosí”. *Dimensión Antropológica*, 54, pp. 127-152.
- Rojas Rabiela, Teresa (2013). “Tecnología hidráulica comparada: de Mesoamérica a la Nueva España”. En Edgar Hurtado Hernández y José Francisco Román Gutiérrez (coords.), *Con tinta de agua: historiografía, tecnologías y usos*. Universidad Autónoma de Zacatecas, pp. 65-120.



Rosenzweig, Fernando; Hernández, Rosaura; Jarquín, María Teresa, y Mino-Grijalva, Manuel (1987). *Breve historia del Estado de México*. El Colegio Mexiquense/Gobierno del Estado de México, 320pp.

Tortolero-Villaseñor, Alejandro (1998), *De la coa a la máquina de vapor. Actividad agrícola e innovación tecnológica en las haciendas mexicanas: 1880-1914*. Siglo XXI, 412pp.

Editora asociada: Esperanza Tuñón Pablos

Recibido: 20 mayo 2022

Aceptado: 30 septiembre 2022