

## 14. HISTORIAS DE PLANTAS (III): LA HISTORIA DEL CENTENO

---

*José Miguel Coletto Martínez  
Teresa Bartolomé García  
Rocío Velázquez Otero*

### 1. INTRODUCCIÓN

En esta tercera entrega de historias de plantas repasamos algunos de los acontecimientos que tienen como protagonista a uno de los cereales más injustamente tratados por la historia. Se trata del centeno. A pesar de ser, junto con las diferentes especies de trigos y de cebadas, uno de los primeros vegetales domesticados por el hombre, fue pronto minusvalorado por el color oscuro de su harina. Apartado, casi desde el principio, de las líneas de mejora, tuvo que utilizar hábiles argucias para competir con el trigo. Para ello se camufló de “impureza del trigo”, “mala hierba compañera”, “simple mala hierba” y “cultivo secundario”, antes de alcanzar el estatuto de “planta cultivada” de pleno derecho. A pesar de este injusto trato, su mejor adaptación que el trigo, a los suelos pobres y climas fríos le permitió convertirse en esencial para el mantenimiento de la riqueza agrícola de los estados que se iban formando en el centro y norte de Europa, desde el siglo V hasta el siglo XIX, siendo allí, casi el único recurso para la obtención de hidratos de carbono para la alimentación de la población campesina, hasta la implantación y expansión del cultivo de la patata.

Alógamo total y golfo él, su polen acabó, eso sí, con ayuda asistida, fecundando los óvulos de su competidor el trigo. *Triticale* llamaron al mestizo que resultó beneficiado de la productividad y calidad harino-panadera, de *Triticum* y de la rusticidad de *Secale*, estando considerado como el cereal del futuro para determinados ambientes.

Aliado con su patógeno más famoso, el cornezuelo, fue protagonista de horribles y alucinantes historias, imputándosele un papel esencial, aunque involuntario e inocente, en las causas que condujeron a la ejecución de las Brujas de Salem. Paradójicamente, el estudio del mal que la asociación diabólica centeno-cornezuelo causaba, llevó al descubrimiento de un elenco de medicamentos esenciales en el tratamiento de algunas enfermedades mentales, del Parkinson y de las migrañas, entre otras.

### 2. SOBRE EL ORIGEN DEL CENTENO (*SECALE CEREALE L.*)

Podemos considerar que el primer botánico que especuló sobre el origen de las plantas cultivadas, aplicando el método científico moderno, fue Alphonse Louis Pierre Pyrame De Candolle (1806-1893). Los criterios de De Candolle, expuestos en su obra “*Origine des plantes cultivées*” (1882), se consideran, salvando las distancias que marcan los medios informáticos y

biotecnológicos de la actualidad, como muy aceptables para los genetistas vegetales modernos. El primer criterio es que exista la planta en la zona de origen que se le atribuye; el segundo que se encuentren restos arqueológicos o paleontológicos de la especie y el tercero que la historia y la lengua confirmen las consecuencias obtenidas por los procedimientos anteriores.

La bondad del método De Candolle la confirma el hecho de que dedujo acertadamente los orígenes de 244 especies cultivadas de las 247 que estudió, entre ellos los de la mayoría de los denominados cereales de otoño-invierno entre los que se encuentran las formas primitivas de trigo (*Triticum spp.*) que, como vamos a ver más adelante, han evolucionado conjuntamente con el centeno.

Sin embargo, el científico cuyos trabajos tuvieron mayor repercusión fue Nikolai Ivanovitch Vavilov. A lo largo de su corta pero azarosa vida (1887-1943) Vavilov consiguió, entre 1920 y 1940, reunir más de 300.000 muestras de 700 especies cultivadas que se mantenían en colecciones vivas y, al estudiarlas, observó que una parte importante de la variabilidad de cada especie aparecía concentrada en una, o muy pocas regiones del mundo. Denominó a estas regiones como Centros de Origen de la especie considerada.

Cubero Salmerón (2014) aclara lo que Vavilov entendía por variabilidad. No se trata solo de que abunden muchas formas diferentes de una especie sino que esas formas sean endémicas; es decir, que no existan nada más que en el hipotético centro de origen de la especie. Así aclara “la existencia de muchas formas de trigo en la Península Ibérica no la califica como centro de origen de esta especie que está en el Próximo Oriente donde sí abundan las formas endémicas”. En cualquier caso, los criterios de De Candolle, los trabajos de Vavilov y otros más modernos, basados en la aplicación de las nuevas tecnologías, permiten establecer que el origen de los llamados cereales de otoño-invierno (todas las especies de trigo, avenas, cebadas y centenos) se sitúa en el Próximo Oriente (de Egipto al Cáucaso y Persia), no pudiendo, dentro de esta zona, precisarse la región exacta aunque bien pudiera ser, como apunta López Bellido (1991), Asia Menor.

Los restos arqueológicos, a los que aludía De Candolle, como uno de los criterios para determinar el centro de origen de una planta, avalan la existencia de cereales recolectados por el hombre, procedentes de especies silvestres, o quizás fruto de una protoagricultura rudimentaria, en Palestina en épocas tan tempranas como 7000 a 8500 a.C. Las especies identificadas pertenecen a trigos silvestres como *Triticum boeoticum* y cebadas silvestres como *Hordeum spontaneum* (Van Zeist y Baker-Heeres, 1986; Buxó, 1992).

Muchas otras excavaciones realizadas durante el siglo pasado —que sería muy prolijo y quizás cansado para el lector enumerar— indican que las primeras plantas domesticadas por el hombre fueron los cereales llamados de otoño-invierno y que esta domesticación, y primera selección genética no espontánea, se hizo en lugares donde existía una gran variabilidad natural de estas especies.

Curiosamente, casi ninguno de los investigadores, que realizaron sus trabajos en Oriente Próximo, en el pasado siglo, hace alusión directa al centeno. Refieren citas numerosas de formas de *Triticum* y *Hordeum*, algunas de *Avena* y rarísima vez de *Secale*. Parece como si el centeno no hubiera tenido interés para los primeros agricultores o que no abundara, ni en cantidad ni en variedad, en su hipotética zona de origen.

Una explicación a esta ausencia de referencias puede estar en que las excavaciones anteriores al año 2000, adolecían de los recursos que las nuevas tecnologías han puesto a disposición de los investigadores actuales. Particularmente indicaría los avances en la precisión de la

datación de restos arqueológicos, a través del radiocarbono C-14 y otras técnicas, y los contrastes moleculares para el estudio de la proximidad genética entre taxones, variedades y especies que han sustituido a las descripciones morfológicas, como señala Maroto (2014).

Actualmente se tiene la seguridad de la proximidad genética de los géneros *Triticum* y *Secale*, ambos pertenecientes a la tribu *Triticinae*, y considerando que las plantas y los granos de las especies de estos géneros son morfológicamente muy parecidos —especialmente cuando comparamos el centeno con las formas silvestre o cultivares primitivos de *Triticum*— parece probable que los primeros agricultores, que utilizaban mezcla de cereales como semillas, incluyeran en ellas una proporción más o menos grande de centeno.

Por no abundar más en el tema, citamos como última evidencia que las excavaciones realizadas por el CSIC en yacimientos arqueológicos próximos a Homs, en Siria centro-occidental y en Sweida, en el sur de Siria —desgraciadamente estas excavaciones están prácticamente suspendidas por la guerra— confirman que “*el trigo, la cebada y el centeno fueron las primeras especies de cereales cultivadas por el hombre*” (CSIC.RD, 2010). Veremos más adelante que esta afirmación necesita de una matización.

Faltaba para definir claramente el origen de *Secale cereale*, según el criterio de Vavilov, la constatación de la existencia de variabilidad genética, mejor dicho de endemismos de la especie, en la zona y, según De Candolle, la presencia de indicios históricos, ya comentados en este artículo, y lingüísticos.

Respecto a la variabilidad genética hay que comentar la existencia de muchas especies del género *Secale* entre las que destacan dos que diferentes autores señalan como antecesores silvestres del centeno cultivado. Son *Secale Montanu*. Guss, que es una planta perenne, considerada pratense o mala hierba, cuando crece entre los cultivos, y *Secale ancestrale var. Dighoricum*. Ivanov and Yakolev, que es todavía cultivada en algunas zonas remotas de Afganistán.

En lo que respecta a los indicios lingüísticos, ya existía un vocablo específico para referirse al centeno entre los pueblos indoeuropeos que habitaban las zonas centrales de Asia 4000 a 5000 años antes de Cristo. Así lo confirman las investigaciones llevadas a cabo por numerosos lingüistas como Gamkrelidze y Vjaceslav (1995), Cavalli-Sforza (1997), Mallory y Adams (2006) y Clackson (2007). En protoindoeuropeo el centeno se denominaría *urughya* con corrupciones que son sinónimos como: *it rugys*; *ruroz*; *non rugr* y *en rye*. De ahí habrían derivado los actuales vocablos *rye* en inglés y *roggen* en alemán.

Con ello, queda demostrado el origen de nuestro cereal y ahora nos concentraremos en los diversos papeles que le tocó representar y el apasionante viaje que realizó por amplias zonas de Eurasia.

### 3. SOBRE LOS DIFERENTES PAPELES QUE LE TOCÓ REPRESENTAR AL CENTENO

Comentamos anteriormente que la afirmación “*el centeno, junto al trigo y la cebada fue una de las primeras especies de cereales cultivadas por el hombre*” necesitaba una matización. Probablemente sería más exacto decir que “*el centeno fue una de las primeras especies de cereales aprovechadas por el hombre*”. A continuación aclararemos este matiz.

Cuando se evolucionó de la fase puramente recolectora a la agricultura, el hombre debió de emplear como simientes una mezcla de cereales. Previamente había comprobado que los granos enteros eran más indigestos que la sémola y había aprendido a separar parte de la cubierta de los granos —probablemente no toda, sino la parte que mejor se desprende— mediante procedimientos rústicos, machacando los granos con piedra y aventándolos luego. Es posible que una mezcla de estos cereales, previamente humedecidos —lo que pudieran ser unas primitivas gachas— quedaran accidentalmente cerca de un fuego y adquirieran una consistencia sólida transformándose en el primer pan ácimo (cocido sin levaduras) e integral de la historia (Mcgee, 2004). Este procedimiento podía encontrarse aún, en el siglo pasado, en algunas tribus africanas (Belderok et al., 1958). Para Dorwin (2008), el pan primigenio, elaborado con variedades antiguas de cebada, debió ser uno de los primeros alimentos elaborados en la historia de la humanidad.

También de forma accidental, alguna masa de granos humedecidos, que hubieran iniciado su germinación, fue secada y molida antes de fabricar el pan. El resultado fue un producto más sabroso y esponjoso. Fueron los sumerios los primeros en aplicar esta forma de panificación 6000 años antes de Cristo (Belderok et al., 1958). En cualquier caso parece que este procedimiento de elaboración de pan fermentado llegó a Egipto (Tannahill, 1998), donde se perfeccionó la técnica hasta que adquirió una forma muy parecida a la actual.

Los primitivos panes sin fermentar se fabricaban con una mezcla de cereales, especialmente especies primitivas de trigos y cebadas, en la que podría haber también cantidades menores de avena y centeno. Sin embargo, para la fabricación de panes fermentados los cereales mejores son el trigo y el centeno que son los que tienen un contenido de gluten superior al 12%, necesario para impedir que escapen los gases de la fermentación. Aunque el almidón también es capaz de atrapar estos gases, lo hace con una pérdida mayor que el gluten, de manera que para Jacob y Reinhart (2007), la elaboración del primer pan fermentado debió de tener lugar cuando el hombre comenzó a utilizar trigo y centeno como materia prima. Y debido a esta peculiaridad comenzó la historia primitiva del centeno, inmersa en la protohistoria de la humanidad, que le llevaría por toda Eurasia representando papeles diferentes, según convenía a su existencia. ¡Que lo primero es persistir!

Los genetistas y mejoradores de plantas anglosajones suelen poner al centeno (*Secale cereale* L.) como ejemplo de transmutación pacífica y paulatina de una planta silvestre a cultivada, de cuyo devenir se tiene constancia documental en tiempos históricos. Es verdad que la domesticación de plantas silvestres, fuera del periodo protohistórico, puede considerarse como un proceso más o menos continuo, pero también es cierto que después de la invasión de los llamados pueblos bárbaros, el interés por obtener nuevas obtenciones vegetales se adormece, hasta que las civilizaciones orientales, primero la bizantina y después la árabe, resucitan, en el vetusto mundo europeo occidental, el interés por nuevos productos.

Ya hemos indicado que el trigo, mezclado con alguna proporción de centeno, debió ser la base de los panes fermentados primitivos. Es sabido que el centeno tiene menos gluten que el trigo por lo que origina panes más compactos que crecen menos en la cocción. Esta peculiaridad, y el hecho de ser un pan negro, provocó cierto rechazo en las sociedades antiguas que progresivamente fueron eliminando al centeno como materia prima en la elaboración del pan. La mejora de la aptitud panificable, experimentada en las variedades de *Triticum* contribuyó también a esta eliminación de *Secale*.

De esta forma, en apenas tres milenios el centeno pasó del estatus de *planta silvestre* a *planta cultivada* para concluir en cultivo secundario, incluso en mala hierba del trigo. Esta transmutación merece una aclaración, no sólo semántica, sino también desde el punto de vista de los mejoradores vegetales.

Para Cubero (2014) la domesticación supone un cambio en la arquitectura de la planta que afecta entre otros aspectos a la pérdida del periodo de latencia de las semillas, a la adquisición de indehiscencia por parte de frutos y semillas y al aumento del número y tamaño de las inflorescencias.

El centeno, junto con los demás cereales cultivados, sufrió esa conversión adquiriendo, de forma inequívoca el estatus de planta cultivada.

En las zonas de origen de las plantas cultivadas existen otras fuentes de genes que son las plantas silvestres, de las que se obtuvieron las cultivadas, y los cruzamientos entre ellas son bastante frecuentes dando lugar a híbridos que poseen genes domesticados y genes silvestres. Estos híbridos son formas desconocidas en la naturaleza, adaptadas al medio agrícola, pero que conservan algunos de los atributos silvestres como la dehiscencia, latencia y tamaño pequeño de las semillas y frutos, que las hacen temibles como competidoras de la planta cultivada e inútiles, dadas las características indicadas anteriormente, para su aprovechamiento económico. Cubero (2014) las denomina “malas hierbas compañeras”. Al principio, antes de tener constancia de la domesticación previa del centeno, algunos autores consideraron que *Secale* podría ser una “mala hierba compañera” de *Triticum*. Algo parecido al llamado arroz silvestre con respecto al arroz cultivado.

Para López Bellido (1991), el centeno no debuta en la historia de la humanidad como cultivo sino como “mala hierba” —no una mala hierba compañera, papel que casi nadie defiende hoy después de las últimas investigaciones— que crece junto a los cultivos de trigo y cebada, a los que va invadiendo progresivamente, sobre todo en zonas de climas fríos y suelos pobres. En estas zonas va apoderándose de las parcelas en las que va conformándose mediante selección de plantas cuyas espigas tienen raquis no quebradizo.

Behre (1992) manifiesta que *Secale* migra a Europa desde Anatolia, en el neolítico y en el periodo comprendido entre las edades del Bronce y del Hierro, cambia su papel de silvestre a cultivada.

Cubero (2014) sostiene el papel de “cultivo secundario” del centeno. Indica que los primeros agricultores no eran muy exigentes con la pureza de sus cultivos, de manera que los primeros trigos estarían mezclados entre sí y también con otras gramíneas. Al fin y al cabo todo era alimento. Una de las impurezas del trigo era el centeno, muy parecido a él, sobre todo en los tipos primitivos. Coexistían en la zona de origen y así, mezclados, emigraron a otras zonas llevados por los primeros colonos agrícolas. Cuando el trigo, con impurezas de centeno, fue sembrado en zonas poco calizas y frías, lo que sucedió al penetrar en las estepas asiáticas o al ascender en las montañas centroeuropeas, sin que el hombre se apercibiera, fue recogiendo cada vez más cantidad de centeno que de trigo hasta que al final quedó en sus manos una nueva especie domesticada sin haberlo intentado. En este sentido, el trigo es un “cultivo primario” mientras que el centeno sería un “cultivo secundario”.

“Planta silvestre”, “Mala hierba compañera”, “Mala hierba”, “Planta cultivada”, y “Cultivo secundario”. He aquí los papeles del centeno.

#### 4. DE VIAJE POR EURASIA HASTA LA PENÍNSULA IBÉRICA, DESDE EL NEOLÍTICO HASTA LA EDAD MEDIA

A partir de su zona de origen, en el Próximo Oriente, probablemente ya domesticado pero como impureza del trigo, de la mano de las civilizaciones Indoeuropeas, el centeno se consolidó como cultivo en el Turquestán 3000 años antes de Cristo (López Bellido, 1991), extendiéndose hacia el norte y oeste de Europa entre la Edad del Bronce y la del Hierro. Parece que su expansión hacia el oeste siguió el curso del Danubio hasta Centroeuropa llegando asimismo, a la Península Itálica y al norte de los Balcanes. Hacia el norte, desde Anatolia pasó a Rusia llegando hasta el Báltico. También desde el Próximo Oriente, el centeno llegó a las estepas centrales de Asia y Siberia.

Aunque los romanos preferían el pan blanco de trigo al oscuro de centeno –que además crecía menos y era menos esponjoso– observaron que en algunas regiones del imperio el cultivo del centeno prosperaba mejor y su sentido pragmático les llevó a implantarlo a gran escala, durante los siglos I y II d.C., en el Valle del Po, Grecia y Macedonia.

Según García Quintela (1999), en las regiones del imperio romano que quedaban fuera del ámbito mediterráneo, el cultivo del trigo era simultaneado por el de la cebada y, al final del imperio, por el centeno. En los campamentos del *limes* germano se han atestiguado hasta ocho clases de cereales consumidos por los legionarios romanos entre los que figura el centeno (Menéndez Argüin, 2002).

Catón (siglo II) en su obra *De agricultura* describe un dulce llamado *placenta* en el que empleaba harina de centeno y de trigo.

En las zonas meridionales del imperio el cultivo del centeno debió tener una expansión muy limitada. Behre (1992) indica que de acuerdo con la información arqueobotánica e histórica, el cultivo del centeno se introdujo tímidamente en los países meridionales de Europa, al final del imperio romano, no alcanzando importancia hasta la Edad Media, cuando se extiende por todos los territorios fríos de Europa, incluido el noroeste ibérico.

Desde luego, los llamados pueblos bárbaros del norte, que acosaban al imperio romano a finales del siglo IV y comienzos del siglo V, preferían el centeno al trigo. Basta para convenirse de ello, detenerse en los términos en los que se firmó el tratado de paz entre el rey de los godos Valia y el emperador Honorio. Pero eso nos lleva a recordar previamente la figura de Gala Placidia que fue la protagonista principal de este tratado.

Gala Placidia nació en Constantinopla, hija del emperador Teodosio I el Grande y de su segunda esposa Gala. Las intrigas dentro de la corte oriental alejaron a la joven Gala Placidia –que no debería tener más de dos o tres años, pero que ostentaba el título de Nobilísima, que le permitía transmitir la dignidad imperial– de Constantinopla hasta Milán, donde residía a la sazón Teodosio. Milán había ido poco a poco desplazando a Roma como capital del imperio debido a la decadencia de esta última y a la necesidad que tenían los emperadores de estar próximos a las fronteras del norte para contener el avance de los bárbaros. Cuando Teodosio muere en el año 395 y divide el imperio entre Honorio (Occidente) y Arcadio (Oriente), Gala Placidia queda al cuidado de Serena, mujer de Estilicón, que tenía planes para vincular a la familia imperial con su propia familia para conseguir un heredero que pudiera optar a la dignidad imperial. A partir de entonces, reside alternativamente entre Milán y Roma y fue cerca de esta

ciudad donde fue hecha prisionera por los visigodos de Alarico en 410, cuando Gala debería tener veinte años de edad aproximadamente.

Su belleza y la posibilidad de transmitir la dignidad imperial no pasó desapercibida para Ataulfo, sucesor de Alarico, que la hizo su esposa en 414, en Narbona, aunque parece que entre ellos hubo una apasionada historia de amor iniciada años antes. Al año siguiente Ataulfo muere apuñalado por el criado de un noble al que había mandado azotar y parece que, en el lecho de muerte, ordenó que se devolviera a Gala Placidia a los romanos. Siguiendo las órdenes del difunto, Valia, sucesor a su vez de Ataulfo, negoció con Honorio su liberación en un tratado que comentaremos a continuación porque ahora nos urge terminar con la historia de nuestra protagonista.

Una vez liberada, su hermano, el emperador Honorio, la obliga a casarse con Flavio Constancio que llegaría a convertirse, en 421, en coemperador del Imperio Romano de Occidente, con el título de Constancio III, junto a Honorio, dignidad que le duró poco ya que murió unos meses después de su entronización.

A partir de la muerte de Constancio III, las cosas fueron de mal en peor para Gala Placidia. Fue acusada de connivencia con los visigodos para destronar a Honorio y desterrada de Rávena, donde residía, primero a Roma y después a Constantinopla. Al morir Honorio en 423, Gala Placidia consiguió que su hijo fuera proclamado, con solo seis años de edad, emperador del Imperio Romano de Occidente, gobernando como regente hasta el año 437. Parece que no fue mala gobernante, teniendo en cuenta el ambiente de decadencia y falta de recursos del imperio, consiguiendo retrasar o mitigar mediante acuerdos, los efectos de las invasiones bárbaras. Su apasionante vida debió concluir en torno al año 450.

Pero volvamos al tratado de paz que supuso la liberación de Gala Placidia, porque el lector se estará preguntando qué tiene que ver la historia de esta patricia romana con el centeno. En dicho tratado, además de la liberación de Gala, se acordó la ayuda de los visigodos para contener las invasiones bárbaras de Hispania —ya saben que ayudaron pero al final se acabaron quedando— y como contrapartida, Roma suministraría a los visigodos seiscientos mil medidas de centeno (Gibbon, 1843).

Las seiscientos mil medidas (modius) equivaldrían a:  $600.000 \text{ modius} \times 8,75 \text{ litro/modius} \times 0,77 \text{ kg/litro} \times 10^{-3} \text{ t/kg} = 4.042,5 \text{ t}$ , lo que representaría la producción de entre siete mil y diez mil hectáreas de la época.

Resalto aquí, la preferencia de los bárbaros por el centeno, frente al trigo, y la existencia de importantes reservas de este cereal en los graneros del imperio.

En lo que respecta a la Península Ibérica, el centeno debió llegar de manos de los invasores neolíticos pero, como hemos indicado anteriormente, tuvo una expansión limitada, incluso en las zonas más frías. Algunas de las referencias más antiguas, según señala Bodelón (1995) se deben a Estrabón. Literalmente dice así: *“Los montañeses del norte de Iberia viven dos terceras partes del año de la bellota como alimento fundamental. El resto del año viven de castañas y de pan de escanda y centeno”*. Pastor (1977) señala que los astures cultivan centeno, escanda y mijo pero no trigo normal ya que el pan lo hacen de bellotas que secan al sol.

Bodelón (1995) afirma que los astures augustanos conocían la cebada, el mijo, el trigo y el centeno, antes de la llegada de los romanos, aportando evidencias arqueológicas. Concretamente, en el caso del centeno, se han encontrado representaciones en cerámicas en Castelo de

Faria, originarias de la Edad de Bronce. También afirma el mismo autor que con la llegada de Roma el cultivo del centeno experimentó gran impulso en algunas zonas concretas del norte de la Península Ibérica.

## 5. EL CENTENO EN LAS EDADES MEDIA Y MODERNA. EL FUEGO DE SAN ANTÓN

Con la invasión de los pueblos bárbaros se inicia históricamente la edad media durante la cual, en su primera etapa se produce una fusión de ambas culturas. En Hispania, la forma de organización romana, superior en muchos aspectos a la de los pueblos bárbaros, prevalece favorecida además por el contundente balance demográfico: seis millones de habitantes de población hispanorromana frente a unos doscientos mil invasores bárbaros en la oleada del año 409, compuesta por vándalos asdingos y silingos, suevos y alanos según Tuñón de Lara (1988). La invasión posterior de un número indeterminado de visigodos, que probablemente no superaran los doscientos mil y estaban ya muy romanizados, no afecta significativamente a lo comentado anteriormente.

No obstante, algunas costumbres bárbaras acaban arraigando en la nueva sociedad, entre ellas las culinarias. Según Bello Gutiérrez (2012), los pueblos bárbaros aportaron su elemental culinaria que tenía como excipiente básico el unto de cerdo, el centeno como cereal y la cerveza e hidromiel.

Castanyer y Tremoleda (2006) refiriéndose a las excavaciones en la villa de Vilauba (Gerona), correspondientes a la época visigoda, señalan: “*Las influencias del cultivo de los cereales, trigo y cebada, a los que debemos añadir el centeno y el mijo y eventualmente la avena, conlleva la presencia de plantas adventicias que debemos considerar malas hierbas*”.

Para Hernández Bermejo y García Sánchez (2000), en los cereales cultivados en la España visigótica se aprecia una componente autóctona de especies silvestres de cebada y avena y una componente alóctona de especies de trigos (*Triticum spp.*), cebada (*Hordeum vulgare*), centeno (*Secale cereale*) y mijos y panizos (*Sorghum vulgare*, *Panicum miliaceum*, y *Setaria spp.*).

A partir de 711, la invasión musulmana provocaría una gran conmoción en la agricultura de la Península Ibérica. La civilización árabe mejoró los sistemas de regadíos e introdujo y extendió los cultivos de nuevas especies como el azafrán, la berenjena, el pepino, el arroz, la caña de azúcar, los cítricos y la morera, según refiere Abu Zacarías en el siglo XII (Cit. Coletto, 2004).

Esta gran diversidad botánica e intensificación de los cultivos contrasta con la trilogía (carne-trigo-vino) típica de la agricultura extensiva practicada en los incipientes reinos cristianos, que se prolongaría prácticamente por toda la edad media según refiere Alonso de Herrera en su Tratado de Agricultura (1513). Este autor utiliza al trigo para representar el término correspondiente al cereal en esta trilogía, por lo que cabe deducir que la expansión de la reconquista hacia las zonas más fértiles de Castilla había supuesto la práctica desaparición del centeno como materia prima principal en la elaboración del pan.

En las áreas ocupadas por los musulmanes el centeno prácticamente no se conocía como cultivo. Así parece deducirse porque en el índice de especies identificadas por Ibn Bassal (siglo



XI) actualizado y modificado por García Sánchez y Hernández Bermejo, no figura este cereal, a pesar de que se relacionan más de 170 especies de plantas.

No obstante lo anteriormente indicado, el centeno debía de seguir siendo el principal cereal panificable en las zonas montañosas de clima templado del norte de la península (Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y área pirenaica). Así se deduce de los documentos referentes a los tributos a pagar a los monasterios lebaniegos durante el reinado de Fernando III el Santo, durante el siglo XIII. Veán el siguiente extracto del Libro Becerro de las Behetrías recogido en el Boletín de la R.A. de la Historia: *“Dan cada año al dicho Don Tello (Abad) los sus vassallos por infurción, seys fanegas de centeno e nueve maravedís. Et a los fijos de Fernando Díaz (Duque) por infurción, los sus vassallos, dos fanegas de centeno e seys dineros. Et al abbat (de Aguilar) un vassallo que y ha quel da de infurción una fanega de centeno”*. El libro está lleno de citas que indican, sin género de duda, que el centeno era el cereal predominante en la zona.

Y tenía mérito seguir consumiendo centeno porque a través del camino de Santiago ya habían llegado a España noticias de la enfermedad denominada Fuego de San Antonio, mas tarde definida como ergotismo, ocasionada por la ingestión más o menos prolongada del centeno contaminado por el hongo *Claviceps purpurea*, vulgarmente conocido como Cornezuelo. Claro que el origen de esta enfermedad entonces no se conocía muy bien. San Antonio o San Antón, era el santo protector de las enfermedades al que recurrían los afectados de ergotismo y la referencia al fuego podría hacer alusión a la fiebre extraordinariamente alta con la que cursaba la enfermedad ya fuera en su versión convulsiva (aguda) o gangrenosa (crónica), ambas con una mortalidad muy alta en la época.

Lo cierto es que los enfermos, probablemente debido a la altísima fiebre, sobre todo en la versión convulsiva, y al efecto de las toxinas, sufrían de espasmódicas convulsiones y horribles alucinaciones como narraban algunos de los escasos supervivientes. En efecto, como se descubrió más tarde, la ergotina está químicamente muy próxima a la Dietil Amida del Ácido Lisérgico, es decir a la droga denominada LSD, conocida por sus efectos alucinógenos.

Uno de los remedios más eficiente para curar la enfermedad era la peregrinación a Santiago de Compostela. Efectivamente, una vez que los peregrinos atravesaban los Pirineos, sustituían el pan de centeno habitual en Europa por el más popular pan de trigo español. La mejoría se hacía evidente cuando los enfermos llegaban al hospital del monasterio de San Antón de Castrojeriz (Burgos), fundado por Alfonso VII de Castilla a mediados del siglo XII, porque según señala Del Rivero (2003) *“los amorosos cuidados de los frailes antonianos iban acompañados de un producto local: pan de trigo candeal, desprovisto de cornezuelo y cuyos efectos benéficos acompañaban a todos los que hacían el camino”*. Es evidente que, en plena meseta castellana, una vez superadas las zonas montañosas del norte de España, el cultivo del centeno desaparecía sustituido por el del trigo, con cuya harina elaboraban un excelente pan candeal los frailes de Castrojeriz.

Laín Entralgo (1984) achaca a dos razones el fulgurante progreso de la enfermedad del ergotismo: en primer lugar que el centeno se recogiese y almacenase en condiciones de gran humedad y, en segundo lugar que el consumo de pan de centeno hubiera aumentado ante el encarecimiento notable del trigo. Debido a esta última razón, la enfermedad afectó en mayor proporción a las clases deprimidas, como señala Morán Suárez (1996).

Respecto a la primera razón argüida por Laín, es cierto que durante la Edad Media hubo amplios periodos de anomalías climáticas como son el Óptimo Climático Medieval que comenzó a finales del siglo X y terminó en el siglo XIV, y la Pequeña Edad de Hielo Medieval que comenzó en el siglo XV y finalizó a comienzos del siglo XIX (Bradley, 2003). Durante el periodo cálido, el aumento de la temperatura provocaría una mayor evaporación del agua en los mares y por lo tanto una mayor pluviometría. Probablemente, fuera del ámbito mediterráneo, la cosecha de cereales y su posterior almacenamiento se harían en condiciones de alta humedad, con meses de julio y agosto muy lluviosos, que favorecen el crecimiento de los hongos, como el del cornezuelo.

El ergotismo fue uno de los primeros casos documentados, de la historia de la humanidad, de intoxicación masiva por micotoxinas producidas por patógenos de las plantas y fue un anticipo de las grandes epidemias que asolaron la Europa Medieval, entre las que la peste negra ocupa un lugar de privilegio (Coletto, 2014).

A finales de la edad media y durante la edad moderna, el hombre aprendió a utilizar, de forma más o menos controlada el efecto alucinógeno de la ergotina. En algunos casos con el pretexto o el ánimo bien intencionado de curar determinadas enfermedades pero en otros casos, la ingestión del cornezuelo era una práctica de los rituales de brujería. Claro que otras veces, los signos de la enfermedad del ergotismo podían interpretarse, en la rigurosa y cruel sociedad de las edades media y moderna, como una posesión diabólica o embrujamiento.

En un interesante artículo sobre el cornezuelo del centeno, Illana (2009) relaciona cronológicamente las epidemias de ergotismo con los episodios de persecuciones por brujería. Está demostrado que era bastante frecuente el suministro intencionado de cornezuelo para provocar alucinaciones y dependencia de la droga, lo que suponía una pérdida de voluntad del drogodependiente –que con este término tan moderno pero preciso en estos casos, hay que denominarlo– y su manejo interesado por parte del brujo o de la bruja.

No obstante lo anterior, en la mayoría de los casos, las personas acusadas de brujería no serían sino unas víctimas del consumo accidental e inocente de pan de centeno acornezuelado. El extraño comportamiento de estas personas, sus alucinaciones y convulsiones llevaron a las autoridades a acusarlos de brujería y pactos con el diablo. Tal podría ser el caso de las brujas de Salem –ciudad de Estados Unidos, en el actual estado de Massachussets– donde en 1692, dieciocho personas, la mayoría mujeres adolescentes, pero también algunos hombres, fueron condenados a la horca. Según Caporal (1976) el consumo de pan con cornezuelo podría haber producido trastornos psicológicos que habrían sido interpretados como actos demoníacos.

## **6. EL CENTENO EN LA EDAD CONTEMPORÁNEA: BUSCANDO PAREJA Y CULTIVANDO ERGOTINA**

El centeno llegaría a América de la mano de los conquistadores españoles y portugueses pero en las zonas cálidas de expansión de la colonización iberoamericana era poco competitivo frente al maíz o al trigo y no prosperó. Incluso en las zonas más frías de Sudamérica su cultivo es bastante reciente. Opazo (1932) señala que fue introducido en Chile por las colonias alemanas que se asentaron en el centro y sur del país a lo largo del siglo XIX. Más éxito y tem-

prana implantación tuvo sin duda en América del Norte como lo atestigua el episodio relatado anteriormente de las brujas de Salem pero durante muchos años el centeno ha sido un cereal típico del norte de Europa y de las regiones más septentrionales de la Rusia asiática. Semjonow señalaba en 1940, “*El centeno es más sedentario que el trigo; es un habitante del Mundo Antiguo y pocos se avienen con él las colonias ultramarinas. Es el cereal del norte, resiste los fríos más intensos con tal que una capa de nieve cubra la planta en embrión. Es mucho menos exigente que el trigo, pues prospera en suelos donde éste sucumbiría; por ejemplo en un suelo pantanoso ácido.*” Seguía Semjonow comentando los principales países productores que eran los mismos que en la actualidad (Rusia, Alemania y Polonia) y la competencia establecida con el trigo que desplazaba al centeno de los mejores suelos, impidiéndole que expresara su máxima capacidad productiva, debido a la mayor demanda de pan blanco por la cada vez más numerosa población de las ciudades. Atribuía el fracaso de la agricultura soviética al empecinamiento del gobierno en obligar a los agricultores a sembrar más trigo que centeno comentando, “*lo único que se consigue es que el pueblo no pueda saciarse de pan negro ni de pan blanco*”. Exaltaba el papel del centeno en la cohesión y consolidación de los grandes imperios centrales y septentrionales de Europa de esta manera: “*Lo mismo en Alemania que en Rusia el pan negro y pesado y no el blanco y ligero ha sido el que ha contribuido a la unión y a la concordia del país. Bismarck se apoyó sobre la tierra de centeno de Prusia; Pedro el Grande lo hizo sobre el país de centeno que es la Gran Rusia, e incluso la monarquía de los Habsburgo encontró su elemento aglutinante en Austria, a su vez país de centeno. A pesar de ser la ciudad de Viena famosa por sus tostados bollos de pan blanco, siempre los austriacos han comido más pan de centeno que de trigo. La vieja Austria producía el primero de estos cereales en proporción doble que el segundo*”.

Estaba claro que el centeno y el trigo eran cereales que podían complementarse, el primero pondría la rusticidad y el valor biológico de sus proteínas, el segundo la calidad de su harina, mas rica en gluten y adaptada a los gustos de los habitantes de las ciudades. Además, como cereal principal, el trigo partía con la ventaja de haber sido objeto de una mejora más intensa que había incrementado extraordinariamente su productividad en áreas con condicionamientos ecológicos favorables.

Y los genetistas pensaron que *Triticum* y *Secale* podrían ser pareja. Es verdad que a las muy autógamas flores del trigo le costaba mucho fecundarse con polen de otra flores, no ya de la misma especie o variedad sino incluso de la misma planta, pero también que el muy alógamo centeno era capaz de superar a veces, estas barreras. Wilson (cit. Varughese et al, 1987) había descrito estos híbridos en 1875, constatando además que eran estériles y no producían semillas, debido a que el número diferente de cromosomas de los parentales producía una descendencia haploide. El primer triticales fértil fue creado, de manera casi accidental, por Ripau en 1891 pero no fue hasta 1937, con el descubrimiento de la colchicina –sustancia que tenía la propiedad de duplicar los cromosomas de las células– cuando la investigación progresó. Así la planta heterocigótica tratada con colchicina se convertía en homocigótica y fértil.

Desde entonces, se han realizado múltiples cruzamientos entre trigos panificables (*T. aestivum* L.) o duros (*T. turgidum* L. subp. *Durum* (Desf.) Husn.), que actuaban como madres, y *Secale cereale* L. que actuaba siempre como padre aportando el polen.

A partir de 1960, el triticales (*x Triticosecale* Wittmack), que así se llama la nueva especie, se benefició de los planes de mejora financiados por la Fundación Rockefeller dentro del

Proyecto Internacional de Mejora del Trigo, liderado por el CIMMYT, que han aportado al triticale, productividad, calidad harino-panadera, versatilidad y estabilidad genética, estando considerado como el cereal del futuro para determinados ambientes.

Una aportación española a la obtención de triticales fue la obtención de la variedad comercial “*Cachirulo*” por parte del Catedrático de Genética de la Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid, Enrique Sanchez-Monge, en el año 1968. Con posterioridad destacan, entre otras, las investigaciones llevadas a cabo en la finca La Orden del CICYTEX de la Junta de Extremadura que han permitido lanzar un elenco de variedades de triticales, adaptadas a los condicionamientos edafo-climáticos de Extremadura de doble aptitud para grano y producción de forrajes.

Otro aspecto del cultivo del centeno no está relacionado propiamente con la producción de alimentos sino con la obtención de fármacos a partir del cornezuelo que ocasionalmente lo infecta. Ya nos hemos referido al empleo que hacían curanderos y brujos del centeno acornezuelado en las edades media y moderna.

Durante el siglo XIX, la investigación sobre las virtudes que el empleo de dosis ajustadas de alcaloides obtenidos del cornezuelo podría tener en el tratamiento de determinadas enfermedades había progresado mucho. Así, el farmacéutico y químico Bonjean (1850) aconseja “*el empleo de la ergotina en las hemorragias de toda clase, ciertos flujos y afecciones de la matriz*”.

Hacemos a continuación un breve resumen de los acontecimientos más relevantes del uso farmacéutico de derivados obtenidos del cornezuelo, durante el siglo XX, basándonos esencialmente en lo referidos por Raviña (2008) en su obra dedicada a la evolución histórica de los fármacos.

En 1905, el grupo de investigación liderado por Berger, aisló un complejo llamado ergotoxina con propiedades andrenolíticas y, más tarde, (1909) las sustancias conocidas como histamina y tiramina. En 1918, Stoll, que trabajaba en los laboratorios Sandoz, de Basilea (Suiza), obtiene ergotamina de uso en obstetricia y medicina interna.

Para no cansar al lector con una relación demasiado prolija, que podría resultar aburrida, de los medicamentos obtenidos con base ergotínica, damos un salto temporal hasta 1943, año en el que Hoffman, durante la elaboración de amidas del ácido lisérgico, obtenido del cornezuelo, sufrió un mareo, seguido de una fase de suave euforia acompañada de agradables sensaciones visuales. De modo inadvertido había ingerido trazas del producto experimental. Probando posteriormente, sirviendo el mismo de cobaya, con dosis que consideraba muy bajas, sufrió un cuadro severo de mareos, sueños y alucinaciones. Lo mismo ocurrió con sus colaboradores de los laboratorios Sandoz que también quisieron experimentar con la ingestión de la sustancia obtenida. Ésta, conocida por las siglas LSD, levantó grandes expectativas sobre su uso en el tratamiento de ciertos trastornos mentales pero su verdadero éxito fue la síntesis clandestina de la misma para el consumo por los integrantes del llamado movimiento hippie.

Actualmente, los derivados de alcaloides del cornezuelo son muy utilizados para el tratamiento de migrañas (metisergida), enfermedad de Parkinson (bromocriptina) y galactorreas (bromocriptina) entre otras.

## 7. LA ANÉCDOTA FINAL. LOS COMIENZOS DE LA EMPRESA FARMACÉUTICA GALLEGA ZELTIA SA

Resulta curioso que parte del éxito inicial de los negocios farmacéuticos del gran empresario gallego José Fernández López se deban precisamente al cornezuelo del centeno. En 1939, tras la escisión del laboratorio Miguel Servet de Vigo, Fernández López funda la empresa Zeltia SA. En el ambiente de economía cerrada de la posguerra había que recurrir, casi exclusivamente, a materias primas nacionales y una de ellas, valiosísima para la obtención de medicamentos, era el cornezuelo del centeno.

La recolección del cornezuelo en los campos de centeno en Galicia y en la provincia de León ya era una práctica habitual. Ángel Luis Fernández en un interesante trabajo de documentación, publicado en [galicia.blogspot.com](http://galicia.blogspot.com), recrea, a través de anuncios en periódicos y reportajes en revistas, la realidad de la producción de cornezuelo desde comienzos del siglo XX hasta finales de la guerra de Corea. Extractamos a continuación parte de esa información.

- Anuncio en prensa en 1902: Bajo el rótulo de “Interesante” decía: *“Se compra cornezuelo, ó sea el grano negro que echa la espiga del centeno. En la Coruña. Alejandro San Martín, Rua Alta 1”*.
- De un reportaje en la revista *American Druggist*, en 1912: *“El ergot de centeno de mayor calidad es el producido en las provincias del noroeste de España. Se envía por barco a Londres desde Vigo o Lisboa y casi todo se consume en estados Unidos”*.
- De un reportaje en prensa lucense, en 1920: *“Debido a la gran demanda de cornezuelo y a causa de la falta de recolección de este producto en Rusia, se paga la libra gallega al fabuloso precio de 15 a 28 pesetas. Esta elevación da lugar a que muchos se dediquen a robar el cornezuelo causando verdaderos destrozos en los sembrados”*.
- De un artículo en la revista *Nature*, en 1940: *“La razón principal de la escasez de cornezuelo no es la guerra actual (se refería a la guerra mundial recién iniciada) sino la Guerra Civil española, puesto que España no ha reanudado la exportación de este valioso artículo para uso médico, descuidado durante la contienda”*.

Los ejemplos anteriores demuestran que el cornezuelo español era muy apreciado y demandado por los mercados mundiales y que en muchas zonas de Galicia, su recolección era mucho más interesante que la del propio centeno.

En estas condiciones de escasez mundial, los productos farmacéuticos elaborados por Zeltia, basados en derivados del cornezuelo, durante las décadas de los cuarenta y cincuenta, del siglo pasado, ayudaron a apuntalar a la empresa y, de rebote, al grupo de empresas de José Fernández López.

Una publicación del Servicio de Fomento de la Producción de Plantas Medicinales del Ministerio de Agricultura, en 1943, resalta la labor de la empresa gallega, al tiempo que anima a los agricultores a producir grano de centeno acornezuelado. Dice así: *“El cornezuelo español es el mejor del mundo por su riqueza en alcaloides y más apreciado en Europa y Estados Unidos. Además de cornezuelo bruto, España exporta ergometrina, gracias a los trabajos de aislamiento y obtención de la misma realizados por el profesor Calvet de los laboratorios de Zeltia en Porriño. La ergometrina se ha exportado a un precio de 110 dolares el gramo por*

lo que se recomienda intensificar la producción de este hongo por el efecto positivo sobre la economía nacional”.

Para los que no lo sepan, José Fernández López es un nombre muy ligado a Extremadura. Fue un abogado y empresario nacido en Galicia, fundador de numerosas sociedades como la indicada Zeltia y su filial Zeltia Agraria, que tuvo fábrica en Mérida, del Matadero Industrial de Mérida (más tarde IFESA y después CARCESA) que llegó a ser el más importante de España, de fábricas de conservas animales y vegetales en Extremadura, de Transfesa –empresa de transporte de ferrocarril, constituida en 1943, en Badajoz, para el transporte, al por mayor de ganados y carnes a las grandes ciudades españolas, en un tiempo de gran carestía de los alimentos– de Corchera Extremeña SA, que llegó a ser el mayor referente mundial en la fabricación de corcho, de plantaciones de frutales en Extremadura, de Pescanova, líder en el sector de congelados de pescado, de Antibióticos SA y algunas otras de menor importancia. Además fue el introductor del cultivo del kiwi en España. Como mecenas, apoyó las excavaciones arqueológicas de la Alcazaba de Mérida y la creación del Laboratorio Geológico Minero de Extremadura, dirigido por Vicente Sos Baynat que se ubicó en los sótanos de su propia casa que hoy es la residencia oficial del Presidente de la Junta de Extremadura en la capital autonómica.

Entre los honores y distinciones a los que se hizo acreedor destacan la medalla de oro de Mérida, ciudad de la que fue declarado hijo adoptivo, Gran Cruz del Mérito Agrícola, Gran Cruz del Mérito Naval, Medalla al Mérito en el Trabajo, Medalla de Alfonso X el Sabio y Encomienda de la Orden al Mérito Civil.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso de Herrera, G. 1513. *Agricultura General*. Reproducción facsímil de la edición de 1645, de la Universidad Politécnica de Madrid (2001).
- Anónimo. Siglo XIV. *Libro Becerro de las Behetrías de Castilla*. Manuscrito transcrito por Martínez Díez, G. (1980) de la versión de 1865 de Fabián Hernández Editores de Santander.
- Behre, K.E. 1992. *The history of rye cultivation in Europe*. Vegetation, History and Archaeobotany 1.
- Belderok et al. 1958. *Bread-making quality of wheat*. MINNE ed.
- Bello Gutiérrez, J. 2012. *Calidad de vida, alimentos y salud humana: Fundamentos científicos*. Ediciones Díaz Santos.
- Benavides et al. 2010. *Tratado de Botánica Económica Moderna*. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. México.
- Bodelón S. 1994-1995. *La Alimentación de los astures*. Memorias de Historia Antigua nº 15 y nº 16. Universidad de Oviedo.
- Bonjean, J. 1850. *Memoria práctica sobre el empleo médico de la ergotina*. Germer-Bailliere Librero. París.
- Bradley, R.S. 2003. *Climate of the last millenium*. University of the Massachusetts, Amberst.
- Buxó, R. 1992. *La problemática sobre la alimentación vegetal en el naturfiense de Palestina*. Treballs d’Arqueología nº 2. Actas del Primer, Segundo y Tercer Semi-

nario de Arqueología en el Próximo Oriente, celebrados en la Universitat Autònoma de Barcelona.

- Caporal, L. 1976. *Ergotism: The Satam loss loosed in Salem?*. Science 192.
- Castanyer, P.; Tremodela, J. 2006. *La villa de Vilauba. De la antigüedad tardía al abandono*. Anejos de la AESPA XXXIX.
- Catón, Marco Porcio (Siglo II) “*De Agricultura*”. Trad. Amelia Castresana (2009). Editorial Tecnos.
- Cavalli-Sforza, L. 1997. *Genes, peoples and languages*. Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA 94 (15).
- Clackson, J. 2007. *Indo-European Linguistics: An introduction*. Cambridge University Press.
- Coletto, J.M. 2004. *Historias de plantas*. Lección Inaugural del Curso Académico 2004-2005. Universidad de Extremadura.
- CSIC. 2010. *Cereales silvestres. Investigar los inicios de la domesticación de la naturaleza*.
- Cubero Salmerón, J.I. 2014. *Introducción a la mejora genética vegetal*. Mundi-Prensa Libros. Madrid.
- De Candolle, A. 1882. *Origine des plantes cultivées*. Reed. 1998. Diderot Multimedia. París.
- Del Rivero, E. 2003. *Rincones singulares de Burgos VII. Del Arlanzón al Pisuerga*. Caja de Burgos.
- Dorwin, W. 2008. *Flour Man's Bread: A History of Milling*. University of Minnesota Press.
- Fernández, A.L. 23 de octubre de 2011. <http://galiciaagraria.blogspot.com.es>
- Gamkrelidze, V.; Ivanov, V. 1995. *Indo-European and the Indo-Europeans. A Reconstruction and Historical Analysis of a Proto-Language and a Proto-culture*. TilSM. Berlín-New York.
- García-Bellido, A. 1968. *Descubrimientos arqueológicos en España durante la década (1958-1968)*. En Miscelánea. Cord. Blázquez et al. 2004.
- García Quintela, M. 1999. *Mitología y mitos de la Hispania pre-romana III*. Ediciones Akal SA.
- García Sánchez, E. 2009. *Ibn al Awwam, Abu Zakariya*. Biblioteca al-Andalus. Almería.
- Gibbon, E. 1843. *Historia de la decadencia y ruina del Imperio Romano. Vol 4*. Barcelona.
- Hernández Bermejo, J.E.; García Sánchez, E. 1998. *The economic Botany and Ethnobotany in al-Andalus (Iberian Peninsula: 10 th-15<sup>th</sup> centuries): an unknown heritage of mankind*. Economic Botany 52 (1): 15-26.
- Illana Esteban, C. 2009. *El cornezuelo del centeno: brujería, medicina y contenidos en alcaloides*. Boletín de la Sociedad Española de Microbiología 33.
- Ibn Bassal. Siglo XI. *Tratado de Agricultura*. (Trad: Millas y Aizman, 1955). Instituto Muley El-Hassan. Tetuán.
- Jacob, H.E.; Reinhart, P. 2007. *Six thousand years of bread: its holy and unholy history*. Skyhorse Publishing.

- Laín Entralgo, P. 1984. *Historia Universal de la Medicina*. Salvat Editores SA.
- López Bellido, L. 1991. *Cultivos herbáceos. Cereales*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Mallory J.P.; Adams D.Q. 2006. *The Oxford introduction to Proto-Indo-European*. Oxford University Press.
- Maroto, J.V. 2014. *Historia de la Agronomía*. Mundi-Prensa Libros.
- McGee, H. 2004. *On food and cooking: The science and lore of the kitchen*. Ed. Scribner. New York.
- Menéndez Argüin, A.R. 2002. *Consideraciones sobre la dieta de los legionarios romanos en las provincias fronterizas del NO del Imperio*. Habis 33.
- Ministerio de Agricultura. 1943. *Fomento de la producción de plantas medicinales*. Servicio de Capacitación y Propaganda.
- Morán Suárez, I. 1996. *El fuego de San Antonio: Estudio del ergotismo en la pintura del Bosco*. Asclepia. Vol XLVIII-2.
- Opazo, R. 1932. *Agricultura. Monografía cultural de diversas plantas agrícolas*. Imprenta Cervantes. Santiago de Chile.
- Pastor, M. 1977. *Los astures durante el Imperio Romano*. Oviedo.
- Raviña Rubira, E. 2008. *Medicamentos: un viaje a lo largo de la evolución histórica del descubrimiento de fármacos*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Sayas, J.J.; García Moreno, L. 1988. *Romanismo y germanismo. El despertar de los pueblos germánicos*. En Historia de España Vol 2. Colección dirigida por Manuel Tuñón de Lara. Editorial Labor SA. Barcelona.
- Semjonov, J. 1940. *Las riquezas de la tierra, geografía económica al alcance de todos. "El tenaz centeno"*. Editorial Labor SA. Barcelona.
- Tannahill, R. 1998. *Food in History*. Broadway Books.
- Van Zeist, W.; Baker-Heeres, J.H. 1986. *Archaeobotanical studies in the Levant. Neolithic sites in the Damascus basin*. *Palaehistoria*, 24.
- Varughese, G. et al. 1987. *Triticale*. CIMMYT. México D.F.
- Vavilov, N.I. *Origin and geography of cultivated plants*. Versión realizada en 1992 por Cambridge University Press.
- Zohary, D. 1992. *Domestication of the Neolithic Near Eastern Crop Assemblage*. In P.C. Andersen (Ed.) *Prehistoire de l'Agriculture: Nouvelles Approches Experimentales et Ethno-graphiques*. Monographie du CRA n° 6. CNRS. París.





