



La Ruta de la Manzana

José Antonio Yuri

Centro de Pomáceas – Universidad de Talca
ayuri@utalca.cl

Se estima que existen más de 30.000 variedades de manzanas, algunas de ellas, pese a centenarias, se siguen consumiendo. El Centro de Pomáceas en conjunto con ANA Chile, gracias a un programa co-financiado por Corfo, realizaron un extenso trabajo de selección del que surgieron 6 selecciones promisorias.

La manzana es una fruta excepcional, dadas sus agradables características organolépticas y valor nutricional. Además, desde la perspectiva agronómica, este cultivo destaca por alcanzar altísimos rendimientos y producir una fruta que mantiene sus atributos por un largo tiempo luego de ser cosechada, lo que la hace un producto de precio asequible para el consumidor.

Pese a la creencia popular, no se tiene claridad si la manzana realmente es la fruta mencionada en el Génesis de la Biblia. En estos escritos se habla del árbol del fruto prohibido y es más probable que haya sido atribuido a otro frutal, quizá un higo o una granada.

A lo largo de la historia, la manzana se ha sindicado como la fruta del pecado, del bien y del mal, convirtiéndose en un símbolo del conocimiento. Esta alusión puede derivar de interpretaciones realizadas del Libro de Eclesiastés, donde se menciona que *"muchasabiduría trae mucha aflicción, y el que acumula ciencia, acumula dolor"*, por lo tanto, el saber, ese que produce dolor, puede llegar a ser pecaminoso por acercarse al saber divino. En el año 2022, la reputación de la manzana intentó ser reivindicada mediante una solicitud expresada en una carta abierta, emitida por Pier Luigi Sigismondi, presidente de la empresa Dole Sunshine Company y dirigida al Papa Francisco, en la que se le solicitaba la absolución de esta fruta como portadora del pecado original. El mensaje buscaba restaurar la fe del mundo en los beneficios saludables que esta querida fruta representa.

Por otro lado, el mito de la manzana de Isaac

Newton podría representar una alegoría -a la vez de parodia-, en la que la ciencia intenta (y en muchos sentidos logra con éxito), arrebatarle al saber místico y religioso a la conciencia humana. Es la propia manzana, aquella del pecado, la que inspiró a Newton y elevó al ser humano como el nuevo dueño del saber. De esta forma se inició un proceso de desencanto por los misterios detrás de la naturaleza y se comenzó a ejercer un pleno y arrebatado dominio sobre ella. La llegada de la Ilustración marca un antes y un después en la confianza del hombre en sí mismo y la ciencia -y la técnica-, le dio las herramientas para lograrlo.

GLOBALIZACIÓN de la manzana

Los análisis genéticos y registros históricos



estiman que la manzana proviene de la zona Este del actual Kazajistán, en Asia Central (Figura 1). En sus orígenes, el manzano crecía en las montañas boscosas de esta región, siendo sus frutos consumidos por osos, caballos y aves, quienes se encargaron de dispersar la especie por distintas zonas (Figura 2). Asimismo, las rutas comerciales desde el Oriente hacia Europa (Ruta de la Seda), fue otra vía por la cual logró propagarse, hasta que los conquistadores la trajeran a América a inicios del siglo XVI.

Actualmente, en Europa, la manzana podría considerarse la especie símbolo del norte de Los Alpes, en tanto que la uva lo sería del sur, en torno al Mediterráneo.

El manzano es originario de la latitud 41 – 44° N, fuera de la cual manifiesta numerosas complicaciones de crecimiento y productividad, a causa del estrés que le provoca establecerse



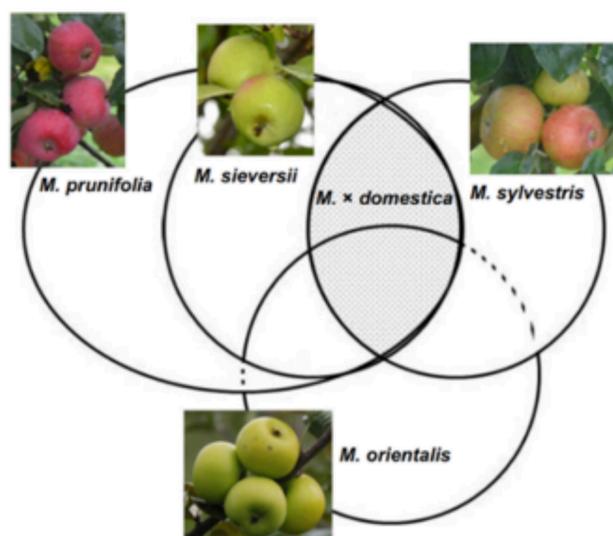
Figura 1. El manzano y su fruto han sido representados innumerablemente en la historia y las artes, desde la Biblia al mito del descubrimiento de la gravedad por parte de Isaac Newton.



Figura 2. El manzano tendría su lugar de origen en la zona boscosa al oriente de la actual Kazajastán.

Figura 3. El manzano actual procedería de una combinación de antecesores, en los cuales una especie con dotación cromosómica de 9 se unió a otra con 8 pares de cromosomas.

Figura 4. Fruta proveniente de híbridos del Programa de Mejoramiento Genético PMG de ANA Chile con el Centro de Pomáceas, donde se observa una altísima variabilidad de su fruta.



en condiciones climáticas adversas. La selección de variedades y portainjertos ha permitido la expansión del frutal hasta latitudes más próximas a los trópicos, incluido el hemisferio sur. Curiosamente, Kazajastán, país donde se originó el manzano, no desarrolló una domesticación del cultivo. No fue hasta fines de los años noventa, apoyado por el auge económico dado por las reservas de petróleo extraídas en este país, que se inició un interés en el cultivo comercial moderno del manzano, para lo que se le solicitó al Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca una consultoría *in situ* para ver su factibilidad y potencial. Así, desde Chile y aportando la experiencia ganada en su cultivo, se intentó revalorizar la especie donde es nativa.

Genética del manzano

La clasificación y los nombres científicos del manzano han cambiado a lo largo del tiempo, debido a estudios botánicos y genéticos sobre su origen y evolución. Así, de *Malus pumila* y *Malus sylvestris*, actualmente se le denomina *Malus domestica* (Figura 3).

Malus domestica podría derivar de un *Malus* ancestral cuya dotación cromosómica $n = 9$ se replicó y luego perdió un cromosoma hasta llegar al actual $n = 17$.

El manzano se caracteriza por requerir una polinización abierta y cruzada, lo que significa que los vectores del polen (v.g. abejas), mezclan el material genético entre diferentes individuos dentro de la misma especie. Esto

genera una enorme variabilidad genética y polimorfismo (mutación permanente que se observa en al menos un 1% de la descendencia), lo que se manifiesta en la gran diversidad de tipos y características que pueden expresar las manzanas (Figura 4).

Secuenciación del genoma

Dentro de los cromosomas se encuentran contenidos los genes, cuyos segmentos de ADN contienen la información codificada para la síntesis de una proteína específica. Muchas de estas proteínas participan en funciones biológicas fundamentales o actúan como enzimas en el metabolismo de las plantas (Figura 5).



Figura 5. La compleja estructura de los cromosomas, cuyo material genético -el DNA-, se encuentra profusamente enrollado en su interior, conteniendo la codificación de todas las proteínas.

La secuenciación del genoma es una labor muy compleja, ya que leer el ADN es como descifrar un texto sin puntuación ni espacios entre palabras, por lo que es necesario identificar los lugares de separación entre ellas, a fin de entender la información genética contenida (Figuras 6 y 7).

En febrero de 2001, las prestigiosas revistas Nature y Science dieron cuenta del término del mapeo del genoma humano, con más del 99 % de sus genes identificados, el cual se completó en 2006 (Figura 8). El costo total de tal empresa fue cercano a los US\$ 3.000 millones para mapear y secuenciar los aproximadamente 3 mil millones de pares de bases en el ADN, equivalentes a cerca de US\$ 1 por cada nucleótido contenido en sus 46 cromosomas.

En 2010, se publicó la secuenciación del genoma del manzano, donde se identificaron alrededor de **57.000 genes y cerca de 750 millones de pares de bases. En esta empresa multinacional participaron principalmente Italia, Francia, Nueva Zelanda y Estados Unidos.**

El manzano tiene alrededor de 57.000 genes, más del doble que los 27.000 del ser humano. Sin embargo, se estima que solo el 20% de sus genes codifican proteínas. Comparativamente, la uva tiene cerca de 33.000 genes, lo que sigue siendo una cifra considerable. Esto demuestra que un mayor número de genes no necesariamente implica una mayor complejidad del individuo. Los seres humanos no tienen muchos más genes que una rata o una mosca de la fruta (*Drosophila*), esta última con 13.000 genes.



Figura 6. El análisis de la secuencia de genes contenidos en el DNA fue una tarea inmensa, de alta complejidad y costosa. Los beneficios de dicho trabajo estarán por verse a futuro, en la medida que la biotecnología sigue desarrollándose.

Variedades de manzanas y su historia

La historia de la manzana y sus variedades es rescatada a través de las descripciones en registros de archivo, literatura y representaciones en cuadros o ilustraciones, elaboradas a lo largo del tiempo. Un breve ejemplo de ello se podía apreciar en el Instituto de Fruticultura de la Universidad Técnica de Múnich, Alemania, donde se conserva un set de quinientas pequeñas acuarelas inspiradas en diferentes variedades de manzanas y peras, pintadas por el sacerdote Corvinian Eichner, quien, durante su tiempo recluido en el campo de concentración de Dachau, realizó estas pequeñas obras de arte que ilustran una parte de la historia frutícola alemana.

Actualmente, se estima que existen más de

30.000 variedades de manzanas en el mundo, algunas de ellas más que centenarias y que se siguen consumiendo con fruición en algunos mercados.

Las variedades de manzanas que más se cultivan hoy provienen de muy diferentes países, como Gravensteiner (1669), Südtirol; MacIntosh (1811), Canadá; Cox's Orange Pippin (1825), Inglaterra; Bella de Boskoop (1853), Holanda; Granny Smith (1867), Australia; Red Delicious (1880) y Golden Delicious (1905), USA; Fuji (1930), Japón; Royal Gala (1939), Nueva Zelanda; Elstar (1955) Holanda; Cripps Pink (1973), Australia (Figura 10). A modo de curiosidad, la variedad de manzana MacIntosh inspiró el nombre de uno de los modelos más exitosos de la conocida marca de computadores Apple. A su vez, el nombre de esta compañía se debe a que su creador, Steve Jobs, era un gran consumidor de manzanas, en

especial de dicho cultivar. Además, la ventaja de la palabra Apple, los ubicaría por delante de su competencia Atari en los directorios telefónicos. El símbolo de una manzana mordida se habría diseñado para diferenciarlo de otras frutas como el pimentón (morrón).

En el caso de las peras, la situación es aún más conservadora, existiendo variedades más que centenarias (Forelle, Coscia, Abate Fetel...), que continúan siendo cultivadas dada la alta demanda de los consumidores que valoran sus excelentes atributos organolépticos (Figura 10). La introducción al mercado de nuevas variedades de manzanas es muy complejo y costoso. Amén del largo tiempo que se requiere para seleccionar un híbrido prometedor (12 a 20 años), así como por la dificultad de generar aceptación por parte de los consumidores. Pocas son las frutas que logran equilibrar los atributos de dulzor, acidez, crocancia y aroma, provocando un efecto ¡wow! (guau en español), en los compradores, indicador asociado a asombro y satisfacción por un nuevo sabor.



ATCTCTTGGCTCCAGCATCGATGAAGAACGCA
TCATTTAGAGGAAGTAAAAGTCGTAACAAGGT
GAACTGTCAAAACTTTTAACAAACGGATCTCTT
TGTTGCTTCGGCGGGCGCCCGCAAGGGTGCCCG
GGCCTGCCGTGGCAGATCCCCAACGCCGGGCC
TCTCTTGGCTCCAGCATCGATGAAGAACGCGAG
CAGCATCGATGAAGAACGCGAGCGAAACGCGAT
CGATACTTCTGAGTGTTCTTAGCGAACTGTCA
CGGATCTCTTGGCTCCAGCATCGATGAAGAAC

Figura 7. El sistema de escritura de la secuencia de nucleótidos con sus bases nitrogenadas debe ser leído cuidadosamente para poder interpretar su contenido. Al igual que la escritura desarrollada por el hombre, debe contener signos y reglas (puntos, comas, espacios, mayúsculas...), que permitan separar cada frase para entenderlas.

Somos tu mejor partner

Líder del mercado en la industria del embalaje,
proveedores de packaging de calidad premium.



Cartulina Metalizada
Juegos de Barnices
Barniz UV Mate y Brillante
Folia
Drip Off
Softouch
Maleta Autosoportantes



MM Packaging

Américo Vespucio Norte 1751 Renca, 8660001 Santiago, Chile.

Home page: www.mm-packaging.com

Figura 8. Números especiales de las prestigiosas revistas Nature y Science, donde dan a conocer el mapeo del genoma humano y del manzano.



Figura 9. Existen aún variedades de muy larga data cuyas preferencias de consumo no han desaparecido.



Figura 10. Origen y fecha estimada de aparición de los cultivares de manzanos y perales más comunes en el mundo.



NPP Natural Plant Protection **ESTRATEGIA RESERVAS DE VERANO** **UPL**

Permite que tu árbol respire sin estrés este verano para que genere mayores reservas

PILATUS
NUTRIENTE RADICAL

I.A.: Ácido Fulvico / Zinc / Aminoácidos / Inositol

Dosis: 2 - 3 L/ha

Objetivo: Potencia el sistema radicular

OPTIMAT
NUTRIENTE HOJA

I.A.: Folcisteina / Nitrogeno / Fosforo / Potasio

Dosis: 0,5 - 1,5 L/ha

Objetivo: Protección y bioestimulación contra factores abióticos

ACARICIDAS

ACRAMITE | **KANEMITE** | **SPRINGER**

I.A.: Bifenazato | I.A.: Acequinolico | I.A.: Espirodicifeno

Dosis: 0,75 - 1,5 L/ha | Dosis: 0,9 L/ha | Dosis: 0,75 - 1,2 L/ha

Objetivo: Protección contra ácaros

Figura 11. Algunos cultivares de manzanos considerados ¡wow! (¡guau! en español), dada sus extraordinarias características organolépticas. En el PMG que lleva a cabo el Centro de Pomáceas junto a ANA Chile apostamos por la selección 251.



El Centro de Pomáceas, en conjunto con ANA Chile, gracias a un Programa de Mejoramientos co-financiado por Corfo, llevaron a cabo un extenso trabajo de selección de más de 20.000 híbridos de manzanos, de donde se obtuvieron cerca de 6 selecciones avanzadas promisorias. Una de ellas aparece en la [Figura 11](#).

Las nuevas selecciones, una vez inscritas por sus obtentores como variedades, deberán competir con otras numerosas y exquisitas que ya saturan los mercados, no quedando espacio en los anaqueles de las

grandes cadenas de supermercados para posicionarse ([Figura 12](#)). Este desafío tiene un enorme costo que pocas personas o empresas están en condiciones de asumir. Los últimos fenómenos de manzanas exquisitas y revolucionarias en el mercado lo constituyen la Pink Lady -todo un paradigma de *marketing* y comercialización-, y en cierto modo la Honey Crisp, especialmente valorada por los consumidores de USA, pero que ha sido muy problemática para los productores, por la enorme complejidad de su cultivo y los desórdenes que presenta su fruta.

CODA

El manzano es una especie con una diversidad genética inmensa, cultivada y apreciada en todo el mundo. La investigación y la selección de nueva genética ha sido clave para su éxito global, y aunque las variedades modernas dominan el mercado, las antiguas siguen siendo cultivadas y constituyen un tesoro que conecta nuestro presente con la historia.^{RF}

Figura 12. Ubicar un nuevo cultivar de manzanas en los ya colmados anaqueles de los supermercados es todo un desafío para la comercialización de nuevas variedades promisorias de manzanas.



Este artículo resume la ponencia realizada durante la décima versión de la PomaExpo, llevada a cabo en mayo de 2024. En él se narra parte del fascinante recorrido que ha realizado el manzano, una especie ubicua cuya fruta llega a prácticamente todos los rincones del mundo. Este extraordinario frutal, presente desde tiempos inmemoriales, ha dejado su huella en lugares significativos de la literatura, las artes y la historia. Su periplo milenar ha convertido a la manzana en una de las frutas más apetecidas y emblemáticas de la humanidad.

La ponencia completa se encuentra disponible en el sitio web del Centro de Pomáceas: <https://pomaceas.utalca.cl/>

more than fruits

wonderfruits