

## DIABETES Y CERVEZA

**Autor: Francisco Ferrete Alcobet, es Ingeniero Técnico Industrial Químico, Diplomado en Cerveza y Malta con "Distinción Doctor Garrido" por ESCYM, Universidad Politécnica de Madrid (1990-1991), Diplomado en Dirección de Empresas Agroalimentarias, por el Instituto San Telmo, Sevilla (2001), es profesor en el Master de ESCYM, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, es profesor en el curso "Experto en Ciencia y Tecnología en la elaboración de Cerveza", Escuela Superior de Ingeniería Química, Universidad de Sevilla, y actualmente es Vicepresidente primero en la AETCM.**

### **Resumen:**

El objetivo de este artículo es, por una parte, actualizar el concepto de "cerveza sin carbohidratos o Dry", ampliando el grupo de consumidores al que actualmente va dirigida, es decir, de consumidores que quieren reducir el consumo de azúcar diario, a consumidores diabéticos que deben mantener controlado su nivel de glucosa en sangre de forma estricta.

Por otra parte, el otro objetivo es definir de forma científica, la ingesta máxima diaria de cerveza sin carbohidratos para los diabéticos, para cumplir con las recomendaciones de la OMS sobre ingesta diaria de alcohol y azúcar, evitando con ello una merma de la salud.

La diabetes es una enfermedad silente e indolora, que fuera de control se puede convertir en una verdadera pesadilla para quien lo padece. Es vital y crítico mantener el nivel de glucosa en los límites establecidos para que la enfermedad no avance hasta el punto de no retorno en el daño para la salud del diabético.

Todas las cifras sobre la diabetes que tenemos, y que provienen de distintas fuentes, coinciden en que la diabetes crece en porcentaje en todos los países, ya que está asociada entre otras razones al incremento de la obesidad, alcanzando en España más de 5.1 millones de personas, y en todo el mundo los 537 millones solo de adultos en 2019, con proyección de subido en los años venideros.

El sector Cervecerero, dentro de su total compromiso con la sociedad, cubre las necesidades del mercado, y comercializa cervezas de alta calidad: Cervezas normales, especiales, extras, cerveza <1% alc. v/v, cerveza 0,0%, y cerveza sin gluten, cubriendo así una demanda de mercado, y haciendo felices a los consumidores. También los diabéticos pueden, hoy por hoy deberían tener esta disponibilidad de cerveza en particular para su disfrute, sin ningún riesgo de salud.

La diabetes y la cerveza no son incompatibles cuando esta se toma de manera responsable, es decir, cumpliendo con las recomendaciones de las autoridades sanitarias y/o OMS sobre el consumo diario de azúcar y alcohol.

En este artículo se describe qué es la diabetes y el daño que produce si no está bajo control.

También se habla sobre su fisiología y su tratamiento, y de cómo la invención de la insulina por Frederick Banting y Charles Best en 1921, y su producción industrial ha mejorado, gracias a la ciencia, la vida de los diabéticos, haciéndola más amable y mucho más longeva.

Por otra parte, se repasa la bioquímica de la transformación de los carbohidratos complejos en azúcares simples durante la maceración, y como la utilización de enzimas externos es un aliado para nuestros objetivos de producir "cerveza cero carbohidratos residuales"

Finalmente se muestra el cálculo de la cantidad máxima de cerveza sin carbohidratos que se puede consumir, cumpliendo con los criterios de consumo responsable de la OMS y de las autoridades sanitarias españolas, se dan las razones técnico-científicas que avalan estas cantidades, y se propone una de las posibles recetas para producir esta cerveza.

## **1.- Introducción:**

### **1.1.- Comenzaremos definiendo qué es la diabetes:**

¿Cómo define la O.M.S la diabetes?

- La diabetes es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en sangre (o azúcar en sangre). Se asocia con una deficiencia absoluta o relativa de la producción y/o de la acción de la insulina, que es la hormona que regula la concentración de glucosa en la sangre, es decir, la glucemia.

¿Cómo define la ONU la diabetes?

- La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la sangre).

¿Cómo define la diabetes el Ministerio de Sanidad de España?

- La Diabetes es una enfermedad producida por una alteración del metabolismo, caracterizada por un aumento de la cantidad de glucosa en la sangre y por la aparición de complicaciones microvasculares y cardiovasculares que incrementan sustancialmente los daños en otros órganos y la mortalidad asociada con la enfermedad y reduce la calidad de vida de las personas afectadas.

### **1.2.- Efectos de la diabetes y sus cifras:**

Fuente: Ministerio de Sanidad de España

El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (es decir, la glucemia elevada), que con el tiempo, daña gravemente muchos órganos y sistemas, sobre todo los nervios y los vasos sanguíneos.

Según la O.M.S:

En 2014, un 8,5% de los mayores de 18 años tenían diabetes y, en 2019, esta enfermedad causó de forma directa 1,5 millones de defunciones. Sin embargo, para calcular con más exactitud la mortalidad ocasionada por la diabetes deberían añadirse las defunciones causadas por las enfermedades cardiovasculares, la insuficiencia renal crónica y la tuberculosis que provoca la glucemia superior a la adecuada. De acuerdo con los datos correspondientes a 2012, año del que se disponen de las estadísticas más recientes, otros 2,2 millones de personas fallecieron como consecuencia de la hiperglucemia.

Entre 2000 y 2016 se registró un incremento del 5% en la mortalidad prematura por diabetes. En los países de ingresos altos, la tasa de mortalidad prematura debida a esta enfermedad descendió entre 2000 y 2010 pero repuntó desde ese año hasta 2016. En los países de ingresos medianos y bajos, dicha tasa se incrementó en ambos periodos. En cambio, la probabilidad de fallecer por alguna de las cuatro principales enfermedades no transmisibles (enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes) entre los 30 y los 70 años se redujo en un 18% en el cómputo mundial entre 2000 y 2016.

Según el Ministerio de Sanidad de España:

La diabetes afecta a entre el 5 y el 10% de la población general, esta variación depende de los estudios consultados. Debe tenerse en cuenta que se estima que por cada paciente diabético conocido existe otro no diagnosticado. Su frecuencia aumenta significativamente con la edad y también con el exceso de peso y la vida sedentaria, por estos motivos se espera un importante aumento del número de diabéticos en los próximos decenios.

En la última Encuesta Nacional de salud del año 2001, un 5,6% de la población, había sido diagnosticado de diabetes, la cifra alcanzaba el 16% en los mayores de 65 años, en la encuesta del año 1993 se declaraba afecto de diabetes sólo el 4,1%.

### **1.3.- Tipos de diabetes:**

Fuente: Ministerio de Sanidad de España

#### **Diabetes de tipo 1:**

- La diabetes sacarina de tipo 1 (denominada anteriormente diabetes insulino dependiente, juvenil o de inicio en la infancia) se caracteriza por una producción deficiente de insulina y requiere la administración diaria de esta hormona. Su causa es todavía desconocida y no se puede prevenir con los conocimientos actuales.
- Entre los síntomas de este tipo de diabetes, que pueden aparecer de forma súbita, se incluyen la excreción excesiva de orina (poliuria), la sed (polidipsia), el hambre constante, la pérdida de peso, los trastornos de la visión y el cansancio.

#### **Diabetes de tipo 2:**

- La diabetes sacarina de tipo 2 (denominada anteriormente diabetes no insulino dependiente o de inicio en la edad adulta) se debe que el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. La mayoría de los diabéticos tienen el tipo 2, que, en gran medida, se debe al exceso de peso y a la falta de actividad física.
- Los síntomas de la diabetes de tipo 2 pueden ser similares a los que ocasiona la de tipo 1, pero con frecuencia son menos intensos. En consecuencia, a veces se diagnostica varios años después de manifestarse los primeros síntomas, cuando ya han aparecido complicaciones.
- Hasta hace poco, este tipo de diabetes solo se observaba en los adultos, pero en la actualidad se diagnostica cada vez más a los niños.

#### **Diabetes gestacional:**

- La diabetes gestacional, que, como su nombre indica, aparece durante el embarazo, consiste en una glucemia superior a la normal pero inferior a la que justifica un diagnóstico de diabetes.
- Este tipo de diabetes aumenta el riesgo de sufrir complicaciones durante el embarazo y el parto. Además, tanto la madre como, posiblemente, sus hijos corren más riesgo de presentar diabetes de tipo 2 en el futuro.
- Se diagnostica mediante pruebas diagnósticas prenatales, más que porque la gestante refiera síntomas.

#### **Deterioro de la tolerancia a la glucosa y alteración de la glucemia basal:**

- El deterioro de la tolerancia a la glucosa (comúnmente denominado «intolerancia a la glucosa» y la alteración de la glucemia basal (es decir, en ayunas) son estados de transición entre la normalidad y la diabetes. Ambos pueden evolucionar hasta la diabetes de tipo 2, si bien ello puede evitarse.

#### **1.4.- ¿Cuáles son los síntomas de la Diabetes?**

Fuente: Ministerio de Sanidad de España

Los síntomas que produce la enfermedad son diferentes dependiendo del tipo de diabetes (ver después).

En la forma más común que es la tipo 2 los síntomas pueden ser escasos o poco llamativos:

- Sed que no se sacia.
- Aumento de la cantidad de orina
- Aumento del apetito
- Picores
- Infecciones
- Enfermedades cardiovasculares asociadas.

#### **1.5.- ¿Cómo se diagnostica la diabetes?**

Fuente: Ministerio de Sanidad de España

La Diabetes se diagnostica midiendo la cantidad de glucosa en la sangre (Glucemia). La forma ideal es medirla en la sangre venosa y con la persona en ayunas. A esta cifra la denominamos Glucemia Basal.

Hay otras formas y circunstancias de medir la cantidad de glucosa en la sangre; la glucosa medida en sangre capilar (pinchando un dedo) o en las personas que no están en ayunas, estas cifras pueden ayudar o incluso orientar al diagnóstico, pero la que se debe emplear como fiable para el diagnóstico, es la glucosa en sangre venosa y con el sujeto en ayunas (GLUCEMIA BASAL EN PLASMA VENOSO).

Existe una prueba llamada Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa (PTOG) que consiste en administrar una cantidad determinada de glucosa a la persona en ayunas y comprobar cómo se comporta la glucosa en la sangre a lo largo de un cierto tiempo. Eso nos permite saber si esa persona tiene alterados los mecanismos de metabolización de la glucosa. Esta prueba hoy en día se usa casi en exclusiva en las mujeres embarazadas.

¿Cuáles son las cifras de glucosa en sangre normales y a partir de cuándo hablamos de Diabetes?

La cifra de glucosa en sangre se considera normal cuando es menor de 110 mg/dl.

Hablamos de Diabetes Mellitus si...:

- Glucemia en ayunas en plasma venoso mayor o igual 126 mg/dl (7 mmol/l) al menos en dos ocasiones.
- Síntomas de diabetes (ver arriba) y una glucemia al azar en plasma venoso mayor o igual 200 mg/dl (11,1 mmol/l). Aunque no se esté en ayunas. No es necesaria una segunda determinación.

- Glucemia en plasma venoso a las 2 horas de la Prueba de Sobrecarga oral con 75 g de glucosa, mayor o igual a 200 mg/dl (11,1 mmol/l).

### **1.6.- ¿Puede prevenirse la diabetes?**

Fuente: Ministerio de Sanidad de España

- En sujetos con elevado riesgo de desarrollar una diabetes tipo 2 la implantación de programas de pérdida de peso y planes de ejercicio físico pueden contribuir a la disminución del riesgo.
- Las personas con obesidad o sobrepeso y sedentarias tienen un riesgo muy elevado de desarrollar un diabetes tipo 2.

Existen diferentes estudios clínicos que demuestran que una reducción moderada de peso y un programa de ejercicio físico de tan sólo media hora diaria durante al menos cinco días a la semana, experimentan una drástica reducción del riesgo de desarrollar una diabetes.

- Por su parte la prevención de la diabetes tipo 1 entra dentro del campo experimental limitándose actualmente al campo de la investigación.

### **1.7. - ¿Por qué es tan importante prevenir la diabetes y detectarla lo antes posible?**

Fuente: Ministerio de Sanidad de España

La Diabetes Mellitus es una enfermedad que causa un aumento muy importante del riesgo de padecer y morir de una enfermedad cardiovascular.

Esta es una asociación tan fuerte desde el punto de vista clínico que hoy muchos autores y comités de expertos, recomiendan tratar al paciente con diabetes como si ya fuese seguro que sus arterias están dañadas en lo referente a otros factores de riesgo cardiovascular como cifras de Colesterol, tensión arterial, uso de fármacos antiagregantes plaquetarios etc.

Pero además la diabetes y sobre todo la diabetes mal controlada produce daños en múltiples órganos y sistemas además de en los grandes y pequeños vasos sanguíneos del organismo; así puede causar.

- Por alteración de los grandes vasos: Infarto de miocardio, falta de riego en las extremidades, accidentes cerebrovasculares, enfermedad por arteriosclerosis precoz. Etc.
- Daños en la retina de los ojos Retinopatía diabética.
- Daños en los riñones con nefropatía diabética.
- Daños en el sistema nervioso con neuropatía diabética.
- Diversos daños en la piel con dermatopatía diabética.

### **1.8.- ¿Se pueden prevenir estas complicaciones?**

Fuente: Ministerio de Sanidad de España

Existen estudios que demuestran que el control óptimo de la diabetes permite prevenir o retrasar la aparición de prácticamente todas las complicaciones.

- En la diabetes tipo 1 el estudio conocido como DCCT (Diabetes Control Complications trial).
- En la diabetes tipo 2 el estudio conocido como UKPDS (United Kingdom Prevention Diabetes Study).

En ambos se ha demostrado que un buen control metabólico, es crucial para prevenir la presencia de complicaciones tanto a medio como a largo plazo.

### 1.9.- ¿Cómo se trata la Diabetes?

Fuente: Ministerio de Sanidad de España

El tratamiento de la diabetes se sustenta en seis pilares básicos:

#### ▪ Plan de alimentación

- Un plan de alimentación va más allá de lo que entendemos por una dieta. Debe ser un proyecto individualizado a las necesidades de cada persona, sus preferencias y debe contemplar objetivos relacionados con la consecución de un peso óptimo, situación laboral, disponibilidades etc.

#### ▪ Plan de ejercicio físico

- Presenta las mismas características de individualización que la alimentación en cuanto a preferencias, objetivos etc. Lo ideal es alcanzar al menos 30 minutos diarios de ejercicio físico activo y preferentemente aeróbico (Caminar deprisa, bicicleta, remo...).

#### ▪ Medicación

- Existen múltiples y variadas disposiciones farmacológicas para el tratamiento de la Diabetes. Lo importante es que Vd. observe escrupulosamente las normas que su médico le indique tanto en cuanto a dosis como en cuanto a horarios, relación de la medicación con la comida, precauciones con el alcohol, la conducción etc. Consulte con un profesional sanitario. La mayor parte de los tratamientos farmacológicos de la Diabetes pueden causar hipoglucemias (Bajadas peligrosas de la cifra de glucosa en la sangre) y Vd. debe saber cómo evitarlas y como tratarlas si se presentan.

#### ▪ Hábitos generales de higiene

- Quizás el principal consejo que todo paciente con diabetes debe recibir es que NO FUME. El tabaco es un importante factor de riesgo cardiovascular en todos los ciudadanos pero el aumento de riesgo que origina en los diabéticos es mucho mayor.
- El desarrollar hábitos que permitan una vida regular y ordenada, con horarios de comidas y de sueño regulares, horarios para el ejercicio físico pautado etc. Son sumamente aconsejables.
- Los cuidados e higiene de los pies del diabético y de la piel en general también deben ser considerados.

#### ▪ Plan de autocontrol

- Todo paciente diabético debe ser instruido en las técnicas básicas del autocontrol de su enfermedad y en el aprendizaje de las acciones básicas que debe emprender ante las incidencias más comunes; cambios de horario, descompensaciones, hipoglucemias, enfermedades intercurrentes etc. Con el fin de alcanzar el mayor grado de autonomía que pueda.

## ▪Controles periódicos

- Una parte fundamental del tratamiento de la diabetes es la relacionada con los controles periódicos, no sólo en relación con la realización de pruebas analíticas que permitan afirmar o modificar el resto del tratamiento sino las relacionadas con la detección precoz de complicaciones de la enfermedad. Esto incluye detección precoz de la Retinopatía Diabética mediante el examen periódico del fondo de ojo por un profesional competente, detección de microalbuminuria para cribado de daño renal, control periódico de la Tensión Arterial, evaluación del riesgo cardiovascular global con las pruebas que sean necesarias etc.
- Los controles periódicos deben servir al paciente diabético y al profesional que le atiende para evaluar los objetivos fijados y reajustarlos.

El equipo de profesionales que trata a un paciente con Diabetes, deberá establecer de acuerdo con el propio paciente, las pautas y objetivos a alcanzar en cada una de estas áreas, ajustándose todo lo posible a las preferencias del propio paciente y haciéndole partícipe de los objetivos y resultados obtenidos, buscando la forma más factible de remover obstáculos y promover actitudes que permitan alcanzar un buen control.

La educación del paciente con diabetes, proceso donde se integra toda la formación e información contenida en todos los puntos antes reseñados, se ha revelado como una de las acciones más efectivas para conseguir los objetivos de un buen control de la enfermedad.

### 1.10.- ¿Qué otros análisis complementan el estudio y evaluación del enfermo con Diabetes?

Fuente: Ministerio de Sanidad de España.

Existen múltiples estudios y pruebas que los profesionales sanitarios que son responsables del cuidado del enfermo de diabetes realizan para mejorar el conocimiento y controlar el estado evolutivo de la enfermedad.

En este apartado explicaremos algunas de las más comunes para conocer para qué sirven y cuál es su interpretación.

- Hemoglobina glicosilada o Glicohemoglobina: Esta prueba de laboratorio, se realiza en la sangre y determina que proporción de la sustancia hemoglobina se encuentra unida a la glucosa. Sirve para tener un conocimiento de cómo ha estado la cifra de glucosa en la sangre en los últimos dos o tres meses. Es un parámetro muy usado para conocer si el control metabólico es adecuado.
- Microalbuminuria: Consiste en determinar en la orina del paciente si se eliminan pequeñas cantidades de albúmina. Esta eliminación se ha comprobado que es un buen parámetro para medir mínimas lesiones en los riñones (nefropatía diabética) y para predecir algunas complicaciones vasculares.
- Estudio de otros elementos que pueden ayudar a valorar el riesgo cardiovascular global del diabético: Colesterol total, Hdl-Colesterol, Ldl-Colesterol, Triglicéridos. Determinación de la Tensión arterial, Electrocardiograma.
- Estudio del fondo de ojo con dilatación de la pupila; se realiza para identificar signos precoces de enfermedad en la retina producida por la diabetes (Retinopatía diabética).
- Exploración de los pulsos en las arterias de los pies y examen de los mismos incluyendo exploración de la sensibilidad; se realiza para descartar la existencia del llamado pie diabético.

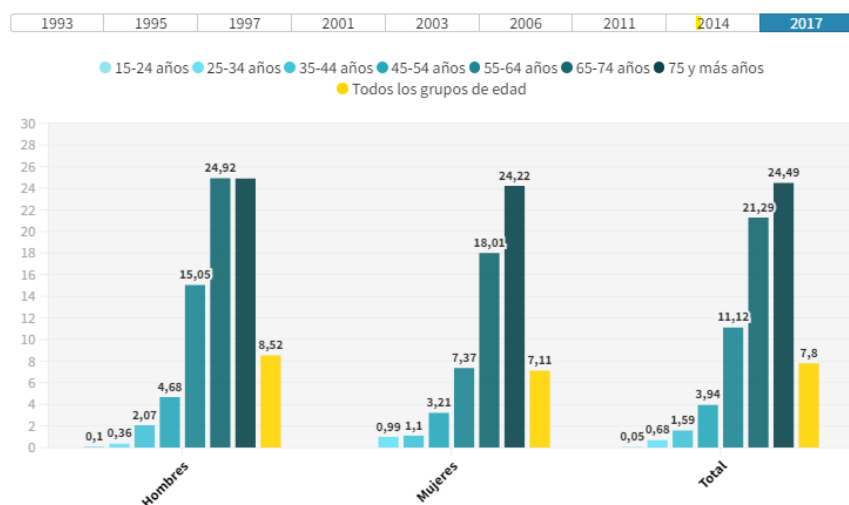
## 1.11.- La diabetes en España, en datos y gráficos.

Datos actualizados al 9 de diciembre de 2021

Fuente Europa Press Data y Encuestas Nacionales de salud del ministerio de Sanidad de España:

<https://www.epdata.es/datos/diabetes-espana-datos-graficos/472>

Porcentaje de la población española con diabetes por grupos de edad



Fuente: Encuestas Nacionales de Salud del Ministerio de Sanidad

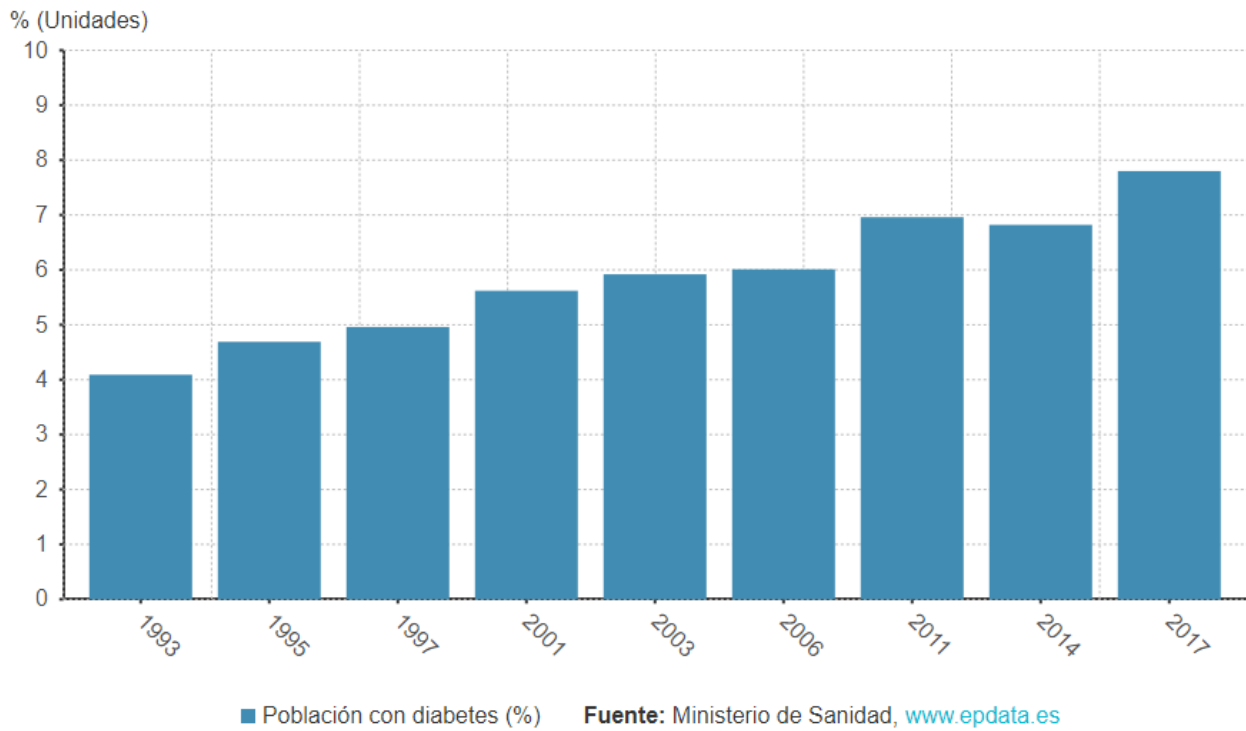


La población en España con **diabetes** se encuentra 3,71 puntos porcentuales por encima de 1991. Esta enfermedad, además, afecta más en la actualidad a los hombres que las mujeres. Con motivo del Día Mundial de la Diabetes, que se celebra cada 14 de noviembre, recogemos este y otros datos.

Es, además, **una de las enfermedades no contagiosas más frecuentes del mundo**. En España afecta a **5,1 millones de personas**. Los datos recogidos por las encuestas nacionales de salud reflejan una tasa de cerca de **8 de cada 100 personas**.

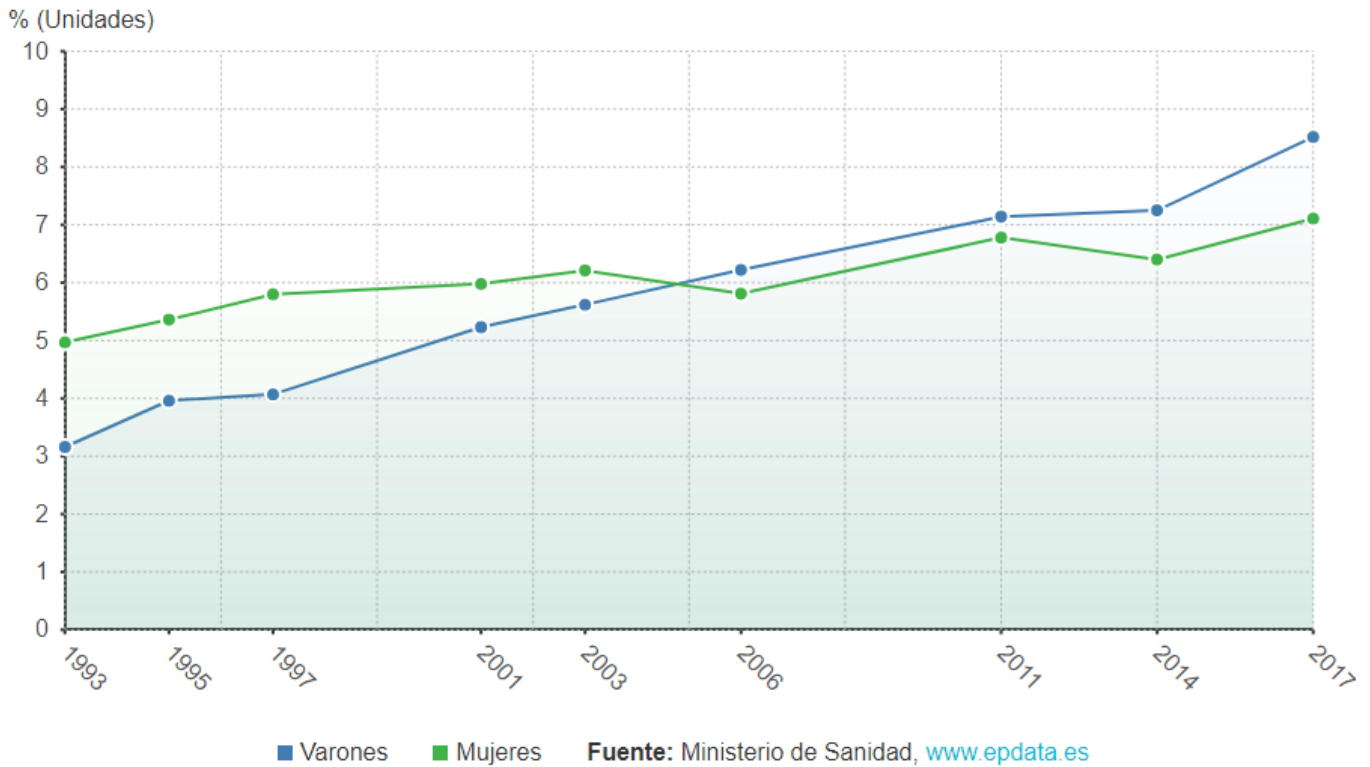


## Evolución de la población con diabetes en España



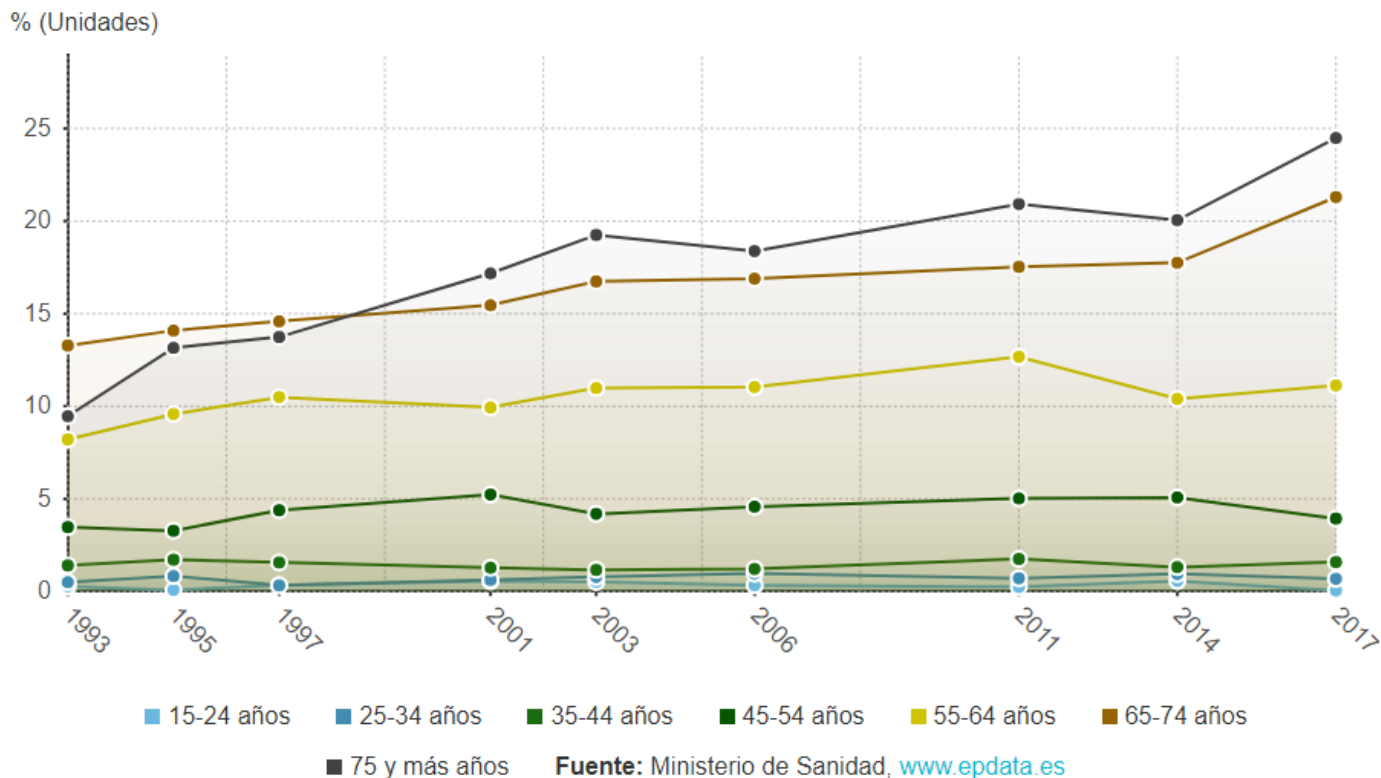
En la actualidad es **superior en hombres**. Sin embargo, antes de 2006 las encuestas recogían una mayor prevalencia en mujeres.

## Evolución de la población con diabetes en España por sexos



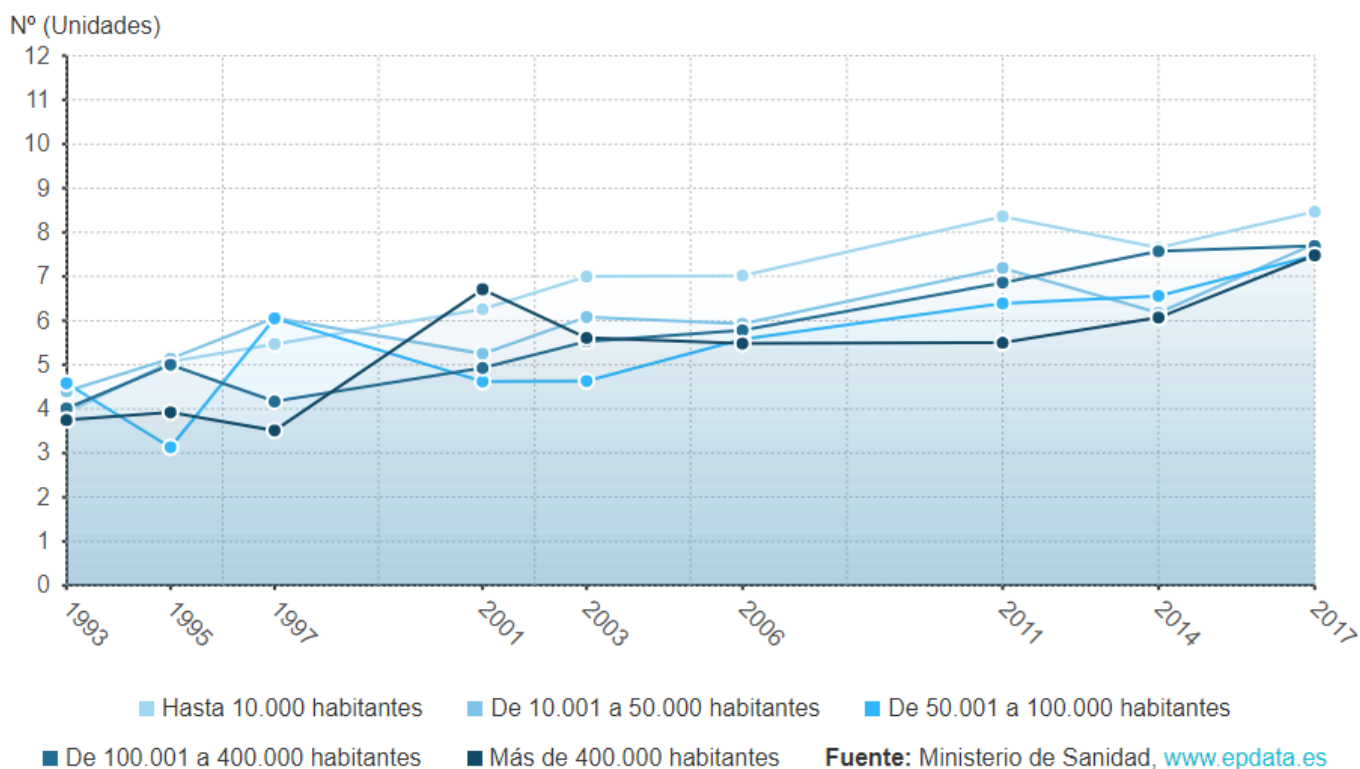
Es una enfermedad que todos los años ha mostrado **un mayor porcentaje en personas de más de 65 años**. Además, el ascenso más brusco ha sido a partir de los 75 años.

### Evolución de la población con diabetes por grupos de edad



Por otra parte, las mayores tasas casi siempre se registraron en los **municipios con menos habitantes**. En la actualidad, el porcentaje de población con diabetes que se encuentra en los municipios con menos población **casi un punto porcentual por encima** de los de mayor tamaño.

### Evolución de la población con diabetes por tamaño de municipio



### 1.12.- La diabetes en el mundo, en datos y gráficos.

Fuente Europa Press Data y Encuestas Nacionales de salud del ministerio de Sanidad de España:

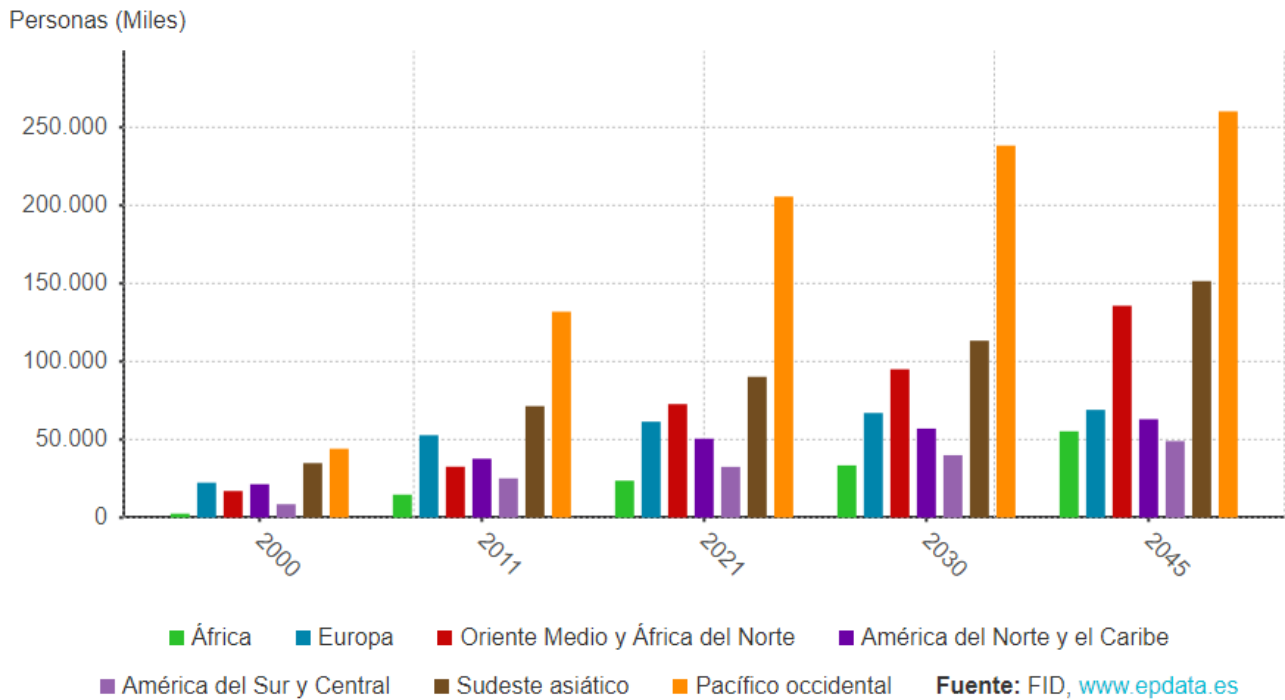
<https://www.epdata.es/datos/diabetes-espana-datos-graficos/472>

La Federación Internacional de Diabetes (FID) estima que **537 millones de adultos viven actualmente con diabetes en todo el mundo**; es un incremento del 16% (74 millones) desde las estimaciones anteriores realizadas por la FID en 2019, según recoge en su 10ª Edición del Atlas de la Diabetes.

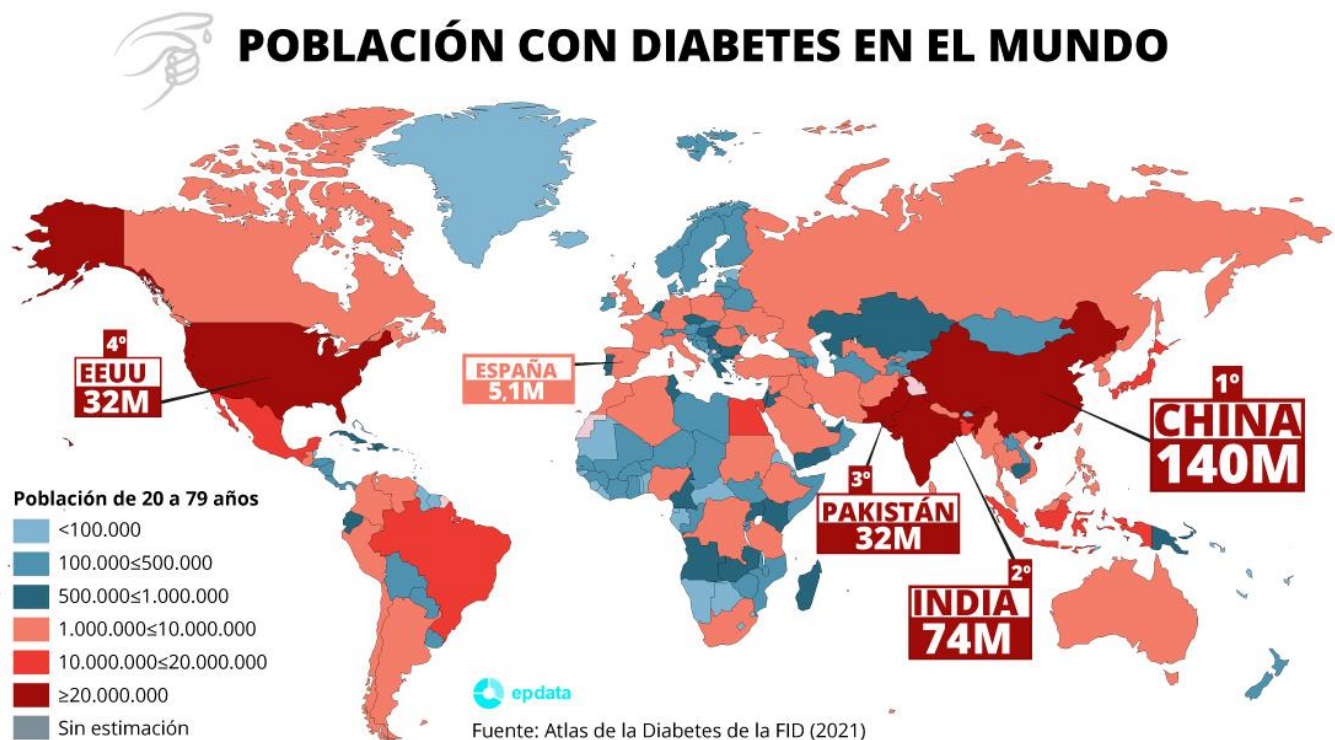
Sus proyecciones recogen un aumento a nivel global, sobre todo en Asia. El Pacífico Occidental, que incluye a **China**, tendrá hasta 260 millones de adultos de 20 a 79 años con diabetes.

## Evolución de la prevalencia de diabetes por continente y proyecciones futuras

Población de 20 a 79 años



El siguiente mapa recoge la distribución por países en el Atlas de la diabetes, publicado en 2021.



Estos datos de población con diabetes son el número total de personas diabéticas, con independencia de la población total, es decir, no está expresada en % sobre la población.

Como dato destacable en %:

- La población censada en la India es de 1.400 millones, y tiene 74 millones de diabéticos: 5.28 %.
- La población censada de la China de 1.500 millones, y tiene 140 millones de diabéticos: 9.33 %

## 2.- La insulina humana: Qué es y cómo funciona.

## **2.1.- Antecedentes:**

Los seres humanos necesitamos 4 “biomoléculas” para sobrevivir, crecer y multiplicarnos: Carbohidratos, Proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.

La glucosa es la fuente de energía celular más importante. Esta se almacena como glucógeno, principalmente en el hígado, y cuando la glucosa es demandada por el organismo, se libera en la sangre mediante la gluconeogénesis.

Es la gluconeogénesis, ruta metabólica anabólica que permite la biosíntesis de glucosa a partir de precursores no glucídicos, la que mantiene las concentraciones de glucosa en sangre durante los periodos de hambre y ejercicio intenso.

La glucosa no solo se produce a partir de los carbohidratos, también se produce a partir del piruvato, glicerol, aminoácidos y de otros precursores NO carbohidratos,

## **2.2.- El Páncreas:**

Fuente: la definición según MedlinePlus; <https://medlineplus.gov/spanish/pancreaticdiseases.html>

El páncreas es una glándula localizada detrás del estómago y por delante de la columna. Produce jugos que ayudan a descomponer los alimentos y hormonas que ayudan a controlar los niveles de azúcar en la sangre. Los problemas en el páncreas pueden conducir a muchos problemas de salud.

### **2.2.1- Las funciones del páncreas.**

Son dos: Funciones endocrinas y exocrinas.

El páncreas tiene funciones digestivas y hormonales: Las enzimas que secreta la glándula exocrina en el páncreas ayudan a descomponer los carbohidratos, las grasas, las proteínas y los ácidos en el duodeno. Las hormonas principales secretadas por la glándula endocrina en el páncreas son la insulina y el glucagón.

El glucagón es una hormona que secreta el páncreas que, a diferencia de la insulina, contribuye a aumentar los niveles de glucosa en la sangre. El glucagón se ocupa de contrarregular la insulina cuando el organismo sufre una bajada de los niveles de azúcar en el torrente sanguíneo.

La insulina y el glucagón actúan de forma coordinada para mantener en los niveles normales la concentración de glucosa en sangre.

#### **2.2.1.1- Funciones endocrinas:**

Fuente: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_yEvtnlYVgg](https://www.youtube.com/watch?v=_yEvtnlYVgg)

El tejido endocrino se agrupa en los islotes de Langerhans del páncreas, y está formado por:

- Las células alfa, que suponen el 25%, y producen Glucagón.
- Las células beta, que suponen el 60%, y producen Insulina y Amilina.
- Las células delta, que suponen el 10%, que produce Somastotina.
- Las células F o PP, que suponen el 5%, que Sintetizan, almacenan y secretan el polipéptido pancreático (PP)

#### **2.2.1.2- Funciones exocrinas:**

La parte de páncreas exocrino es la encargada de producir y liberar al duodeno enzimas que intervienen en la digestión: Las más conocidas son la amilasa y la lipasa, encargadas de descomponer los almidones y los lípidos de nuestra dieta.

## 2.3.- La Insulina

Fuente: <https://www.makingdiabeteseasier.com/es/diabetes-explicada/diabetes/breve-historia-de-la-insulina-de-su-descubrimiento-a-la-actualidad>

Hace 101 años se llegó a un importante punto de inflexión por lo que se refiere a la esperanza de vida de las personas diabéticas de todo el mundo. Aunque la diabetes se conocía desde la antigüedad, seguía sin existir un tratamiento eficaz. En 1674, el físico Thomas Willis apodó a la diabetes “The Pissing Evil”, es decir, “el pipí malo”, debido a que una diabetes mal controlada induce a beber mucha agua, y por ende a ir al baño de manera muy frecuente, y esta orina está “cargada” de glucosa, con el consiguiente daño para los riñones.

Un excepcional hallazgo se produce el 12 de diciembre de 1921: Banting y Best descubrieron la insulina, que nació como una posible esperanza de cura. Al año siguiente, Leonard Thompson, un niño de 14 años con diabetes severa, fue el primer paciente al que se le aplicó una inyección de extracto pancreático vacuno.



Frederick Banting and Charles Best

### Insulina: una revolución en el tratamiento de la diabetes

Las fuentes y la síntesis de la insulina experimentaron una evolución muy notable durante el siglo XX. Inicialmente, la hormona aplicada provenía de purificaciones cada vez más finas de páncreas de animales. Una vez lograda la calidad óptima, los investigadores pudieron concentrar sus esfuerzos en la mejora de su eficacia. En 1936, Hagedorn tuvo la ingeniosa idea de combinar la insulina con una proteína, la protamina, y zinc. Este nuevo complejo de insulina de liberación lenta se comercializó a principios de la década de los cincuenta.

Fuente: <https://www.hidden-nature.com/de-donde-viene-la-insulina-para-los-diabeticos/>

Al principio, se utilizaba la insulina porcina pues la similitud entre esta y la humana era prácticamente del 100%, sólo se diferencian en un aminoácido. Aunque problemas a largo plazo en pacientes tratados que rechazaban con el tiempo el tratamiento con este tipo de insulina hizo que se recurriera a otros métodos para su obtención. Por tanto mediante ingeniería genética se modificaron **bacterias de E. coli** con un plásmido que contenía el gen aislado de la insulina humana. Cultivos de esta bacteria en grandes cantidades producen insulina sintética humana que no se diferencia en nada a la producida por humanos y no produce rechazo a largo plazo. Además es más barata y fácil de obtener, y por lo tanto, está disponible de forma “universal” para los diabéticos.





En 1955 Sanger realizó la secuenciación completa de la composición de la insulina, por lo que aquel fue un año fundamental para el desarrollo de la insulina sintética. A partir de 1975, los laboratorios farmacéuticos cosecharon los beneficios de los avances genéticos, que condujeron a la producción de insulina humana en el laboratorio.

En la década de los ochenta y los noventa se recibió la aparición de los primeros análogos de acción rápida e inmediata modificados genéticamente, que tenían el objetivo último de incrementar el potencial de absorción.

Junto con estos avances, también evolucionaron los dispositivos de administración de la insulina.

Al principio, el tratamiento solo estaba disponible en forma de jeringas. Las bombas de insulina surgieron en 1963 de la mano del Dr. Kadish. A partir de 1970, el sistema incluyó una infusión continua de insulina subcutánea. Más tarde, también se conectó a un monitor de glucemia continuo. Por último, en 1983, un laboratorio farmacéutico introdujo en el mercado las plumas de insulina.

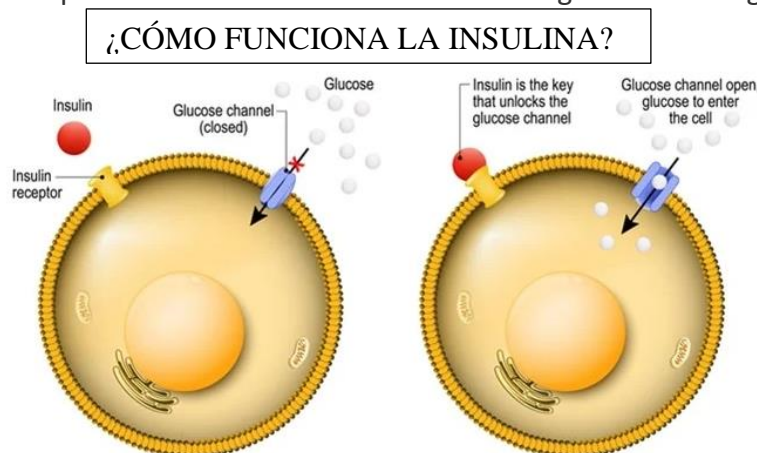
En la actualidad, se están estudiando las cápsulas de insulina de administración oral y se está llevando a cabo una investigación exhaustiva sobre el desarrollo de un páncreas artificial. Los aerosoles de insulina por vía inhalatoria que se comercializaron en 2006-2007 fueron retirados del mercado europeo 10 años después debido a su baja eficacia.

**Las perspectivas futuras se centran en el aumento de la miniaturización y de la tolerancia máxima de los dispositivos comercializados para ofrecer a las personas con diabetes la mejor calidad de vida posible.**

#### Fuente: Federación Española de Diabetes (Fede)

La insulina es una hormona natural que se produce en el páncreas por parte de las células beta de los islotes de Langerhans. La insulina sirve para que la glucosa que entra a la sangre, a través de la alimentación, sea transportada a las células y empleada para la producción de energía.

La insulina tiene la función de transportar la glucosa que entra en el organismo a las células para ser convertidas en energía mediante el proceso de glucólisis. Además la glucosa, se almacena en el hígado y en los músculos en forma de glucógeno. Estas reservas de insulina en el hígado serán empleadas por el organismo en caso de necesidad para mantener estables los niveles de glucosa en sangre.



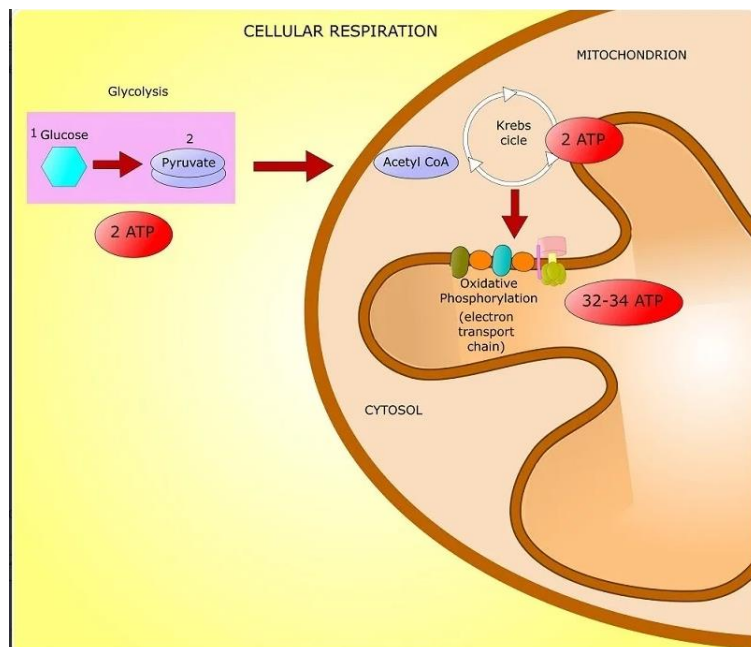
La concentración elevada de glucosa en sangre produce la secreción de la insulina, y una vez está presente en la sangre, la glucosa es transportada por esta a las células corporales para la obtención de la energía, que es vital para la vida.

El problema crítico de la diabetes, es o la ausencia total de insulina producida por el páncreas (diabetes tipo A), o la insuficiente cantidad de insulina producida por el páncreas (diabetes tipo B, o Mellitus), o la resistencia a la insulina de las células.

Como sabemos, la diabetes es la alta concentración de glucosa en la sangre (basal >105 mg/dl; > 180 mg/dl a las 2 horas tras las comidas), y esto es lo dañino para la salud. Una vez que la glucosa entra en la célula, deja de ser dañina para la salud, y se convierte en la fuente de energía celular.

El cuello de botella del proceso de transporte de la glucosa contenida en la sangre a la célula, es la disponibilidad de la suficiente cantidad de insulina como para que este proceso se lleve a cabo en forma y tiempo.

Una vez que la glucosa entra en la célula, es convertida en energía mediante la reacción en las mitocondrias:

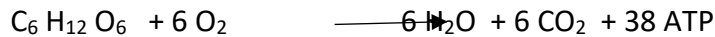


Fuente: [https://www.news-medical.net/life-sciences/ATP-Biosynthesis-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/ATP-Biosynthesis-(Spanish).aspx)

#### 2.4.- Energía en el proceso de la respiración.

Reacción en la obtención de energía a partir de la glucosa con la respiración.





Es decir, teniendo en cuenta que:

- El suministro de energía celular se produce en la conversión de ATP a ADP, y que es precisamente en esta conversión donde se producen 7,3 kilocalorías/mol ATP.
- El ácido Pirúvico producido por la glucólisis es desdoblado a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y se producen 36 ATP. En las células eucariotas la respiración se realiza en la mitocondria.
- El ATP se obtiene a partir de glucosa con ayuda de oxígeno durante la llamada respiración celular aeróbica. En total, se generan así entre 36 y 38 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa: la glucólisis y el ciclo de Krebs producen 2 moléculas de ATP cada uno; la cadena respiratoria aeróbica, entre 32 y 34 moléculas de ATP.
- 1 mol de glucosa produce en total, 38 moles de ATP.

Con esto anterior, la cantidad total de energía contenida en 1 mol de glucosa es la siguiente:

La energía liberada por 1 mol de glucosa = 7,3 kilocalorías/mol ATP x 38 moles de ATP 277,4  
Kcal

Dado que el potencial energético de la glucosa es de 690 kcal/mol, el rendimiento de este metabolismo aeróbico es:

$$\% \text{ Rto} = \frac{277,4}{690} \times 100 = 40,2\%$$

Como dato para comparar: El rendimiento del metabolismo anaerobio es del 2%.

### 3.- Diabetes y Cerveza.

#### 3.1- Introducción.

A lo largo de la reciente historia de la humanidad, los avances científicos y técnicos han permitido mejorar nuestra calidad de vida, haciéndola más amable y con más esperanza de vida, especialmente en los países más desarrollados.

Estos avances científicos se ha extendido a todos los sectores: en la medicina, en la industria alimentaria, en el sector farmacéutico, en el sector energético, y por supuesto en el sector cervecero.

Centrándonos en nuestro querido sector cervecero, que a pesar de las seis olas de la pandemia de Covid-19 está saliendo de ella con muy buenas perspectivas de crecimiento, y en el que podemos ver cómo en los últimos años ha desarrollado tecnologías y estrategias para reducir la huella de carbono, con reducciones notables de consumos de agua, energía térmica, energía eléctrica, así como el aumento de la seguridad en el trabajo, el aumento de la calidad y el comienzo del reto digital en toda la organización empresarial.

El sector cervecero en su conjunto, ha sabido afrontar con éxito las nuevas demandas del mercado, con la introducción de nuevos tipos de cerveza, la reducción de materiales en el proceso de envasado, el aumento de la Calidad y seguridad alimentaria, la innovación, ampliando la gama de sabores, colores, y olores de sus productos, demostrando su compromiso con el medioambiente, con la sociedad en general y con los consumidores en particular.

Dentro de este compromiso con los consumidores, y en la firme creencia que todos los consumidores tienen el derecho a disfrutar de una buena cerveza, están también las siguientes realidades que cubren necesidades de nuevos grupos de consumidores:

1. La producción de excelentes cervezas < 1% alc v/v, cervezas 0,0%, que cada día son más parecidas a las cervezas con alcohol, cubriendo la necesidad de un sector de consumidores que no quieren tomar alcohol.
2. De la cerveza Sin Gluten, que ha sido un gran avance para los consumidores con algún tipo de trastorno al gluten, haciendo posible que este grupo de consumidores pueda disfrutar también de una buena cerveza sin riesgo de padecer estos trastornos, gracias a la utilización de la enzima proli- endopeptidasa (PEP), cuyo uso en cereales y productos derivados como la cerveza, ha demostrado que elimina los péptidos inmunogénicos de gluten (GIP), los fragmentos de proteína resistentes a la digestión que provocan el daño al consumidor con trastorno al gluten.
3. Otro ejemplo más de este compromiso con los consumidores, es la producción de cerveza sin carbohidratos, la denominada “Cerveza Dry”, que nació en Japón en marzo de 1987, y que después fue adoptada por los cerveceros europeos y norteamericanos. Esta primera cerveza Dry fue lanzada al mercado por la cervecera japonesa Asahi, bajo la marca “Asahi Super Dry”. El concepto de “cerveza Dry” nace como una cerveza sin carbohidratos, de ahí el concepto Dry en contraposición al concepto dulce (con azúcares), que cubre la necesidad de un nicho de mercado que no quiere tomar cerveza que contenga carbohidratos residuales por motivos “deportivos”, es decir, reducir la ingesta de carbohidratos para reducir la cantidad de calorías diarias, evitando con ello el riesgo de sobrepeso, siendo parte del cuidado de la salud.
  - ✓ De hecho y como dato, la empresa La Cruz del Campo S.A lanzó al mercado en 1990, bajo la marca Cruzcampo Sport, una cerveza con el concepto “cerveza baja en carbohidratos o Dry”.

**Si actualizamos y extendemos el concepto de “cerveza sin carbohidratos residuales”, podemos concluir que este concepto también puede ser utilizado para fabricar cerveza para diabéticos como opción y alternativa a la cerveza con carbohidratos residuales, que es la mayoritaria en el mercado.**

El fuerte compromiso del sector cervecero con la sociedad, el medioambiente y el consumidor, se irá ampliando con nuevos productos y nuevos procesos a medida que los avances científicos y técnicos lo permitan.

### 3.2.- Producción de cerveza sin carbohidratos residuales.

La producción de cerveza sin carbohidratos residuales, es una opción viable para que los diabéticos puedan tomar moderadamente cerveza, sin riesgo de aumentar la concentración de glucosa en sangre, si lo comparamos con el hecho de tomar cervezas que si contienen estos carbohidratos, siempre a igualdad de % alcohol v/v y/o densidad primitiva.

#### 3.2.1.- Antecedentes.

Desde el campo, donde se cultivan las materias primas, hasta la cerveza final, existe un largo y complejo camino que recorrer. Importantes transformaciones bioquímicas tienen lugar desde la siembra de la semilla hasta la espiga, con la transformación en la maltería, y en la sala de cocción hasta conseguir el mosto frío. Todo ello para atender las exigencias de nutrición y el metabolismo de la levadura cervecera, un complejo organismo unicelular, que “tan solo tiene 200 millones”, y que nos provee de un producto único y maravilloso que denominamos CERVEZA.


La relación entre las levaduras y los humanos es un ejemplo más de simbiosis entre la naturaleza y el hombre.

#### 3.2.2.- Composición del mosto sin uso de enzimas externas

Recordemos que el mosto cervecero está compuesto por una mezcla de azúcares, que a su vez dependen principalmente del diagrama de cocimiento.

Ver la siguiente tabla como un ejemplo de la distribución de azúcares en el mosto cervecero:

AZUCAR	%	COMENTARIO
TRISACARIDOS	9-11	Maltotriosa
MALTOSA	42-44	2 unidades de glucosa
GLUCOSA	4-6	
AZUCAR INVERTIDO	4-6	GLUCOSA+FRUCTOSA
DEXTRINAS	18-20	Grado de polimerización > 3
PENTOSAS	4-6	como la arabinosa, la ramnosa y la xilosa
SUSTANCIAS PROTEICAS DISUELTAS	3-5	Proteínas de medio y bajo peso molecular, como los aminoácidos.
SUSTANCIAS MINERALES	2	Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup> , Zn <sup>++</sup>



El cervecero tiene siete herramientas principales para “gobernar” el proceso de maceración y conseguir el porcentaje de atenuación deseado, sabiendo de antemano que nunca alcanzará un % de atenuación en el mosto superior al 85% sin el uso de enzimas externas.

Las seis herramientas son las siguientes:

1. En la medida de lo posible, Selección de la malta con más actividad enzimática: Poder diastásico.
2. Tiempo de reposo a las distintas temperaturas del diagrama de cocimiento.
3. pH del empaste.
4. Molienda fina vs. gruesa
5. Consistencia de la masa: Ratio litros agua/ kg malta.
6. Utilización de enzimas externas en el proceso de maceración.

### 3.2.3.- La actuación de la levadura cervecera en la fermentación alcohólica y su influencia en la composición en los carbohidratos en la cerveza final.

Las levaduras cerveceras son del género *Saccharomyces* (*cerevisiae*, *carlsbergensis*, etc.), y estas no pueden utilizar nitratos, pero si tienen la capacidad de fermentar varios carbohidratos (MONO, DI Y TRISACARIDOS: Glucosa, Fructosa, Maltosa, Sacarosa o azúcar invertido, Pentosas, Maltotriosa, etc.), pero a partir de un grado de polimerización (G.P)  $\geq 4$  no pueden, ya que no pasan a través de la membrana celular de la levadura por impedimento estérico. Es por ello, que al no entrar en la célula de levadura estos carbohidratos o dextrinas (G.P)  $\geq 4$  no pueden ser fermentados y pasan a la cerveza final.

De forma gráfica:



Esta es la razón por la que nunca es posible alcanzar un 100% de atenuación sin usar enzimas externas, ya que la diferencia de atenuación entre lo que puede ser fermentado realmente y el 100% (todo fermentado) suele estar sobre 15%-18%.

Estos azúcares con un grado de polimerización  $\geq 4$  permanecen en el mosto, en la fermentación y en la cerveza verde, y continúan “íntegros” hasta la cerveza final, contribuyendo al cuerpo de la cerveza. Es precisamente esta permanencia en la cerveza final la que hace posible el aumento de la glucosa en todos los seres humanos cuando beben cerveza, pero que en los diabéticos supone una carga adicional de glucosa, y si no tiene insulina disponible, la concentración de glucosa en sangre se mantiene alta por más tiempo, causando los daños descritos en el capítulo 1.7.

Este aumento de azúcares en sangre tras la ingesta de cerveza se debe a que en la digestión humana hay enzimas que hacen posible degradar las dextrinas que contiene una cerveza terminada a glucosa. Es decir, mientras que la levadura no puede fermentar los DP  $\geq 4$ , la digestión humana degrada estas dextrinas a alfa-D-glucosa.

### 3.2.4.- Recordando la bioquímica de la maceración.

Sabemos que el objetivo de la maceración en el proceso cervecero es convertir las macromoléculas de las materias primas utilizadas en moléculas simples, con las enzimas que se han producido durante el malteado en la capa de aleurona de la cebada.

Estas son: las fosfatasa, proteasa, pentosanasa, alfa y beta amilasa, betaglucanasa, lipasa, la dextrinasa límite, etc.

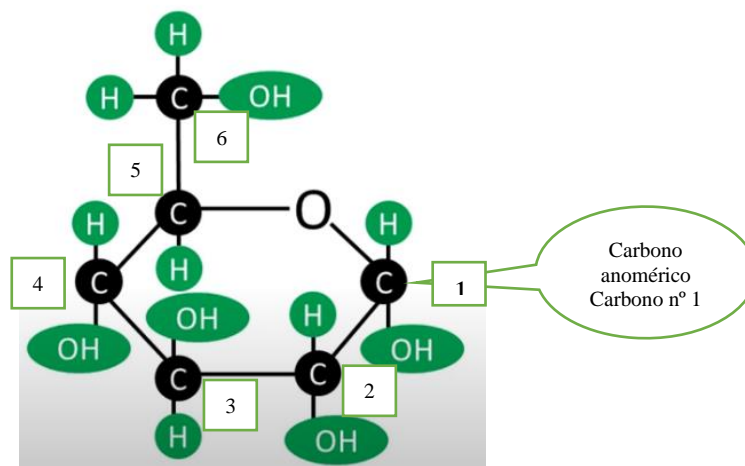
Esta conversión de moléculas complejas en moléculas simples durante la maceración tiene el objetivo de preparar el alimento para la levadura.

En nuestro caso, nos centraremos solo en aquellas enzimas que transforman los almidones en azúcares más simples.

Comenzaremos por recordar qué son los carbohidratos:

Una molécula de glucosa en proyección de Haworth

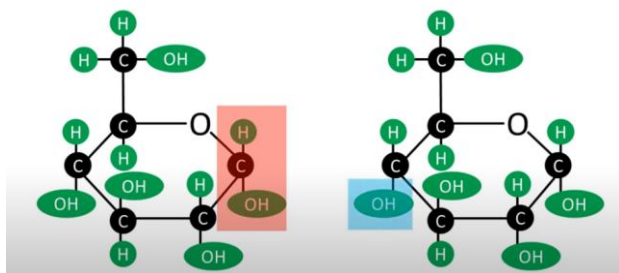
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=7BOLUjSP7-s>



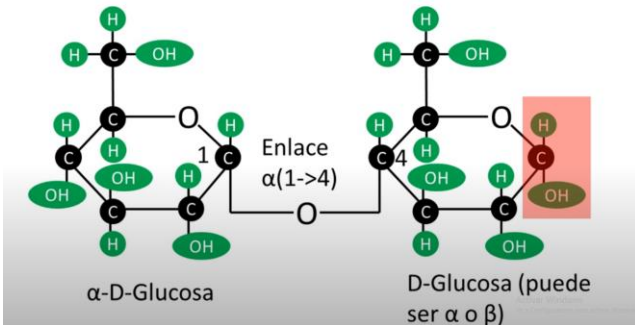
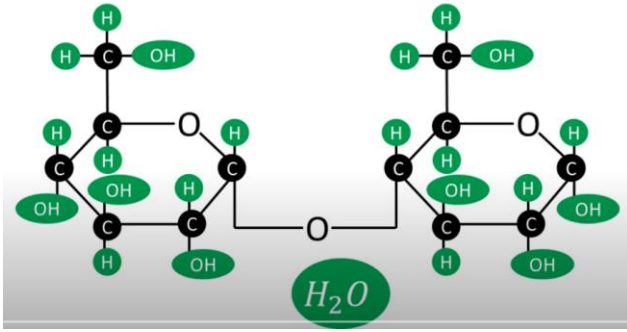
Recordemos que si el grupo OH está en un plano inferior al carbono anomérico (carbono nº1), esta molécula de glucosa está en forma alfa. Si por el contrario el grupo OH está por encima del carbono anomérico, estaría en su forma beta.

En este caso concreto, está en forma alfa.

Los monosacáridos pueden reaccionar entre sí para formar moléculas más complejas. En este proceso, el carbono anomérico de un monosacárido reacciona con un grupo OH de otro, de forma que se unen ambas moléculas covalentemente, liberando una molécula de agua en el proceso.

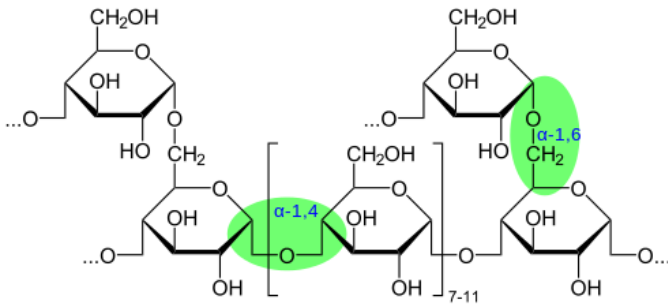


A este tipo de enlace se le conoce como enlace O-glucosídico, y la molécula que resulta es un disacárido llamado maltosa, formada por dos moléculas de alfa-D-Glucosa



Recordemos que en este caso, estamos en forma alfa-D-glucosa en ambas moléculas.

Pero no solo existe el enlace alfa 1-4, también está el enlace alfa 1-6, que es cuando empieza a ramificarse la molécula de almidón.



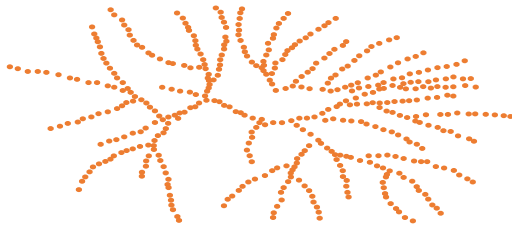
Ejemplo de enlace glucosídico en el Glucógeno (Fuente: Glykogen.svg-NEUR0tikerderivative-work-Marek-M-Public-domain via Wikimedia Commons)

Es precisamente el enlace alfa 1-6 el principal responsable de la existencia de dextrinas ( $DP \geq 4$ ), ya que a las temperaturas del inicio de la maceración, la dextrinasa límite ya ha sido desactivada.

- ❖ En homenaje a la Industria Cervecera Venezolana, y a la M.B.A.A (Master Brewers Association of the Americas). Fuente: libro "El Cerveceros en la Practica".

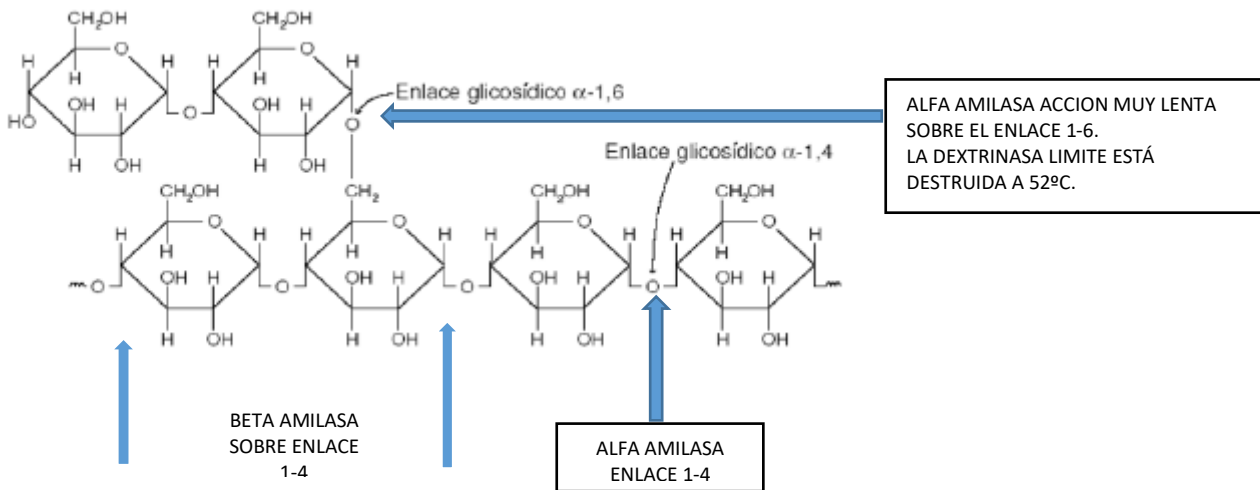
Históricamente se ha usado el término diastasa para referirse a las enzimas amilolíticas, principalmente a la alfa y beta amilasa, obviando el papel de la dextrinasa. En el empaste o maceración, las amilasas hidrolizan el almidón, que es el principal carbohidrato presente. Este está compuesto por dos tipos de largas cadenas de unidades de glucosa:

- Molécula de amilopectina: la **amilopectina** es multi-ramificada con 40-70 cadenas de 25 unidades de glucosa cada una.

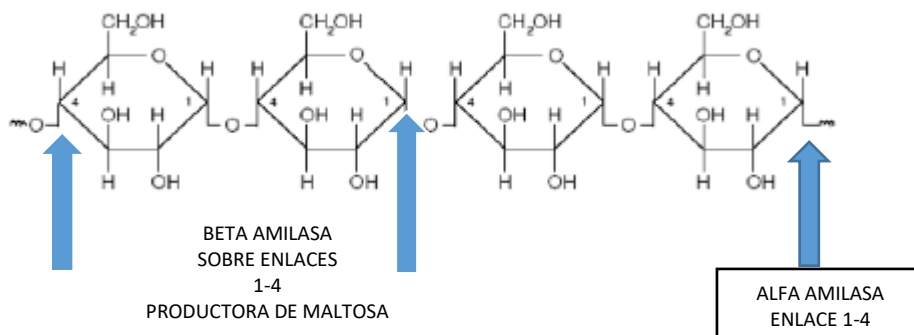


Cada punto representa una molécula de glucosa.

- Porción de molécula de amilopectina, y actuación de la Beta y Alfa amilasa:



- Molécula de amilosa: la **amilosa** es una cadena lineal aproximadamente 200-1000 unidades de glucosa.



➤ Porción de molécula de amilosa, y actuación de la Beta y Alfa amilasa:

➤ Principales enzimas amilolíticas en el empaste:

Nombre	Rango de actuación óptimo °C	Observaciones
Dextrinasa límite	40°C	Enzima desramificadora que descompone las dextrinas límite, y que ataca enlace alfa 1-6.
Beta-Amilasa	52 °C - 62°C	Solo ataca enlaces alfa 1-4.
Alfa-Amilasa	65 °C - 67°C	Ataca enlaces alfa 1-4, y eventualmente y muy lentamente enlaces alfa 1-6.

- **Dextrinasa límite:** Es una enzima desramificadora que descompone las dextrinas límite, que ataca enlace alfa 1-6, es decir, que puede descomponer las dextrinas límite ( $DP \geq 4$ ). Sin embargo, como su temperatura óptima de actuación es de 40 °C tiene poco efecto a las temperaturas utilizadas en el inicio de la maceración, que son mucho más altas:  $\sim 50^\circ\text{C}$  aproximadamente.
- **Beta-Amilasa:** Se caracteriza por producir maltosa muy rápidamente a partir del almidón gelatinizado y licuificado, rompiendo el enlace alfa 1,4 a través de la hidrólisis. La Beta amilasa es incapaz de romper el enlace glucosídico 1-6, por el que se forman las ramas de la amilopectina, pero es la productora más poderosa de maltosa, pero su acción se ralentiza y cesa a medida que ya no dispone de enlaces alfa 1-4.
- **Alfa-Amilasa:** tiene capacidad, eventual y muy lentamente, de romper enlaces alfa 1-6. Es conocida como la “enzima licuificante”, debido a su papel de abrir la capa de amilopectina de los gránulos de almidón gelatinizado, hinchados por el agua, en el momento de la licuefacción, que involucra un ataque sobre los enlaces glucosídicos 1-6, al igual que en la “dextrinización” del almidón. La alfa-amilasa es conocida como la “enzima dextrinogénica”, porque eventual **y muy lentamente** convertirá dextrinas en maltosa.

Por otra parte:

1. La Alfa y la Beta amilasa, son capaces de convertir hasta el 80%-82% del almidón de la malta en mono, di o trisacáridos, siempre y cuando estas maltas tengan un poder diastásico suficiente. El resto, las dextrinas “límite”, es decir entre el 16% y el 18% de los azúcares complejos son inaccesibles a la actividad beta.
2. La alfa amilasa es la enzima que digiere los carbohidratos, está presente en abundancia en animales, de hecho el sistema digestivo de los mamíferos secreta alfa amilasa.



3. La Beta-amilasa, por otro lado, es la enzima que madura la fruta y germina las semillas, y está presente en abundancia en las plantas. La beta amilasa es secretada por las plantas, los hongos y las células bacterianas o por las células animales.
4. El pH óptimo de la alfa amilasa es de 6,7 a 7; por otro lado, el pH óptimo de la beta amilasa es de 4 a 5.
5. La alfa amilasa se utiliza generalmente como principal enzima digestiva del cuerpo animal. Su función principal está en el sistema digestivo de los mamíferos.
6. La beta amilasa es menos eficaz y de acción muy lenta. Cada enzima es específica en su acción sobre el sustrato. La misma beta amilasa actúa principalmente sobre los extremos no reductores que provocan la ruptura de los segundos enlaces glucosídicos, produciendo la Maltosa.

### **3.2.5- Producción de cerveza sin carbohidratos residuales, con la utilización de enzimas externas.**

Con lo anteriormente descrito, podemos concluir que es imposible llegar al 100% de atenuación sin el uso de enzimas externas. Todo valor de atenuación final inferior al 100% implica tener dextrinas o azúcares residuales ( $D.P \geq 4$ ) en la cerveza final, y como la digestión humana es capaz de degradar estos azúcares  $D.P \geq 4$  a glucosa, esto implica para el diabético una mayor concentración de glucosa en sangre unido a una menor disponibilidad de insulina. Esto da lugar a una mayor concentración de glucosa durante más tiempo, y este hecho según vimos en el punto 2.4, implica un daño para la salud del diabético.

Según hemos visto en el punto 3.2.4, de las enzimas que trae la malta, solo la dextrinasa límite y la alfa amilasa son capaces de romper el enlace covalente alfa 1-6, pero:

- La dextrinasa límite actúa a 40°C, con lo que en la práctica y debido a las temperaturas con las que comenzamos el empaste, no actúa sobre el enlace alfa 1-6.
- La alfa amilasa es muy lenta en la actuación sobre el enlace 1-6. En la práctica, y para nuestros intereses, es como si no lo hiciera.

Sabemos que cada enzima actúa sobre un sustrato específico, y si como es el caso, queremos actuar sobre el enlace alfa 1-6, solo podemos hacerlo mediante la actuación de la enzima glucoamilasa, también llamada amiloglucosidasa.

Esta enzima actúa sobre el almidón, sobre las dextrinas, sobre los oligosacáridos (formados por varios monosacáridos), y polisacáridos (formados por muchas moléculas de azúcar). Su actuación es mediante la rotura del enlace alfa 1-6.

La glucoamilasa es ampliamente usada en la producción de glucosa y en la obtención de azúcares fermentables a partir de los carbohidratos.

La beta amilasa y la glucoamilasa han sido encontradas en una gran variedad de microorganismos.

En el punto 3.2.2, hemos visto un ejemplo del perfil de azúcares en el mosto cervecero

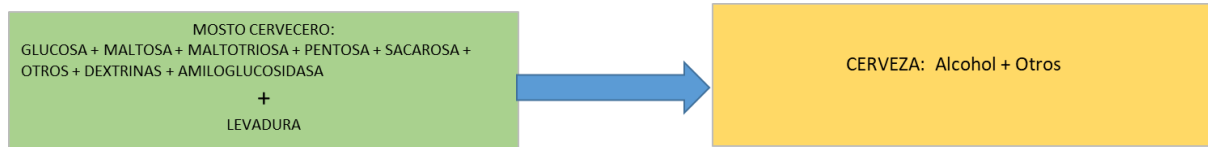
AZUCAR	%	COMENTARIO
TRISACARIDOS	9-11	Maltotriosa
MALTOSA	42-44	2 unidades de glucosa
GLUCOSA	4-6	
AZUCAR INVERTIDO	4-6	GLUCOSA+FRUCTOSA
DEXTRINAS	18-20	Grado de polimerización > 3
PENTOSAS	4-6	como la arabinosa, la ramnosa y la xilosa
SUSTANCIAS PROTEICAS DISUELTAS	3-5	Proteínas de medio y bajo peso molecular, como los aminoácidos.
SUSTANCIAS MINERALES	2	Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup> , Zn <sup>++</sup>



En nuestro caso, y con una atenuación objetivo del 100%, el perfil de azúcares que buscamos es el siguiente:

AZUCAR	%	Comentario
TRISACARIDOS	9 a 11	Maltotriosa. 3 uds. Glucosa
MALTOSA	42 a 44	2 unidades de glucosa
GLUCOSA	29 a 31	
AZUCAR INVERTIDO	4 a 6	GLUCOSA + FRUCTOSA
DEXTRINAS	0	Grado de polimerización >3
PENTOSAS	4 a 6	Arabinosa, xilosa, etc
SUSTANCIAS PROTEICAS DISUELTAS	3 a 5	Proteínas de bajo y medio peso molecular
SUSTANCIAS MINERALES	2	Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup> , Zn <sup>++</sup>

De forma gráfica:



Es decir, tras la actuación de la amiloglucosidasa durante el empaste no hay dextrinas, y por lo tanto el % de atenuación del mosto es del 100%, ya que todos los azúcares que existen en este mosto son fermentables. Esto significa que no hay dextrinas en la cerveza final, evitando con ello que sean convertidos en glucosa durante la digestión.

### 3.2.6.- Qué es la amiloglucosidasa.

La amiloglucosidasa, EC 3.2.1.3, es una enzima producida en la fermentación de una cepa seleccionada de *Aspergillus Niger*.

El enzima es una exo-1,4-alfa-glucosidasa que cataliza la liberación de sucesivas unidades de glucosa a partir del final de las cadenas de almidón licuado. El enzima puede hidrolizar tanto las ramificaciones alfa-D-1,6 como los enlaces poliméricos alfa-D-1,4 del almidón. El producto final de su actuación es sólo glucosa.

### 3.2.7.- Cálculo de las calorías de una cerveza.

La E.B.C define el valor de la energía tanto en kcal como en kJ, usando los factores prescritos en la directiva EC 90/496 /ECC.

Su cálculo es el siguiente:

$$\text{Energía (kcal/100mL)} = (A \times 7) + (C \times 4) + (P \times 4)$$

$$\text{Energía (kJ/100mL)} = (A \times 29) + (C \times 17) + (P \times 17)$$

Donde:

A = Alcohol en g/100mL

C = carbohidratos, en g/100 mL, como glucosa.

P = proteína, en g/100 mL.

**Como alternativa al método oficial de EC, existe un medio para calcularlo de manera estimada, solo teniendo en cuenta valor del alcohol y el valor del extracto real de la cerveza. Este valor estimado no difiere mucho del método EC 90/496 /ECC.**

$$\text{Energía (kcal/100mL)} = \text{densidad}_{20/20} \text{ de la cerveza (g/mL)} \times (3.5 \times Er + 7 \times A)$$

Donde:

Er = Extracto real en % peso/peso

A = Alcohol en % peso/peso

**Por otra parte, un cálculo estimado del Extracto Real, cuyo valor no difiere mucho del método EC 90/496 /ECC, es el siguiente:**

$$E. \text{ Real p/p} = (1 - \text{Aten. final en tanto por uno}) * D. \text{ Prim en } ^{\circ}P \text{ p/p} + \text{atenuación final en tanto por uno} * D. \text{ Final } ^{\circ}P \text{ p/p}$$

\*Suponiendo un % atenuación de 81,92%, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Extracto Real } ^{\circ}P \text{ en peso} \\ = 0.1808 * \text{densidad primitiva } ^{\circ}P \text{ en peso} + 0.8192 * \text{densidad final } ^{\circ}P \text{ en peso} \end{aligned}$$

Si aplicamos las anteriores fórmulas del cálculo estimado, en varios tipos de cerveza, tendremos la siguiente tabla 1:

Tipo	D.Primitiva °P p/p	D. Aparente °P p/p	Densidad 20/20 g/cm <sup>3</sup>	% Alcohol v/v	% Alcohol p/p	g alcohol/100 mL	Exto. Real °P p/p	Energía debido al alcohol kcal/100 mL	Energía debido al azúcar residual kcal/100 mL	Energía total kcal/100 mL	Energía total kj/100 mL
Normal	11,5	2,1	1,015	4,90	3,80	3,86	3,80	27,00	13,50	40,50	169
Especial	13	2,3	1,019	5,74	4,45	4,53	4,23	31,74	15,10	46,84	196
Extra	15	2,9	1,020	6,45	5,00	5,09	5,09	35,70	18,16	53,86	225
Sin < 1,00%v/v	5,7	4,3	1,000	0,75	0,60	0,59	4,55	4,20	15,94	20,14	84
Sin 0,0%	5,7	5,7	1,000	-0,03	0,00	-0,03	5,70	0,00	19,95	19,95	83
Craft	13,32	4,81	1,019	5,93	4,60	4,68	6,35	32,81	22,64	55,45	232
Baja en carbohidratos-1	11,5	0	0,990	5,93	4,60	4,68	2,08	31,88	7,20	39,08	164
A	16,35	3,5	1,010	7,08	5,48	5,58	5,85	38,74	20,67	59,42	249
Sin < 1,00%v/v-2	4,7	3,6	1,010	0,55	0,45	0,44	3,78	3,18	13,37	16,55	69
C	12,39	3,2	1,010	4,92	3,82	3,88	4,89	27,01	17,27	44,28	185
D	9,57	2,1	1,000	3,94	3,06	3,11	3,46	21,42	12,11	33,53	140
E	16,28	3,8	1,010	6,89	5,34	5,44	6,02	37,75	21,29	59,05	247
Craft 2	21,64	8,9	1,010	7,22	5,59	5,70	11,22	39,52	39,66	79,18	331
Sin < 1,00%v/v-3	7,55	6,0	1,010	0,80	0,64	0,63	6,26	4,52	22,11	26,64	111
Baja en carbohidratos-2	9,26	1,4	0,990	4,13	3,21	3,26	2,85	22,25	9,89	32,13	134
Sin 0,0%	5,87	5,9	1,020	-0,03	0,00	-0,03	5,87	0,00	20,96	20,96	88
J	7,48	1,7	1,000	3,01	2,35	2,37	2,75	16,42	9,61	26,02	109

Comentando los parámetros de la cerveza baja en carbohidratos-1, tenemos:

1. Con una atenuación del 100%, la densidad aparente es 0 °P, ya que durante la maceración, la actuación de la amiloglucosidasa hace posible que todos los azúcares sean fermentables o fermentescibles, y esto hace que durante la fermentación, la levadura cervecera pueda transformar todos los azúcares en alcohol, quedando 0 °P en la cerveza final.
2. La Densidad 20/20 será < 1 g/cm<sup>3</sup>, debido a que su densidad aparente es de 0 °P p/p y a que tiene un % de alcohol de 4,60 p/p según la tabla de equivalencia:

Tipo	% atenuación	% alcohol p/p
Normal	82%	3,8%
Baja en carbohidratos	100%	4,6%

➤ Con el uso del enzima amiloglucosidasa, conseguimos 100% de atenuación.

3. El valor del extracto real está exclusivamente formado por su fracción de alcohol, ya que su densidad aparente es 0 °P p/p.
4. En el valor de energía total (39,08 kcal/100 mL), la fracción de alcohol pondera un 81,57%, frente a solo un 18,43% de la que pondera la fracción del azúcar.
5. De todos los valores de energía debido a la fracción de los azúcares, es el menor con diferencia, y esto es la ventaja que presenta este tipo de cerveza para que pueda ser consumida de forma moderada por los diabéticos.

Como consecuencia de lo anterior, y sabiendo que en la fracción del azúcar, 4 Kilocalorías/100mL equivalen a 1 gramo de azúcar, podemos expresar las diferencias en gramos de glucosa/100 mL.

Tipo	Energía debido al azúcar residual kcal/100 mL	equivalencia en 100 mL cerveza 1 g azúcar equivale a 4 kcal	gramos de azúcar equivalente en 100 ml de cerveza
Normal	13,50	4	3,374
Especial	15,10	4	3,776
Extra	18,16	4	4,541
Sin < 1,00%v/v	15,94	4	3,984
Sin 0,0%	19,95	4	4,988
Craft	22,64	4	5,661
<b>Baja en carbohidratos-1</b>	7,20	4	1,801
A	20,67	4	5,168
Sin < 1,00%v/v-2	13,37	4	3,343
C	17,27	4	4,318
D	12,11	4	3,026
E	21,29	4	5,323
Craft 2	39,66	4	9,915
Sin < 1,00%v/v-3	22,11	4	5,528
<b>Baja en carbohidratos-2</b>	9,89	4	2,472
Sin 0,0%	20,96	4	5,239
J	9,61	4	2,402

Calculando para volúmenes de 100 mL, 333 mL, 450 mL, 500 mL, 600 mL, y 700 mL de cerveza

Tipo	gramos de azúcar equivalente en 100 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 333 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 400 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 450 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 500 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 600 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 700 mL de cerveza
Normal	3,374	11,237	13,498	15,185	16,87	20,25	23,62
Especial	3,776	12,573	15,103	16,990	18,88	22,65	26,43
Extra	4,541	15,121	18,163	20,433	22,70	27,24	31,79
Sin < 1,00%v/v	3,984	13,267	15,936	17,928	19,92	23,90	27,89
Sin 0,0%	4,988	16,608	19,950	22,444	24,94	29,93	34,91
Craft	5,661	18,850	22,642	25,473	28,30	33,96	39,62
<b>Baja en carbohidratos-1</b>	1,801	5,998	7,204	8,105	9,01	10,81	12,61
A	5,168	17,210	20,672	23,256	25,84	31,01	36,18
Sin < 1,00%v/v-2	3,343	11,131	13,371	15,043	16,71	20,06	23,40
C	4,318	14,379	17,272	19,432	21,59	25,91	30,23
D	3,026	10,078	12,106	13,619	15,13	18,16	21,18
E	5,323	17,727	21,293	23,955	26,62	31,94	37,26
Craft 2	9,915	33,019	39,662	44,620	49,58	59,49	69,41
Sin < 1,00%v/v-3	5,528	18,410	22,114	24,878	27,64	33,17	38,70
<b>Baja en carbohidratos-2</b>	2,472	8,232	9,889	11,125	12,36	14,83	17,31
Sin 0,0%	5,239	17,446	20,956	23,575	26,19	31,43	36,67
J	2,402	7,998	9,608	10,809	12,01	14,41	16,81

### 3.2.8.- Consumo responsable de alcohol.

Fuente:

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.sanidad.gob.es%2Fprofesionales%2FsaludPublica%2FprevPromocion%2FPrevencion%2Falcohol%2Fdocs%2FLimites\_Consumo\_Bajo\_Riesgo\_Alcohol\_Actualizacion.pdf&clen=2929591&chunk=true

Según este documento, INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN 2020 MINISTERIO DE SANIDAD, GOBIERNO DE ESPAÑA, sobre Límites de Consumo de Bajo Riesgo de Alcohol, la unidad de bebida estándar (UBE) es la cantidad recomendada de alcohol que puede ingerirse sin ocasionar riesgos para la salud se sitúan en 20 g/día (2 UBEs\*\*) para hombres y 10 g/día (1 UBE) para mujeres, y con un máximo de 5 días/semana, asumiendo que cualquier consumo por mínimo que sea implica riesgo. La diferencia de cantidades entre hombres y mujeres.

Consumir alcohol por encima de estos límites conlleva una mayor mortalidad en comparación con no beber o beber a un nivel más bajo. Además, algunas de las guías internacionales recomiendan días libres de alcohol en la semana. Esta información se debe proporcionar a cualquier persona que consuma alcohol.

Nota: \*\* Consumo promedio: Es el consumo habitual que hace una persona en un periodo de tiempo, que suele referirse al consumo diario o semanal. Unidad de Bebida Estándar (UBE) de alcohol, en España equivale a 10 gramos de alcohol.

Tipo	% Alcohol v/v	% Alcohol p/p	densidad alcohol = 0,789 g/mL g alcohol/100 mL	g alcohol/300 mL	g alcohol/400 mL	g alcohol/450 mL	g alcohol/500 mL	g alcohol/600 mL	g alcohol/700 mL
Normal	4,90%	3,80%	3,86	11,59	15,45	17,39	19,32	23,18	27,05
Especial	5,74%	4,45%	4,53	13,59	18,12	20,38	22,64	27,17	31,70
Extra	6,45%	5,00%	5,09	15,28	20,37	22,91	25,46	30,55	35,64
Sin < 1,00%v/v	0,75%	0,60%	0,59	1,77	2,35	2,65	2,94	3,53	4,12
Sin 0,0%	-0,03%	0,00%	-0,03	-0,08	-0,10	-0,11	-0,13	-0,15	-0,18
Craft	5,93%	4,60%	4,68	14,05	18,73	21,07	23,41	28,10	32,78
Baja en carbohidratos-1	5,93%	4,60%	4,68	14,05	18,73	21,07	23,41	28,10	32,78
A	7,08%	5,48%	5,58	16,75	22,33	25,12	27,92	33,50	39,08
Sin < 1,00%v/v-2	0,55%	0,45%	0,44	1,31	1,74	1,96	2,18	2,61	3,05
C	4,92%	3,82%	3,88	11,65	15,54	17,48	19,42	23,31	27,19
D	3,94%	3,06%	3,11	9,32	12,43	13,98	15,53	18,64	21,74
E	6,89%	5,34%	5,44	16,32	21,76	24,48	27,20	32,64	38,08
Craft 2	7,22%	5,59%	5,70	17,09	22,78	25,63	28,48	34,17	39,87
Sin < 1,00%v/v-3	0,80%	0,64%	0,63	1,89	2,52	2,83	3,15	3,78	4,41
Baja en carbohidratos-2	4,16%	3,23%	3,26	9,78	13,04	14,67	16,30	19,56	22,82
Sin 0,0%	-0,03%	0,00%	-0,03	-0,08	-0,10	-0,11	-0,13	-0,15	-0,18
J	3,02%	2,35%	2,37	7,12	9,50	10,69	11,87	14,25	16,62

Lo anterior convertido a UBEs:

Tipo	UBEs en 100 ml de cerveza	UBEs en 300 ml de cerveza	UBEs en 400 ml de cerveza	UBEs en 450 ml de cerveza	UBEs en 500 ml de cerveza	UBEs en 600 ml de cerveza	UBEs en 700 ml de cerveza
Normal	0,39	1,16	1,55	1,74	1,93	2,32	2,70
Especial	0,45	1,36	1,81	2,04	2,26	2,72	3,17
Extra	0,51	1,53	2,04	2,29	2,55	3,06	3,56
Sin < 1,00%v/v	0,06	0,18	0,24	0,26	0,29	0,35	0,41
Sin 0,0%	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02
Craft	0,47	1,40	1,87	2,11	2,34	2,81	3,28
Baja en carbohidratos-1	0,47	1,40	1,87	2,11	2,34	2,81	3,28
A	0,56	1,67	2,23	2,51	2,79	3,35	3,91
Sin < 1,00%v/v-2	0,04	0,13	0,17	0,20	0,22	0,26	0,30
C	0,39	1,17	1,55	1,75	1,94	2,33	2,72
D	0,31	0,93	1,24	1,40	1,55	1,86	2,17
E	0,54	1,63	2,18	2,45	2,72	3,26	3,81
Craft 2	0,57	1,71	2,28	2,56	2,85	3,42	3,99
Sin < 1,00%v/v-3	0,06	0,19	0,25	0,28	0,31	0,38	0,44
Baja en carbohidratos-2	0,33	0,98	1,30	1,47	1,63	1,96	2,28
Sin 0,0%	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02
J	0,24	0,71	0,95	1,07	1,19	1,42	1,66

Según los datos anteriores, cuando hablamos de consumo responsable de alcohol, hablamos de:

- Para hombres (2UBEs): una Ingesta entre 450 mL y 500 mL de cerveza entre el 3,80% y el 4,60% de alcohol en peso, teniendo en cuenta que son 5 días de consumo a la semana según el ministerio de Sanidad del Gobierno de España.
- Para mujeres es justo la mitad de la ingesta (1UBE): 225 mL y 250 mL de cerveza entre el 3,80% y el 4,60% de alcohol en peso, teniendo en cuenta que son 5 días de consumo a la semana según el ministerio de Sanidad del Gobierno de España.

Por otra parte, si tenemos en cuenta, conjuntamente, los puntos anteriores, 3.2.7 y 3.2.8, podemos concluir que:

1. Para hombres: la ingesta de 450 mL de cerveza baja en carbohidratos y 4,6% alcohol p/p, (5,93% v/v), equivale a:

- I. 2,07 Unidades de Bebida Estándar de alcohol, lo que cumple con la recomendación de consumo diario del Ministerio de Sanidad de España.
  - II. 8,105 gramos de azúcar equivalente.
2. Para mujeres, es justo la mitad: la ingesta de 225 mL de cerveza baja en carbohidratos y 4,6% alcohol p/p, (5,93% v/v), equivale a:
- I. 1,07 Unidades de Bebida Estándar de alcohol, lo que cumple con la recomendación de consumo diario del Ministerio de Sanidad de España.
  - II. 4,05 gramos de azúcar equivalente.

### 3.2.9.- Propuesta de receta para la producción de una cerveza cero en carbohidratos residuales o Dry.

#### 3.2.9.1.- Introducción:

Una cerveza cero en carbohidratos residuales o Dry, tiene una atenuación del 100%, de ahí su alta bebestibilidad, ya que las cervezas con un alto porcentaje de atenuación son más bebestibles que aquellas que tienen un % de atenuación bajo.

Es decir:

- 1. % Atenuación alto (extracto aparente ~~bajo~~) → Alta Bebestibilidad.
- 2. % Atenuación bajo (extracto aparente ~~alto~~) → Baja Bebestibilidad.

Las cervezas con bajo % de atenuación, por el contrario, son más pesadas al paladar debido a que tienen un extracto aparente alto, lo que contribuye al cuerpo de la cerveza, aunque el alcohol contribuye mucho más a la sensación de cuerpo que el extracto aparente.

Por otra parte, las cervezas con % atenuación bajo, al tener un extracto aparente alto, tiene más azúcar equivalente por unidad de volumen.

#### 3.2.9.2.- Características organolépticas y fisicoquímicas de la cerveza sin carbohidratos residuales.

Las características organolépticas de las cervezas con alto % de atenuación, son las siguientes:

- Limpias, suaves, ligeras, refrescantes, muy bebestibles, y poco pesadas porque tienen un extracto aparente bajo, lo que al tener pocos azúcares residuales, es más recomendable para los diabéticos

En el caso de la cerveza cero en carbohidratos el % de atenuación es del 100%, lo que hace que los atributos anteriores se potencien en positivo.

La siguiente tabla refleja las características fisicoquímicas de esta propuesta de receta de cerveza con cero carbohidratos residuales:

Parámetros cerveza final Propuesta	Valor
Densidad primitiva	8,50 °P p/p
% Alcohol v/v	3,60%
% Alcohol p/p	2,80%
Amargor UEBC	18
Color UEBC	9
Atenuación final	≥ 100%

### 3.2.9.3.- Cálculos de alcohol y calorías.

Si tenemos en cuenta los parámetros de la tabla anterior, se generan por cálculo los siguientes valores de los parámetros fisicoquímicos vistos anteriormente para el resto de cervezas:

Tipo	D.Primitiva °P p/p	D. Aparente °P p/p	Densidad 20/20 g/cm <sup>3</sup>	% Alcohol v/v	% Alcohol p/p	g alcohol/100 mL	Exto. Real °P p/p
<b>Receta Propuesta</b>	8,5	0,1	0,99	3,6	2,80	2,84	0,11

\*Para atenuaciones del 99,9%, E.R = (1-0,999)\*D.Prim + (0,999\*D.Aparente)



Tipo	% Alcohol v/v	% Alcohol p/p	g alcohol/100 mL	g alcohol/300 mL	g alcohol/400 mL	g alcohol/450 mL	g alcohol/500 mL	g alcohol/600 mL	g alcohol/700 mL
<b>Receta Propuesta</b>	3,60%	2,80%	2,84	8,52	11,36	12,78	14,20	17,04	19,88

Tipo	UBEs en 100 ml de cerveza	UBEs en 300 ml de cerveza	UBEs en 400 ml de cerveza	UBEs en 450 ml de cerveza	UBEs en 500 ml de cerveza	UBEs en 600 ml de cerveza	UBEs en 700 ml de cerveza
<b>Receta Propuesta</b>	0,28	0,85	1,14	1,28	1,42	1,70	1,99

Tipo	Energía debido al alcohol kcal/100 mL	Energía debido al azucar residual kcal/100 mL	Energía total kcal/100 mL	Energía total kj/100 mL
<b>Receta Propuesta</b>	19,40	0,37	19,78	82,74

Tipo	Energía debido al azucar residual kcal/100 mL	equivalencia en 100 mL cerveza 1 g azucar equivale a 4 kcal	gramos de azucar equivalente en 100 mL de cerveza
<b>Receta Propuesta</b>	0,37	4,00	0,09

Tipo	gramos de azúcar equivalente en 100 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 333 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 450 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 500 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 600 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 700 mL de cerveza
<b>Receta Propuesta</b>	0,09	0,31	0,42	0,47	0,56	0,65

### 3.2.9.4. – Cuantificación de la Ingesta de cerveza con cero azúcares residuales en diabéticos y consumidores que quieren reducir su consumo diario de azúcares: “Ingesta responsable de alcohol y azucares”

Hoy en día, es posible que los consumidores en general, y los diabéticos en particular puedan disfrutar de una cerveza con cero o muy bajo contenido en azucares residuales, y cumpliendo la recomendación del Ministerio de Sanidad de España sobre el consumo semanal de alcohol, lo que denominamos “Consumo Responsable”.

En este sentido, se deben cumplir dos condiciones:

1. Que la cerveza contenga o cero o una muy baja cantidad de azucares residuales.
2. Que la ingesta de alcohol cumpla con las recomendaciones del Ministerio de Sanidad de España.

Los cálculos muestran un amplio abanico de valores de volúmenes de cerveza de “Receta Propuesta”, que conllevan diferentes valores de UBEs y de gramos de azucares.

Tipo	% Alcohol v/v	% Alcohol p/p	g alcohol/100 mL	g alcohol/300 mL	g alcohol/400 mL	g alcohol/450 mL	g alcohol/500 mL	g alcohol/600 mL	g alcohol/700 mL
<b>Receta Propuesta</b>	3,60%	2,80%	2,84	8,52	11,36	12,78	14,20	17,04	19,88

Tipo	UBEs en 100 ml de cerveza	UBEs en 300 ml de cerveza	UBEs en 400 ml de cerveza	UBEs en 450 ml de cerveza	UBEs en 500 ml de cerveza	UBEs en 600 ml de cerveza	UBEs en 700 ml de cerveza
<b>Receta Propuesta</b>	0,28	0,85	1,14	1,28	1,42	1,70	1,99

La cerveza producida con la “Receta Propuesta”, que usa la enzima amiloglucosidasa en cocimiento, cumple con ambas condiciones simultáneamente.

Veamos las cantidades de esta cerveza de 3,6% alcohol v/v, que cumplen las recomendaciones de la O.M.S sobre UBEs y azucares:

- Desde el punto de vista de las UBEs (alcohol), podemos ver que:
  - Los hombres pueden beber hasta 700 ml sin sobrepasar el límite de 2 UBEs durante 5 días / semana.
  - Las mujeres pueden beber hasta 350 ml sin sobrepasar el límite de 1 UBEs durante 5 días / semana.

Tipo	UBEs en 100 ml de cerveza	UBEs en 300 ml de cerveza	UBEs en 400 ml de cerveza	UBEs en 450 ml de cerveza	UBEs en 500 ml de cerveza	UBEs en 600 ml de cerveza	UBEs en 700 ml de cerveza
<b>Receta Propuesta</b>	0,28	0,85	1,14	1,28	1,42	1,70	1,99

- Desde el punto de vista de los azúcares:

Primero conozcamos la cronología y evolución de las recomendaciones del consumo de gramos de azúcar diario:

- Según Servicio de Endocrinología y Nutrición. Unidad de Nutrición y Dietética. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. España:
  - El Instituto Americano de Medicina<sup>19</sup> recomienda en el 2005 que la ingesta de azúcar no exceda del 25% de la energía total para asegurarse así el aporte adecuado de micronutrientes esenciales, que típicamente no están presentes en los alimentos con azúcar añadido. **Esto significa 125 g de azúcar/día para una ingesta de 2.000 calorías diarias.**
  - La Asociación Americana del Corazón<sup>20</sup> en 2009 limita el consumo de azúcar a < 100 kcal/día para las mujeres (**25 g de azúcar/día**), y < 150 kcal/día para los hombres (**38 g de azúcar/día**).
  - En el 2011, la Organización Mundial de la Salud<sup>21</sup> limita su ingesta a < 10% de la energía total y el gobierno de Estados Unidos, dentro de la campaña "ChooseMyPlate"<sup>22</sup>, desaconseja los alimentos "SoFAS" (grasas sólidas y azúcares añadidos). En especial, desaconseja las bebidas con azúcares añadidos (libres), como refrescos, bebidas deportivas o zumos, y aconseja fruta fresca, zumo natural, agua, leche desnatada, café o té sin azúcar. **Esto significa 50 g de azúcar /día para una base de 2.000 calorías día.**
- Desde 2016, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado a los adultos con un índice de masa corporal normal reducir el consumo de azúcar al 5 % de la ingesta calórica diaria, tomamos como base 2000 calorías, equivale a **25 gramos al día.**

Es decir, la OMS ha ido bajando la cantidad recomendada de la ingesta de azúcares para evitar la obesidad, especialmente la infantil.

En este punto, debemos conocer la diferencia entre azúcares intrínsecos y azúcares libres:

- Azúcar intrínseco es el azúcar presente de forma natural en los alimentos de origen, es decir, no está añadido, y este es el caso de la cerveza.
- Los azúcares libres incluyen los monosacáridos y los disacáridos añadidos a los alimentos y las bebidas por el fabricante, el cocinero o el consumidor, más los azúcares naturalmente presentes en la miel, los jarabes, los jugos de frutas y los concentrados de jugos de frutas.

- En cualquier caso, sea azúcar intrínseco o libre, la suma total consumida debe ser **25 gramos al día, es decir, para un diabético adulto, con una masa corporal normal, se considera un consumo máximo de 25 gramos de azúcar al día, repartido en las ideales cinco comidas diarias: Desayuno, fruta, almuerzo, fruta, cena.**

Ahora si podemos calcular el consumo de cerveza producida con la “Receta Propuesta”, teniendo en cuenta el valor máximo de consumo de azúcares de 25 gramos/día.

La siguiente tabla muestra el valor de la ingesta de azúcares en función del volumen de cerveza, así como el % de consumo de azúcares sobre el máximo de 25 gramos diarios.

Tipo	gramos de azúcar equivalente en 100 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 333 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 450 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 500 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 600 mL de cerveza	gramos de azúcar equivalente en 700 mL de cerveza
<b>Receta Propuesta</b>	<b>0,09</b>	<b>0,31</b>	<b>0,42</b>	<b>0,47</b>	<b>0,56</b>	<b>0,65</b>
% Sobre máx.25 g azúcar diario	0,37%	1,24%	1,68%	1,86%	2,23%	2,61%

Si analizamos los límites de ingesta diaria de alcohol y azúcares, y dado que el factor limitante es la cantidad alcohol, un hombre adulto, diabético, sin complicaciones de salud, y con índice de masa corporal normal, puede tomar 700 mL/día de cerveza 100% atenuada, ya que:

1. Cumple con la recomendación del Ministerio de Sanidad Español sobre el consumo máximo de alcohol de 2 UBEs/día, cumpliendo la frecuencia de consumo de 5 días/semana.
2. Cumple con la recomendación de la OMS sobre el consumo de azúcar diario, ya que la ingesta de 700 mL de cerveza 100% atenuada, se consumen 0.65 gramos de azúcar, lo que representa solo un 2.61% del máximo diario recomendado del consumo de azúcar.

Para mujeres es justo la mitad de UBEs, es decir 1 UBE/día.

1. Cumple con la recomendación del Ministerio de Sanidad Español sobre el consumo máximo de alcohol para mujeres de 1 UBE/día, cumpliendo la frecuencia de consumo de 5 días/semana.
2. Cumple con la recomendación de la OMS sobre el consumo de azúcar diario, ya que la ingesta de 350 mL de cerveza 100% atenuada, se consumen 0.33 gramos de azúcar, lo que representa solo un 0.66% del máximo diario recomendado del consumo de azúcar.

### 3.2.9.5.- Propuesta de Receta de mosto, y Fermentación & guarda.

#### 3.2.9.5.1.- Receta de mosto:

Parámetro	Valor	Observaciones
Volumen mosto frío	10 HI	
Tipos de malta	85% Malta base Pilsen, con rendimiento del 78%. 15% Malta pale, con rendimiento del 78%.	Cargas de malta: Total 112 kg - 95 kg de malta Pilsen - 17 kg de malta Pale. - Ratio: 3 litros agua/1 kg malta
Densidad Primitiva p/p	8,50 °P	
Amargor UEBC cerveza final	18	
Amargor UEBC mosto frío	35	80% Variedad Columbus, alfa 15%. Aroma cítrico, terroso, a especias y ligeramente a madera debido a su alto contenido en aceite puede impartir un cierto olor a resina. Olor picante.  20% Variedad Tettnang, alfa 4%.

		Aroma ligeramente picante, especiado, floral y notas afrutadas.																											
Dosificación de enzimas para facilitar el objetivo de atenuación.	<p><math>\alpha</math> amilasa termoestable (por ejemplo: <b>Mats<sup>®</sup> L Classic</b>): 800g/tm de malta.</p> <p>Amiloglucosidasa (por ejemplo: <b>Amigase<sup>®</sup> Mega L</b>): 1500 g/tm of malta.</p> <p>Betaglucanasa (por ejemplo <b>Filtrase<sup>®</sup> NL Fast</b>): 100 g/tm</p>	<p>Durante el empaste y después de la adición de calcio. Para 112 kg de malta. <b>Mats<sup>®</sup> L Classic</b>: dosificar 90 gramos. <b>Amigase<sup>®</sup> Mega L</b>: dosificar 168 gramos. <b>Filtrase<sup>®</sup> NL Fast</b>: dosificar 11 gramos. Dosificando todas las enzimas en el empaste, nos aseguramos su actuación eficaz, y nos aseguramos de su destrucción en ebullición, impidiendo su actuación posterior en fermentación y en la cerveza final.</p>																											
Rendimiento Isomerización	50%																												
variedad Columbus	373 gramos	Adicionados justo antes del inicio ebullición																											
variedad Tettnang	350 gramos	Como late hopping, adicionado justo en trasiego a whirlpool																											
Color	9																												
Cantidad de calcio en mosto frío	$\geq 50$ ppm	Como $Cl_2 Ca$ o como $SO_4Ca$ , o combinación de ambos																											
Cantidad de zinc en mosto frío	0,8 ppm	Como $SO_4Zn$ o como $Cl_2Zn$																											
Objetivo de atenuación final	100%	Para evitar que queden azúcares residuales																											
Objetivo % Alcohol v/v	3,60%																												
Objetivo % Alcohol p/p	2,80%																												
Enfriamiento mosto	9°C																												
Aireación	Saturación																												
Diagrama de cocimiento	<p>Diagrama cocimiento</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Progresivo minutos</th> <th>°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>50</td></tr> <tr><td>30</td><td>50</td></tr> <tr><td>42</td><td>62</td></tr> <tr><td>163</td><td>62</td></tr> <tr><td>173</td><td>72</td></tr> <tr><td>213</td><td>72</td></tr> <tr><td>219</td><td>78</td></tr> <tr><td>229</td><td>78</td></tr> </tbody> </table>	Progresivo minutos	°C	0	50	30	50	42	62	163	62	173	72	213	72	219	78	229	78										
Progresivo minutos	°C																												
0	50																												
30	50																												
42	62																												
163	62																												
173	72																												
213	72																												
219	78																												
229	78																												
Valores °C/minutos/subidas/reposo	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Progresivo minutos</th> <th>°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Empaste</td><td>0</td><td>50</td></tr> <tr><td>Empaste</td><td>30</td><td>50</td></tr> <tr><td>Subida</td><td>42</td><td>62</td></tr> <tr><td>reposo</td><td>163</td><td>62</td></tr> <tr><td>Subida</td><td>173</td><td>72</td></tr> <tr><td>reposo</td><td>213</td><td>72</td></tr> <tr><td>Subida</td><td>219</td><td>78</td></tr> <tr><td>Trasiego a filtro</td><td>229</td><td>78</td></tr> </tbody> </table>		Progresivo minutos	°C	Empaste	0	50	Empaste	30	50	Subida	42	62	reposo	163	62	Subida	173	72	reposo	213	72	Subida	219	78	Trasiego a filtro	229	78	
	Progresivo minutos	°C																											
Empaste	0	50																											
Empaste	30	50																											
Subida	42	62																											
reposo	163	62																											
Subida	173	72																											
reposo	213	72																											
Subida	219	78																											
Trasiego a filtro	229	78																											

### 3.2.9.5.2.- Receta de Fermentación & Guarda

Parámetro	Valor	Observaciones																																								
Levadura	CEPA LAGER: W34/70	Dosis de siembra: Para levadura deshidratada: 0,5 g /L mosto. En cualquier caso, seguiremos las instrucciones del fabricante.																																								
Gráfico Fermentación y Guarda.	<p style="text-align: center;">Gráfico Fermentación</p> <table border="1"> <caption>Data for Gráfico Fermentación</caption> <thead> <tr> <th>Tiempo (horas)</th> <th>Temperatura (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>24</td><td>10</td></tr> <tr><td>60</td><td>13</td></tr> <tr><td>210</td><td>13</td></tr> <tr><td>246</td><td>0</td></tr> <tr><td>486</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Tiempo (horas)	Temperatura (°C)	0	10	24	10	60	13	210	13	246	0	486	0																											
Tiempo (horas)	Temperatura (°C)																																									
0	10																																									
24	10																																									
60	13																																									
210	13																																									
246	0																																									
486	0																																									
Fermentación y Guarda.	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Progresivo en horas</th> <th>°C</th> <th>Tiempo horas</th> <th>Progres</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enfriamiento</td> <td>0</td> <td>9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inicio</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>reposo</td> <td>24</td> <td>10</td> <td>24</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Subida</td> <td>60</td> <td>13</td> <td>36</td> <td></td> </tr> <tr> <td>reposo: hasta reducción diacetilo &lt; 20 ppb</td> <td>210</td> <td>13</td> <td>150</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Enfriamiento</td> <td>246</td> <td>0</td> <td>36</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reposo</td> <td>486</td> <td>0</td> <td>240</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Progresivo en horas	°C	Tiempo horas	Progres	Enfriamiento	0	9			Inicio	0	10	0		reposo	24	10	24		Subida	60	13	36		reposo: hasta reducción diacetilo < 20 ppb	210	13	150		Enfriamiento	246	0	36		Reposo	486	0	240		
	Progresivo en horas	°C	Tiempo horas	Progres																																						
Enfriamiento	0	9																																								
Inicio	0	10	0																																							
reposo	24	10	24																																							
Subida	60	13	36																																							
reposo: hasta reducción diacetilo < 20 ppb	210	13	150																																							
Enfriamiento	246	0	36																																							
Reposo	486	0	240																																							
Dry Hopping	Lupulo variedad Amarillo Dosis: 1 g de pellet/litro cerveza 18 horas de recirculación, 4 días antes de su filtración.	Aroma a cítricos con sabores a naranja y uva debido al alto contenido en aceite de mircenol.																																								

### 3.2.9.5.3.- Conclusión.

En una cerveza cuya ingesta pueda ser permitida en la dieta de los diabéticos, el factor fundamental son las calorías aportada por los azúcares residuales que la cerveza contenga, además de las calorías totales y alcohol. Hemos visto en la tabla 1 del punto 3.2.7 para el cálculo de calorías, que cervezas Sin 0,0%, Sin <1%, baja en carbohidratos 1 y 2, la cerveza tipo J, tienen una energía debido al azúcar residual mucho mayor que la cerveza de la Receta Propuesta (0,37 kcal/100 mL).

Es precisamente esta diferencia estadísticamente significativa en términos de calorías (kcal/mL), la que hace posible teorizar sobre la conveniencia de esta cerveza en la dieta del diabético, siempre cumpliendo los criterios de la OMS para la ingesta de alcohol y gramos de azúcar diarios.

Las herramientas técnico-científicas permiten la producción de cervezas con cero o con muy bajo contenido en azúcares residuales.

Una opción factible y eficaz para conseguir esta cerveza, es la utilización de la enzima amiloglicosidasa que es capaz de romper los enlaces  $\alpha$  1-6, consiguiendo de facto una atenuación del 99,9% o del 100%.

Esta atenuación permite que el mosto cervecero no contenga azúcares con un grado de polimerización superior a 3, es decir, todos los azúcares presentes en el mosto cervecero son fermentables, o dicho de otra manera, están en forma de mono, di o trisacáridos, lo que nos asegura que durante la fermentación, la levadura cervecera pueda fermentar el 100% de los azúcares presentes en el mosto, evitándose con ello que queden azúcares residuales en forma de dextrinas en la cerveza final.

Como hemos visto, estas dextrinas son transformadas, durante la digestión humana a azúcares simples, y son precisamente estos azúcares los que incrementan el contenido de glucosa en sangre tras la ingesta de la cerveza.

La ingesta de cerveza con criterio de “consumo responsable”, lo marca por una parte el Ministerio de Sanidad de España con las UBEs respecto a los gramos de alcohol, y por otra parte, el consumo TOTAL diario de azúcar recomendado según la OMS, que son 25 gramos de azúcar.

En el caso de los diabéticos, esta “ingesta responsable de cerveza” se debe abordar como el binomio: gramos de alcohol y gramos de azúcar/día, es decir, se deben cumplir las dos condiciones.

Cumpliendo con este binomio (gramos de alcohol + g de azúcar)/día en la “ingesta responsable de cerveza producida con la receta propuesta”, hemos visto en las “tablas del punto 3.2.9.3, Cálculos de alcohol y calorías”, lo siguiente:

- Que el consumo de 700 ml de cerveza con “cero” carbohidratos o Dry, y 3,60% alcohol v/v en hombres, conlleva:
  - No superar el límite de 2 UBEs durante 5 días / semana.
  - Cumplir plenamente con la recomendación de la OMS sobre el consumo de azúcar diario, ya que se consumen solo 0,65 gramos de azúcar, lo que representa un 2.61% del máximo diario recomendado del consumo de azúcar (25 gramos).
- Que el consumo de 350 ml de cerveza con “cero” carbohidratos o Dry, y 3,60% alcohol v/v en mujeres, conlleva justo la mitad:
  - No superar el límite de 1 UBEs durante 5 días / semana.
  - Se cumple con la recomendación de la OMS sobre el consumo de azúcar diario, se consumen solo 0.33 gramos de azúcar, lo que representa un 1,31% del máximo diario recomendado del consumo de azúcar (25 gramos).



**Es decir, un diabético sano, con una masa corporal normal podría tomar:**

- **Si es hombre: 700 mL de cerveza con cero carbohidratos residuales y 3,6% alcohol v/v.**
- **Si es mujer: 350 mL de cerveza con cero carbohidratos residuales y 3,6% alcohol v/v.**

**Cumpliendo con el binomio recomendado por la OMS en la ingesta diaria de azúcares (< 25 gramos) y alcohol (2 UBEs/día para hombres y 1 UBE/día para mujer) durante 5 días sobre 7 días.**

Agradecimiento:

A la compañía DSM, por su soporte técnico en el uso y dosificación de las enzimas.