

Cervezomicón

El secreto está en la malta

Matemática cervecera | Los Puntos de Densidad

Publicado en **25 junio, 2015**

En mi lento ritmo de creación de artículos, me he dado cuenta que para seguir el hilo de algunos de ellos, primero conviene tener claros algunos conceptos básicos. Como este blog está concebido a largo plazo, quiero pensar que dentro de algunos años el contenido del mismo sea el suficiente como para poder trabajar con él con independencia de otros recursos, al menos a ciertos niveles, mientras que dicha información sea a la par manejable, útil, práctica y entretenida.

*Justo por esto, no me queda más remedio que centrarme también, de vez en cuando, en tribulaciones básicas de cervecero casero a las que poder hacer referencia en artículos venideros, sin tener que recurrir a otros sitios. Así que el post de hoy está dedicado a los **Puntos de Densidad**.*

Cuando se empieza en el apasionante mundo del *jombrugüin*, dejando de lado los aburridos e insulsos kits de extractos y lanzándonos al *jombrugüin* en estado puro: el conocido como todo-grano (o 100% malta) todo son dudas, inseguridades y vacilaciones.

Por un lado tenemos nuestra agua, nuestro saco de malta de cebada, nuestros lúpulos perfectamente conservados y la levadura a punto para hacer nuestra primera elaboración. Hemos buscado unas cuantas recetas que elaborar, y como no queremos complicarnos demasiado hemos escogido una muy sencillita, pero no estamos seguros de si las cantidades de malta y de agua (¡o de lúpulos!) son las idóneas. Podemos imaginarnos al *neojombrigüer* moviendo cacharros de aquí para allá sin saber muy bien cómo actuar en cada momento (yo me sentía así), y pesando cantidades esperando no meter demasiado la pata... Así que una de las primeras preguntas que vienen a la mente es la de ¿cuánta malta tengo que poner aquí para llegar a la densidad que me marca la receta?

Parece simple, y en realidad lo es si somos capaces de manejar ciertos factores muy básicos. Es decir, si por un lado sabemos que necesitamos llegar a una densidad objetivo de 1,045 después de hervido y hemos calculado que la cantidad de mosto que vamos a tener en nuestro fermentador (una vez terminado el macerado y el hervido) es de 20 litros... **¿cuántos kilos de malta necesitamos poner en el macerador para que la densidad después del hervido no sea ni 1,060 ni 1,030... si no los 1,045 que hemos proyectado?**

Hay mucho software (gratis o no) que te hace estos tipos de cálculos sin ningún esfuerzo. Sin embargo, la gente curiosa (como yo) necesita saber de dónde vienen y a dónde van estos números. Yo quise saberlo al principio, con el ánimo de tener un mejor control de los procesos, y a la postre no he usado nunca ningún software de elaboración para hacer estos cálculos. Reconozco que tengo mi propia hoja Excel que he generado para no perder tiempo haciendo muchos cálculos manualmente, pero nunca he sentido la necesidad de apoyarme en un software específico para diseñar mis recetas.

La principal fuente de toda la información del post viene del libro de Ray Daniels, "*Designing Great Beers*", pero hay multitud de otros sitios de referencia donde investigar los mismos parámetros, no se trata de ningún secreto ancestral, sino de lo primero que se aprende cuando se empieza a hacer cerveza en casa. Uno de mis post favoritos respecto a este tema (en inglés) es este [¡plink!] de la web <http://homebrewmanual.com/>. Además, la mayoría de las publicaciones se mueven en onzas, libras y galones y la suerte de este artículo es que ya habla en litros y kilos.

Y como el movimiento se demuestra andando, lo mejor es conducir la explicación a través de un ejemplo sencillo. Imaginemos que queremos hacer una cerveza de fácil elaboración, tipo English Pale Ale (Bitter, grupo 8B de la BJCP), con una densidad inicial objetivo de 1,045 y compuesta de los siguientes ingredientes:

92% Malta Pale
5% Malta Crystal
3% Copos de trigo

Así que para empezar a recabar la información necesaria para nuestra ecuación en realidad hay que irse al final del proceso: ¿cuánta cerveza quedará al final de todo el proceso? Este será el dato elemental que va a condicionar todo. Obviamente no será lo mismo hacer 10 litros de cerveza, que 20 o que 30. Así que en nuestro ejemplo vamos a suponer que queremos acabar con 25 litros de cerveza.

Llegados a este punto, ya podemos empezar a jugar con los Puntos de Densidad. En inglés unas veces se llaman *Gravity Units* y otras *Gravity Points*, con sus respectivas abreviaturas (GU y GP), pero nosotros simplemente les llamaremos Puntos de Densidad (PD). Además, los números calculados a la manera anglosajona (en libras y galones) no se corresponden con estos Puntos de Densidad a la española, puesto que al multiplicar cantidades dan resultados más pequeños que no podemos tener en cuenta.

Los **Puntos de Densidad** van a indicar de manera directa y segura la cantidad real de azúcares que hay en tu cerveza o en tu mosto (o la cantidad que quieres que haya). La densidad por sí misma es un valor que te indica un objetivo, pero si no está vinculado a un volumen concreto de cerveza, no es plenamente indicativo. Además, si te paras a medir densidades todo el rato, tendrás multitud de valores confusos y diferentes: una densidad en el primer mosto del macerado, una densidad en el segundo mosto, una densidad distinta antes de hervir, otra después de hervir... Sin embargo, los Puntos de Densidad sugieren un valor absoluto que te van a servir no sólo para saber que todo va bien, sino también para predecir qué va a ocurrir en el futuro inmediato (es más fiable que leer el futuro lanzando conchitas chiquititas sobre un tapete de felpa).

El principio del mismo es bien sencillo: el contenido de azúcar de un mosto, después del macerado, no varía. Supongamos que tenemos 10 litros de mosto, y le añadimos 5 litros de agua; es evidente que el total de azúcares del mosto no habrá variado con dicha adición de agua, solo que estarán más diluidos. En el caso contrario, si hervimos esos 10 litros de mosto y lo dejamos en 8 (por evaporación), tendremos exactamente la misma cantidad de azúcares, pero más concentrados (lo que equivale a un mayor valor de densidad). Pero en los tres casos, con 8, 10 o 15 litros, el contenido en azúcares es exactamente el mismo.

Si queremos explicarlo de manera más básica aún, tenemos la parábola de los gatitos en la piscina. Imagina una piscina hinchable llena de agua hasta la mitad donde están nadando siete tiernos gatitos. Imagina también que la piscina hinchable es tu olla, el agua es el mosto y los gatitos, los azúcares de la malta. Si llenaras la piscina de agua hasta arriba, seguirían siendo siete los gatitos que hay en la piscina. Y si abrieras el grifo para sacar el agua de la piscina, seguiría habiendo siete gatitos en la piscina. Varíe lo que varíe la cantidad de agua, los gatitos son los mismos. Varíe lo que varíe el volumen del mosto, una vez acabado el macerado y los azúcares están disueltos, dicho contenido en azúcares será constante a lo largo de todo el proceso.

Por tanto, podemos decir que:

$$\text{Puntos de Densidad} = \text{Factor Denso} \times \text{Volumen (litros)}$$

¿Qué demonios es el **Factor Denso**? La respuesta rápida es que el Factor Denso es un nombre estúpido que me he inventado para darle un poco de lógica y coherencia a los cálculos. Resulta que para medir la densidad específica de un líquido se toma como referencia la densidad del agua destilada, que es 1. Si al agua pura se le van añadiendo y disolviendo otras partículas, la densidad aumenta... así, cuanto más contenido de azúcar hay en un líquido (en nuestro caso, el mosto), más alta será la densidad específica de dicho líquido. El problema viene que unas veces el valor 1 se expresa como 1.000 o como 1,000 o como 1000. En el caso de 1.000 es porque los anglosajones usan el punto para separar la parte decimal, igual que aquí usamos la coma. Esto provoca que muchas veces leemos la cantidad 1.080 o 1,080 como “mil ochenta” o “uno como ochenta”. Ni que decir tiene que las veces que no vemos ni coma ni punto (1080), decimos “mil ochenta” o, directamente, “ochenta”. A efectos prácticos nos da lo mismo, y puedes ver las cantidades con comas, puntos o solo números indistintamente en cualquier texto de cervecería casera. Sin embargo, a la hora de confeccionar una norma o fórmula matemática para cualquier aplicación informática, no es lo mismo.

El “Factor Denso” (fd) es la parte de la cifra de la densidad específica que está después del punto, o de la coma. Si tratamos la densidad como un valor de “mil y pico”, la fórmula sería (usando una densidad de 1.085 como ejemplo):

$$\text{Factor Denso} = 1.085 - 1.000 = 85$$

Si lo tratamos como una “coma”, la fórmula sería esta:

$$\text{Factor Denso} = (1,085 - 1) \times 1.000 = 85$$

Pero no te hace falta hacer ningún cálculo matemático para saber que el Factor Denso de 1,085 es 85, o el Factor Denso de 1,060 es 60.

Así que si retornamos a la fórmula anterior y a nuestro ejemplo, tenemos que:

$$\text{Puntos de Densidad} = \text{Factor Denso} \times \text{Volumen (litros)}$$

$$\text{Puntos de Densidad} = 45 \times 25 = 1.125$$

Donde 45 es el Factor Denso de nuestra densidad inicial objetivo (1,045) y 25, el volumen total de litros de cerveza que queremos tener al final del proceso. Y el producto de ambos valores, 1.125, nuestros Puntos de Densidad objetivos. Con esta información ya podemos hacer (y saber) muchas cosas.

El Extracto Potencial

Las cosas empiezan a complicarse un poquito a partir de ahora, pero no demasiado. Si ya sabemos nuestros Puntos de Densidad objetivo (de ahora en adelante, PD), necesitamos saber qué cantidad de azúcares nos va a aportar cada malta o adjunto que hay en nuestra receta. Es evidente que todas las maltas no tienen el mismo contenido de azúcares, así que tenemos que saber, o al menos estimar cuál es el potencial de extracto de cada una de las maltas que intervienen en la maceración.

Aquí tenemos que obviar el hecho de que cada malta es un mundo, no ya la misma clase de malta de dos malterías diferentes, sino la misma malta de un mismo fabricante de cosechas distintas, o el mismo saco de malta usado en diferentes momentos (según la conservación del mismo) y otros factores de control. Se supone que estamos diseñando una receta, y no haciendo el *business plan* para los próximos diez años de un holding de empresas.

Podemos definir, simplificando, que el **Extracto Potencial** de las maltas (y adjuntos) es el contenido en azúcares susceptible de disolverse en agua caliente y formar parte del mosto. Es fácil de entender si decimos que el azúcar blanco (sacarosa, de hecho) tiene un Extracto Potencial a todos los efectos del 100%. Es decir, como el azúcar blanco es 100% azúcar, contribuirá con un 100% de sus azúcares a la densidad del mosto. ¡Obvio! Así, constituye la referencia para el resto de ingredientes.

La malta, sin embargo, no es 100% azúcar. Tiene cáscaras (por decir algo que podemos ver con los ojos) y otros compuestos diferentes. Por eso las malterías someten sus maltas a un estudio de laboratorio para conocer al detalle todas las características importantes: humedad, proteínas, alfa-amilasas... y por supuesto, el Extracto Potencial. Como ejemplo podemos consultar un análisis típico completo de las maltas de BRIESS Malt & Ingredientes Co. aquí [[jplink!](#)], donde por ejemplo podemos ver que la malta Pilsen tiene un 80,5% de Extracto Potencial, mientras que la CaraPils tiene un 75%. Y de un vistazo simple podemos ver que las maltas base típicamente rondan el 80%, mientras que las especiales más comunes van desde un 78% a un 75% o un poquito menos (72%) para las más tostadas, con menor contenido en azúcar soluble en el mosto.

Item # Whole Kernel	Item # Pre- ground	Item Description	Available as ORGANIC?	Mealy %	Half %	Glassy %	Plump %	Thru %	Moisture %	Extract FG %	Extract CG %	Extract Difference %	Protein %	5/T	Alpha Amylase	DP - Degree Linnber	Color - Degrees Lovibond
										Dry basis		Dry basis		ASBC			
5298	5596	Brewers Malt	X	98	2	0	80	2	4.2	80.5	79.5	1.0	11.5	42.0	55	140	1.8
5303	5603	Pilsen Malt		98	2	0	90	2	4.5	78.0		2.5	11.3	37.0	45	140	1.2
5317	5612	Wheat Malt, White		98	2	0	80	2	4.0	84.0		1.0	12.0	44.0	48	160	2.5
5323	5615	Wheat Malt, Red		98	2	0	80	2	4.0	79.0		2.0	13.0	42.0	50	180	2.3
6659	6660	Goldpils® Vienna Malt		98	2	0	90	1	3.5	78.0		2.0	12.0	35.0	45	80	3.5
5301	5600	Pale Ale Malt		98	2	0	80	2		78.5		1.5	11.7	42.0	45	85	3.5
5355	5631	Ashburne® Mild Malt		95	5	0	80	2		77.0		2.0	11.7	40.0	45	85	5.3
5344	5625	Borlander® Munich Malt 10L	X	95	5	0	80	2		76.0		2.0	11.7	38.0	35	40	10
5346	5626	Aromatic Munich Malt 20L		95	5	0	80	2									20
5419	5667	Carapils® Malt	X	0	0	100	75	5									15
7065	7067	Victory® Malt		95	5	0	70										28
7059	7061	Special Roast Malt								2.0							40
5446	5671	Extra Special Malt								3.0							130
													10.5	50.0	45	305	3.7

Ray Daniels, en el quinto capítulo de su libro *“Designing Great Beers”* usa un enfoque distinto para los Extractos Potenciales, pero poco, porque en esencia parte del mismo sitio. Primero, construye una tabla de referencia para las maltas más comunes, puesto que estar investigando las maltas de cada fabricante, durante todas las cosechas, es un tarea aburrida y poco práctica (las variaciones son mínimas) y segundo, plantea el potencial de cada una de ellas haciendo la siguiente estimación: si 1 libra de cierta malta se macera en 1 galón (americano) de agua, ¿qué densidad conseguimos? Teniendo esa información, podemos saber de manera sencilla cuánta malta usar para alcanzar la densidad del mosto que queremos. En nuestro lenguaje de litros y kilos, la pregunta sería ¿qué densidad conseguimos si ponemos 453 gramos de cierta malta en 3,784 litros de agua?, lo que haría impracticable cualquier tipo de cálculo sencillo. Sin embargo, con un cálculo teórico sencillo podemos transformar esos datos y estimar qué densidad nos darían 100 gramos de malta en un litro de agua, lo que sí es más útil.

En la siguiente tabla podemos ver un resumen de estos cálculos, junto a la información que usa John Palmer en el How to Brew [¡plink!] y de la que más adelante hablaremos de cómo usarla. Si nos fijamos bien entre ambas columnas, podemos ver una correlación muy clara entre ellas, lo que certifica que la base es la misma.

TIPO DE MALTA (O ADJUNTO)	John Palmer		Ray Daniels	
	Max. Yield	Max. PPG	1 lb / 1 gl	0,1 kg / 1 l
Malta Lager (2-row)	80	37	1.035 - 1.037	1,029 - 1,030
Malta Pale (2-row)	81	38	1.035 - 1.037	1,029 - 1,030
Malta Biscuit/Victory	75	35	1.035 - 1.036	1,029 - 1,030
Malta Vienna	75	35	1.035 - 1.036	1,029 - 1,030
Malta Munich	75	35	1.035 - 1.036	1,029 - 1,030
Malta Brown	70	32	1.032	1,028
Malta Crystal (10 - 15L)	75	35	1.035	1,029
Malta Crystal (25 - 40L)	74	34	1.034	1,029
Malta Crystal (60 - 75L)	74	34	1.034	1,029
Malta Crystal (120L)	72	33	1.033	1,028
Special B	68	31	1.031	1,028
Malta Chocolate	60	28	1.025 - 1.030	1,021 - 1,025
Cebada tostada	55	25	1.025 - 1.030	1,021 - 1,025
Malta Black	55	25	1.025 - 1.030	1,021 - 1,025
Malta de Trigo	79	37	1.037 - 1.039	1,031 - 1,033
Malta de Centeno	63	29	1.029	1,030
Copos de avena	70	32	1.032	1,028
Copos de maíz	84	39	1.037 - 1.039	1,031 - 1,033
Copos de cebada	70	32	1.032	1,024
Copos de trigo	77	36	1.036	1,030
Copos de arroz	82	38	1.038	1,032
Azúcar blanco	100	46	1.046	1,038

Por supuesto, tenemos que tener en cuenta que se trata de un cálculo teórico, porque en la mayoría de los casos, aún en las condiciones más favorables del mundo, no todo el Extracto Potencial de la malta pasa al mosto... y por eso tenemos que hablar del rendimiento del macerado.

El rendimiento del macerado

Podemos (y lo haremos) dedicar un post entero acerca del rendimiento del macerado, ya que hay corrientes de opinión, teorías contrarias y hasta extremismos religiosos acerca de cómo calcular de forma correcta el rendimiento del macerado. Y realmente es un tema apasionante sobre el que discutir.

No obstante, para el caso que nos ocupa es mejor pasar un poco de puntillas y centrarnos en otras prioridades. Quedémonos con el hecho de que la realidad es que no todas las cosas salen siempre como las planeamos, y aunque una malta tiene un potencial de extracto dado, hay muchas variables y acontecimientos que van a influir en el macerado para que todo ese extracto pase al mosto, y finalmente, en la mayoría de los casos sólo pase una parte del mismo. Por eso hablamos del fenómeno conocido como "rendimiento del macerado". Según Ray Daniels, en los equipos usuales de *jombbrugün* dicho rendimiento suele moverse en el rango de un 65% en los casos más pobres y en un 80% en los mejores (insisto, esto es carne

de debate que ya abordaremos en otro post, no vamos a discutirlo ahora) y la idea es que cada uno de nosotros sepamos el rendimiento de nuestro equipo.

Como al principio es difícil saberlo o si estás usando un equipo por primera vez es imposible saberlo, lo ideal es hacer una estimación al 70% o al 75%, y luego ir ajustando en función de los resultados. Es recomendable ser conservador con este dato y usar el 70% al principio, porque si alcanzas más rendimiento, siempre puedes añadir más agua y acabar con más cerveza.

Empezando los cálculos

Recopilemos los conceptos que hemos manejado hasta ahora: conocemos los **Puntos de Densidad** (PD), el **Extracto Potencial** (ExP) de las maltas y el **Rendimiento** del macerado (R%), así que con todo esto podemos obtener respuestas a nuestras preguntas iniciales.

Como hay diferentes planteamientos y enfoques, vamos a ver dos de ellos y que cada cual use el que más le convenga. Antes de usar estos cálculos para el ejemplo inicial de la receta propuesta, vamos a explicar las fórmulas como si sólo usáramos una única malta para alcanzar la densidad objetivo, así será fácil de entender. Digamos, entonces, que queremos alcanzar una densidad de 1,045 para 25 litros de cerveza usando sólo malta Pale.

El enfoque Daniels

Si estudiamos el planteamiento que Ray Daniels usa en su libro, y convertimos sus fórmulas a kilos y litros, obtendremos la siguiente fórmula simplificada:

$$\text{Kg de malta} = \text{Puntos de Densidad} / \text{Extracto Potencial} / \text{Rendimiento} / 10$$

$$(\text{Kg} = \text{PD} / \text{ExP} / \text{R}\% / 10)$$

Donde:

Kg de malta (Kg): el resultado de la fórmula nos dará directamente los kilos de malta a usar en el macerado.

Puntos de Densidad (PD): los puntos de densidad objetivo que hemos calculado para conseguir una densidad específica después del hervido. Recordemos que en nuestro ejemplo tenemos un objetivo de 1.125 PD (45 x 25 litros).

Extracto Potencial (ExP): es el extracto potencial de cada malta de la tabla de referencia que hay más arriba, expresado en modo “factor denso”, ya explicado. Según dicha tabla, la malta Pale tiene un extracto potencial de 1,030, lo que expresado como “factor denso” sería 30.

Rendimiento (R%): es el rendimiento del macerador, expresado en %. Si partimos de la base de un 70% para empezar, tendremos que usar 0,70.

Por tanto:

$$\text{Kg de malta} = 1125 / 30 / 0,70 / 10$$

$$\text{Kg de malta} = 5,357$$

Claro y sencillo. Pero... ¿qué pasa si no usamos sólo una malta, sino varias como en la receta planteada al principio? No es para nada complicado, en serio. Volvamos a ese ejemplo.

Recordemos que la receta original era:

92% Malta Pale
5% Malta Crystal
3% Copos de trigo

Y como ya sabemos que nuestros Puntos de Densidad objetivo son 1.125, sólo hay que ponderar qué parte de material fermentable aportará cada uno de los ingredientes. Como tenemos los porcentajes a mano, no hay nada más sencillo:

Malta Pale: $1125 \times 0,92 = 1035$ PD
Malta Crystal: $1125 \times 0,05 = 56$ PD
Copos de trigo: $1125 \times 0,03 = 34$ PD

Hemos redondeado los decimales para no complicarnos la vida (no habrá diferencias). Ya sabemos que de los 1.125 PD, 1.035 PD vendrán de la malta Pale, 56 PD de la Crystal y 34 PD de los copos de trigo. Así que ahora aplicamos la fórmula que ya conocemos, teniendo en cuenta que según la tabla de referencia, el extracto potencial de la malta Crystal es 28,5 (como pone 1,028 – 1,029 tiramos por la media y con esto intento además transmitir que estamos estimando y que esto no es una ciencia exacta ni alquimia delicada) y el de los copos de trigo, 30.

Por tanto:

Kg de malta Pale: $1035 / 30 / 0,70 / 10 = 4,928$ kg.
Kg de malta Crystal: $56 / 28,5 / 0,70 / 10 = 0,280$ kg.
Kg de copos de trigo: $34 / 30 / 0,70 / 10 = 0,162$ kg.

C'est fini. Ya tenemos nuestra receta completa.

El 'otro' enfoque

Como ya se ha comentado, hay muchos planteamientos para hacer los mismos cálculos, aunque casi todos nos vienen dados en libras y galones (o lo que es peor, en alemán). Como en esta página [[jplink!](#)] los cálculos ya vienen en litros y kilos, creo que merece la pena echar un vistazo a ver qué dice.

El autor de esta web, un tal John, toma como referencia lo que a partir de ahora llamaremos el "**Punto de Referencia del Azúcar**", o el dato de que la sacarosa tiene 46 PPG (Points per Pound per Gallon). Esto nos dice que por cada libra de azúcar que se añade a un galón de agua, obtenemos 46 puntos de azúcar. Esta información la podemos contrastar en la página de otro John, esta vez, John Palmer y su How to Brew [[jplink!](#)]. Como esta información es poco práctica por sí sola, nuestro amigo la convierte en Puntos por Kilogramo por Litro (lo que empezaremos a llamar PKL), usando el factor de conversión de 8,345.

Por tanto:

$$PKL = PPG \times 8,345$$

$$PKL = 46 \times 8,345 = 383,87$$

Redondeando, podemos decir que es 384. Y esta cifra es importante, porque lo que en realidad te está diciendo es que, teóricamente, si añadiésemos 1 kilo de azúcar en 1 litro de agua, estaríamos añadiendo 384 Puntos de Densidad. Teniendo en cuenta esta información y lo aprendido hasta ahora respecto a rendimiento y Puntos de Densidad, podemos aplicar esta fórmula:

$$\text{Kg de malta} = \text{Puntos de Densidad} / (\text{Extracto Potencial \%} \times \text{Rendimiento \%} \times 384)$$

No estamos haciendo otra cosa que modificando el potencial del azúcar con respecto al potencial que tiene una malta concreta y al rendimiento del macerado, y enfrentándolo a los Puntos de Densidad que queremos conseguir. Veamos los ejemplos.

Igual que antes, empecemos suponiendo que vamos a usar sólo la malta Pale para llegar a los 1.125 PD. Aquí no usamos la tabla de Extracto Potencial desarrollada por Daniels (y convertida a kilos y litros por mí), sino la parte reservada a John Palmer y que podemos ver en su propia página [¡plink!], en la columna Max. Yield (Rendimiento Máximo). Si queremos comparar esta información, podemos fijarnos en la columna llamada "Extract FG%" en documentación de BRIESS que vimos al principio del artículo, y como se expresa en %, el 80 de la Malta Pale se convierte en 0,80. Respecto al Rendimiento, tomamos el mismo de referencia, un 70%, o sea, 0,70.

Por tanto:

$$\text{Kg de malta} = 1.125 / (0,80 \times 0,70 \times 384) = 5,232$$

La diferencia con el anterior planteamiento son apenas 125 gramos, así que podemos considerar que los dos apuntan al mismo sitio.

De igual modo que hemos hecho antes, si tenemos en cuenta la receta del ejemplo inicial y aplicamos la fórmula una vez ya ponderados los porcentajes a los 1.125 PD y cogiendo los potenciales de la malta Crystal y los copos de trigo de la tabla de John Palmer (74 y 77 respectivamente) tenemos que:

$$92\% \text{ Malta Pale; } 1125 \times 0,92 = 1035 \text{ PD}$$

$$5\% \text{ Malta Crystal; } 1125 \times 0,05 = 56 \text{ PD}$$

$$3\% \text{ Copos de trigo; } 1125 \times 0,03 = 34 \text{ PD}$$

$$\text{Kg de malta Pale: } 1035 / (0,80 \times 0,70 \times 384) = 4,813 \text{ kg.}$$

$$\text{Kg de malta Crystal: } 56 / (0,74 \times 0,70 \times 384) = 0,282 \text{ kg.}$$

$$\text{Kg de copos de trigo } 34 / (0,77 \times 0,70 \times 384) = 0,164 \text{ kg.}$$

Si lo comparamos con el planteamiento anterior, vemos que las variaciones son mínimas y que ambas cantidades nos van a dar resultados similares.

Ahora ya sabemos lo suficiente como para poder calcular cualquier cantidad de malta necesaria para adaptar y elaborar cualquier receta que nos encontremos. En la tabla de maltas

que existe en HomeBrewTalk.com [[¡plink!](#)] podemos obtener información de muchas otras maltas que no están listadas en la tabla-resumen de este artículo. Tampoco hay que perder la cabeza, si haces los cálculos con el valor potencial de una malta parecida o similar, no vas a notar mucha diferencia en la densidad, date cuenta que los porcentajes en peso de las maltas particulares (y por ende, los Puntos de Densidad que aportan) son pequeños.

Implicaciones prácticas

Los Puntos de Densidad no sólo sirven para diseñar recetas, sino para anticiparse a errores en la elaboración. Ya sabemos gracias a la parábola de los gatitos en la piscina hinchable que la cantidad de azúcares no cambia por mucho que reduzcas el mosto (hirviéndolo) o lo diluyas (añadiendo más agua).

Por tanto, supón que pones 35 litros de mosto en tu olla de hervido con una densidad de 1,041 y sabes que si hierves durante 90 minutos tu olla evapora 8 litros. O imagina que, directamente, quieres hervir hasta conseguir 27 litros, que es lo que cabe en tu fermentador. Cualquier posibilidad es válida, es por tener un ejemplo para poder explicar este punto.

Como los Puntos de Densidad serán los mismos con 35 litros y con 27, y sabemos que tenemos una densidad específica de 1,041 con 35 litros, podemos saber qué densidad vamos a tener con 27 litros, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{PD al final del hervido} = (\text{Puntos de densidad al principio} \times \text{Volumen al principio}) / \text{Volumen al final}$$

Recuerda poner la densidad de acuerdo al modo de “factor denso” que ya hemos explicado. Por tanto, en el ejemplo:

$$\text{PD al final del hervido} = (41 \times 35) / 27$$

$$\text{PD al final del hervido} = 1435 / 27$$

$$\text{PD al final del hervido} = 53,15$$

Esa cifra de 53,15 nos dice que al final del hervido tendremos una densidad de 1,053. Yo este cálculo lo he usado a veces cuando he medido la densidad antes de hervir y luego, con el jaleo de enfriar el mosto y limpiar todo, he puesto la levadura en el mosto olvidándome de medir la densidad.

Si cuando hagas esta estimación te das cuenta de que te has quedado corto con la densidad, puedes arreglarlo hirviendo más tiempo o bien añadiendo extracto seco (o azúcar). Si por el contrario la densidad prevista es más alta de la que esperabas, puedes añadir agua para rebajarla (o incluso, quitar mosto para usarlo para otros menesteres como hacer *starters* y sustituirlo por agua).

Ultimas reflexiones

En internet podemos encontrar miles... qué digo miles... ¡cientos de miles!... qué digo cientos de miles... ¡millones!, ¡millones de recetas de cervezas!, todas ellas diferentes y particulares entre sí. Sin embargo, ya hemos visto que la información básica para poder adaptar las

recetas son las densidades objetivo, el volumen deseado y el rendimiento del macerador (entre otras).

En la mayoría de los casos, en estas recetas que están en la web, se omite el rendimiento del macerador, pero sin embargo se dan pesos concretos de cargas de malta... lo cual no suena muy lógico. Podrías omitir el rendimiento del macerador con el que elaboras esas recetas si confeccionas la receta por medio de porcentajes, así la cantidad puede ser adaptada fácilmente dependiendo del macerador de cada cual.

Si sólo te dan pesos específicos, si quieres adaptar la receta a tu equipo, primero tendrías que calcular los porcentajes de carga de cada malta, y con esa información, la densidad objetivo, tu volumen de mosto en fermentador y tu rendimiento de macerado, puedes personalizarla en un periquete y sin ninguna dificultad gracias al concepto de **Puntos de Densidad**.

Vuelvo a remarcar el hecho de que quiero profundizar en el tema del rendimiento del macerado más adelante, porque hay mucho de qué hablar.

Y por último, no he hablado aquí de como estimar el volumen final del mosto con respecto al agua usada en el macerado, ya que también es material que da para otro post completo.

Esta entrada fue publicada en **Jombregüin**, **Matemática Cervecera** y etiquetada **Extracto Potencial**, **macerado**, **Matemática Cervecera**, **Puntos de Densidad**, **Ray Daniels**, **Rendimiento** por **Cervezomicón**. Guarda **enlace permanente** [<https://cervezomicon.com/2015/06/25/matematica-cervecera-los-puntos-de-densidad/>].

38 PENSAMIENTOS EN "MATEMÁTICA CERVECERA | LOS PUNTOS DE DENSIDAD"



cesarpball

en **28 junio, 2015 en 19:44** dijo:

Excelente artículo!

★ Me gusta



FerBeer

en **8 julio, 2015 en 22:52** dijo:

Excelente artículo Manuel!! Es increíble lo bien que está explicado y detallado todo, me servirá de mucha utilidad ya que estoy empezando en el mundo de la cerveza artesana, es más, aún no he comenzado a fabricar, de momento estoy buscando información, no sólo sobre la fabricación, si no también sobre la historia, evolución y tipos de cervezas.

Espero que sigas publicando artículos tan interesantes y útiles como este para los que estamos aprendiendo.

Un saludo

★ Me gusta

Pingback: [El Parti-Gyle, divide y bebe más \(variedad\) | Cervezomicón](#)



Nacho

en **14 agosto, 2015 en 09:50** dijo:

Genial explicado y muy útil. Gracias por la publicación

★ Me gusta



Adrian Bianchi

en **27 marzo, 2016 en 22:50** dijo:

Muchas gracias, ya estoy armando planilla excel !!!!!

★ Me gusta



Giorgiomatic

en **29 marzo, 2016 en 18:20** dijo:

Increíble tu blog, siempre que tengo una duda sueles resolverla.

Pd. Fuiste el que me inicio a utilizar el BIAB y la verdad que los resultados son mejor de los que esperaba , sacando incluso en esta ultima receta un 71% de rendimiento;

★ Me gusta



Cervezomicón

en **29 marzo, 2016 en 18:32** dijo:

¡Gracias! Me alegro de que estés contento. Ya sabes, la práctica te enseñará más que otra cosa, así que manos a la obra. 😊

★ Me gusta



ernesto

en **22 junio, 2016 en 23:10** dijo:

Muy bueno, pero ahora hay que cumplir con el post sobre el rendimiento del macerado que mencionas en éste. En particular estoy teniendo problemas con ese tema y no alcanzo un rendimiento mayor del 62%, lo que me preocupa por dos razones: primero porque siempre estoy terminando el macerado (sin incorporar más agua) con una densidad justa; segundo porque comienzo a temer que estoy haciendo algo mal (será el molido del grano?, será un mal cálculo de los litros iniciales de agua?).

Esperamos entonces que te animes y publiques el post prometido...!

Saludos y muchas gracias por tus aportes al mundo cervecero artesanal

★ Me gusta



Cervezomicón

en **23 junio, 2016 en 06:18** dijo:

¡Hola Ernesto! Por supuesto que publicaré el post acerca del rendimiento. Ya tengo mucho texto avanzado, como en otros casos. La pena es no poder dedicarle el tiempo que realmente querría hacerlo. Ahora estoy dedicando esfuerzos a otro post, también de la serie “Matemática Cervecera”, que espero publicar en menos de dos semanas. ¡Saludos!

★ Me gusta



Modesto Bellido

en **8 julio, 2016 en 04:04** dijo:

Excelente: Explicaciones de alta calidad. Pronto realizaré mi primera prueba. Mi Gratitud y Felicitaciones.

★ Me gusta

Pingback: [Matemática Cervecera](#) | [Cálculo de IBUs](#) | [Cervezomicón](#)



elnelson

en **21 septiembre, 2016 en 19:14** dijo:

Muy bueno el blog !! Felicitaciones !!

He visto también en otras fuentes, con fórmulas donde calculan el extracto por litro luego de la maceración. Esta que está aquí me pareció muy útil.

Saludos !!

★ Me gusta



eia64

en **3 octubre, 2016 en 15:33** dijo:

Bueno no lo siguiente, esperendo el post estimar el volumen final del mosto, un saludo,!! maestro !!

★ Me gusta



AUSTIN

en **3 noviembre, 2016 en 17:32** dijo:

Excelente contenido, muy informativo y gran ayuda para novatos, y cuanto litros de agua se necesita para el comienzo y lavado para los 5,38 Kilos de Malta y Un Volumen de 21 Litros al Final, 1045 es la Densidad Final o Inicial, como estimaste la densidad de la pale (30) y a la viena y trigo tomaste una medioa, gracias y disculpa, Saluuuuuu

★ Me gusta



Cervezomicón

en **3 noviembre, 2016 en 17:37** dijo:

La cantidad de agua siempre va a depender de tu equipo. No pueden extrapolarse. Digamos que el primer lote que hagas será siempre un poco “a ciegas” trabajando con estimaciones. Luego en lotes posteriores y conociendo cuánto pierde tu equipo en los pasos habituales, podrás ajustar a la perfección.
¡Saludos!

★ Me gusta



Jose Antonio

en **12 enero, 2017 en 20:00** dijo:

No te puedes imaginar como me has aclarado lo que en ningun sitio y despues de varias lecturas. O he conseguido aclarar.

Muchas gracias

★ Le gusta a [1 persona](#)



Martin

en **30 enero, 2017 en 16:19** dijo:

Muchas gracias!!!!!! Por compartir tu trabajo de forma abierta. Muy didáctico y emociona poder comprender al mismo tiempo que se lee. Saludos! Martin

★ Me gusta



Fernan

en **8 abril, 2017 en 12:11** dijo:

He estado haciendo cálculos y las cuentas no me cuadran. A ver si puedes aclararme:

Si supongo una cerveza con una única malta con extracto potencial 1.038 y pienso usar 5kg de esta. Suponiendo también un rendimiento del 70%:

$PD = 5 * (1.038 - 1.000) * 0.7 * 10 = 1330$ puntos de densidad

Si quiero 16 litros en el fermentador, y suponiendo que pierdo 4L en el hervido (0 perdidas en trasvases). Necesitaría partir de 20 Litros de mosto. Por lo que utilizando la fórmula que comentas y despejando, tendríamos:

$$\text{Densidad inicial} = (1330 / 20) + 1.000 = 1.066$$

Es decir, antes de hervir tendría 20 litros de mosto con 1.066 de densidad. ¿Cierto?

El problema es que según homebrewer.es, con esos 5Kg de malta lo que consigo es 19.9 litros de mosto a 1.055, que tras hervido darían 16L a 1.069. Números muy lejanos a los que dice la teoría, a menos que haya metido la pata en algún punto...

Salud!

★ Me gusta



Cervezomicón

en 8 abril, 2017 en 14:20 dijo:

¡Hola!

No todos los softwares coinciden al 100%. Lo importante de esto es seguir un criterio, conocer tu equipo y tu rendimiento e ir ajustando lote tras lote. No obstante, creo que te ha liado un poco. Si coges el dato de 38 para extracto potencial (que suele ser a la americana, por libras y galones), no puedes usar la fórmula adaptada de Ray Daniels a litros/kilos.

Si rehaces los cálculos con un Extracto Potencial de 30 en lugar de 38 (mira la tabla) creo que al final te da 1.0525 frente a los 1.055 que comentas de Homebrewer.es

En cualquier caso, como digo, sigue sólo 1 criterio (el más cómodo para ti) y ve ajustando los resultados de la teoría a tu práctica particular.

Saludos.

★ Me gusta



Fernan

en 8 abril, 2017 en 20:28 dijo:

Gracias por contestar!

No he caído en eso que dices de adaptar la fórmula a litros/kilos. Quizá porque la información que he usado sobre el extracto potencial de la malta (Maris Otter) es la que pone Alvaro en Homebrewer.es, que suponía estaría ya adaptada al sistema internacional...

Un saludo!

★ Me gusta



Huronix

en **21 abril, 2017 en 11:58** dijo:

Excelente blog y excelente artículo. Muchas gracias. Anímate y escribe el artículo sobre el rendimiento del macerado 😊

★ Me gusta



Cervezomicón

en **21 abril, 2017 en 11:59** dijo:

¡Gracias! Si animado estoy... lo que me falta es tiempo. ;-p ¡Saludos!

★ Me gusta



Alejandro López

en **6 mayo, 2017 en 08:33** dijo:

Magnífico. Enhorabuena. Gracias

★ Me gusta



Guillermo Esteban Torres Renner

en **7 junio, 2017 en 04:12** dijo:

Hola Amigo! Llevo algún tiempo elaborando cervezas, siempre usando la misma cantidad de kilogramos de malta a falta de no saber calcular las extracciones. En mis últimas elaboraciones he obtenido varios litros mas de cerveza de los planeados, lo que me ha desconcertado más que cuando obtenía menos cerveza de la planificada. Agradezco de sobremanera tu fantástica explicación, creo que poder controlar mejor mi proceso y seguir mejorando. Abrazos!

★ Le gusta a [1 persona](#)



Damián Dubos

en **9 julio, 2017 en 04:23** dijo:

Gracias Manuel! Gran aporte... espero poder seguir aprendiendo y dado que eres un gran maestro saber también por qué páginas, blog web o lo que fuese poder seguirte, se agradece!

★ Me gusta



Pablo

en **2 agosto, 2017 en 12:37** dijo:

Excelente artículo, saludos desde Argentina, estoy por pegar el salto de mi humilde equipo de 20 litros a un bloque de 280 litros, y estoy en la lucha de pasar mis recetas a esta cantidad. pregunta: para este cálculo de las maltas, la relación de empaste sigue siendo entre 3 a 1 y 4 a 1 no?

Otra pregunta el extracto potencial, en porcentaje (%), de las maltas de donde las saco, hay alguna tabla completa que abarque todas las clases de maltas bases y especiales?

Desde ya muchas gracias.-

★ Me gusta

**Cervezomicón**en **2 agosto, 2017 en 15:44** dijo:

¡Hola!

Gracias por tu mensaje.

La relación del empaste es independiente del volumen fabricado. La elección la determinan otros factores. La semana próxima hablaremos, precisamente de eso en un artículo nuevo.

Respecto al extracto potencial en %, la tabla de Briess es muy indicativa:

http://www.brewingwithbriess.com/Assets/PDFs/Briess_TypicalAnalysis_Malts.pdf

Saludos,

mj

★ Me gusta



Pablo

en **2 agosto, 2017 en 17:41** dijo:

Gracias por la pronta respuesta, como este articulo que se dedica a las maltas, has publicado otro de lupulos? como te comente anteriormente estoy tratando de acondicionar mi receta de 20 litros a 280 litros.

Desde ya muchas gracias!!

★ Me gusta



Cervezomicón

en **2 agosto, 2017 en 18:00** dijo:

Sí, hay uno dedicado al cálculo de IBU.

Te recomiendo que pinches en la sección "INDEX" (arriba del todo) y veas todo el contenido del blog.

¡Saludos!

mj

★ Me gusta



javier

en **16 septiembre, 2017 en 19:33** dijo:

Muchas gracias, muy bueno el artículo.

espero ansioso en post de rendimiento del macerado.

★ Me gusta



Jorge

en **19 octubre, 2017 en 06:30** dijo:

Hola manuel tengo una duda, si quiero hacer ua poter de densidad inicial 1,050 en 60 litros la multiplicacion de $50 \times 60 = 3000$ como traduzco eso de acurdo a los PD, gracias de antemano

★ Me gusta



Cervezomicón

en **19 octubre, 2017 en 07:47** dijo:

Hola Jorge: hagamos el ejercicio. Dices que quieres hacer 60 litros de Porter con una densidad inicial de 1,050.

En el texto hablamos del "factor denso" que en tu caso sería 50.

Efectivamente, si multiplicamos 50×60 tenemos 3000, que serán nuestros puntos de densidad objetivo.

No nos das más datos, ni la receta en sí misma ni tu rendimiento del macerado. Llegados a este punto, te recomiendo seguir el texto paso a paso con tu receta en la mano, no te perderás.

Por ejemplo, pongamos que el rendimiento de tu macerado es de un 80%.

Y para no complicar el ejercicio, imagina una receta simple de 80% malta pale, 10% chocolate y 10% Crystal (ojo, me estoy inventando la receta sobre la marcha, es solo para ilustrar el ejemplo).

Por tanto, tendrías que ponderar qué parte de los 3000 puntos de densidad le corresponde a cada una de las maltas de la receta:

Malta Pale: $3000 \times 0,80 = 2400$ PD

Mata Chocolate: $3000 \times 0,10 = 300$ PD

Malta Crystal: $3000 \times 0,10 = 300$ PD

Y ahora aplicamos la fórmula (Kg de malta= Puntos de Densidad / Extracto Potencial / Rendimiento / 10) para cada una de las maltas:

Kilos de malta pale: $2400 / 30 / 0,80 / 10 = 10$ kg.

Kilos de malta chocolate: $300 / 23 / 0,80 / 10 = 1,6$ kg.

Kilos de malta Crystal: $300 / 29 / 0,80 / 10 = 1,3$ kg.

Y ya tendrías las cantidades para alcanzar la densidad de 1,050 para 60 litros, o al menos, algo por dónde empezar.

Recuerda que en esta afición lo recomendable es ir afinando las recetas lote a lote.

★ Me gusta



cesar

en **28 noviembre, 2017 en 01:35** dijo:

¡¡¡Plá Plá Plá!!! excelentísimo artículo sr. si bien a mi al principio siempre me gusta tirar conchitas chiquititas en paño de felpa ,finalmente me termino preguntando de donde salen todas esas suertes de suerte, y busco informacion de este tipo, o sea soy un hippie barbudo y peludo.....pero me gusta usar el cerebro (y no para quemarlo) ...sinceramente creo que esta pagina-blog o como le quieran llamar, es el bendito necronomicon de la birra. asi que cerrare este comentario diciendo
Rust In Pale!!!

★ Me gusta



Mikel

en **19 marzo, 2018 en 10:50** dijo:

Hola muy buenas,

Excelente artículo, pero me surgen algunas dudas en cuanto al extracto potencial. Me gustaría saber como sacas los extractos potenciales de cada tipo de malta y de ahí pasarlo a nuestras unidades de gramos y litros. Porque como bien dice Ray Daniels, sus cálculos salen de mezclar 1 libra de malta en 1 galón de agua (esto en función del Extract FG%). No soy capaz de sacar de donde salen esos extractos potenciales.

Muchas gracias y saludos

★ Me gusta



Cervezomicón

en **10 mayo, 2018 en 10:59** dijo:

Hola Mikel. He adaptado tanto los valores libras/galones como las fórmulas para que sean equivalentes al sistema métrico de los humanos normales.

★ Me gusta



Edwin

en **30 julio, 2018 en 07:31** dijo:

Hola, ¿ de donde saco los % de cada malta a usar?.

Me metí a la BJCP pero no supo cómo leer los porcentajes.

★ Me gusta



Cervezomicón

en **30 julio, 2018 en 06:36** dijo:

¡Hola! Va a depender de la receta que quieras elaborar. Obviamente.

★ Me gusta



Edwin

en **30 julio, 2018 en 17:06** dijo:

Si. Pero no conozco ninguna receta. ¿De donde las saco las recetas?
BJCP habla de ingredientes, no de porcentajes.

★ Me gusta