

SENA

DIRECCION GENERAL

SUBDIRECCION TECNICO - PEDAGOGICA

División de Industria

**BALANCEAMIENTO
DE FORMULAS**

Bogotá, 2a. edición, septiembre



CONTENIDO

OBJETIVO TERMINAL	5
TABLA DE INGREDIENTES	7
A. Equivalencias de temperatura	11
B. Temperatura y humedad ideales	15
C. Equivalencia de pesos y volúmenes	18
BIBLIOGRAFIA	23

BALANCEAMIENTO DE FORMULAS

OBJETIVO TERMINAL

Al finalizar el estudio de este tema, el alumno estará en capacidad de determinar la cantidad de cada uno de los ingredientes empleados en la fabricación del pan, dados los siguientes datos: clase de pan, peso por unidad y cantidad.



TABLA DE INGREDIENTES

Ingredientes	Pan Francés	Pan Suave	Pan Dulce	Pan Integral de sal	Pan Integral de dulce
Harinas de trigo	90 - 100	80 - 100	90 - 100	80 - 100	80 - 100
otras	0 - 10	0 - 20	0 - 10	0 - 20	0 - 20
Agua	55 - 62	45 - 55	45 - 50	55 - 62	45 - 55
Levadura	1 - 4	1 - 6	2 - 10	1 - 6	2 - 10
Sal	1.5 - 3	15 - 2	0.5 - 1	15 - 2	0.5 - 1
Azúcar	0 - 3	6 - 12	15 - 25	6 - 12	14 - 25
Grasa	0 - 4	6 - 12	4 - 6	6 - 12	4 - 6
Huevos	-	0 - 15	0 - 15	0 - 15	0 - 15
Leche en polvo	-	0 - 6	0 - 6	0 - 6	0 - 6
Salvado	-	-	-	0 - 20	0 - 20
Mejorador	0 - 1	0 - 1	0 - 1	- 1	0 - 1
Malta	-	0 - 3	0 - 5	0 - 3	0 - 5
Esencias	-	0 - 1	0 - 2	0 - 1	0 - 2
Colorantes	-	0 - 1	0 - 2	0 - 1	0 - 2
Emulsificantes	0 - 4	0 - 4	0 - 2	0 - 4	0 - 2

Si se utiliza leche líquida debemos disminuir el agua en la misma proporción. Así se balancea la fórmula.

La harina siempre es considerada como 100 partes, no importa la cantidad utilizada. El resto de ingredientes empleados se calcula sobre la cantidad de harina.

Si el peso de la harina es considerado en gramos, todos los demás ingredientes deben ser relacionados en la misma unidad de medida.

- a) Para calcular la cantidad de cada ingrediente se emplea la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso total de la harina} \times \text{Proporción del ingrediente}}{100} = \text{Peso del ingrediente}$$

Vamos a fabricar pan suave con las siguientes proporciones:

Harina 100 partes

Agua 50 partes

Levadura 4 partes

Sal 2 partes

Azúcar 10 partes

Tenemos 3.000 gramos de harina

100 partes de harina 3.000 g

50 partes de agua $\frac{3.000 \text{ g} \times 50}{100} = 1.500 \text{ g}$

4 partes de levadura $\frac{3.000 \text{ g} \times 4}{100} = 120 \text{ g}$

2 partes de sal $\frac{3.000 \text{ g} \times 2}{100} = 60 \text{ g}$

10 partes de azúcar $\frac{3.000 \text{ g} \times 10}{100} = 300 \text{ g}$

b) Podemos calcular la proporción de cada ingrediente conociendo su peso. Para ello utilizamos la siguiente fórmula.

$$\frac{\text{Peso del ingrediente} \times 100}{\text{Peso total de la harina}} = \text{Proporción del ingrediente}$$

EJEMPLO:

Vamos a fabricar pan suave y el peso de los ingredientes es el siguiente:

Harina 12.000 g

Los 12.000 g de harina corresponden a 100 partes

Los 7.200 g de agua $\frac{7.200 \times 100}{12.000} = 60 \text{ partes}$

$$\text{Los 480 g de levadura } \frac{480 \times 100}{12.000} = 4 \text{ partes}$$

$$\text{Los 240 g de sal } \frac{240 \times 100}{12.000} = 2 \text{ partes}$$

$$\text{Los 960 g de azúcar } \frac{960 \times 100}{12.000} = 8 \text{ partes}$$

$$\text{Los 1.080 g de grasa } \frac{1.080 \times 100}{12.000} = 9 \text{ partes}$$

1. CALCULO DE LOS INGREDIENTES A PARTIR DEL PEDIDO

La masa pierde durante el proceso de panificación el 18% aproximadamente, lo cual equivale a decir que el producto terminado es realmente el 82% de la masa empleada para producirlo.

Las pérdidas de peso se calculan en un porcentaje sobre el total de los ingredientes de la masa antes del horneado. Para calcular la masa que se va a emplear, bastará con resolver la siguiente regla de tres:

$$\begin{array}{r} \text{Peso según pedido} \text{ ————— } 82\% \\ \times \\ \text{Peso de masa empleada} \text{ ————— } 100\% \end{array}$$

EJEMPLO:

Se pide producir 900 panes de 25 g c/u. Entonces, el peso del producto terminado será: $900 \times 25 = 22.500 \text{g}$.

$$\begin{array}{r} \text{Luego: } 22.500 \text{ g.} \text{ ————— } 82\% \\ \times \text{ ————— } 100\% \end{array}$$

$$X = 27.439 \text{ g.}$$

Para producir 900 panes necesitaremos entonces 27.439 g de masa, que deberán repartirse proporcionalmente, según la fórmula del pan que se va a producir.

Harina	100 partes	
Agua	50	
Levadura	4	= 166 partes
Sal	2	
Azúcar	10	

Por lo tanto:

$$\frac{27.439 \times 100}{166} = 16.530 \text{ gramos de harina}$$

Estos 16.530 g corresponden a las 100 partes de harina. Con este dato y las proporciones calcular la cantidad de cada uno de los demás ingredientes:

Harina	100		16.530 g
Agua	50	$\frac{16.530 \times 50}{100} =$	8.265 g
Levadura	4	$\frac{16.530 \times 4}{100} =$	641 g
Sal	2	$\frac{16.530 \times 2}{100} =$	330 g
Azúcar	10	$\frac{16.530 \times 10}{100} =$	1.653 g
			<u>27.419 g</u>

2. AUMENTO O DISMINUCIÓN DE LA MASA

Si se desea cambiar la producción diaria basta multiplicar cada ingrediente por el factor de conversión, que se calcula dividiendo lo que se desea producir por lo que se produce actualmente.

EJEMPLO

Actualmente se utilizan 12.500 g de masa y se quiere aumentar a 15.000

El factor de conversión sera:

$$\frac{\text{Lo que se desea producir}}{\text{Lo que se produce actualmente}} = \frac{15.000}{12.000} = 1.2 \text{ (factor de conversión)}$$

Ingredientes empleados hoy x 1.2 = Ingredientes por emplear

Harina	7.200	x 1.2 =	8.400 g
Agua	4.150	x 1.2 =	4.980 g
Levadura	160	x 1.2 =	198 g
Sal	140	x 1.2 =	168 g
Azúcar	700	x 1.2 =	840 g
Grasa	350	x 1.2 =	420 g
Total empleado hoy =	12.000 g	Total por emplear:	15.000 g

EJEMPLO

Actualmente se utilizan 13.000 g de masa y se quiere disminuir a 10.400.

El factor de conversión será:

$$\frac{\text{Lo que se desea producir}}{\text{Lo que se produce actualmente}} = \frac{10.400}{13.000} = 0.8 \text{ (factor de conversión)}$$

Ingredientes empleados hoy x 0.8 = Ingredientes por emplear

Harina	7.558 g	x 0.8 =	6.046 g
Agua	3.779 g	x 0.8 =	3.023 g
Levadura	302 g	x 0.8 =	242 g
Sal	151 g	x 0.8 =	121 g
Azúcar	756 g	x 0.8 =	605 g
Grasa	454 g	x 0.8 =	363 g
Total empleado:	13.000 g	Total por emplear:	10.400 g

A. EQUIVALENCIAS DE TEMPERATURA

La temperatura de cocción es un factor de gran importancia en la fabricación del pan. Sin embargo, no todos los hornos ni todas las fórmulas traen las indicaciones sobre temperatura en la misma unidad de medida. A veces las encontramos en grados Centígrados ($^{\circ}\text{C}$) y a veces en grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Por eso es necesario conocer las fórmulas que permitan convertir unos en otros. Para la

conversión de grados Centígrados en Fahrenheit se utiliza la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times \frac{9}{5}) + 32$$

EJEMPLO

¿A cuántos grados Fahrenheit equivalen 88°C?

$$^{\circ}\text{F} = 88 \times \frac{9}{5} + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{792}{5} + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = 158 + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = 190$$

Para convertir grados Fahrenheit a Centígrados utilizamos la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$$

EJEMPLO

¿A cuántos grados centígrados equivalen 284°F?

$$^{\circ}\text{C} = 284 - 32 \times \frac{5}{9}$$

$$^{\circ}\text{C} = 252 \times \frac{5}{9}$$

$$^{\circ}\text{C} = \frac{1.260}{9}$$

$$^{\circ}\text{C} = 140$$

Aunque las fórmulas anteriores pueden calcular cualquier equivalencia, se presenta en la siguiente tabla algunas de ellas, con el objeto de facilitar su consulta.

1. MANEJO DE LA TABLA DE EQUIVALENCIAS DE TEMPERATURA

- Tome el número de grados que conoce (sean °C o °F).
- Localice este número en la columna X.
- Si la temperatura que conoce está en °C, encontrará su equivalencia en °F a la derecha.
- Si la temperatura que conoce está en °F, encontrará su equivalencia en °C a la izquierda.

TABLA DE CONVERSION DE TEMPERATURAS

°C	X	°F
3.33	38	100.4
3.89	39	102.2
4.44	40	104.0
5.00	41	105.8
5.56	42	107.6
6.11	43	109.4
6.67	44	111.2
7.22	45	113.0
7.78	46	114.8
8.33	47	116.6
8.89	48	118.4
9.44	49	120.2
10.0	50	122.0
10.6	51	123.8
11.1	52	125.6
11.7	53	127.4
12.2	54	129.2
12.8	55	131.0
13.3	56	132.8

°C	X	°F
13.9	57	134.6
14.4	58	136.4
15.0	59	138.2
15.6	60	140.0
16.1	61	141.8
16.7	62	143.6
17.2	63	145.4
17.8	64	147.2
18.3	65	149.0
18.9	66	150.8
19.4	67	152.6
20.0	68	154.4
20.6	69	156.2
21.1	70	158.0
21.7	71	159.8
22.2	72	161.6
22.8	73	163.4
23.3	74	165.2
23.9	75	167.0

°C	X	°F
24.4	76	168.8
25.0	77	170.6
25.6	78	172.4
26.1	79	174.2
26.7	80	176.0
27.2	81	177.8
27.8	82	179.6
28.3	83	181.4
28.9	84	183.2
29.4	85	185.0
30.0	86	186.8
30.6	87	188.6
31.1	88	190.4
31.7	89	192.2
32.2	90	194.0
32.8	91	195.8
33.3	92	197.6
33.9	93	199.1
34.4	94	201.2

°C	X	°F
35.0	95	203.0
35.6	96	204.8
36.1	97	206.6
36.7	98	208.4
37.2	99	210.2
38	100	212.0
43	110	230
49	120	248
54	130	266
60	140	284
66	150	302
71	160	320
77	170	338
82	180	356
88	190	374
93	200	392
99	210	410

°C	X	°F
100	212	413
104	220	428
110	230	446
116	240	464
121	250	482
127	260	500
132	270	518
138	280	536
143	290	554
149	300	572
154	310	590
160	320	608
166	330	626
171	340	614
177	350	662
182	360	680
188	370	698

°C	X	°F
193	380	716
199	390	734
204	400	752
210	410	770
216	420	788
221	430	806
227	440	821
232	450	842
238	460	860
243	470	878
249	480	896
254	490	914
260	500	932

CUADRO DE TEMPERATURAS IDEALES

	°C	°F
Masa directa	25	76
Masa directa rápida	29	84 - 86
Espanja	24 - 26	75 - 78
Masa pan dulce	26	77
Cuarto de mezcla	26	79
Cuarto de crecimiento	30 - 35	90 - 95
Horno para pan pequeño	200 - 220	390 - 430
Horno para pan grande	180 - 220	355 - 390
No disolver la levadura a más de:	35	95
No disolver la levadura a menos de:	8	46

B. TEMPERATURA Y HUMEDAD IDEALES

1. TEMPERATURA

Por temperatura entendemos el aumento o disminución de calor en un cuerpo.

Las escalas que utilizaremos para medir las temperaturas son grados Centígrados y grados Fahrenheit.

Para hacer una buena mezcla es conveniente tener en cuenta que se haga a temperaturas ideales.

Para lograr esto debemos tomar las temperaturas de harina, agua y ambiente, con el fin de establecer diferencias entre las temperaturas reales y las ideales.

OBSERVACION

El taller debe estar dotado de un termómetro en posición fija y visible; en caso contrario, comprobamos la temperatura ambiente exponiendo un termómetro al medio, por espacio de 2 minutos.

- a) Temperatura de la harina: Introduzca el termómetro en la harina, y déjelo por espacio de 2 minutos; haga la lectura y anote los grados sin sacar el termómetro (temperatura ideal 18°C).
- b) Temperatura del agua: Haga lo mismo con la temperatura del agua (temperatura normal 20°C).
- c) Temperatura ambiente: Anote la temperatura ambiente (ideal 20 a 26°C).

2. HUMEDAD

Humedad es la cantidad de vapor de agua que hay en el medio ambiente. Humedad relativa es la cantidad de humedad contenida a temperatura definida, en comparación con la cantidad de vapor de agua que el aire a esa temperatura es capaz de sostener.



3. TEMPERATURA DEL AGUA

Para conseguir la temperatura ideal de una masa se tiene muy en cuenta la temperatura del agua, ya que fácilmente se puede aumentar o disminuir su temperatura. Para calcular la temperatura ideal del agua siga estos pasos:

a) Sume las temperaturas de harina, ambiente y fricción.

$$18^{\circ}\text{C} + 20^{\circ}\text{C} = 41^{\circ}\text{C}$$

b) Multiplique la temperatura ideal de una masa por los 3 factores:

$$26^{\circ}\text{C} \times 3 = 78^{\circ}\text{C}$$

c) Reste al resultado anterior la suma de los 3 factores y da la temperatura ideal para el agua.

$$78^{\circ}\text{C} - 41^{\circ}\text{C} = 37^{\circ}\text{C}$$

OBSERVACION

La práctica nos dará el conocimiento claro sobre las temperaturas que se deben usar, de acuerdo con la temperatura ambiente; en temperaturas de 20 a 26°C, el agua de la llave tendrá una temperatura aceptable; a menos de 20°C, casi siempre tenemos necesidad de calentar el agua y a más de 26°C enfriarla.

Para determinar la humedad nos valemos del higrómetro.

4. TEMPERATURA DE FRICCIÓN

Es la cantidad de calor producida por el amasado, bien sea a mano o a máquina.

La temperatura varía de acuerdo con:

- El tamaño de la masa
- La textura de la masa

- La velocidad de la máquina
- El tiempo de mezclado

Para determinar la temperatura de una masa proceda de la siguiente manera:

- a) Sume las temperaturas de ambiente, harina y agua.

EJEMPLO:

$$26^{\circ}\text{C} + 22^{\circ}\text{C} + 28^{\circ}\text{C} = 75^{\circ}\text{C}$$

- b) Multiplique la temperatura ideal de la masa que es de 26 por los 3 factores:

$$26^{\circ}\text{C} \times 3 = 78^{\circ}\text{C}$$

- c) Reste la suma de las 3 temperaturas del resultado anterior, lo que da la temperatura de fricción producida por la máquina.

$$78^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C} = 3^{\circ}\text{C}$$

5. CALCULO DEL HIELO

Si conocemos la temperatura del agua que se va a usar en el moje, pero el agua de que disponemos no tiene la temperatura requerida, debemos encontrar el método para aumentar o rebajar la temperatura del agua.

Si la temperatura del agua es baja se calienta para aumentarla.

Si la temperatura del agua de que disponemos es alta, hay necesidad de adicionar hielo para rebajarla.

La forma de hacer el cálculo es como sigue:

- a) Tome la temperatura del agua disponible y reste la temperatura del agua deseada.

EJEMPLO:

26°C

-22°C

4°C Son los grados que deben ser rebajados por cada libra.

- b) Multiplique el número de grados que deben ser rebajados a cada libra por el peso del agua que se va a usar en el moje.

$$\begin{array}{r} 80 \\ \times 4 \\ \hline 320^\circ\text{C} \end{array}$$

- c) Divida el resultado por 80, que equivale al número de calorías necesarias para derretir 1 libra de hielo; esto nos dará como resultado el número de libras de hielo necesario.

$$320 \div 80 = 4 \text{ libras}$$

- d) Reste de la cantidad de agua necesaria en la fórmula el resultado de hielo que hemos obtenido, y nos dará la cantidad real de agua que se debe usar en el moje.

$$60 - 3 = 57 \text{ agua que se debe utilizar}$$

C. EQUIVALENCIA DE PESOS Y VOLUMENES

No todas las fórmulas en panadería vienen con las mismas unidades de medida. Por eso deben conocerse las equivalencias de unas y otras.

Las siguientes son las empleadas con mayor frecuencia:

Medidas Equivalentes:

1 Gramo = 1 Centímetro Cúbico

1 Litro = 1.000 c.c.

1 Libra = 16 onzas

- 1 Libra = 500 gramos
- 1 Onza = 31.25 gramos
- 1 Kilo = 1.000 gramos

EJEMPLOS:

¿Cuántos c.c. hay en 3/4 de litro?

$$1.000 \times \frac{3}{4} = \frac{3.000}{4} = 750 \text{ c.c.}$$

¿Cuántos litros hay en 3.750 c.c.?

$$\frac{3.750}{1.000} = 3 \text{ litros } 750 \text{ c.c.}$$

¿Cuántas onzas hay en 125 gramos?

$$\frac{125}{31.25} = 4 \text{ onzas}$$

¿Cuántos gramos hay en 5 onzas?

$$31.25 \times 5 = 156.25 \text{ gramos}$$

¿Cuántas onzas hay en 3.500 gramos?

$$\frac{3.500}{31.25} = 112 \text{ onzas}$$

¿Cuántas libras hay en 24.000 gramos?

$$\frac{24.000}{500} = 48 \text{ libras}$$

EJERCICIOS CON OPERACIONES BASICAS

¿Cuántos gramos de azúcar se necesitan para elaborar 8 mojes si cada uno lleva 360 gramos de azúcar?

$$360 \times 8 = 2.880 \text{ g}$$

¿Cuántos gramos de masa se necesitan para elaborar 2.800 panes de 25 g cada uno?

$$2.800 \times 25 = 70.000 \text{ g de masa}$$

Si le sacamos la muestra por humedad:

$$\frac{70.000 \times 18}{100} = \frac{1.260.000}{100} = 12.600$$

$$70.000 + 12.600 = 82.600 \text{ g de masa necesaria}$$

¿Cuánta levadura se necesita para elaborar 5 mojes si cada uno tiene 240 g ?

$$240 \times 5 = 1.200 \text{ g de levadura}$$

¿Cuál es el costo de 2.300 panes si cada uno cuesta 0.45?

$$2.300 \times 0.45 = \$1.035.00$$

¿Cuál es el costo de 12 kilos de grasa si cada libra vale \$36.00?

$$24 \times 36 = \$864.00$$

¿Cuántos panes de 45 g nos producirá una masa de 98.000 g ?

$$98.000 \div 45 = 2.177 \text{ panes}$$

¿Cuál es el precio de 1 onza de mantequilla si el kilo cuesta \$175.00?

$$175 \div 32 \text{ onzas} = 5 \text{ onzas } 46 \text{ g}$$

Si una libra de grasa vale \$48.00, ¿cuánto vale 1 onza?

$$48 \div 16 = \$3.00$$

Se elaboran 75 panes con 8.900 g, ¿cuánto pesa cada uno?

$$8.900 \div 75 = 118.6 \text{ g}$$

¿Cuántos pedazos de 45 g nos producirá una masa de 45.000 g ?

$$\frac{45.000}{45} = 1.000 \text{ panes}$$

Si 15 huevos cuestan \$60.80, ¿cuánto costarán 45 huevos?

$$\begin{array}{r} 15 \text{ ————— } \$60.80 \\ 45 \text{ ————— } X \end{array} \quad X = \frac{45 \times 60.80}{15} = \$182.40$$

Si para elaborar un moje de 25 libras se necesitan 12 huevos, ¿cuántos se necesitarán para un moje de 62 1/2 libras?

$$\begin{array}{r} 25 \text{ ————— } 12 \\ 62 \frac{1}{2} \text{ ————— } X \end{array} \quad X = \frac{62 \frac{1}{2} \times 12}{25} = 30 \text{ unidades}$$

Si un kilo de harina vale \$24.00, ¿cuánto costarán 12.500 g ?

$$\begin{array}{r} 1.000 \text{ ————— } 24 \\ 12.500 \text{ ————— } X \end{array} \quad X = \frac{12.500 \times 24}{1.000} = \frac{30.000}{1.000} \\ = \$300.00$$

Si para un moje de 4.000 g se necesitan 60 g de sal, ¿cuánto se necesitará para un moje de 15.000 g ?

$$\begin{array}{r} 4.000 \text{ ————— } 60 \\ 15.000 \text{ ————— } X \end{array} \quad X = \frac{15.000 \times 60}{4.000} = 225 \text{ g}$$

Averiguar la cantidad de ingredientes conociendo el peso de la harina.

Harina 100 3.800 g.

Agua 60 $\frac{3.800 \times 60}{100} = \frac{228.000}{100} = 2.280$ c.c

Levadura 3 $\frac{3.800 \times 3}{100} = \frac{11.400}{100} = 114$ g

Sal 2 $\frac{3.800 \times 2}{100} = \frac{7.600}{100} = 76$ g

Azúcar 4 $\frac{3.800 \times 4}{100} = \frac{15.200}{100} = 152$ g

Grasa 7 $\frac{3.800 \times 7}{100} = \frac{26.600}{100} = 266$ g

BIBLIOGRAFIA

HEINRICH, Buskens. *Curso profesional de repostería alemana*. Editorial América Lee S. R. L., Tucumán, Argentina, 1979, 2a. ed., pp. 95-200.

INSTITUTO DUNWOODY. *Procesos de panificación*. Traducción del original en inglés. Caracas, 1969, 2a. edición.

WHEAT FLOUR INSTITUTE. *De la harina al pan*, en la revista del "Wheat Flour Institute". Centro Regional de Ayuda Técnica, México, 1971.

INCE (Instituto Nacional de Cooperación Educativa). *Conferencias sobre procesos de panificación*. Caracas, 1973.

GREAT PLUINS WHEAT. *Seminario de panificación*. Caracas, 1973, 3a. ed.

CALVEL, Ramón, *La panadería moderna*. Editorial América Lee, Buenos Aires, Argentina, 1980, pp. 184-308.

BENNION, E. B. *Fabricación del pan*. Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1970, 1a. ed. española.

BIBLIOGRAFIA

THE INTELLIGENT BUSKENS. Curso profesional de repostería
Kewman. Editorial América Lee S. R. L., Tucumán,
Argentina, 1979. 2a. ed., pp. 95-200.

INSTITUTO DUMBOUY. Procedimientos de panificación. Tra-
ducción del original en inglés. Caracas, 1989. 2a.
edición.

WHEAT FLOUR INSTITUTE. De la harina de pan, en la
revista del "Wheat Flour Institute". Centro Regio-
nal de Ayuda Técnica, México, 1971.

GRUPO DE TRABAJO

Instructor: **ELSA PENAGOS MENDEZ**
(Regional Bogotá)

Profesional: **LEON DARIO RESTREPO**

GALVEI, Ramón. La panadería moderna. Editorial
América Lee, Buenos Aires, Argentina, 1980. pp.
184-208.

BENNON, E. R. Fabricación del pan. Editorial
Acirba, Zaragoza, España, 1976. 1a. ed. española.