



# El Pan

C. Bruña

*E.T.S.I. de Caminos, Canales y puertos, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain*

## INFORMACIÓN

### *Información del Proyecto:*

Entrega anteproyecto 24 Febrero 2019

Entrega Proyecto 15 Mayo 2019

Disponible online 27 Mayo 2019

### *Keywords:*

Pan  
Propiedades mecánicas

## ABSTRACT

Este proyecto consistirá en el estudio de un sólido amorfo que está presente en el día a día y que es imprescindible en nuestra vida: el pan. En este caso se utilizarán tres tipos de pan básicos sin ningún aditivo: de trigo, integral y de maíz. Se verán los distintos resultados variando solamente un ingrediente: la harina. El objetivo es demostrar la importancia de la harina en la elaboración del pan siendo un factor determinante en el resultado. Además, se tratará de conseguir un pan saludable, digestivo, ni duro ni gomoso, con buen sabor y que pueda cortarse en rebanadas con facilidad.

© 2019 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

## 1. Introducción

He decidido realizar este proyecto debido a su importancia en la vida cotidiana. El pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional de la Humanidad desde la prehistoria.

Los estudios científicos demuestran que su consumo es imprescindible para disfrutar de una dieta equilibrada. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda comer 250 gramos al día por persona. El consumo del pan es fundamental en todas las etapas de la vida, sobre todo en la infancia.

En este proyecto se realizarán tres panes distintos que dependerán de la harina que se utilice, por ello podrá costar más o menos trabajar la masa y llegar a texturas más ligeras o densas.

Con la elaboración de los distintos panes se estudiarán a continuación una serie de propiedades que se verán claramente expuestas y comparadas entre sí en los resultados obtenidos.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Materiales

Para la realización del experimento se contará con:

Utensilios:

- Recipiente de cristal.
- Molde para hornear.
- Cucharilla de café.
- Batidora.
- Metro.
- Papel transparente.

Ingredientes:

- Agua.
- Harina.
- Sal
- Levadura prensada.

### 2.2 Propiedades de los materiales

Se estudiará cómo actúan los distintos ingredientes utilizados en la elaboración del pan y en su resultado final.

#### 2.1.1. Harina

La harina es un polvo que resulta de la molienda del cereal. Está compuesta de almidón y proteína fundamentalmente.

Dentro de la elaboración del pan la harina es fundamental, ya que otorgará unas mayores o menores propiedades a éste.

El almidón se transforma en azúcar fermentable, para producir todo el gas necesario para la elevación del pan. Este proceso tiene lugar durante la cocción.

Las proteínas (glutenina y gliadina) al contacto con el agua forman una red que atrapa el almidón forman el gluten. Durante el amasado se transforman en una masa parda y pegajosa, responsable principal de las propiedades físicas de la masa, dotándola entre otras cualidades de la capacidad de retener los gases que se producen en la fermentación.

En el resultado final aporta sabor, textura y elasticidad.

#### 2.1.2. Agua

Es un cuerpo formado la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno H<sub>2</sub>O.

Dentro del proceso de elaboración del pan contribuye a la formación de la masa, ya que en ella se disuelven todos los ingredientes. En la fermentación disuelve la levadura para que comience a actuar. En el resultado final nos permite obtener una masa plástica y elástica.

### 2.1.3. Sal

Es un producto natural que se encuentra en forma de cristales o en el fondo del mar. Se compone de cloro y sodio y es antiséptica.

Dentro del proceso de elaboración del pan regula el proceso de fermentación, mejora la plasticidad de la masa (aumenta la capacidad de hidratación de la harina) y restringe la actividad de las bacterias productoras de ácidos.

En el resultado final aporta sabor y favorece la coloración y finura de la corteza.

### 2.1.4. Levadura

La levadura que se utiliza es la biológica, es un hongo perteneciente al género *Saccharomyces Cerevisiae*. Se obtiene industrialmente. Puede ser seca, instantánea, prensada o líquida. Yo he utilizado la prensada.

Dentro del proceso de la elaboración del pan contiene enzimas que contribuyen a la descomposición del almidón de la harina en azúcar y así se produce dióxido de carbono y etanol. El etanol desaparecerá durante la cocción y el CO<sub>2</sub> provocará que antes del horneado se difunda por la masa para agrandarla. Con eso la masa se infla en el horneado y se elimina también el CO<sub>2</sub>.

En el resultado final aporta esponjosidad, elasticidad, sabor y color marrón a la corteza.

## 2.2. Método de elaboración

El proceso de la elaboración del pan consiste en 4 pasos básicos:

- 1) Mezclar cuatro ingredientes básicos: agua, harina, levadura y sal.
- 2) Amasar hasta formar una bola con una textura compacta y manejable.
- 3) Dejar fermentar la masa obtenida.
- 4) Hornear.

Este proceso aparentemente simple conlleva una serie de procesos químicos que hacen especial el alimento más conocido de la industria alimentaria.

El objetivo del proyecto es estudiar las distintas propiedades que tiene cada tipo de pan y que son debidas a la diferencia de los ingredientes utilizados.

He optado por utilizar los mismos ingredientes y cantidades en los 3 panes, variando solamente el tipo de harina para ver cómo cambia el resultado solo por la diferencia en un ingrediente. Tampoco he cambiado el proceso de mezcla y amasado ni el tiempo de fermentación. A la hora de hornear las temperaturas son distintas y el tiempo de cocción también.

En todos los casos utilizo una batidora en el proceso de mezcla y amasado, aunque ambos procesos pueden hacerse a mano en un poco más de tiempo.

### 2.2.1. Pan de trigo blanco

- 350 g Agua.
- 600 g Harina de trigo.
- 1 cucharadita de sal.
- 40 g levadura prensada.

Para la elaboración debemos poner dentro de la batidora el agua y la cucharadita de sal y batirlas hasta conseguir que estén bien unidas. Luego añadimos la levadura y la mitad de la harina y volvemos a batir. Vamos agregando el resto de la harina. Una vez conseguida la mezcla amasamos durante 3 minutos. A continuación, lo dejamos reposar 40 minutos en un bol tapándolo con papel transparente. Lo dejamos fermentar hasta que haya doblado su volumen.



Fig. 1. Bola de masa realizada con trigo blanco

Una vez que la masa ha aumentado su volumen (40 minutos aproximadamente) lo sacamos y le damos forma e introducimos al horno a 250 °C durante 30 minutos.



Fig. 2. Masa fermentada realizada con trigo blanco

Al final conseguimos este resultado:



Fig. 3. Pan con trigo blanco refinado

### 2.2.1. Pan de trigo integral

- 350 g Agua.
- 600 g Harina de trigo.
- 1 cucharadita de sal.
- 40 g levadura prensada.

Para la realización del pan integral seguimos los mismos pasos que con el pan de trigo blanco (refinado). Lo único que cambiará es la temperatura de cocción que serán 220 °C. El tiempo de cocción será el mismo.



Fig. 4. Masa de harina integral recién fermentada



Fig. 5. Pan de harina integral de trigo

### 3. Resultados

#### 3.1. Descripción de los panes

1. El pan de trigo blanco (refinado): La masa ha quedado blanda y manejable, no se pega a los dedos y es fácil darle forma. En el fermentado ha doblado su volumen. En la fase de horneado ha seguido subiendo. Finalmente, ha salido esponjoso y blando con una textura muy agradable. De buen sabor. Con una miga blanca y suave y una corteza crujiente.

2. El pan de harina integral: La masa es un poco más dura pero manejable, no se pega en los dedos y es fácil darle forma. En la fermentación ha aumentado de volumen, pero sin conseguir duplicarlo (figura 4). En el horneado ha aumentado un poco más. El resultado final es un pan más gomoso y duro que el anterior, aunque la textura es suave. De buen sabor y la miga es de color marrón y densa. Se nota que requiere más agua ya que la harina absorbe mucho la humedad.

3. El pan de maíz: La masa ha quedado muy dura y poco flexible, cuesta mucho darle forma. En las fases de fermentación y horneado adquiere muy poco volumen más. Una vez hecho tiene un intenso sabor. Ha quedado una masa más dura, compacta y agrietada. La miga es de color amarillo. Se observa que necesitaba mucha más agua que los otros dos.

#### 2.2.2. Pan de maíz

- 350 g Agua.
- 600 g Harina de trigo.
- 1 cucharadita de sal.
- 40 g levadura prensada.

Para la realización del pan de maíz debemos poner dentro de la batidora el agua y la cucharada de sal y batirlas hasta conseguir que estén bien unidos. Acto seguido añadimos la levadura y la harina y batimos. Amasamos a mano la mezcla hasta conseguir hacer una bola homogénea. A continuación, le damos forma y le metemos en el horno a una temperatura de 180 °C en vez de 220 °C durante 30 minutos.

Después de todos estos pasos obtenemos:



Fig. 6. Pan de maíz

Una vez terminada la elaboración de los panes pasamos a comparar el resultado final en función de distintas variables.

Tabla 1. Temperatura y tiempos empleados en la cocción de los tres materiales

	Pan blanco	Pan integral	Pan de maíz
Temperatura (°C)	250	220	180
Tiempo (minutos)	30	30	30

#### 3.2. Propiedades estudiadas

##### 3.2.1. Kilocalorías

Se usa la información nutricional que aparece en el envase de los alimentos y por razón de proporcionalidad obtenemos las kcal de una porción.

Tabla 2. Kcal e ingredientes

Pan Blanco		Pan Integral		Pan de Maíz	
Ingredientes	Kcal	Ingredientes	Kcal	Ingredientes	Kcal
Harina de trigo blanco	339	Harina de trigo integral	359	Harina de Maíz	371
Agua	0	Agua	0	Agua	0
Sal	0	Sal	0	Sal	0
Levadura prensada	0.0496	Levadura prensada	0.0496	Levadura prensada	0.0496
<b>Total</b>	<b>339.0496</b>	<b>Total</b>	<b>359.0496</b>	<b>Total</b>	<b>371.0496</b>

##### 3.2.2. Densidad

La masa la mido con una báscula y el volumen aplicando la fórmula de un prisma rectangular:

$$d = m/V \text{ (g/cm}^3\text{)} \tag{1}$$

$V = (l \cdot b) \cdot h$	(2)
---------------------------	-----

Tabla 3. Masa, volumen y densidad de los tres panes fabricados

	Pan blanco	Pan integral	Pan de Maíz
Masa (g)	849	863	695
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2040	2023	1267
Densidad (g/(cm <sup>3</sup> ))	0.41	0.43	0.55

Con estos datos vemos que el pan de maíz es mucho más denso que los otros dos panes.

##### 3.2.3. Resistencia a compresión

$$R = F/S \text{ (N/m}^2\text{)} \tag{3}$$

Se mide la altura antes de aplicar carga, con la carga aplicada y después de haberla retirado.

Tabla 4. Resistencia mecánica

	Pan blanco	Pan integral	Pan de Maíz
Fuerza 1 (N)	5	5	5
Fuerza 2 (N)	7.5	7.5	7.5
Fuerza 3 (N)	10	10	10
Superficie(m <sup>2</sup> )	613*10 <sup>-4</sup>	697*10 <sup>-4</sup>	429*10 <sup>-4</sup>
Resistencia (N/(m <sup>2</sup> )) 1	81.56	71.73	116.55
Resistencia (N/(m <sup>2</sup> )) 2	122.34	107.60	174.82
Resistencia (N/(m <sup>2</sup> )) 3	163.13	143.47	233.10

Tabla 5. Cargas aplicadas

Parámetro	Carga aplicada (N)	Pan blanco	Pan integral	Pan de maíz
Altura inicial (cm)	5	8.0	6.5	5.5
Altura con carga aplicada (cm)	5	6.7	6.0	5.5
Altura final (cm)	5	7.5	6.2	5.5
Deformación sufrida	5	0.5	0.3	0
Altura inicial (cm)	7.5	8.0	6.5	5.5
Altura con carga aplicada (cm)	7.5	6.5	5.8	5.4
Altura final (cm)	7.5	7.3	6.0	5.5
Deformación sufrida	7.5	0.7	0.5	0
Altura inicial (cm)	10	8.0	6.5	5.5
Altura con carga aplicada (cm)	10	6.3	5.6	5.3
Altura final (cm)	10	7.0	5.8	5.5
Deformación sufrida	10	1.0	0.7	0



Fig. 7. Disminución de altura con la carga 1 aplicada

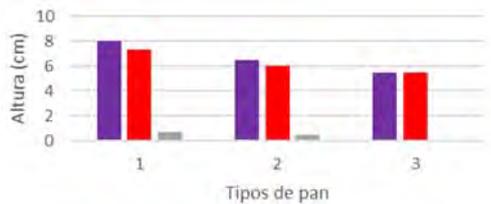


Fig. 8. Disminución de altura con la carga 2 aplicada

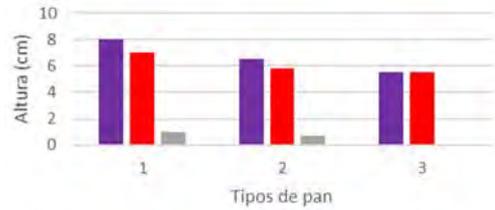


Fig. 9. Disminución de altura con la carga 3 aplicada

Con todos estos resultados, comparamos la resistencia de cada pan con las distintas cargas respecto a la deformación producida en cada pan:

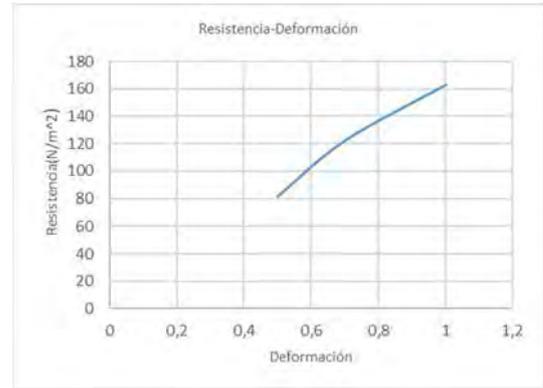


Fig. 10. Curva tensión versus deformación del pan blanco

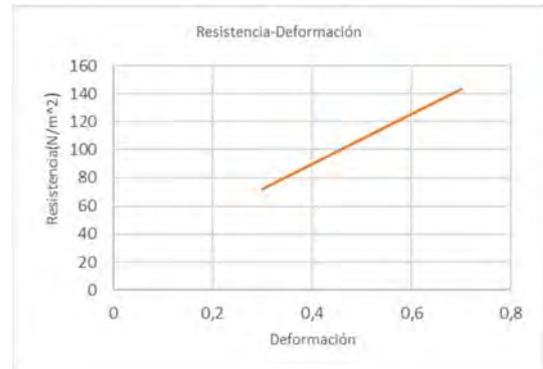


Fig. 11. Curva tensión versus deformación del pan blanco

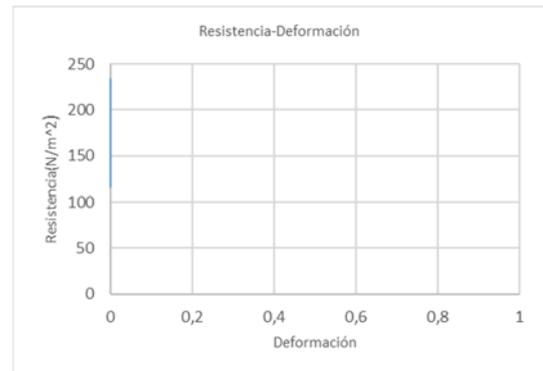


Fig. 12. Curva tensión versus deformación del pan blanco

### 3.2.4. Porosidad

A partir de una serie de fotos, comparo la porosidad de los distintos tipos de pan.

La miga más porosa es la del pan de trigo blanco, los poros son de mayores dimensiones y el aspecto es de algo esponjoso y agradable para el paladar.



Fig. 13. Interior del pan blanco

La miga del pan integral también es bastante porosa, aunque los agujeros son más pequeños. También da la sensación de una textura agradable.



Fig. 14. Interior del pan integral

El pan de maíz tiene apariencia de denso nada más partirlo, ya que resulta complicado partirlo en rebanadas. Apenas tiene poros y los que tiene son diminutos. El aspecto es muy poco apetecible.



Fig. 15 Interior del pan de maíz

Con el estudio de estas propiedades se puede concluir que la harina es un factor determinante en el resultado obtenido. Dependiendo de la harina utilizada en el proceso de elaboración del pan obtenemos un producto muy distinto.

También podemos comprobar que la cantidad de agua influye mucho debido a la absorción de cada harina es mayor o menor.

#### 4. Conclusiones

Como podemos observar después de haber realizado todos los distintos tipos de pan y al estudiar todas sus propiedades respectivas, llegamos a la conclusión de que el pan que tiene más resistencia es el pan de maíz, debido a la falta de agua en su procedimiento y por el tipo de harina utilizada, obteniendo con ello una masa más dura, compacta y agrietada. Por ellos vemos que el pan más elástico es el pan blanco, incluso si le ejercemos mucha fuerza se producirá deformación plástica. Observamos también que este pan tiene menor porosidad y esponjosidad que en comparación con los otros dos panes

debido a su densidad. El pan que tiene mayor porosidad es el pan blanco.

Con todos los resultados obtenidos y si usásemos las mismas cantidades de ingredientes, me decanto por el pan blanco, ya que hemos obtenido un resultado idóneo debido a que obtenemos un pan tierno, crujiente y agradable para el paladar. Aunque si modificásemos las cantidades de los ingredientes optaría por el pan integral, ya que al ponerle más agua obtendríamos un pan con mejores propiedades, más nutritivo, crujiente, esponjoso y con un sabor más fuerte y distintivo que el pan blanco.

Al llegar a nuestra conclusión y la elección del pan, podemos añadir semillas que darán un aporte de vitaminas y minerales beneficiosos en nuestra dieta. Obtendremos así un pan con más fibra y nutrientes.

#### 5. Agradecimientos

Quiero agradecer en especial a mi madre, por haberme dado los consejos necesarios para la elaboración del pan y por haberme dejado utilizar su cocina.

#### 6. Bibliografía

- [1] [www.directopaladar.com](http://www.directopaladar.com)
- [2] <https://mycook.es>
- [3] [www.conasi.es/blog/consejos](http://www.conasi.es/blog/consejos)
- [4] [www.uv.es](http://www.uv.es)
- [5] [www.miarevista.es](http://www.miarevista.es)
- [6] [www.oximesa.es/blog](http://www.oximesa.es/blog)
- [7] [www.uco.es](http://www.uco.es)