

Agrodiversidad: cereales, pseudocereales y la técnica de la panificación

Raquel García Ferreras.

Miembro del equipo

Marina Peñacoba Rogel.

Miembro del equipo

Belen del Pino Arcos.

Miembro del equipo

Lara Rincón Ausin.

Miembro del equipo

Luis Miguel Yudego Calzada.

Miembro del equipo

Luis V. de Benito Aparicio.

Profesor de Biología y Geología.



I. E. S. FÉLIX RODRÍGUEZ DE LA FUENTE



Los alumnos Raquel García Ferreras, Marina Peñacoba Rogel, Belén del Pino Arcos, Lara Ricón Ausin y Luis Miguel Yudego Calzada del Instituto de Enseñanza Secundaria Félix Rodríguez de la Fuente han sido ganadores de la V Edición de los Premios Amigos del Mundo. El jurado se reunió en la sede central de la Unidad Editorial, donde el trabajo presentado por estos alumnos fue galardonado dentro de la categoría Biodiversidad, patrocinado por la Fundación Biodiversidad. El ensayo titulado “Agrodiversidad: cereales, pseudocereales y la técnica de panificación” trata de las diferentes semillas a partir de las cuales se puede obtener harina. Por qué unas son panificables y otras no, y que ventajas nutricionales aporta a la nutrición la panificación de las harinas. Por último se estudia que factores limitan el proceso de panificación y como pueden ser modificados en el laboratorio para obtener pan tanto de cereales como el arroz o el maíz y de pseudocereales como el trigo sarraceno o la quinoa. Este trabajo ha sido desarrollado en el departamento de Biología y Geología bajo la dirección del profesor Luis V. de Benito Aparicio. El jurado estuvo compuesto por María Artola, directora de la Fundación Biodiversidad organismo dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, el naturalista Joaquín Araujo y la ambientalista Odile Rodríguez de la Fuente, hija del famoso naturalista burgales, así como personal especialista en temas de la naturaleza de Unidad Editorial. La entrega de premios tendrá lugar el 12 de junio en Madrid.

MEMORIA

Nuestro trabajo de investigación empezó, como no podía ser de otra manera, por una percepción de nuestro entorno más inmediato, el instituto. A lo largo de estos últimos años el número de alumnos inmigrantes que llegan a nuestro centro se va haciendo cada vez mayor. Con ellos viene una cultura de los alimentos diferente a la nuestra y que es, en sí misma, un elemento de diversidad. Llama nuestra atención, como los estudiantes procedentes del Magreb o Afganistan cuenta que el pan lo elaboran sus madres en los pisos, de la misma forma que nuestras abuelas lo hacían antaño. Pero lo que todavía resulta más curioso es oír, a los alumnos ucranianos, hablar del trigo sarraceno con el que obtienen los blinis, una especie de tortitas parecidas a los crepes o los alumnos de Bolivia o Perú comentar que en su países hacen pastas de quinoa y de amaranto. Esta variedad de plantas desconocidas, y su uso en elaboración de pastas que sustituyen al pan, motivo una gran cantidad de preguntas a partir de las cuales se inició el presente trabajo de investigación: ¿Existen, además de los cereales, otras plantas de las que se obtiene harina?, ¿Por qué este tipo de cultivos no ha llegado a nuestro país?, ¿Por qué con estas harinas no se hace pan? o lo que es lo mismo ¿Por qué nosotros hacemos pan con la harina y no lo tomamos en forma de pastas o crepes?

Resolver estas cuestiones, documentarse, era un paso previo a la hora de plantearnos un proyecto de investigación. Nuestro equipo formado por cinco alumnos de 3º de la ESO se dividió en dos grupos: unos buscarían información sobre los cultivos de los que se puede obtener harina y otros sobre las ventajas que aporta la panificación de las harinas a la alimentación, así como los requisitos que tiene que presentar una harina para ser panificable. La búsqueda de documentación sobre este tema tuvo fuentes muy variadas: libros, Internet y, como no, el amigo o conocido que trabaja en alguna de las muchas tahonas de la ciudad.

Esta fase del trabajo tuvo lugar durante el segundo trimestre del curso 2006-7, al final de la cual conocimos el significado de conceptos tan importantes como agrodiversidad, pseudocereales y agricultura sostenible que nos aportó el primer grupo. El segundo grupo averiguó que el pan es un alimento fermentado, esta característica le enriquece en nutrientes y le hace más digerible, pero para poderse panificar es necesario que la harina posea gluten. El gluten es una proteína que solo se presenta en la harina de trigo y en menor medida en la de centeno. Esta propiedad explicaría el por qué no se obtiene pan de otros tipos de harinas.

Habíamos leído que el uso de pseudocereales como la quinoa o el trigo sarraceno se daba en zonas de economía de subsistencia y consideramos que una forma de favorecer la alimentación de estos lugares sería lograr panificar este tipo de harinas. Por nuestros equipos de documentación, conocíamos que lo que queríamos hacer no era una novedoso pues algunas universidades sudamericanas estaban investigando disminuir la importación de harina, que supone un importante gasto de divisas para estos países, elaborando un pan que es mezcla de pseudocereales y harina de trigo. Por fin la idea surgió cuando descubrimos que en el mercado no solamente se vende harina de trigo sino gluten de trigo. Si bien es cierto que, el precio del gluten (5 a 12 euros/kilo) es superior al de la harina (0,5 a 1

euro/kilo), no es menos cierto que la harina contiene entre un 15 y un 24% de gluten y que el transporte de harina supone un costo añadido. Nuestro objetivo estaba claro, queríamos elaborar pan a partir de pseudocereales con gluten.

El trabajo de investigación lo iniciamos a lo largo del tercer trimestre del curso 2006-7. Un día por semana, quedábamos por las tardes en el laboratorio del instituto para trabajar. La panificación de harinas de pseudocereales presentó una serie de problemas añadidos. En primer lugar, no encontramos en Burgos ni quinoa, ni amaranto, ni trigo sarraceno, con lo cual tuvimos que sustituirlos por harinas de cereales que no tuvieran gluten como son el maíz, el mijo, el arroz y la cebada. Para saber que el proceso de panificación lo hacíamos de forma correcta, utilizamos como harinas control la del trigo, la del centeno y la de la avena que contienen gluten.

Otro problema es la composición química de las harinas respecto a la cantidad de azúcares sencillos y de gluten. Como se sabe, las levaduras son unos hongos unicelulares que fermentan este tipo de azúcares produciendo alcohol y anhídrido carbónico. Este gas hace que la masa de pan sea esponjosa. Por tanto, una harina pobre en azúcares imposibilitaría el desarrollo de las levaduras y el proceso de panificación. Para resolver este problema diseñamos una variación del método Pelshenke que se basa en comparar el tiempo que tarda en ascender una capsula llena de harina, levadura y agua, en unas condiciones estándar, y compararla con una curva patrón de tiempos de ascenso elaborada con unas concentraciones de azúcares conocidas. De una forma sencilla, ya que el instrumental de laboratorio que se requiere es mínimo, pudimos averiguar la cantidad de azúcar en las harinas. Por otro lado, consideramos que inicialmente cualquier harina sería panificable si tiene la misma cantidad de gluten que la harina de trigo. Por tanto, determinamos la cantidad de gluten del trigo mediante la técnica de lavado. Esta se fundamenta en que mientras que el almidón es soluble en agua, el gluten no lo es. Cogiendo una bola de harina se lava lentamente debajo del grifo hasta que queda una bola pegajosa e insoluble, es el gluten.

Una vez analizadas las harinas empezamos la última fase de nuestra investigación. Tomamos harina de arroz, maíz, mijo, cebada, centeno y avena ajustado sus valores de azúcares sencillos y de gluten a los que presenta el trigo. A continuación procedimos al amasado donde pudimos observar como algunos tipos de harinas como el maíz y el mijo requerían una mayor cantidad de gluten que la inicialmente estimada. Lo dejamos reposar durante dos horas a 20° C para que se produjera la fermentación. Finalmente los bollos obtenidos los horneamos a 250° C.

Por último, quedaba la prueba de sabor de los bollos que habíamos elaborado. Durante un recreo a final del curso 2006-2007 pudimos degustar los crujientes panes. El ganador fue por unanimidad el de maíz. Con este trabajo demostrábamos que con unos análisis sencillos y gluten era posible panificar cualquier tipo de harina mejorando considerablemente el aporte en nutrientes y su digeribilidad. Además este proceso permite la permanencia de cultivos mejor adaptados al terreno (agricultura sostenible) que los procedentes de otras latitudes, lo que favorece la agrobiodiversidad y la conservación de unas variedades de plantas cuya selección se pierde en la noche de los tiempos.

Este trabajo se redactó en el primer trimestre del curso 2007-2008.

TRABAJO

Índice

1.- Antecedentes.

 1.1.- Agrodiversidad: Cereales y pseudocereales.

 1.2.- Técnica de panificación: La levadura y el gluten.

2.- Objetivos de nuestro trabajo.

3.- Metodología

 3.1.- Método para la valoración del contenido de azúcares en las harinas.

 3.2.- Método para determinar la cantidad de gluten.

4.- Resultados.

5.- Conclusiones

6.- Bibliografía

1.- Antecedentes.

1.1 Agrodiversidad: Cereales y pseudocereales.

E. O. Wilson, famoso entomólogo, escribe en su libro *The diversity of life* “La diversidad es una de las riquezas más grandes del planeta y no obstante la menos reconocida como tal”. Para Wilson la biodiversidad tiene una gran importancia económica, ya que es un primer recurso para la vida diaria de todos los seres humanos, como fuente de alimento, medicina, ropa, etc.

La agrodiversidad hace referencia a las diferentes especies vegetales que se cultivan para obtener la materia prima con que elaborar los productos que antes hemos mencionado. La agrodiversidad al igual que la biodiversidad, en la Tierra, se encuentra fuertemente amenazada. Las causas por las cuales, la agrodiversidad, ha disminuido tiene orígenes muy diversos. Estos los podríamos resumir en tres: culturales, tecnológicos y económicos. Por ejemplo, cuando los españoles llegaron a América descubrieron la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el imperio Inca. La cultura inca daba un carácter sagrado a los granos de esta planta ya que constituía una de las bases de su alimentación. Con el grano se realizaban diversas ceremonias y rituales religiosos que chocaba con el carácter evangelizador de los conquistadores. Este cultivo se terminó prohibiendo y solo permaneció en zonas muy apartadas. Esto mismo ocurrió con el amaranto (*Amaranthus* ssp.) o el huauzontle (*Chenopodium berlandieri*) en el imperio azteca. El alforfón o trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) es una planta anual cultivada por sus granos para el consumo humano o animal. Es originario del noreste de Asia (Siberia y Manchuria). Aunque se ha cultivado tradicionalmente en muchos países (en Europa se hizo común en el siglo XVI) tiende a desaparecer en la actualidad debido a las dificultades de mecanizar su recolección. Por último, la espelta (*Triticum spelta*) es un trigo que procede de oriente medio. Su cultivo es poco conocido, hoy en día, debido a que tiene un bajo rendimiento productivo.

¿Por qué hay que mantener la agrodiversidad? Son varias las razones que se nos ocurren para responder a esta pregunta: En primer lugar diremos que son cultivos más acordes con la filosofía de la agricultura sostenible. La agricultura sostenible intenta provocar el menor impacto en el medio. Las plantas que se siembran deben de tener la menor necesidad de abonos, así como estar bien adaptadas a las condiciones meteorológicas. Este es el caso de la quinoa, una planta que crece a 4000 m sobre el nivel del mar en climas secos y fríos, y suelos muy pobres. Lo mismo ocurre con el alforfón que se siembra en suelos ácidos y pobres. Además estas plantas presentan unas cualidades que no tienen los cultivos tradicionales como el trigo, el arroz o el maíz. Por ejemplo, la quinua es un alimento rico para el ser humano porque posee diez aminoácidos esenciales, el alforfón contiene ác. oleico, linoleico y palmitico lo que nos ayuda a combatir el colesterol y las enfermedades cardiovasculares. La espelta es un trigo que presenta una asimilación extraordinaria de nutrientes lo cual se atribuye a que no ha sufrido tantas “mejoras” genéticas como los trigos actuales y ese es el motivo principal que lo hace menos alérgico. Para último, mencionar que estas especies de plantas han sido seleccionadas por el hombre desde el neolítico, hace 7000 años, con su desaparición perderíamos un acervo genético muy difícil de recuperar.

La agrodiversidad es muy amplia para tratarla en su conjunto, con lo cual, en este trabajo nos centraremos en el tema de los cereales y los pseudocereales.

Llamamos cereales (de Ceres, nombre latino de la diosa de la agricultura) a un conjunto de plantas herbáceas cuyos granos o semillas se emplean en la alimentación humana o del ganado, generalmente

molidos en forma de harina. Los cereales más importantes son el trigo, la cebada, el centeno, el arroz, la avena, el maíz y el mijo. Los pseudocereales son plantas pertenecientes a las dicotiledoneas, a diferencia de los verdaderos cereales que pertenecen a las monocotiledones, presentan semillas con un alto contenido en harina. Ejemplos de pseudocereales son la quinoa, el amaranto o el alforfón.

1.2.- Técnica de panificación: La levadura y el gluten.

La panificación es el proceso mediante el cual se elabora el pan a partir de los distintos tipos de harinas. La finalidad de la panificación es hacer más digeribles las harinas. En esta transformación dos factores juegan un papel fundamental: la levadura y el gluten.

La Levadura.

El primer pan, que conocemos, estaba formado por una masa de harina y agua sin fermentar que se horneaba, el pan ácimo. Al hornearlo el agua retenida en los granos de almidón hace estos estallen fragmentándose en trozos más pequeños y por tanto más fáciles de digerir. Al pan ácimo siguió, desde los tiempos de la cultura egipcia, el pan fermentado. ¿Por qué se fermenta la masa de pan? La fermentación de la masa de pan es realizada por unos hongos unicelulares que reciben el nombre de levadura. La levadura es un microorganismo vivo que durante el proceso de fermentación realiza una predigestión de la harina facilitando que las sustancias que componen la masa se transformen en compuestos más nutritivos y más simples y por tanto más digeribles. Durante la fermentación y la cocción, la levadura de pan genera una gran cantidad de anhídrido carbónico. Esto se puede apreciar por que la masa se infla y redondea. Cuando el horno alcanza los 50° C, este proceso se detiene por la muerte de los microorganismos. De 50° C a 77° C, el almidón se transforma en jalea y las enzimas producidas por las levaduras, ya muertas, producen su conversión parcial en maltosa. A partir de 80° C las proteínas del gluten se modifican y empieza la caramelización de la capa externa del pan. A 200° C el pan esta cocido. El producto final es un alimento esponjoso, poroso y ligero con un aroma y sabor suave.

La acción de las levaduras además acorta el tiempo de cocción, con el consiguiente ahorro de energía; elimina sabores y texturas desagradables; enriquece el contenido de vitamina B y aumenta considerablemente el tiempo de conservación del alimento.

En resumen, el proceso de panificación con levaduras es como una especie de predigestión del pan, que hace que este sea más fácil de asimilar. Al contrario, el uso de la harina o de los granos cocidos sin fermentar, añadidos a las sopas o en la elaboración de pastas disminuye considerablemente su valor nutritivo y su tiempo de conservación.

El gluten.

Aunque las harinas contienen cinco clases de proteínas, solamente aquellas que contienen gluten son panificables. Esto es debido a que el gluten forma una red elástica dentro de la masa del pan, permitiendo así su amasado. Esta plasticidad evita además que se escape el gas, producido por las levaduras en la fermentación, lo que confiere al pan su aspecto esponjoso.

El gluten, además presenta la característica de poder incorporar gran cantidad de agua a su molécula, incrementando su peso casi en un 200%. Esta particularidad, hace que el alimento se conserve durante un largo periodo de tiempo.

La cantidad de gluten en las harinas varía considerablemente, mientras que en el trigo puede alcanzar el 24%, esta cantidad es menor en el centeno y la avena. En las harinas de otros cereales como el maíz, el arroz, el mijo, la cebada y en los pseudocereales como la quinoa, el amaranto y el alforfón no hay gluten, por lo que no pueden ser panificar.

Además la cantidad del gluten en el trigo puede variar en función de la especie: Así tenemos que los trigos de primavera (*Triticum vulgare*) dan harinas fuertes. Este tipo de harinas tienen un alto contenido en gluten por lo que absorben mucha agua y dan masas consistentes y plásticas produciendo panes de buen volumen. En cambio los trigos de invierno (*Triticum durum*) dan harinas débiles, con un contenido proteico similar al anterior pero con menor cantidad de gluten. Esto hace que la masa del pan fluya durante la fermentación, al no retener el gas que se produce, dando panes bajos, pesados y de textura deficiente. Estas harinas no son aptas para la elaboración del pan, pero sí para la elaboración de galletas y pastas alimenticias. Un caso similar ocurre con el centeno, donde su bajo contenido en gluten, hace que la masa no se pueda estirar dando panes densos y poco esponjosos.

2.- Objetivos de nuestro trabajo.

Basándonos en los antecedentes mencionados, nos proponemos el siguiente objetivo:

Obtener pan de harinas no panificables. Esto nos interesa por diferentes motivos:

a) Ecológicos. Los pseudocereales, el de centeno y avena son cultivos ecológicos por que puede desarrollarse en zonas donde la calidad de los suelos o el clima no acompaña al cultivo del trigo (*agricultura sostenible*).

b) Nutricionales. Los pseudocereales, el mijo, el maíz o el arroz constituyen cultivos característicos de zonas deprimidas del Tercer Mundo. La posibilidad de panificación permitiría a los habitantes de estas zonas un mejor aprovechamiento de los nutrientes que toman.

c) Económicos. La posibilidad de disminuir la cantidad de harina de trigo en la elaboración del pan es interesante para los países pobres ya que disminuiría las importaciones que tienen que realizar lo cual grava su balanza comercial.

d) Biodiversidad. Sería una manera de fomentar los cultivos autóctonos y por lo tanto de preservar unas razas que son herencia y patrimonio de la humanidad.

3- Metodología.

Para conseguir este objetivo antes hemos de evaluar que harinas son panificables y cuales no teniendo como referencia la harina de trigo. Entenderemos que si los valores de gluten y azúcar no alcanzan los del trigo, las harinas no son panificables. Sin embargo, si dichos valores igualan o superan a los del trigo, las harinas serán panificables. Para corregir los valores de las harinas no panificables seguimos el siguiente método:

3.1 .Método para la valoración del contenido de azúcares en harinas.

Las harinas contienen muy pocos azúcares libres aproximadamente un 2% donde la sacarosa es mayoritaria (1,5%) y el resto es glucosa y fructosa. La principal reserva energética de los granos de cereal se encuentra en el almidón. Las levaduras utilizan estos azúcares sencillos para fermentar. Una harina que no contenga azúcar limitará la fermentación de la masa de pan y producirá un pan poco hueco próximo al ácido. Una harina muy rica en azúcares dará una fuerte fermentación con panes excesivamente abultados. Para valorar el contenido en azúcares de las harinas procedentes del trigo, la cebada, el centeno, la avena, el arroz, el maíz y el mijo seguimos el siguiente método:

Método del índice de fermentación o índice de Pelshenke. Este procedimiento consiste en mezclar una suspensión de levadura panaria con harina formando una bola. La bola se introduce en agua que debe estar a 32° C. Inicialmente queda sumergida pero transcurrido un cierto tiempo flota. El tiempo que tarda en flotar depende de la cantidad de azúcar que contiene la harina. Si la harina contiene una cantidad de azúcar elevada, las levaduras producirán una gran cantidad de gas y la bola tardará poco en emerger, en cambio si contiene poco azúcar el proceso se hará más lento.

Así para valorar la cantidad de azúcar seguimos los siguientes pasos:

- a) Preparamos una disolución de 50 g de levadura en 200 ml de agua destilada.
- b) Elaboramos una curva patrón mediante la preparación de una serie de disoluciones de sacarosa en agua:

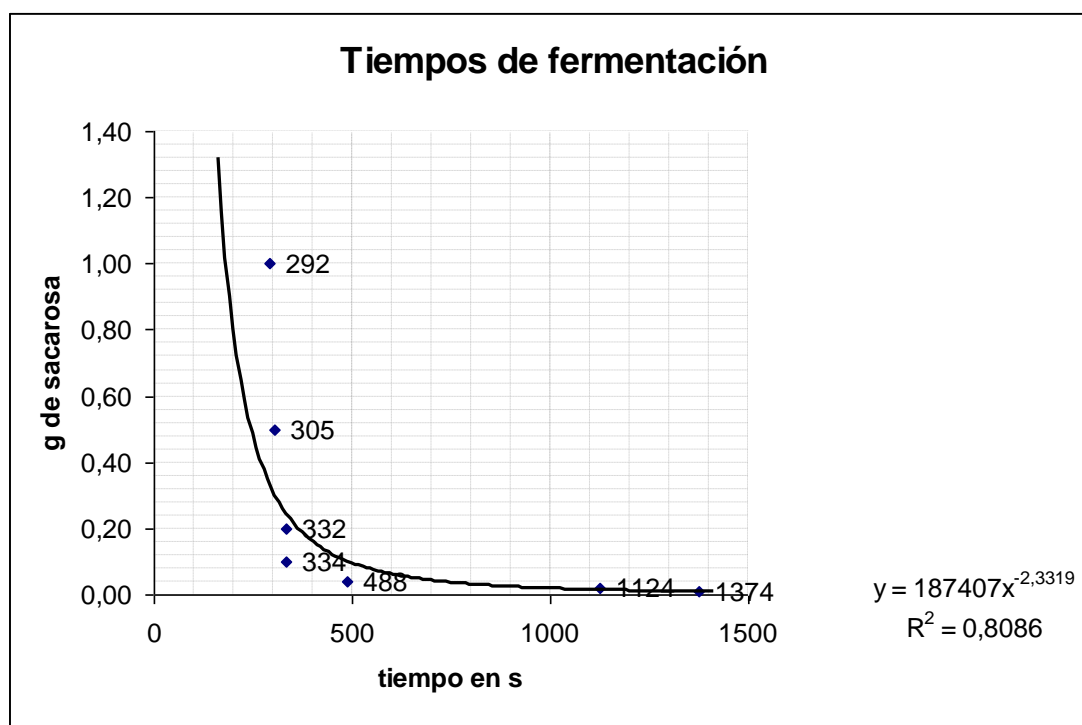
Número de preparación	Sacarosa en gramos	Agua destilada en gramos	Peso total en gramos
1	1	1	2
2	0.5	1.5	2
3	0.2	1.8	2
4	0.1	1.9	2
5	0.04	1.96	2
6	0.02	1.98	2
7	0.01	1.99	2

A continuación en cápsulas de plástico de 5 ml. introducimos 3 ml de disolución de levadura y 2 g de disolución de sacarosa en agua .En total siete cápsulas que corresponden a las diferentes concentraciones de sacarosa.

- c) Cada cápsula se introducía en un vaso de precipitado que contiene 500 ml de agua destilada a 40° C. La capsula se precipita al fondo del vaso y cronometramos el tiempo que tarda la capsula en emerger (ver video de material anexo en CD).
- d) Obteniendo los siguientes resultados:

Número de preparación	Tiempo en emerger en segundos
1	292
2	305
3	332
4	334
5	486
6	1124
7	1374

Con estos datos construimos una curva patrón utilizando para ello el programa Office Excel. Este programa presenta una aplicación estadística que permite obtener una grafica lo más próxima a los valores obtenidos en la experimentación.



La ecuación de la gráfica nos permite averiguar los gramos de sacarosa (valor y) conociendo el tiempo que tarda en emerger la cápsula (valor x).

$$\text{Gramos de Sacarosa} = 187407 \times (\text{tiempo en segundos})^{-2,3319}$$

d) A continuación repetimos la experiencia introduciendo en la capsula de plástico, 3 ml de la disolución de levadura y agua destilada, utilizada en el apartado anterior y 1 gramo de la harina-problema

completando con agua destilada hasta la capacidad de 6 ml de la cápsula. Medimos el tiempo que tarda en emerger cada una de las cápsulas que contiene los diferentes tipos de harina.

3.2.- Método para determinar la cantidad de gluten.

Una harina sin gluten no se puede amasar. La masa panaría se fragmenta y se quiebra cada vez que se le quiere dar forma, no retiene agua y deja escapar el gas que se produce en la fermentación originando un pan compacto.

Para determinar la cantidad de gluten hacemos una bola con 10 gramos de harina y una cantidad determinada de agua. Como el gluten es insoluble en agua fría, se puede lavar fácilmente trabajando la masa entre los dedos y las manos. El almidón al ser soluble va desapareciendo. La masa se sigue trabajando, hasta que muestra una tendencia a pegarse entre los dedos. Dicha medida corresponde al gluten húmedo. Este procedimiento lo repetimos tres veces para cada tipo de harina y calculamos el peso medio de las bolas de gluten. A continuación aplicamos la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de gluten} = \{ \text{media del peso de las bolas de gluten húmedo} / 10 \} \times 100$$

5.- Resultados.

Tabla con los resultados del índice de fermentación o contenido en azúcar

	TRIGO	CEBADA	CENTENO	AVENA	MAIZ	ARROZ	MIJO
TIEMPO en segundo	990	287	258	254	2400	1800	1758
SACAROSA en gramos por gramo de harina.	0.019	0.347	0.445	0.462	0.002	0.004	0.004

Tablas de valores de gluten húmedo.

	TRIGO	CEBADA	CENTENO	AVENA	MAIZ	ARROZ	MIJO
% EN PESO	19,7	0	10,7	9,3	0	0	0

6.- Conclusiones.

Teniendo de referencia los valores del trigo, como harina panificable por excelencia, procedemos a corregir los valores de las harinas no panificables para que puedan serlo. Así tenemos que:

- a) En el maíz, el arroz y el mijo es preciso incorporar sacarosa a la harina por lo bajos niveles encontrados. Esta sacarosa es fundamental para obtener una correcta fermentación.

- b) En la cebada, el maíz y el arroz la carencia de gluten obliga a incorporar esta proteína a la harina al menos en un porcentaje similar al trigo. En la práctica, observamos que se requiere una cantidad mucho mayor sobre todo en maíz y mijo. Lo mismo ocurre con el centeno y la avena pero en una proporción menor. En nuestro trabajo empleamos gluten de trigo.

- c) Para elaborar panes de 50 gramos de los distintos tipos de harinas añadimos las siguientes cantidades.

	TRIGO	CEBADA	CENTENO	AVENA	MAIZ	ARROZ	MIJO
Azúcar por cada 50 g de harina	0	0	0	0	1	1	1
Gluten cada 50 g de harina	0	10	5	5	10	10	10

A continuación procedimos al amasado incorporando agua, levadura y sal. Posteriormente dejamos reposar la masa durante dos horas a 20° C para su fermentación. Horneamos a 250° C y al final obtuvimos pan de trigo, de cebada, de centeno, de avena, de maíz y de mijo. Con esto demostramos que es posible la panificación de las harinas que no contienen gluten, con todos los beneficios paralelos que conlleva para la alimentación humana.

7.- Bibliografía consultada.

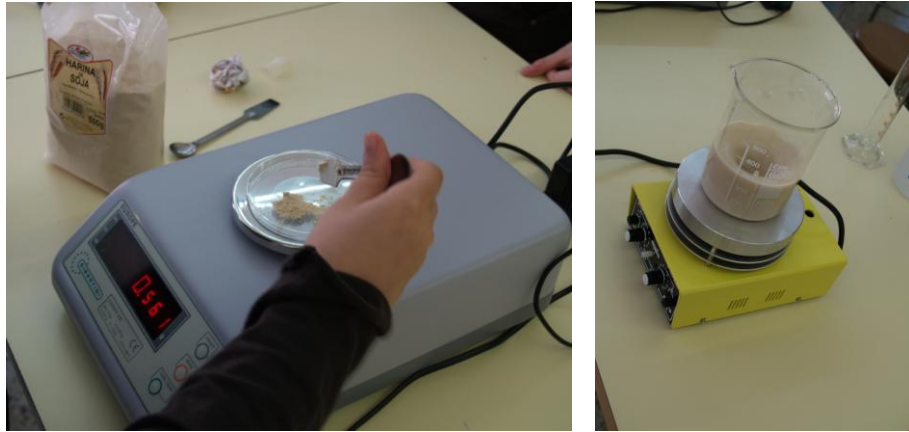
- <http://www.ivu.org>
- <http://www.panaderia.com>
- <http://www.elergonomista.com>
- <http://www.consumaseguridad.com>
- <http://www.fao.org>
- <http://www.platodeldia.com>
- <http://www.franciscotejero.com>
- <http://www.lamolina.edu.pe/cproduccion/panificacion/>

- “Fabricación de la cerveza y estudio de parámetros que influyen en la fermentación alcohólica por *Saccharomyces cerevisiae* sobre mosto de malta de cebada” Cristina Pérez Díez. Trabajo de iniciación a la investigación Universidad de Burgos
- “Metodos de análisis de trigos y harinas por el Centro de Cerealicultura” VVAA Ministerio de Agricultura . INIA
- “Fabricación del pan” Stanley P. Cauvain y Linda S. Young. Ed Acribia S.A. 2002

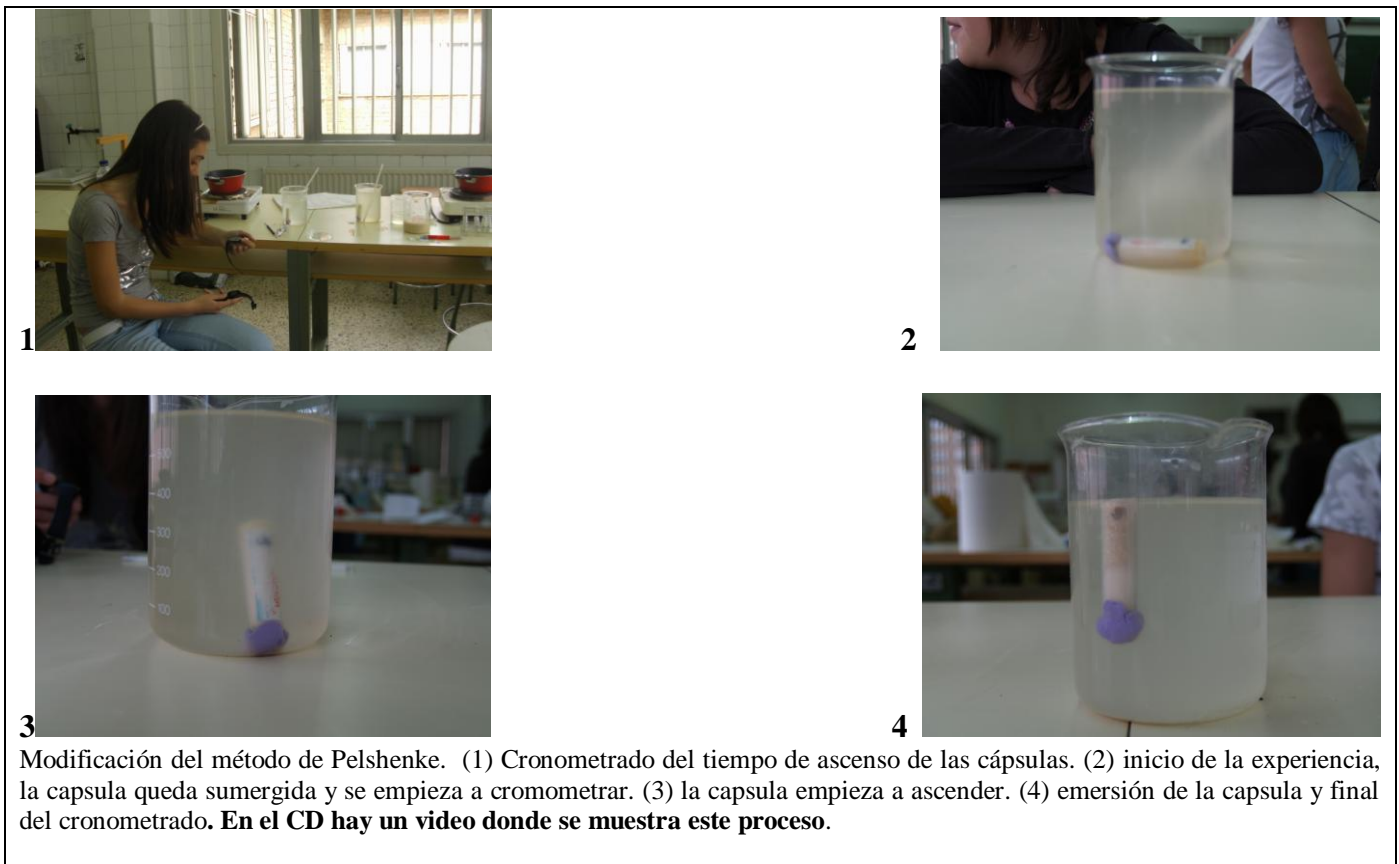
Agrodiversidad: cereales, pseudocereales y técnica de panificación

CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS Y VIDEOS REALIZADOS DURANTE LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO

1.- Determinación del contenido de azúcar en harina



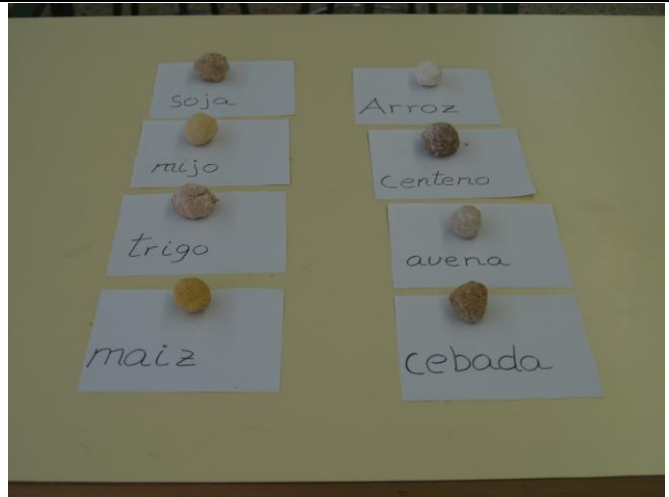
Balanza granataria y agitador magnético empleado en la preparación de una disolución de levadura en agua.



2.- Determinación del contenido de gluten.



Proceso de elaboración de las bolas de harinas.



Bolas de harina preparadas para ser lavadas



Lavado de las bolas de harina y obtención del gluten húmedo.



Harinas sin gluten

3.- Elaboración del pan.



Amasado.



Fermentado.



Horneado.

4.- Tipos de pan.



