



Español

—cerere—

Booklet #3

COLLECTED SOLUTIONS ON BAKING

Camille Vindras-Fouillet,
Estelle Serpolay-Besson,
ITAB



CEreal REnaissance in Rural Europe:
embedding diversity in organic and low input food systems

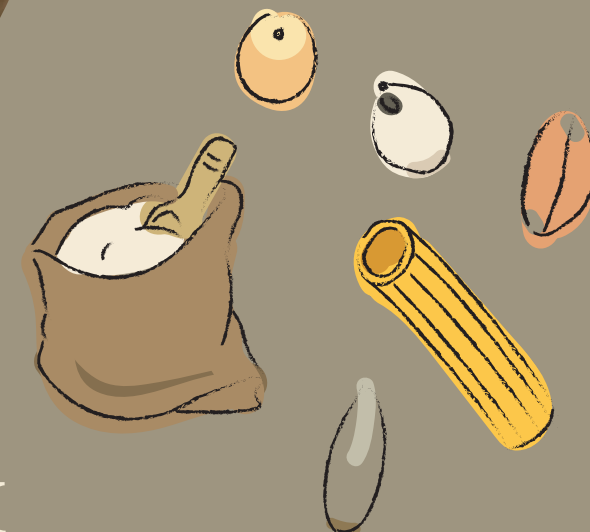


CERERE aims at sustaining and promoting innovative approaches emerging in Europe from a multitude of practices adopted to introduce and manage agrobiodiversity in cereal production. These innovations are rooted in local traditions, knowledge and food culture.



-cerere-

Si bien el cultivo de poblaciones de trigo presenta un interés agronómico, sensorial y nutricional, también está limitado por barreras técnicas. Este folleto ilustra los procesos de mejora y movilización de conocimientos de cara a mejorar las prácticas de cultivo y transformación de las mismas.



Index

Index	pag. 3
Interés de las poblaciones de trigo	pag. 4
Cualidades de los panes elaborados con masa madre	pag. 6
Las barreras técnicas de cara a la transformación	pag. 8
Recursos disponibles para desarrollar las poblaciones dentro del sector del trigo	pag. 10
References	pag. 17
Consortium	pag. 19

Autores

Camille Vindras-Fouillet, ITAB
(Instituto Técnico de Agricultura Ecológica, en sus siglas en francés)

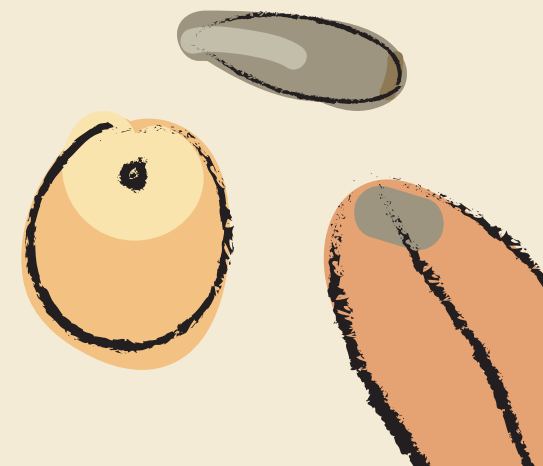
Interés de las poblaciones de trigo

La estructura genética de las variedades puede ser homogénea, con un nivel de variabilidad intravarietal nulo (líneas puras, híbridos F1, clones) o heterogénea (mezclas, poblaciones). Estas estructuras genéticas diversificadas son aptas para la agricultura ecológica pues favorecen la adaptación dinámica a las condiciones locales y a los cambios climáticos [1]. El cultivo de estas variedades, como subraya su sinónimo «variedades locales», presenta una dimensión tanto patrimonial como económica (adaptación de las variedades al sistema de producción, autonomía de las semillas) [2]. Su rendimiento agronómico es comparable con el de las variedades modernas cultivadas en ecológico [3]. Por tanto, el aumento de la diversidad genética mediante el cultivo de poblaciones puede mejorar la estabilidad de un sistema agroecológico [4], [5]. La complementariedad entre los genotipos favorece la estabilidad del ecosistema puesto que de una generación a otra las plantas se adaptan progresivamente a las condiciones medioambientales variables [6]. Asimismo, su diversidad genética representa un potencial nutricional y aromático de cara a lograr una mejora basada en estos criterios [3], [7].

Un estudio sobre la evaluación de 723 estructuras varietales de trigo blando en ecológico ha demostrado la variabilidad que existe respecto al contenido en minerales de las variedades examinadas [8]. Las variedades antiguas son las que presentan mayores cantidades de Zn y K y en menor medida de B, Cu, Mg, Ca, P y S. Se ha observado una evolución histórica significativa de la composición nutri-

cional entre las variedades antiguas y las modernas, lo que sugiere el potencial de las variedades antiguas [1]. Numerosas investigaciones demuestran el control parcialmente genético de la composición nutricional del grano de trigo [3], [9], además de poner de manifiesto vínculos entre la composición nutricional y las cualidades sensoriales. Una reciente publicación ha establecido la relación con la calidad sensorial y ha sugerido el potencial de las poblaciones de trigo en cuanto al sabor [7]. Los resultados presentan un gradiente entre las poblaciones locales y las antiguas, que se caracterizan por notas de *gachas*, *avena* y *bulgur*, y las variedades modernas descritas con un aroma de *arroz salvaje*, de *malta cocida*, *amargo*, de *cacao* y de *vainilla*. Los metales alcalinos como el potasio o los elementos alcalinotérreos como el magnesio podrían

contribuir al sabor del pan de trigo. El color del grano está relacionado con el contenido en carotenoides y es un factor potencial que influye en la calidad del pan [10], [11]. La luteína, principal carotenoide del grano de trigo, podría afectar respecto a los aromas del pan al limitar el desarrollo del hexanal, un compuesto de características sensoriales desagradables, en su origen [12].



Cualidades de los panes elaborados con masa madre

El uso de estos trigos va unido a una transformación artesanal. De hecho, ya que su tenacidad no ha sido objeto de una selección, su masa se rompe mediante la acción de los brazos mecánicos industriales. La panificación con masa madre es el método de transformación más extendido para estos trigos. El uso de masa madre en la panificación ofrece numerosas ventajas como la adaptación a los procedimientos artesanales, una mayor disponibilidad de nutrientes y una variedad de sabores en los panes debida, esta última, a la diversidad de la masa madre, del terreno, de las variedades de cereales y de las prácticas panaderas.

La panificación con masa madre permite aumentar la biodisponibilidad de los minerales en el pan. Este presenta una digestibilidad más lenta del almidón, lo que permite una menor respuesta glucémica. De manera general, con la utilización de masa madre se pueden obtener panes con una mayor digestibilidad en lo que respecta a las fibras, una reducción de la tasa de fitatos y la producción de prebióticos por parte de las bacterias lácticas de la masa madre al liberar polisacáridos extracelulares ^[13].

El pan con masa madre ofrece una gran diversidad a nivel organoléptico en función de la diversidad de la masa madre (al contrario que las levaduras industriales estandarizadas), de las prácticas (agrícolas y panaderas), de las poblaciones de trigo utilizadas y del terreno ^[14]. Las diferentes levaduras y bacterias presentes en la masa madre producen aromas especiales en el pan que varían, por tanto, dependiendo de la composición microbiana de las diferentes masas madre ^[15]. Por otro lado, el pan con masa madre posee una buena capacidad de conservación.



Las barreras técnicas de cara a la transformación

El cultivo de poblaciones de trigo se ve limitado por la organización de la cadena del pan. De hecho, la variabilidad de su calidad no se adapta a las cadenas largas. Algunas cadenas integradas, como la de los agricultores panaderos, no requieren las mismas cualidades que la industria panadera. Los agricultores panaderos están interesados en estas poblaciones que presentan, además de su calidad agronómica apta para la agricultura ecológica, un gran potencial nutricional y sensorial.

El pan de trigo es un producto que se obtiene a partir de la transformación del grano de trigo blando en harina, que se mezcla y se amasa con agua, sal y un fermento, levadura o masa madre.

Al igual que todos los productos naturales, el trigo es objeto de variaciones de toda índole. La variedad, el medio y las prácticas panaderas, como el tiempo de maduración (el periodo de transformación del trigo entre la recolección y la molienda) o el tipo de molienda, son también factores de variación que otorgan a cada tipo de transformación características nutricionales, tecnológicas y sensoriales específicas. Estas variaciones se aprecian particularmente en la calidad y la cantidad de proteínas ^[16]. Con el fin de optimizar la panificación de una harina en particular, el transformador debe poder estimar la aptitud de cara a la panificación de la harina para adaptar la receta. Los molineros disponen de toda una ba-

tería de métodos de análisis para medir las variables con las que se puede predecir la idoneidad para la panificación.

En Francia existe otro factor que limita de forma considerable la adopción de estas prácticas: la legislación, pues restringe el intercambio y la venta de estas variedades. No obstante, se autoriza el uso de variedades no inscritas en el catálogo para la experimentación y en las cadenas integradas.

La selección moderna ha llevado a un aumento del rendimiento, que es posible fundamentalmente gracias a la introducción del gen del enanismo. Se han introducido numerosas resistencias (cerosporelisis, oídio, óxido, etc.) de cara a disminuir el uso de tratamientos fungicidas [17]. Por último, la fuerza panadera, que depende enormemente de la calidad del gluten y de su cantidad, ha aumentado considerablemente y se ha adaptado a los métodos de panificación in-

dustriales. No obstante, a lo largo de las últimas décadas ha aparecido una correlación negativa entre el contenido proteico y el rendimiento que ha hecho imposible su mejora simultánea.

Así, las poblaciones de trigo no han sido seleccionadas en función de la tenacidad de su gluten. No son aptas, por tanto, para una cadena industrial mecanizada. Sin embargo, son panificables si se sigue un protocolo de fermentación lenta, con masa madre. No obstante, este método de panificación no está muy extendido en la panadería artesanal.

A la hora de favorecer el desarrollo de estos cultivos, es necesario un conocimiento más profundo de las aptitudes agronómicas y tecnológicas pues existe una gran diversidad de poblaciones y cada una de ellas presenta características específicas.

Recursos disponibles para desarrollar las poblaciones dentro del sector del trigo

MEJORAR EL CONOCIMIENTO

Con el objetivo de mejorar el conocimiento acerca de estas poblaciones se está desarrollando la selección participativa, que combina los conocimientos y experiencias de los investigadores y agricultores para poder responder a sus exigencias específicas. A continuación se movilizan dichos conocimientos de cara a optimizar las prácticas.

La primera etapa consiste en la **creación de una colección de poblaciones** para observar su comportamiento agronómico y su adaptabilidad al medio. Las microparcelas limitan el estudio de estas colec-

ciones a las características agronómicas. Para determinar la aptitud de las variedades de cara a la panificación **es necesario multiplicar las poblaciones** detectadas en la primera etapa con el fin de cultivarlas en parcelas de mayor tamaño. Una vez que se ha evaluado la idoneidad de las poblaciones (puras y/o mezcladas), **se suele elaborar una «mezcla para panificación» sobre la base de los resultados agronómicos, tecnológicos y sensoriales [18].**

Con el objetivo de estimar la aptitud para la panificación, un colectivo experimental ha ideado un **test** previo para **evaluar y comparar la fuerza de las**

harinas de una mezcla y adaptar las proporciones de dicha mezcla [18]. Antes de usarlas por primera vez, se lleva a cabo un test comparativo de la autólisis de las harinas: en recipientes de igual tamaño, se mezclan las mismas cantidades de harina y agua y después se deja la mezcla en reposo durante unas horas. A continuación se evalúa la extensibilidad de cada muestra extrayendo agua/harina de cada mezcla y observando el momento en el que se rompe la masa.

Un aspecto importante en el estudio de la influencia de la variedad sobre la calidad final del pan tiene que ver con el **protocolo de panificación**. De hecho, los métodos estándar proponen un amasado intensivo y parámetros de panificación fijos (índice de hidratación, tiempo de fermentación). Estos métodos no son aptos ni para las prácticas tradicionales ni para las variedades locales. Al ser muy diferente el comportamiento tecnológico de las harinas de una variedad a otra (índice de hidratación, actividad enzimática, etc.), estas prácticas llevan a una diferenciación de los panes basada en los defectos en la panificación y no en la acción de los cereales en el pan. Para poder comparar entre los panes de diferentes variedades, en lugar de basarse en el índice de hidratación, un colectivo bretón ha propuesto evaluar la textura de la masa y no un tiempo de fermentación fijo, y ha propuesto hornear el pan en el punto óptimo del pico de fermentación. **Se ha simplificado una tabla basada en los métodos BIPEA** (método habitual de evaluación) **y se ha adaptado la receta a los panes con masa madre elaborados a partir de variedades tradicionales [16].** Siguiendo el hilo de las diferentes pruebas y colectivos, se han propuesto protocolos de panificación de cara a optimizar la calidad sensorial y nutricional [18]. El uso de una masa madre suave (joven) y endógena (elaborada a partir de la

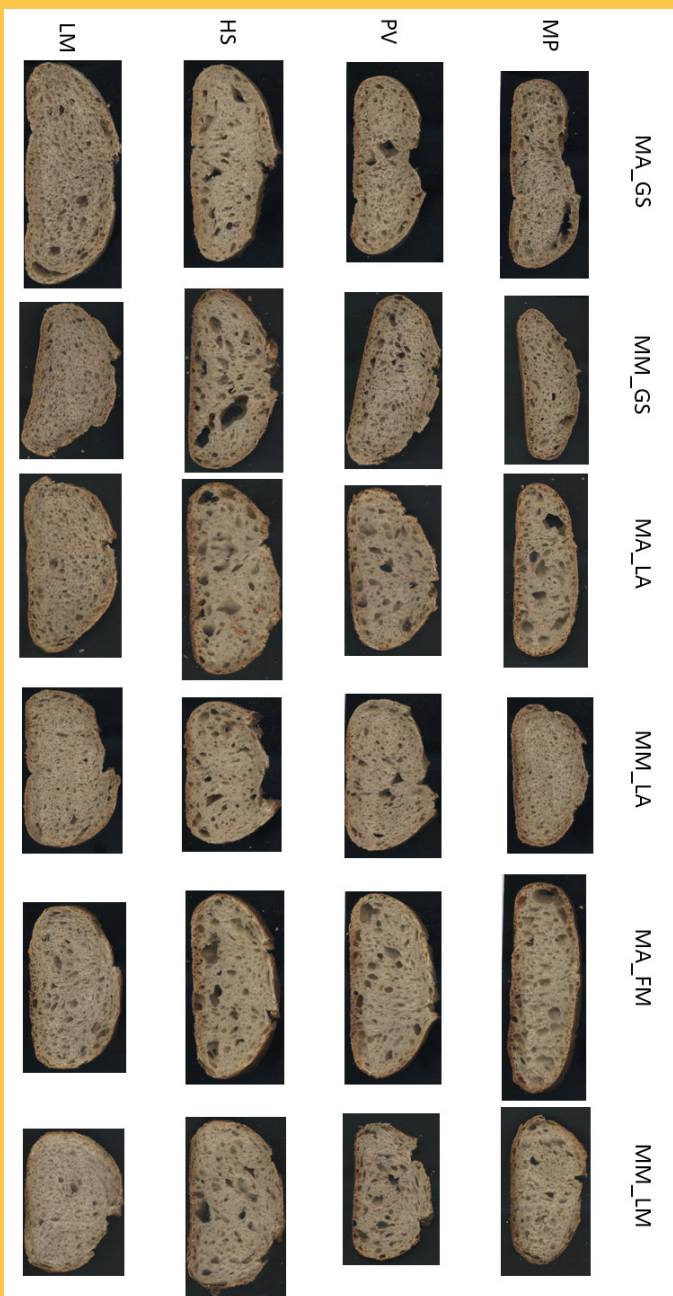


Figura 1: comparación de rebanadas de pan elaboradas con líneas puras (MM) y poblaciones (MA) cultivadas en 4 ambientes (GS, LA, FM y LM) con 4 masas madre (MP, PV, HS, LM)

harina sometida a pruebas) y de una harina semicompleta **optimiza el sabor de la variedad en el pan**. Una ligera inoculación, asociada a un crecimiento de 18 h a 20° C, favorece la digestibilidad de los panes y la disponibilidad de minerales.

El contexto de investigación limita la aplicación de metodologías sensoriales que implican la preparación de un panel (disponibilidad de los agricultores, panificación en horno de panadería). El método Napping, basado en una representación de las distancias sensoriales, se ha puesto en práctica a menudo en estudios [18] y se ha ajustado constantemente en función de los resultados. Esta prueba, validada por los metrólogos de la percepción [19], consiste en medir las distancias sensoriales percibidas por cada catador entre los panes. La puesta en común de estas percepciones lleva a resaltar las diferencias detectadas por la mayoría de los catadores. Esto permite evaluar la influencia relativa de los factores técnicos (variedad, ambiente, etc.) sobre la calidad final del producto [20], [21]. Asimismo, es posible aprovechar la experiencia de profesionales como los panaderos, que tienen una gama de sabores de referencia más diversificada que la media, para establecer una terminología apta para cada especie/variedad y calificar con precisión los aromas de un producto. Este léxico puede organizarse posteriormente en una rueda de sabores de cara a facilitar la caracterización de los productos.

De cara a mejorar y compartir el conocimiento, se recomienda desarrollar una base de datos que agrupe las evaluaciones realizadas por los agricultores en sus campos. Esta caracterización común de trigos favorece la identifi-

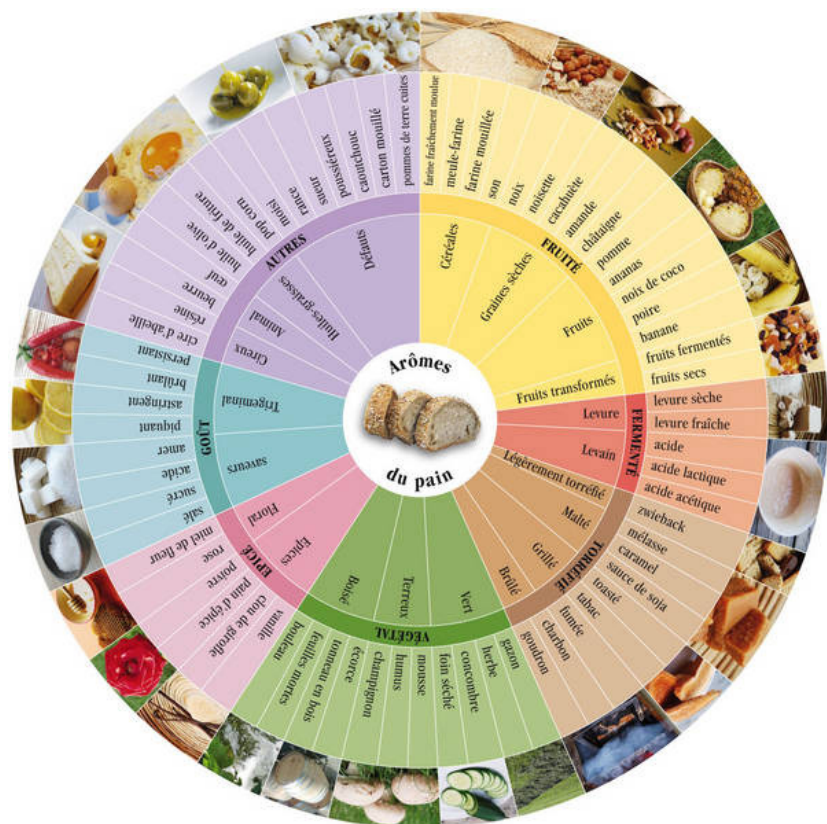


Figura 2:
la rueda de aromas del pan. Fuente: Groupe Minoterie S. A. (copyright ZHAW 2008)

cación de las poblaciones que se adaptan mejor a las diferentes condiciones agronómicas al integrar la interacción genotipo-ambiente ($G \times E$) a la hora de reflejar la calidad final. El objetivo es caracterizar las poblaciones en función de su rendimiento agronómico, así como de su aptitud para la panificación. Con el fin de poder comparar dichos datos y sacar conclusiones, los métodos de observación deben ser comunes. Para ello, es necesario compartir un vocabulario común y escalas de clasificación comunes. La realización de pruebas de panificación colectivas, es decir, en las que se cotejen variedades*ambientales por parejas y los parámetros de panificación sean homogéneos, contribuye a esta puesta en común. Al permitir una caracterización colectiva de las poblaciones, este procedimiento tiene como objetivo final facilitar la elección de pobla-

ciones de cara a evaluarlas según criterios objetivos y pertinentes.

Movilizar los conocimientos para optimizar las prácticas

La selección y la gestión de las poblaciones de trigo deben permitir obtener poblaciones adaptadas a las condiciones locales de los campesinos al mismo tiempo que conservar una capacidad de adaptación gracias al mantenimiento de la diversidad genética. La selección en la finca permite a cada productor encontrar poblaciones aptas para sus condiciones y con un buen resultado a nivel gustativo.

El GAB 65, junto con la RSP (Red de Semillas Tradicionales, en sus siglas en francés), ha ideado una estrategia de gestión dinámica de la diversidad de cara a mantener dicha diversidad en las poblaciones a la medida de las fincas. Este método permite

mantener las facultades adaptativas de las poblaciones de trigo gracias a una renovación genética del orden de varios puntos porcentuales por año.

Con el fin de conservar la diversidad genética de las poblaciones, los agricultores pueden realizar las mezclas de semillas. Por ejemplo, en los encuentros, cada uno aporta 5 kg de s

emillas de su población, que se mezclarán con las de las poblaciones de otras fincas. Posteriormente cada uno de ellos regresará con 5 kg obtenidos de esa mezcla para integrarlos en su población. Las visitas a las parcelas de los agricultores permiten comparar las poblaciones de una finca a otra. En las plataformas de conservación de las variedades se debe prestar particular atención a no mezclar los lotes de semillas de variedades de especies diferentes pues estas semillas mezcladas se encontrarán después en las parcelas de todos los agricultores participantes. De esta forma, las barreras técnicas que limitan el desarrollo del cultivo de poblaciones de trigo pueden superarse gracias a la organización de una investigación participativa de cara a mejorar el conocimiento y movilizarlo. Todavía faltan los datos relativos a las externalidades positivas de dichas cadenas, que siguen en proceso de adquisición.

references

[1] Roussel, V., Leisova, L., Exbrayat, F., Stehno, Z., Balfourier, F., 2005. SSR allelic diversity changes in 480 European bread wheat varieties released from 1840 to 2000. *Theor. Appl. Genet.* 162–170.

[2] Bocci, R., Chable, V., 2007. Semences paysannes en Europe: enjeux et perspectives. *Cah. Agric.* 17, 216–221.

[3] Di Silvestro, R., Marotti, I., Bosi, S., Bregola, V., Carretero, A.S., Sedej, I., Mandic, A., Sakac, M., Benedettelli, S., Dinelli, G., 2012. Health-promoting phytochemicals of Italian common wheat varieties grown under low-input agricultural management. *J. Sci. Food Agric.* 92, 2800–2810. doi:10.1002/jsfa.5590

[4] De Vallavieille-Pope, C., Belhaj Fraj, M., Mille, B., Meynard, J.-M., 2006. Les associations de variétés : accroître la biodiversité pour mieux maîtriser les maladies. Doss. Environ. INRA Quelles Variétés Semen. Pour Agric. Paysannes Durables 101–109.

[5] Döring, T., Wolfe, M., 2008. Stabilising wheat yields: can genetic diversity increase reliability of wheat performance. *Arable Group* 10–11.

[6] Jackson, L.F., Kahler, A.L., Webster, R.K., Allard, R.W., 1978. Conservation of scald resistance in barley composite cross populations. *Phytopathology* 68, 645–650.

[7] Starr, G., Bredie, W.L.P., Hansen, A.S., 2013. Sensory profiles of cooked grains from wheat species and varieties. *J. Cereal Sci.* 295–303.

[8] Hussain, A., 2012. Quality of organically produced wheat from diverse origin. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp.

[9] Leenhardt, F., Lyan, B., Rock, E., Boussard, A., Potus, J., Chanliaud, E., Remesy, C., 2006. Genetic variability of carotenoid concentration, and lipoxygenase and peroxidase activities among cultivated wheat species and bread wheat varieties. *Eur. J. Agron.* 25, 170–176. doi:10.1016/j.eja.2006.04.010
Leenhardt et al., 2006).

[10] Li, L., Shewry, P.R., Ward, J.L., 2008. Phenolic Acids in Wheat Varieties in the HEALTHGRAIN Diversity Screen. *J. Agric. Food Chem.* 56, 9732–9739. doi:10.1021/jf801069s

^[1] Liu, Q., Qiu, Y., Beta, T., 2010. Comparison of antioxidant activities of different coloured wheat grains and analysis of phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 9235–9241.

^[2] Institut National de la Boulangerie Pâtisserie, 2003. Supplément technique INBP n°83-Le goût du pain.

^[3] Behera, S. et Ray, R., 2015. « Sourdough bread; In : Bread: its Fortification for Nutrition and Health » (Cristina M. Russell, ed), CRC press, USA. 53-67. [https://www.researchgate.net/publication/286921816_Sourdough_bread_In_Bread_its_Fortification_for_Nutrition_and_Health_Cristina_M_Russell_ed_CRC_press_USA]

^[4] LCD, 2017. « Compte-rendu de la rencontre européenne Let's Cultivate Diversity de juin 2017. » [<https://be2017.cultivatediversity.org/index.php/fr/compte-rendu-de-la-rencontre/>] (Le compte-rendu sera publié prochainement)

^[5] Ramsayer J., Sicard D., 2015. « Explorer et conserver la diversité de la flore des levains, un potentiel en boulangerie. » *Innovations Agronomiques* 44, 45-54. [<https://www6.inra.fr/bakery/Publications/Publications-en-francais>]

^[6] PaysBlé, Développement d'un réseau régional pour expérimenter, maintenir et promouvoir la diversité cultivée des blés de terroir bretons en agriculture biologique, Rapport final, octobre 2012

^[7] Doré, C., Varoquaux, F., 2006. Histoire et amélioration de 50 plantes cultivées, QUAE. ed, Savoir faire. INRA Editions. Doré and Varoquaux, 2006)

^[8] Vindras-Fouillet, C. Mémoire de doctorat, Ecole Doctorale « VIE AGRO SANTE », Décembre 2014. Evaluation de la qualité sensorielle de produits pour la sélection participative en agriculture biologique : cas du blé et du brocoli.

^[9] Faye, P., Brémaud, D., Durand Daubin, M., Courcoux, P., Giboreau, A., Nicod, H. 2004. "Perceptive free sorting and verbalization tasks with naïve subject: an alternative to descriptive mappings", *Food Quality and Preference* (15), pp.781-791

^[20] Vindras-Fouillet, C., Ranke, O., Anglade, J.P, Tauapiet-Letage, B., Chable, V., Goldringer, I. 2014. "Sensory analyses and nutritional qualities of hand-made breads with organic grown wheat bread populations", in *Food and Nutrition science* (5), pp. 1860-1874. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2014.519199>

^[21] Vindras-Fouillet, C., Rouellat, V., Hyacinthe, A., Chable, V., 2016. "Empirical knowledge in Participatory research: integration of the sensory quality of bread in the plant breeding process of Wheat in France", in *Universal Journal of Agricultural Research* (4), pp. 5-14. Doi: 10.13189/ujar.2016.040102

consortium

Participating organisation

University of Reading

Università degli Studi di Firenze

Rete Semi Rurali

Réseau Semences Paysannes

Institut National de la Recherche Agronomique

Helsingin Yliopisto

TEAGASC - Agriculture and Food Development Authority

Asociación Red Andaluza de Semillas Cultivando Biodiversidad

formicablu S.r.l.

Progressive Farming Trust LTD LBG

SEGES PS

Institut Technique de l'Agriculture Biologique

Debreceni Egyetem

Country

UK

Italy

Italy

France

France

Finland

Ireland

Spain

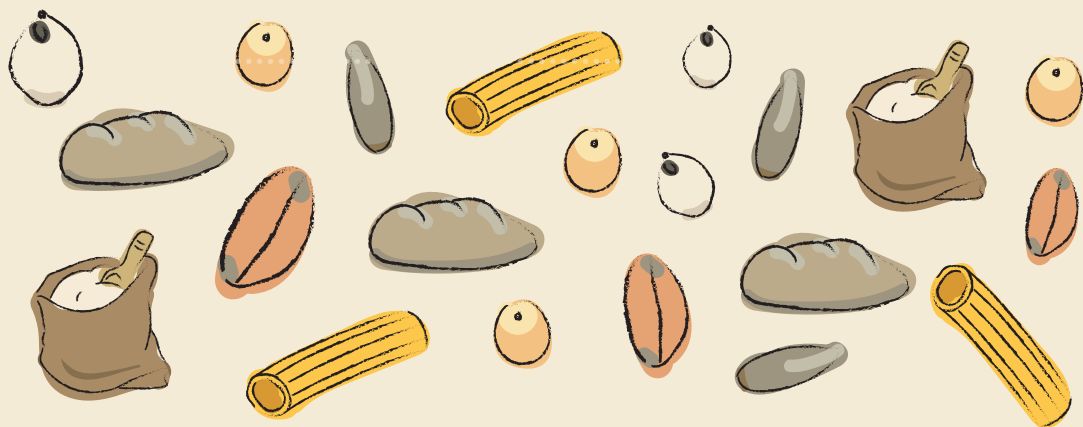
Italy

UK

Denmark

France

Hungary



"CERERE is a thematic network that brings scientists and practitioners together. Its aims are to raise awareness about the value of good food, to identify cereal supply chains which use low inputs, to empower farmers and those actors who work with alternative food systems"

- CERERE consortium, Kick Off Meeting, University of Reading, November 2016



📍 Cerere2020 📍 Cerere | Project info@cerere2020.eu | www.cerere2020.eu



This project received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation program under Grant Agreement n° 727848.