

Distribución de la calidad del trigo pan argentino utilizando mapas del sistema de información geográfica

SALOMÓN, N.¹; ALDALUR, B.²; CUNIBERTI, M.³; MIRANDA, R.¹

RESUMEN

Actualmente la demanda de trigo exige partidas de calidad conocida y adecuada aptitud industrial y no sólo interesa la cantidad de proteína en los granos sino también su calidad. Para conocer la aptitud industrial se realizan análisis de laboratorio que definen la calidad de un trigo y así se pueden satisfacer las necesidades de los diferentes eslabones de la cadena comercial. Al momento de elaborar un producto el molinero y el panadero necesitan saber dónde adquirirlo. La mayoría de los trabajos publicados sobre este tema muestran gráficos y tablas de toda la región triguera difíciles de interpretar, por los numerosos datos que se deben manejar. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la distribución de la calidad comercial e industrial en el área triguera argentina a través de un Sistema de Información Geográfica que permite manejar amplias bases de datos referenciándolos espacialmente y visualizándolos mediante mapas. Para ello, se consideraron cinco variables de calidad comercial e industrial, durante tres campañas y se compararon con los promedios de la última década. De acuerdo a los resultados obtenidos el peso hectolítrico tuvo sus máximos valores en el año 2007 en el rango comprendido entre 81.26 – 85.00 kg/hl en las Subregiones Trigueras I, IISur, VNorte y VSur. En el promedio de las campañas 1999 a la 2009, la mayoría de las muestras evaluadas de las distintas subregiones se ubicó en el rango entre 77,51 y 81,25 kg/hl, correspondiente a Grado 2 o superior. El porcentaje de proteína en grano fue variable según años y zonas, destacándose las subregiones I, IINorte, VNorte y VSur con los valores más altos, entre 12,0 y 12,9%. La relación P/L se ubicó, en la mayoría de las muestras evaluadas, dentro del rango de 0,76 a 1,50 en cada uno de los años analizados y en el promedio de los 10 años. La fuerza panadera o W del alveograma fue muy homogénea en toda el área triguera en el conjunto de 10 años, ubicándose entre 241 y 323 Joules $\times 10^{-4}$, que sumado a P/L equilibrados, son valores adecuados para una buena panificación, pudiendo considerarse como muy buenos por tratarse de trigos “*commodities*” no clasificados. En toda la región triguera argentina, en un promedio de 10 años, se destacó la subregión IV con los valores más altos de estabilidad farinográfica, entre 16,0 y 25,9 minutos. En el resto de las subregiones la mayoría estuvo entre 10,0 y 15,9 minutos, con zonas dentro de las subregiones de 16,0 a 20,9 minutos. El Sistema de Información Geográfica (SIG) demostró ser útil y eficiente para la actualización de mapas y ordenamiento de datos, al simplificar la interpretación de los resultados.

Palabras Claves: trigo, calidad comercial e industrial, regionalización, SIG.

ABSTRACT

At present, wheat demand requires specific quality and industrial performance. Buyers are not only interested in protein content but also in protein quality. To evaluate the industrial aptitude, laboratory tests must be run to define wheat quality. In this way, the needs of the wheat chain can be satisfied. Millers and bakers want to

¹Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur-UNS-.Correo electrónico: nsalomon@criba.edu.ar.

²Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur-UNS-.

³Lab. de Calidad Industrial de Cereales y Oleaginosas, INTA-EEA Marcos Juárez, Córdoba.

know where to buy the suitable wheat to elaborate a certain product. Most of the literature on this topic shows graphs and tables of all wheat subregions that are difficult to understand due to the numerous details and data to be analyzed. The aim of this study was to evaluate the distribution of commercial and industrial quality in the Argentine wheat area through a Geographic Information System that can handle large databases referenced spatially and to see them in maps. During three crops, five quality parameters were compared with the media of ten years. According to the results, the test weight had its highest values in 2007 in the reference range between 81.26 - 85.00 kg/hl, in the sub-regions I, IISouth, VN and VSouth. In the media of ten years, most of tested samples had test weight in the range 77.51 to 81.25 kg/hl, reaching easily to Grade 2 or higher of the Argentine Marketing Standard of wheat. The protein content was variable between years and zones, presenting higher values, between 12.0 and 12.9%, in the I, IINorth, VNorth and V South Subregion. The P/L ratio was optimum between 0.76 -1.50. Average of 10 years of the alveograph W values, were fairly homogeneous throughout the wheat area, with W between 241 and 323 Joules $\times 10^{-4}$, appropriate for baking, which could be considered very good ones for commodities, not classified wheat. Throughout the argentine wheat area, subregion IV had the higher values of farinograph stability (between 16.0 and 25.9 minutes, average of 10 years), the rest of subregions considered in this study were between 10.0 and 15.9 minutes with some focused areas with 16.0 to 20.9 minutes.

The Geographic Information System (SIG) proved to be an useful and efficient solution for updating maps and data ordaining, helping to simplify the interpretation of results.

Keywords: wheat, comercial and industrial quality, regionalization, SIG.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la demanda exige trigos de determinada calidad y aptitud industrial y los volúmenes de compra de trigo por parte de la molinería son cada vez más acotados a especificaciones estrictas. Las panificadoras son muy exigentes porque emplean procesos altamente automatizados, debiendo partir de una materia prima con características homogéneas para elaborar distintos productos que llegan luego a las góndolas de los supermercados (Cuniberti, 2005).

Ya no solo interesa el contenido de proteínas en grano sino también su composición y calidad industrial. Cada uno de los productos de la panificación se elabora con harinas de calidades diferenciadas (Cuniberti y Otamendi, 2005). Para conocer la aptitud de una partida de trigo para un determinado uso industrial, se realizan análisis de laboratorio relacionados a calidad comercial, molinera e industrial, determinándose entre otros parámetros, peso hectolítrico, porcentaje de proteínas, relación tenacidad/extensibilidad, fuerza de la masa y estabilidad al amasado.

Por otra parte, para satisfacer las necesidades de los consumidores con productos de calidad, es útil para los molineros saber donde adquirir la materia prima que se aproxime a los requisitos de panificación de los productos a elaborar. De allí la importancia de conocer la calidad de los trigos de las distintas regiones trigueras.

En los últimos años, numerosos trabajos han mostrado la distribución de la calidad en toda la región triguera argentina mediante gráficos y tablas (Trigo argentino, 2007, 2008 y 2009; Granotec, 2011; Cuniberti *et al.*, 2007, 2008, 2009,

2010 y 2011; Cuniberti y Mir, 2011; Miranda y Salomón, 2001; Renzi *et al.*, 2007 y 2008; Molfese y Seghezzeo, 2010; Salomón y Miranda, 2008).

Esta forma clásica de ver los datos de la amplia región triguera argentina, es muy valiosa pero a la vez resulta tediosa ya que el lector debe comparar partidos, subregiones y años, haciéndose complicado al momento de sacar conclusiones. Es por ello que con la intención de simplificar el análisis de tan basta información, se recurrió a un Sistema de Información Geográfica (SIG) para visualizar clara y rápidamente varios años de datos recolectados sobre la calidad comercial e industrial del trigo pan en Argentina. Moldes Teo (1995), define a un SIG o GIS (Geographic Information System) como "un conjunto de programas y aplicaciones informáticas que permiten la gestión de datos organizados en base de datos, referenciados espacialmente y que pueden ser visualizados mediante mapas". Burrough y McDonnell (1998), lo definen como un poderoso conjunto de herramientas que permiten también recolectar, almacenar, recuperar, transformar y mostrar datos espaciales del mundo real según sea el propósito y el objetivo buscado. Un SIG permite visualizar, explorar, consultar y analizar datos de forma espacial georreferenciados, sirviendo de soporte para el manejo de la información y brinda la posibilidad de efectuar un análisis óptimo de esos datos, ya que posee una gran variedad de herramientas computacionales. La facilidad para agregar y asociar datos y generar un panorama completo de una zona determinada, es una de las ventajas que posee un SIG.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la distribución de la calidad comercial e industrial en el área triguera

argentina durante tres campañas y en el promedio de los últimos 10 años, medida a través de variables que intervienen en la comercialización, utilizando el SIG.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con datos del Informe Institucional de la Calidad del Trigo Pan Argentino, que consiste en un relevamiento anual realizado a nivel nacional por instituciones oficiales y privadas, coordinado por la Dirección de Calidad Agroalimentaria, SENASA, Coordinación de Productos Granarios. Este muestreo se realiza en acopios y cooperativas de las siete subregiones trigueras: I, II Norte, II Sur, III, IV, V Norte, V Sur y en las regiones del NOA y NEA. Estas últimas no fueron incluidas en el estudio debido a que hubo años en los que no se disponía de datos analíticos. Para este estudio se analizaron individualmente las campañas 2007, 2008 y 2009 y se trabajó además con los promedios de las campañas 1999 a 2009 donde cada muestra representó alrededor de 4.000 tn. En la tabla 1, se pudo observar la cantidad de muestras obtenidas en cada campaña para cada variable. En las distintas campañas no hubo completa coincidencia de localidades muestreadas y algunos partidos estuvieron representados por varias muestras. El área cosechada en cada campaña fue 5,7, 4,2 y 2,9 millones de has. La representatividad del muestreo en las tres campañas fue de 6,7; 9,3 y 6,8% respectivamente.

Sobre cada muestra se realizaron análisis comercial e industrial completos, utilizándose para el presente traba-

jo sólo las variables Peso Hectolítrico (PH), Porcentaje de Proteína en Grano (PROT) (base 13,5% de humedad), Relación Tenacidad/Extensibilidad (P/L), Fuerza Panadera (W del alveograma) y Estabilidad Farinográfica (ESTAB).

El SIG empleado fue Arcview 3.1 y en él se digitalizó la división política de las provincias de la República Argentina y la de los partidos y departamentos de cada provincia. Esta base digitalizada conformó una capa compuesta por diferentes polígonos vinculados a una base de datos en formato dBASE. A esta base de datos, se le incorporó posteriormente la información referida a PH, PROT, P/L, W y ESTAB del trigo de las distintas subregiones trigueras para cada año estudiado. El SIG, con esta información, permitió confeccionar el mapa temático a escala de intervalos para cada variable elegida. En el mismo se adjudicó color azul a los que poseen mejor calidad industrial, celeste al siguiente rango, verde en orden decreciente, luego amarillo y rojo a los valores mínimos. Si bien se sabe que mucha cartografía adopta como norma el uso de un mismo tono en la representación de los intervalos de escala, se le asignó para este caso distintos tonos para una visualización rápida de los lugares que poseen las distintas condiciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1, muestra los resultados analíticos de los cinco parámetros evaluados, el total de muestras analizadas (n= 3.284 en las 10 campañas) y la cantidad de muestras en cada campaña individual. En cada uno de los años hubo

Año de siembra	Variable	Cantidad muestras	Mínimo	Máximo	Promedio	CV %
2007	PH	268	75.45	84.85	81.23	2
	PROT	268	9.8	13.8	11.3	7
	W	266	186	446	293	17
	P/L	266	0.38	3.63	1.45	37
	ESTAB	266	5.5	41.2	14.4	44
2008	PH	198	71.70	83.8	78.98	3
	PROT	198	9.9	15.3	12.5	9
	W	194	164	488	325	15
	P/L	194	0.41	4.47	1.12	35
	ESTAB	194	3.8	52.1	23.4	44
2009	PH	156	72.50	85.05	78.84	3
	PROT	156	10.0	16.4	12.3	10
	W	149	216	535	338	19
	P/L	149	0.44	3.00	1.14	44
	ESTAB	149	7.7	59.3	21.7	40
1999-2009	PH	3287	69.15	86.6	80.28	3
	PROT	3284	12.0	16.4	11.3	9
	W	2998	140	535	293	18
	P/L	2904	0.38	4.47	1.34	39
	ESTAB	2997	1.3	59.3	16.1	56

Tabla 1. Análisis descriptivo de los datos. Promedios ponderados por el tonelaje muestreado según campaña. Datos tomados de Trigo Argentino, Informe Institucional sobre su Calidad (SENASA, 1999-2009).

muestras a las que no se le realizaron análisis de calidad industrial porque no alcanzó la cantidad de grano enviado de esas localidades. Por eso, varía el número de muestras entre las variables dentro de cada año.

El análisis estadístico descriptivo realizado en años, regiones y localidades mostró que el coeficiente de variación para PH osciló entre 1 y 5%; en PROT de 1 a 12% y en W entre 1 y 18%, indicando que las variaciones no son amplias en estos parámetros. El mismo análisis aplicado a las variables ESTAB y P/L tuvieron amplias variaciones, registrándose en ESTAB un máximo de 74% en 1999 y de 59% en la subregión V Sur. Mientras que en la variable P/L se observó una variación en años de 31 a 44%, en regiones de 9 a 49% y en localidades entre 4 (solo 4 localidades) y 60%.

El porcentaje de proteínas generalmente correlaciona negativamente con el rendimiento, por ello se agregó esta variable con promedios por subregión triguera y por campaña (tabla 2) para realizar una mejor interpretación de los resultados obtenidos en calidad.

Peso Hectolítrico

De los años analizados, la campaña 2007 fue la que mostró en mayor proporción los valores más altos del rango (81,26-85,00 kg/hl, banda azul), situándose mayoritariamente en las subregiones I, IISur, VNorte y VSur.

En el mapa que contiene los promedios de la década, se mantuvieron los valores máximos en algunos de los partidos de la subregión IISur y VSur, presentando el rango entre 77,51 y 81,25 kg/hl la mayoría de las muestras evaluadas de las distintas subregiones, correspondiendo a Grado 2 o superior, índice de muy buena calidad comercial del trigo argentino (figura 1).

Porcentaje de Proteínas en Grano

De las campañas evaluadas sólo la 2008 presentó valores altos que superaron el 12,9%, con zonas superiores

Campaña	2007 (kg/ha)	2008 (kg/ha)	2009 (kg/ha)
I	2 787	1 290	1 965
II Norte	4 018	1 860	3 139
II Sur	3 707	2 940	3 231
III	3 089	2 056	3 774
IV	2 407	2 680	3 153
V Norte	2 960	1 730	1 139
V Sur	2 313	1 320	1 183
Pais	3 040	1 982	2 512

Tabla 2. Rendimientos promedios por subregión en cada una de las campañas analizadas en el presente trabajo. Datos tomados de Trigo Argentino, Informe Institucional sobre su calidad (SENSA, 1999-2009).

a 13,9%, ubicadas en las subregiones IINorte, III y VSur, coincidiendo con un año de intensa sequía y bajos rendimientos en grano. En la campaña 2009 los valores superiores al 13,0% se dieron principalmente en la subregión VNorte y Sur.

En el mapa del promedio de los 10 años se observa que las subregiones I, II Norte y V Norte fueron las que tuvieron mayor contenido de proteínas en grano, con valores entre 12,0% y 12,9%. Las regiones que mostraron el menor porcentaje de proteínas, en su mayoría entre 10,9% y 11,9%, fueron la III, parte de la II Norte, IIS y IV, siendo la VSur la que presentó los valores más bajos, entre 9,7% y 10,8% (figura 2).

Fuerza Panadera o W del alveograma

En general, los valores de W de la masa fueron buenos a muy buenos, tanto en las diferentes campañas como en el promedio de 10 años y superaron en casi todas las subregiones los 240 Joules $\times 10^{-4}$.

Las mejores campañas fueron las 2008 y 2009, con la mayoría de los valores dentro del rango 324 a 488 Joules $\times 10^{-4}$. En el 2008 se destacaron las subregiones I, II Norte, y VSur. En el 2009 sobresalieron las subregiones I, IV, VNorte y VSur, coincidiendo en ambas campañas con las zonas de alto porcentaje de proteínas dentro de las subregiones destacadas.

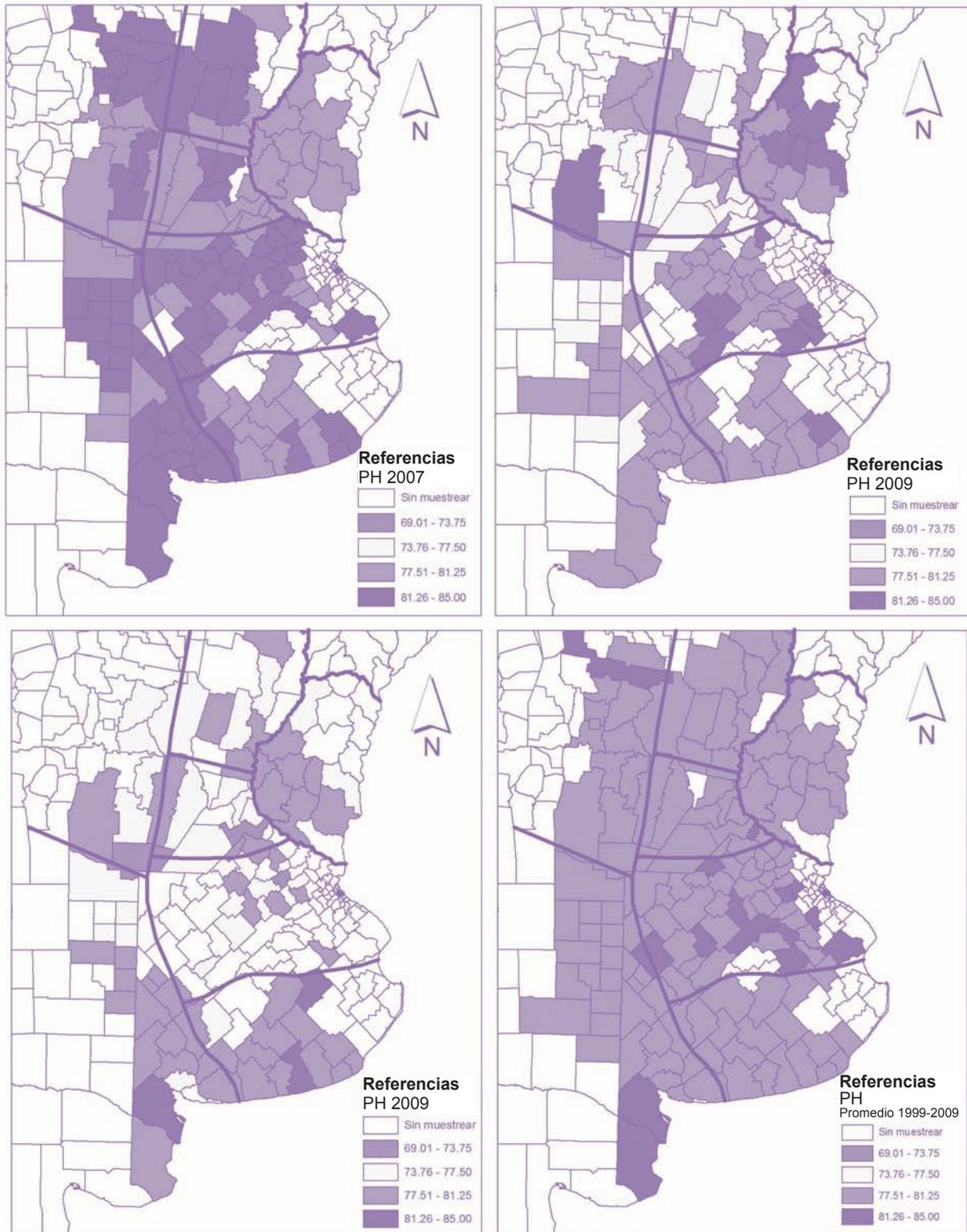
En el mapa de promedios de los últimos 10 años se observó una gran homogeneidad en la distribución del W, encontrándose la mayoría del área triguera dentro del rango 241-323 Joules $\times 10^{-4}$, sobresaliendo algunas zonas de las subregiones I, IV, VNorte y VSur con valores dentro del rango de 324 a 405 Joules $\times 10^{-4}$ (figura 3).

Relación tenacidad/extensibilidad (P/L)

La relación P/L es de importancia para la industria ya que un valor de 1 o cercano a 1 indica que se trata de una harina capaz de generar masas equilibradas, ni muy extensibles ni muy tenaces, favorables para lograr un buen comportamiento en panificación. De acuerdo a los resultados obtenidos, la mayoría de las muestras en las distintas subregiones y años evaluados se ubicó en el rango de P/L de 0,76 a 1,50, valores ideales para la industria panadera. En el promedio de 10 años casi todo el área triguera se ubicó dentro de ese rango (figura 4).

Estabilidad Farinográfica

Los valores más altos se dieron en las campañas 2008 y 2009 y no fueron coincidentes las subregiones entre años, pero sí dentro de cada año con el alto porcentaje de proteínas en esas regiones. En la campaña 2008 sobresalieron las subregiones II Norte, IV y VSur, en tanto que en la campaña 2009, las subregiones I, IINorte y parte de la VSur fueron las que mostraron valores en el rango más alto de 26 a más de 30,9 minutos.



PH: Peso hectolítico (kg/hl)

Figura 1. Mapa de Peso Hectolítico (kg/hl).



Figura 2. Mapa de Proteína (% base 13,5%)

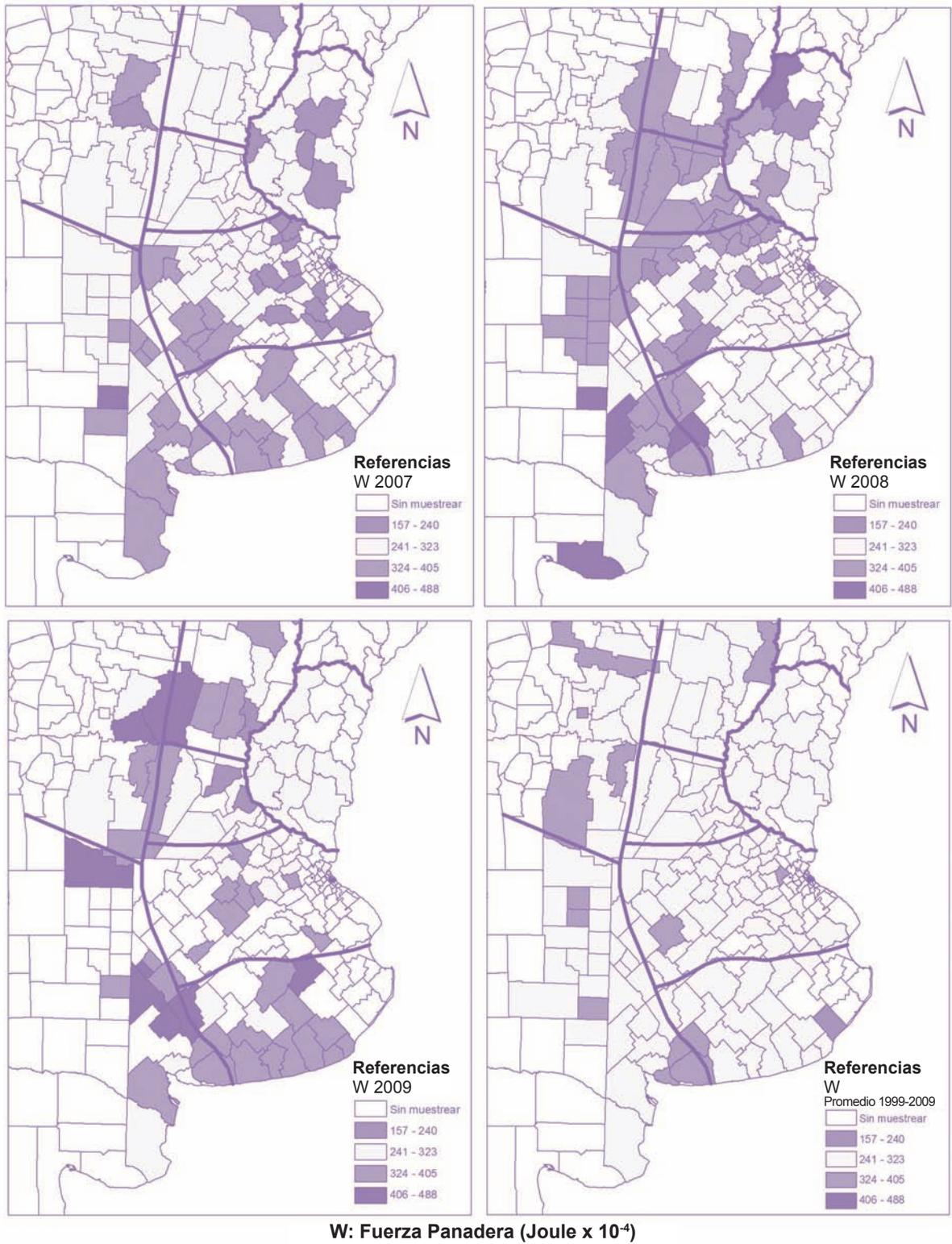


Figura 3. Mapa de Fuerza Panadera (W, Joule 10⁴)

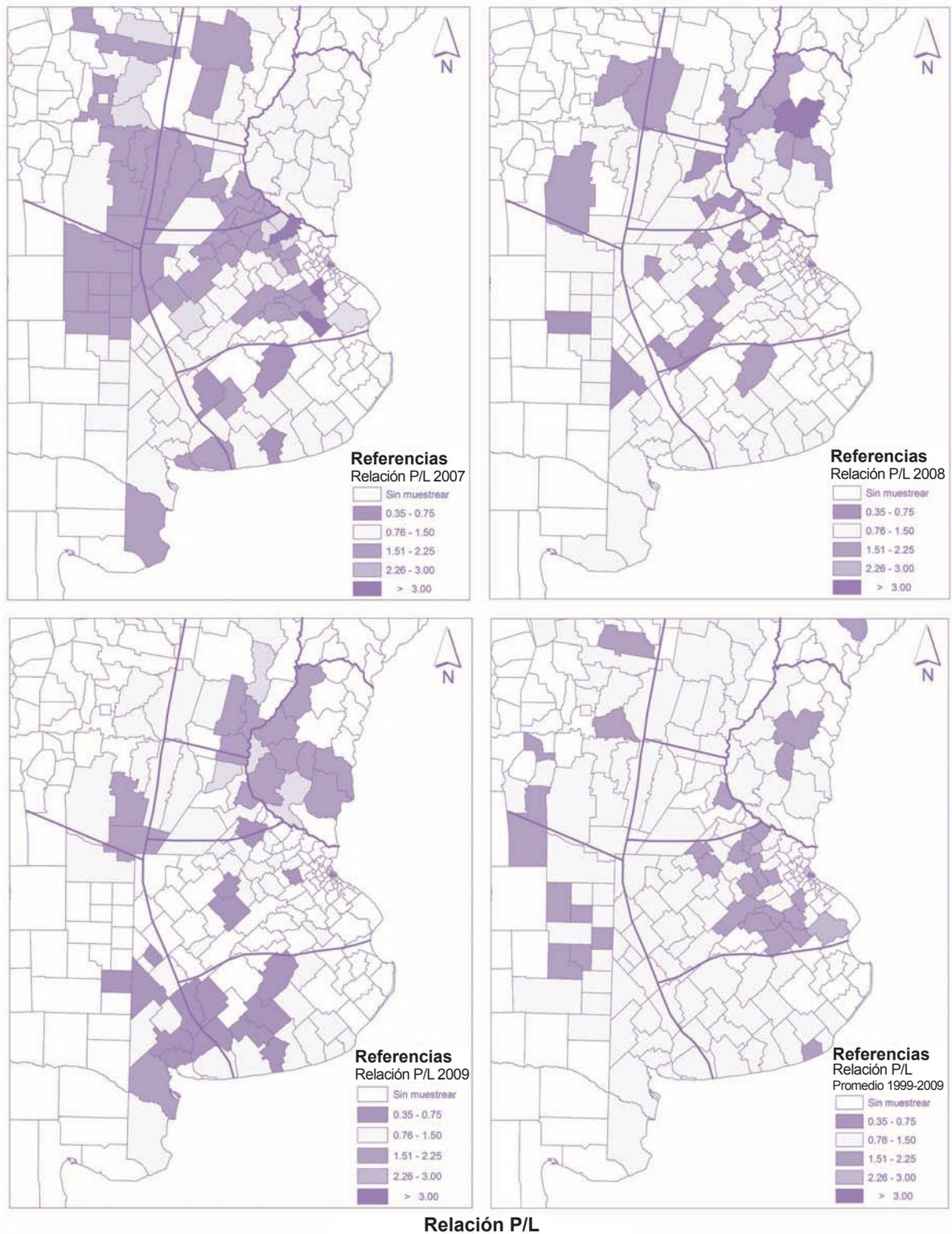


Figura 4. Mapa de la relación tenacidad/extensibilidad (P/L)



Figura 5. Mapa de Estabilidad Farinográfica (minutos)

En toda la región triguera argentina, en un promedio de 10 años, se destacó la subregión IV con valores más altos de estabilidad, entre 16,0 y 25,9 minutos, como se viene observando a través de los años, coincidiendo con mejor llenado de granos y una completa síntesis de proteínas formadoras de gluten, favorecida por el ambiente. En el resto de las subregiones estuvo entre 10,0 y 15,9 minutos, con zonas dentro de las subregiones de 16,0 a 20,9 minutos. De acuerdo a estos resultados el trigo argentino presenta muy buena estabilidad farinográfica (figura 5).

Los datos fueron tomados de Trigo Argentino, Informe Institucional sobre su calidad. (SENASA, 1999-2009).

CONCLUSIÓN

El Sistema de Información Geográfica (SIG) permitió confeccionar mapas de calidad comercial e industrial del trigo argentino referido a las principales regiones trigueras, de fácil interpretación, en el que fue posible ordenar la información y analizar la distribución de la calidad del área triguera.

El peso hectolítrico del trigo argentino es muy bueno ubicándose en su mayoría por encima del Grado 2 de comercialización.

El porcentaje de proteínas fue variable según años y zonas, destacándose las subregiones I, INorte, VNorte y VSur con los valores más altos, entre 12,0 y 12,9%. En el promedio de 10 años predominó la banda de 10,9 a 11,9% de proteína en las distintas subregiones.

La fuerza panadera (W) fue homogénea en toda el área triguera en el conjunto de 10 años, ubicándose entre 241 y 323 Joules $\times 10^{-4}$ lo mismo que el P/L, ubicándose la mayoría del área triguera en el rango de 0,76 a 1,50, valores adecuados para una buena panificación, pudiendo considerarse como muy buenos por tratarse de trigos *commodities*, no clasificados. A su vez, los valores de estabilidad farinográfica mayores se dieron en la subregión IV.

BIBLIOGRAFÍA

Burrough, P.; McDonnell, R. 1998. Principles of Geographical Information System. Oxford University. Gran Bretaña, 333 pp.

Cuniberti, M. 2005. Clasificación del trigo como valor agregado. 1ª Jornada de Trigo de la Región Centro. Pág. 45-50. Córdoba.

Cuniberti, M.; Otamendi, M. 2005. Classification of Argentinean wheat. In: Chung, O. K. and Lookhart, G. L. (eds.). Third International Wheat Quality Conference. May 22-26, 2005, Manhattan KS, USA. Grain Industry Alliance, Manhattan, KS, USA, pp. 333-340.

Cuniberti, M.; Mir, L.; Berra, O.; Macagno, S. 2007, 2008, 2009, 2010, 2011. Calidad del trigo en la región central del país. TRIGO, Informe de actualización técnica N.º 4, N.º 8, N.º 11, N.º 15 y N.º 18. INTA-EEA Marcos Juárez, Cba.

Cuniberti, M.; Mir, L. 2011. Wheat quality evolution in central region of Argentina. 2.ª Conf. Latinoamérica de Cereales ICC 2011. Abstracts Book, pág. 116.

Granotec. XV Seminario "Informe de Calidad de Cosecha de Trigo ICCT 2010/2011. (<http://www.granotec.com/argentina/event/xv-seminario-informe-de-calidad-de-cosecha-de-trigo-icct-2010-2011>)

Miranda, R.; Salomón, N. 2001. Índice de Calidad como Herramienta para determinar la aptitud de los materiales genéticos. En: Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo. ISBN: 9974-7586-2-9.

Moldes Teo, F., 1995. Tecnología de los sistemas de información geográfica. Editorial RA-MA. Madrid, 190 pp.

Molfese, E.; Seghezzo, M.L. 2010. Calidad del trigo en el sur Bonaerense. Análisis de 10 años. Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAA-INTA) Ministerio de Asuntos Agrarios Pcia. de Buenos Aires.

Renzi, D.; Fritz, N.; Galantini, J.; Salomón, N.; Miranda, R. 2007. Parámetros de calidad de muestras comerciales de trigo (2002/3 a 2004/5). Sistemas productivos del Sur y Sudoeste Bonaerense. Revista Técnica especial en Siembra Directa. AAPRESID

Salomón, N.; Miranda, R. 2008. Regionalización triguera por aptitud de uso industrial. Revista de Análisis de Semillas. ISSN: 1851-1678. Vol. 3 Tomo 2, N.º7, Pág. 77- 78.

SENASA. 1999-2009. Trigo Argentino, Informe Institucional sobre su calidad. 1999 al 2009. (<http://www.trigoargentino.com.ar>)