



## **CALIDAD BROMATOLÓGICA DE LÍNEAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L) SEMBRADOS EN TRES LOCALIDADES DEL ESTADO DE MÉXICO**

Adriana L. Orihuela Peláez, Dora L. Pinzón-Martínez\*, M. D. Mariezcurrena-Berasain, A. T. Gutiérrez-Hernández, L. R. Bernal-Martínez, P. López-Perea.

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Edo. de México. [arluc\\_9@hotmail.com](mailto:arluc_9@hotmail.com), [dlpinzonm@uaemex.mx](mailto:dlpinzonm@uaemex.mx), [nekkane16@hotmail.com](mailto:nekkane16@hotmail.com), [atarini@uaemex.mx](mailto:atarini@uaemex.mx), [lbernalb@uaemex.mx](mailto:lbernalb@uaemex.mx)

### **RESUMEN**

La demanda de consumo de trigo sortea la heterogeneidad ambiental y la búsqueda de variantes genéticas de calidad panadera y tecnológica. Existen investigaciones enfocadas a la mejora de su producción, disminución de los efectos mencionados, para abastecer del producto a la población. El motivo de esta investigación fue determinar los genotipos sobresalientes en cuanto a calidad bromatológica de granos de diferentes genotipos sembrados en tres localidades del Estado de México<sup>1,3, 5</sup>. Los granos correspondieron a 10 líneas avanzadas de trigo harinero de Resource Seed Mexicana y un genotipo comercial (CV. Tollocan) como testigo. Se realizó un ANOVA al 5% en donde las variables de estudio fueron las líneas avanzadas y las tres localidades, y las variables respuesta fueron materia seca (MS), proteína (P), fibra neutra ácida (FND), lignina (LI), cenizas (CE), grasa (GR). Existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para MS, FND, FAD, LI, CE, y GR; y no para en la variable proteína, indicando que no hubo efecto de la línea avanzada sobre la variable proteína. En relación a la localidad existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para las variables FAD, CE y GR y no para las variables MS, P, LI, indicando que no hubo efectos de la localidad sobre estas últimas cuatro variables. Se estudió también la interacción entre los genotipos con el ambiente para cada localidad (datos en proceso). Como conclusiones existieron diferencias significativas para los rendimientos de fibra y minerales como respuesta de los genotipos probados para las localidades estudiadas<sup>1,2,5</sup>. El contenido de proteínas no fue afectado durante la experimentación presentada, por lo que se sugiere que la calidad nutricional de los genotipos utilizados resultaron viables para población mexiquense.

### **INTRODUCCIÓN**

La demanda de consumo de trigo por la humanidad sortea la heterogeneidad ambiental y la búsqueda de aquellas variantes genéticas que provean de un trigo con calidad panadera aceptable, donde dichos aspectos son considerados parte de la calidad funcional del trigo. En la República Mexicana este cereal corresponde al segundo grano básico más importante. En tal sentido, existen diferentes estrategias e investigaciones enfocadas a la mejora de su producción, disminución de los efectos de los factores antes mencionados, así como lograr el abastecer del producto a la población. La caída en la superficie sembrada en los últimos 4 años y la pérdida de cosechas por sequías o heladas en algunas regiones, ha limitado que su producción nacional y el atender las necesidades actuales de la población (6,8 millones t aproximadamente) (SIAP-SAGARPA, 2015). La producción nacional de trigos panificables no es suficiente para abastecer la demanda interna, por lo que en 2013 se importaron 3 millones 997 mil t, 18,5% menos que el año agrícola inmediato anterior.

La calidad de su grano depende de la composición genética de la variedad (genotipo) y por este motivo, es necesario incrementar las investigaciones para disminuir los efectos de los factores



adversos mencionados<sup>1</sup>. Por lo tanto, realizar investigaciones complementarias con el fin de identificar genotipos sobresalientes de Trigo (*Triticum aestivum* L) es una buena estrategia, para asegurar su mejoramiento genético a fin de obtener un mayor rendimiento del grano y a su vez, aumentar la producción para satisfacer la demanda de empresas que adquieren dicho cereal. Para lo cual, se propuso que al menos una Línea Avanzada de trigo cultivada en las localidades del Estado de México a evaluar San Mateo Otzacatipan, Jocotitlán y Metepec puede tener las características bromatológicas deseables para ser propuesta para procesos de panificación.

## TEORÍA

El trigo es un cereal del género de las Gramíneas, es cultivado como alimento en regiones templadas y frías situadas desde a 60° de latitud norte y de 27 a 40° latitud sur. Crece en suelos con buen drenaje, con precipitación de 37,5-87,5 cm y desde el nivel del mar hasta 3 000 m. Su temperatura óptima para ser cultivado es de 10–25 °C. Su principal productor a nivel mundial, es China siguiéndole la India, Estados Unidos, Rusia, Francia y Canadá. En Latinoamérica, destaca Argentina y México<sup>2</sup>. Este cereal es el segundo grano básico más importante en México, después del maíz, pero su producción se ha visto amenazada por el cambio climático y por el aumento en la demanda de las empresas harineras<sup>2, 5</sup>.

En la actualidad, la cadena agroalimentaria del trigo en México enfrenta la competencia con productos extranjeros que satisfacen las crecientes demandas de calidad por la industria de panificación, galletera, pastas alimenticias y pastelería.

Más del 95,0% de las variedades de trigo sembradas a nivel nacional descienden de las líneas avanzadas del programa de mejoramiento genético del CIMMYT, a fin de aumentar la producción de trigo y cubrir su demanda a nivel nacional. La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México ha trabajado con CIMMYT para evaluar diferentes materiales genéticos de trigo y encontró algunos como promisorios y potenciales para algunas regiones del Estado mexiquense, en Metepec y en El Cerrillo Piedras Blancas, inicialmente. Así la producción de trigo en el Valle de México requiere encontrar las zonas donde el cultivo de trigo sea geográfica, económica y socialmente más rentable que la producción de maíz. Por lo tanto, se requiere analizar la calidad bromatológica de los granos junto con los parámetros agronómicos y determinar los genotipos con tentativa calidad industrial

### *Interacción Genotipo x Ambiente*

La calidad industrial del trigo, se encuentra importantemente relacionada con el genotipo. Sin embargo, el contenido de proteína del grano, se encuentra definido por las condiciones ambientales y tiene influencia en su calidad. Así, ésta interacción contribuye a la variabilidad en menor proporción que el efecto ambiental o el de genotipo por separado, y los parámetros de calidad panadera se han reportado con mayor variación con las condiciones ambientales que entre cultivares. El comportamiento agronómico del trigo y sus características como planta, hacen una nueva elección del genotipo (G) que resulta de relevancia, para aprovechar de manera óptima la oferta de recursos del ambiente (A) de producción y tolerar cada vez más, las líneas sobresalientes, mediante los efectos de la interacción genotipo x ambiente (G x A) involucrados en la expresión fenotípica. Lo cual, se refleja en las diferencias tanto agronómicas como en la calidad bromatológica del mismo, como una respuesta a la interacción G x A. Cuando se evalúa el cultivo por pruebas experimentales en ambientes diferentes, las interacciones G x A se detectan como diferencias significativas en el comportamiento relativo de los genotipos. La identificación de los genotipos sobresalientes de trigo con base en rendimiento de grano, aún en ambientes heterogéneos, ha sido y es una estrategia importante en el mejoramiento genético y en la generación de nuevas tecnologías.

Diversos autores han confirmado que los máximos rendimientos en cuanto a los parámetros agronómicos del trigo, se relacionan con la oferta y la demanda de los recursos (agua, nutrientes, radiación) y por el ambiente (temperatura)<sup>1,3,5</sup>.



#### *Composición bromatológica del grano de trigo*

El grano de trigo es como un almacén de nutrientes, necesarios para el hombre y que han sido utilizados desde el inicio de las civilizaciones. El valor nutritivo que aportan los cereales es más del 50,0% del total de energía requerida por la población humana, debido a su aporte de proteínas, principalmente en el caso del trigo. Su composición incluye principalmente proteínas y carbohidratos, así como ácido pantotéico, niacina, tiamina, riboflavina, principalmente.

#### *Composición de proteínas en el Grano de Trigo*

En la clasificación de la calidad del grano es el contenido de proteínas, ya que éstas constituyen el 80,0-85,0% de su composición total del grano y forman el gluten, determinante de la calidad de la harina para productos de panificación. La proteína constituida por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos se determina por el método Kjeldahl que obtiene la cantidad de nitrógeno, mediante un proceso de digestión y destilación de la muestra, multiplicado los resultados por un factor <sup>1, 2,3</sup>. El gluten compuesto por varias proteínas, conocidas como Prolaminas por su alto contenido en Prolina y Glutamina y por Gluteninas, que son la porción a la que se atribuye el papel de firmeza y fuerza, en tanto que las Gliadinas actúan como adhesivo que mantiene unidas las partículas de glutenina. La calidad del gluten esta fundamentalmente bajo el control genético, pero la expresión de sus genes es afectada por factores externos tales como: las condiciones del clima, el manejo del cultivo y las enfermedades. Estas proteínas son almacenadas en cuerpos proteicos de las células del endospermo, sirviendo de reserva alimenticia en la germinación <sup>3,6</sup>.

#### *Materia Seca*

Este análisis se determina mediante la cuantificación de la materia seca que permanece en el grano de trigo después de la eliminación del agua, sólidos totales. Es un factor de calidad importante para la conservación y manipulación del grano para la obtención de harina (Antolín, 2001). Su determinación de Materia Seca es mediante el método de la balanza de humedad basado en la evaporación de agua mediante calor, es rápido y económico.

#### *Determinación de Cenizas*

Las cenizas son todo material inorgánico conformado por minerales. La mayoría de los minerales están asociados con el pericarpio y la capa aleurona. Se realiza mediante gravimetría y se determina el residuo inorgánico después de la calcinación. Se determina el % de ceniza contenida en cada muestra en estudio a través del cálculo de porcentaje <sup>5,6,7</sup>.

#### *Determinación de Fibra*

La constituyen aquellos carbohidratos estructurales solubles e insolubles. Su análisis se basa en digestión ácida y alcalina, una calcinación posterior y la determinación de la fibra cruda presente en la muestra analizada. Los componentes de la fibra (soluble e insoluble) ejercen distintos efectos en la salud. La fracción soluble, se le asocia con la reducción de colesterol en sangre. La insoluble afecta el tránsito intestinal y la tasa de absorción de nutrientes. Se le considera agente engrosante o de relleno y como un compuesto terapéutico para prevenir o combatir la constipación mediante la activación de los movimientos peristálticos. La fibra insoluble baja la biodisponibilidad de los minerales, pero ayuda a reducir la tasa de absorción de glucosa, lo que es benéfico para diabéticos.

#### *Determinación de Fibra Ácido Detergente y Neutro Detergente*

Su determinación permite tener una aproximación del grado de digestibilidad de las fibras en un alimento. La muestra es sometida a una digestión por cetil-trimetil-amonio en ácido sulfúrico y el residuo es considerado como la fibra no digerible.

Para la Neutro detergente, su método tiene limitaciones en su precisión cuando los valores de proteína son muy altos y los valores de fibra son bajos. Los procedimientos de determinación de fibra ácida y neutra detergente están diseñados para cuantificar los componentes de las paredes celulares y la lignina.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación evaluar las líneas avanzadas de trigo provenientes del Programa de Mejoramiento Genético de la Empresa privada "Resource Seed Mexicana",



sobresalientes en cuanto a calidad bromatológica sembradas en localidades (San Mateo Oztacatipan, Jocotitlán y Metepec) del Estado de México.

### PARTE EXPERIMENTAL

Se evaluaron 10 Líneas Avanzadas de trigo harinero provenientes del programa de mejoramiento genético de la empresa privada "Resource Seed Mexicana S. A. de R. L. de C.V.", así como un genotipo comercial, utilizado como testigo (CV. Tollocan) en tres localidades del Estado de México, Metepec, Jocotitlán y San Mateo Oztacatipan.

#### *Análisis Bromatológicos*

La determinación de ceniza se realizó por el método de estufa con aire forzado de acuerdo a Acero (2007). Las grasas se extrajeron mediante la técnica de extracción tipo Soxhlet (AOAC 991.36, 1980), con hexano. Una vez terminada la extracción y eliminado el solvente para obtener la grasa libre de hexanos, se pesó nuevamente el matraz (M2) para calcular el porcentaje de grasa cruda. Se utilizó el método de Kjeldahl para determinar las proteínas (AOAC, 1980) mediante el del volumen de HCl gastado y el cálculo del porcentaje de proteína. Para la determinación de fibra el análisis se basó en el método de digestión ácida y alcalina de la muestra, obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que junto con la calcinación posterior permitió la determinación de la fibra cruda presente en la muestra.

#### *Diseño Experimental*

Mediante un diseño completamente al azar se realizó un análisis de varianza, los datos de cada variable se analizaron con el Sistema para Análisis Estadístico (Statistical Analysis System, SAS; 2014). Las pruebas de F y de comparación de medias entre líneas de trigo se realizaron a un nivel de significancia del 0.05, con la prueba de DMS. Con la finalidad de seleccionar estadísticamente a las líneas avanzadas que presenten mejor calidad bromatológica. Las variables de estudio fueron las diez líneas avanzadas de trigo. Las variables respuesta fueron Materia Seca, Fibra Neutro Detergente, Fibra Ácido Detergente, Proteína, Grasa, Cenizas, Lignina y se realizaron con dos repeticiones.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se realizó un ANOVA al 5% ( $P < 0.05$ ) en donde las variables de estudio fueron 10 Líneas Avanzadas de Trigo así como las tres localidades donde fueron sembrados; las variables respuesta fueron materia seca, proteína, fibra, lignina, cenizas, grasa. Los resultados del ANOVA para estas variables se presentan en el Cuadro 1.

Como se observa en el Cuadro 1 existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en las variables MS, FND, FAD, LI, CE, y GR; sin embargo no existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) en la variable proteína, indicando que no hay efecto de la Línea Avanzada sobre la variable proteína.

En relación a la Localidad existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para las variables FAD, CE y GR y no existieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para las variables MS, P, FND, LI, lo cual indica que no hubo efecto de la Localidad sobre estas últimas cuatro variables.

**Cuadro 1. Resultados del ANOVA ( $P \leq 0.05$ ) para Materia Seca, Proteína, Fibra Neutro Detergente, Fibra Ácido Detergente, Lignina, Cenizas, Grasa.**



F. V.	G. L.	MS	P	FND	FAD	LI	CE	GR
Línea avanzada	9	0.00	0.29	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00
Localidad	2	0.34	0.35	0.39	0.00	0.16	0.00	0.00
Línea avanzada*Localidad	18	0.96	0.45	0.08	0.00	0.01	0.00	0.00
Media (x)		97.61	17.08	34.22	5.00	3.19	1.85	16.07
C. V. %		1.31	38.62	20.66	19.69	33.26	15.36	11.36

Las Fuentes de Variación analizadas fueron el tratamiento (Línea Avanzada), la Localidad y la combinación de ambas.  
 $P \leq 0.05$  = Diferencia Significativa, G.L.=Grados de Libertad, MS=Materia Seca, P=Proteína, FND=Fibra Neutro Detergente, FAD=Fibra Ácido Detergente, LI=Lignina, CE=Cenizas, GR=Grasa, C.V.=Coeficiente de Variación

Para la combinación Línea avanzada\*Localidad se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para las variables FND, FAD, LI, CE y GR; no existieron diferencias ( $P < 0.05$ ) para las variables MS y P, indicando que no hay efecto de la interacción Línea Avanzada\*Localidad, sobre las variables Materia Seca y Proteína.

En relación a las variables donde existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), para Líneas avanzadas de trigo, Localidades, Líneas Avanzadas\*Localidad se realizó una comparación de medias mediante DMS al 5% para determinar la mejor Línea Avanzada en cuanto a variables mencionadas, resultados que se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 1. Resultado de la Comparación de las Medias de DMS al 5 % para Líneas avanzadas de Trigo de las variables Materia Seca, Proteína, Fibra, Lignina, Cenizas y Grasa.**

Línea avanzada	MS %	P %	FND g	FAD g	LI %	CE %	GR %
1	94.49 <sup>e</sup>	15.99 <sup>b</sup>	35.40 <sup>abc</sup>	5.03 <sup>abc</sup>	3.45 <sup>abc</sup>	1.35 <sup>d</sup>	15.29 <sup>cde</sup>
2	96.87 <sup>cd</sup>	17.03 <sup>b</sup>	36.18 <sup>ab</sup>	6.08 <sup>a</sup>	3.97 <sup>a</sup>	1.70 <sup>bc</sup>	13.78 <sup>e</sup>
3	97.99 <sup>abcd</sup>	16.75 <sup>b</sup>	30.81 <sup>bcd</sup>	4.51 <sup>bc</sup>	3.35 <sup>abc</sup>	2.15 <sup>a</sup>	18.17 <sup>ab</sup>
4	96.80 <sup>d</sup>	15.91 <sup>b</sup>	39.62 <sup>a</sup>	4.91 <sup>bc</sup>	3.80 <sup>a</sup>	1.66 <sup>bcd</sup>	19.49 <sup>a</sup>
5	98.99 <sup>a</sup>	25.28 <sup>a</sup>	41.23 <sup>a</sup>	5.52 <sup>ab</sup>	3.72 <sup>ab</sup>	1.91 <sup>ab</sup>	17.27 <sup>bc</sup>
6	96.98 <sup>bcd</sup>	16.53 <sup>b</sup>	41.16 <sup>a</sup>	5.59 <sup>ab</sup>	3.81 <sup>a</sup>	1.95 <sup>ab</sup>	17.17 <sup>bcd</sup>
7	99.01 <sup>a</sup>	15.13 <sup>b</sup>	42.99 <sup>a</sup>	4.09 <sup>c</sup>	3.32 <sup>abc</sup>	2.23 <sup>a</sup>	17.32 <sup>bc</sup>
8	98.36 <sup>abc</sup>	15.45 <sup>b</sup>	27.53 <sup>cde</sup>	4.68 <sup>bc</sup>	2.25 <sup>cd</sup>	1.96 <sup>ab</sup>	15.04 <sup>de</sup>
9	98.48 <sup>ab</sup>	14.81 <sup>b</sup>	22.31 <sup>e</sup>	5.00 <sup>abc</sup>	2.50 <sup>cd</sup>	1.52 <sup>cd</sup>	15.61 <sup>cde</sup>
10	98.12 <sup>abcd</sup>	17.89 <sup>ab</sup>	24.97 <sup>de</sup>	4.63 <sup>bc</sup>	1.75 <sup>cd</sup>	2.04 <sup>a</sup>	11.61 <sup>f</sup>
DMS	1.50	7.77	8.34	1.16	1.25	0.33	2.15

$P \leq 0.05$  = DMS: Diferencia Mínima Significativa, MS: Materia Seca, P: Proteína, Fibra ND: Fibra por Detergente Neutro, Fibra AD: Fibra por Detergente Acido, LI: Lignina, CE: Cenizas, GR: Grasa, C.V.: Coeficiente de Variación

Los resultados de análisis de varianza ( $P \leq 0.05$ ) indicaron que no existieron diferencias significativas para Materia Seca, Proteína, Fibra Neutro Detergente y Lignina. En el resto de las variables, en donde existieron diferencias significativas para la localidad, se aplicó un análisis de comparación de medias de DMS al 5%. Los resultados se presentan en el cuadro 3.



**Cuadro 3. Resultados de la comparación de medias de DMS por Localidad para las variables Materia Seca, Proteína, Fibra Neutro Detergente, Fibra Acido Detergente, Lignina, Cenizas y Grasa.**

Localidad	MS	P	FND	FAD	LI	CE	GR
1	97.94 <sup>a</sup>	15.36 <sup>a</sup>	33.59 <sup>a</sup>	5.18 <sup>a</sup>	3.15 <sup>a</sup>	1.70 <sup>b</sup>	15.13 <sup>ab</sup>
2	97.53 <sup>a</sup>	18.26 <sup>a</sup>	35.99 <sup>a</sup>	5.46 <sup>a</sup>	3.54 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	15.74 <sup>ab</sup>
3	97.36 <sup>a</sup>	17.61 <sup>a</sup>	33.08 <sup>a</sup>	4.37 <sup>b</sup>	2.88 <sup>a</sup>	1.84 <sup>ab</sup>	17.34 <sup>a</sup>
DMS	0.82	4.26	4.56	0.63	0.68	0.18	1.18

MS: Materia Seca, P: Proteína, Fibra ND: Fibra Detergente Neutro, Fibra AD: Fibra Detergente Acido, LI: Lignina, CE: Cenizas, GR: Grasa, DMS: Diferencia Mínima Significativa  $P \geq 0.05$ , Localidad 1 San Mateo Otzacatipan, Localidad 2 Jocotitlán, Localidad 3 Metepec.

Para la variable FAD se formaron 2 grupos estadísticamente diferentes, el grupo de medias más alto fue para las Localidades 1 y 2 con 5,18g y 5,46 g, respectivamente. La más baja fue para la localidad 3 con 4,37g. Los resultados obtenidos se encontraron por encima del rango propuesto por Esposito *et al.*, (2005) quien propone un rango de 0,9 g a 4,1 g de FAD. Por lo que los valores obtenidos en las localidades de este trabajo no se encuentran en los rangos indicados por el autor. Para la variable Cenizas se formaron 3 grupos estadísticamente diferentes, el grupo de medias más alto fue para la Localidad 2 con 2,0%, seguido de la Localidad 3 (1,84%) y finalmente, la Localidad 1 con 1,70%.

Los valores para ceniza reportados por los autores Serna (2001) y Cuniberti *et al.*, (2011) se encontraron entre 1,55 y 2,00%. Por lo que los valores encontrados en esta investigación se encuentran dentro del rango mencionado.

Para la grasa, se formaron 2 grupos estadísticamente diferentes, el grupo con los valores de medias más alto incluyó a la Localidad 3 con 1,73%. El segundo grupo se conforma por las Localidades 1 y 2 con a 1,51% y 1,57%. A pesar de haberse formado dos grupos estadísticamente diferentes los resultados de las tres localidades se encuentran muy cercanos a los reportados por Surco y Alvarado (2010), quienes obtuvieron valores de 2,0%.

#### *Análisis de Correlación*

Se realizó un Análisis de Correlación ( $P \leq 0.05$ ) entre las variables para saber si existía o no, entre ellas esta condición y los resultados se presentan en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Resultados del análisis de Correlación entre las variables Proteína, Materia Seca, Fibra Acido Detergente, Fibra Neutro Detergente, Grasa, Ceniza, Lignina.**

	MS	P	FND	FAD	LI	CE	GR
MS	1.00	0.13	0.05	- 0.08	- 0.07	0.22	- 0.06
P		1.00	0.22	0.04	- 0.45	0.05	0.03
FND			1.00	0.14	0.52	- 0.09	0.19
FAD				1.00	0.48	- 0.15	0.14
LI					1.00	- 0.19	0.27
CE						1.00	0.16
GR							1.00

MS: Materia Seca, P: Proteína, Fibra ND: Fibra Detergente Neutro, Fibra AD: Fibra Detergente Ácido, LI: Lignina, CE: Cenizas, GR: Grasa.  $P \leq 0.05$ : Análisis de Correlación.



Las variables que aparecen en el Cuadro 4, que presentaron alguna correlación fueron:

1.- MS con FND (positiva), FAD (negativa), LI (negativa) y GR (negativa). Lo anterior indica que en tanto los valores de materia seca aumentaron de la misma forma aumentan los de FND pero disminuyen los demás. Esta relación se debe a que la FND muestra los carbohidratos como celulosa, hemicelulosa y lignina. Los análisis fueron realizados en harina debido a ello la relación con la lignina es negativa, de hacerse los análisis con grano los resultados serían positivos.

2.- P con FAD (positiva), CE (positiva), GR (positiva)

La correlación indica que en tanto los valores de Proteína aumentaron, de la misma forma aumentaron Fibra Ácido Detergente, Cenizas y Grasa. La anterior correlación se debe a que el principal residuo al determinar FAD consiste principalmente en lignocelulosa y al aplicar el ácido sulfúrico, queda la ceniza insoluble y lignina, ésta última con fuertes enlaces químicos entre alguna proteínas.

### CONCLUSIONES

- Las variables estudiadas, Materia Seca, Proteína, Fibra Neutro Detergente, Fibra Ácido Detergente, Lignina, Cenizas, Grasa de las Líneas Avanzadas de RSM analizadas en este trabajo, se encontraron dentro de los rangos marcados por diferentes autores para su uso en panificación.

- La línea avanzada 5 con el siguiente pedigree CMSS93Y0363IT-6Y-3AL-010M 10Y-0M-0LPY-2SJ-0Y<sup>0</sup>05T-05CJ-0T, presentó las mejores características bromatológicas, ya que el contenido de proteína está por encima de los estipulado por otros autores analizados. Sin embargo, el contenido de ceniza y grasa se hallaron dentro de los rangos obtenidos por la mayoría de los reportes similares.

Cabe señalar que este material biológico es mexicano y se sembró en tres zonas con las mismas características microclimáticas entre ellas.

- Todas las Líneas Avanzadas mostraron un buen contenido de Proteína, con valores de 25,28% y 14,81%.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Acero G. M. G. 2007. Manual de Prácticas de Bromatología. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
2. Avedaño, C. M. E. 2002. Avance genético en parámetros de calidad panadera en trigo (*Triticum aestivum* L.) combinando mejoramiento convencional y selección asistida por marcadores moleculares en poblaciones segregantes. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile. Valdivia Chile.
3. Antolín, D. S. 2001. Evaluación de la Calidad de Harina de Trigo (*Triticum vulgare*) para la industria de panificación. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. Cerrillo Piedras Blancas, Estado de México.
4. Balbuena, M. A, González H. A, Rosales R. E, Domínguez L. A, Franco O y Pérez López D. "Identificación de Genotipos sobresalientes de trigo en el Valle de Toluca". Agricultura Técnica en México. Vol. 34, 2, 2008, pp. 257-261.
5. Hewstone, M.c. 2003. Rediseño de componentes de rendimiento y su interacción con el manejo. In: Seminario Internacional sobre estrategias y Metodologías Utilizadas en el Mejoramiento de Trigo: Un enfoque Multidisciplinario (eds). CIMMYT-INIA: La Estancuela, Uruguay, 1: 25-35.



6. Izadi-Darbandi, A., Bahman Y.-S., “Marker-assisted selection of high molecular weight glutenin alleles related to bread-making quality in Iranian common wheat (*Triticum aestivum* L.)”. Journal of genetics. Vol. 91, 2, 2012, pp.193–8
7. FAO. 2015. Manual de Técnicas para Laboratorios de Nutrición de Peces. Programa Cooperativo Gubernamental FAO – Italia.  
<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S04.htm> (En línea). Consultado en Enero 2015.
8. Mondragón, S, L. 2006. Parámetros de estabilidad para evaluar trigo cristalino en el Estado de México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. p. 73