



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

**EFFECTO DE DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTÍCULA EN EL
ALIMENTO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LA
GALLINA DE POSTURA**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA
OSCAR GALICIA HERNÁNDEZ

ASESORES
Dr. Benjamín Fuente Martínez
MVZ MC Analía Balderas González



México, D.F.

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por brindarme una formación de alta calidad, como profesional y como persona.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, por las valiosas enseñanzas recibidas, que me permitieron iniciar mi formación práctica en el área avícola.

Al Dr. Benjamín Fuente Martínez, por todos los asesoramientos, consejos, enseñanzas, regaños y sobre todo por la disponibilidad que siempre tuvo para las revisiones de este trabajo, lo que hizo posible la culminación de este proyecto de tesis y por ende de mis estudios universitarios.

Al Dr. Ernesto Ávila González, por el apoyo brindado para la realización del proyecto dentro del CEIEPAv. Además, de aportar valiosas revisiones y consejos que enriquecieron este trabajo.

Al Dr. Ezequiel Rosales Martínez, de la empresa DSM Nutritional Products México, por el apoyo en el análisis de las muestras y en la compra de las mallas.

A la MC. Analía Balderas Gonzáles, por la revisión minuciosa y las sugerencias hechas, que aportaron una visión diferente e hicieron mejor este trabajo.

A los miembros del jurado el Dr. Antonio Díaz Cruz y la Dra. Xochitl Hernández Velasco, por tomarse el tiempo de hacer las revisiones y correcciones que mejoraron el presente trabajo.

A mis padres y hermanos, por todo el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi carrera y en la realización de este proyecto.

ABREVIATURAS

DE	Desviación estándar
DDG'S	Granos secos de destilería y solubles
DGM	Diámetro geométrico medio
EEM	Error estándar de la media
MM	Molino de martillos
MR	Molino de rodillos
PSE	Pasta de soya tal cual es enviada de las harineras
PS	Pasta de soya que paso por un proceso adicional de molienda
S	Sorgo
SR	Sorgo molido con un Molino de rodillos
TTGI	Tiempo de tránsito gastrointestinal

CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3. RESULTADOS	20
4. DISCUSIÓN	23
5. CONCLUSIONES	29
6. REFERENCIAS	30
7. CUADROS.....	38
8. FIGURAS.....	46
9. ANEXOS.....	47

RESUMEN

GALICIA HERNÁNDEZ OSCAR. Efecto de diferentes tamaños de partícula en el alimento sobre los parámetros productivos de la gallina de postura (bajo la dirección de: MVZ, MC, Dr. Benjamín Fuente Martínez y MVZ, MC. Analía Balderas González).

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes tamaños de partícula del alimento, sobre el comportamiento productivo de gallinas de postura Bovans White de primer ciclo, se realizó un experimento. Se utilizaron 300 gallinas de 50 semanas de edad, las cuales se distribuyeron en un diseño completamente al azar en 5 tratamientos con 5 réplicas y 12 gallinas por réplica. Las granulometrías finales en las dietas sorgo + pasta de soya + DDG'S de los tratamientos fueron: 1) 1071 μm , 2) 895 μm , 3) 856 μm , 4) 784 μm y 5) 696 μm . Al tratamiento 2 se incluyó 20% de grano entero. Los resultados obtenidos en 70 días de experimentación, se analizaron bajo un modelo de mediciones repetidas en el tiempo. El mejor comportamiento productivo para las variables peso de huevo, consumo de alimento e índice de conversión fue de los tratamientos con granulometrías de 1071 μm y 784 μm ($P < 0.05$); por otro lado, emplear 20% de grano entero en la dieta afectó negativamente las variables de peso de huevo, consumo de alimento y conversión alimentaria. La resistencia de cascarón y unidades Haugh no se vieron afectadas por el tamaño de partícula de los alimentos ($P > 0.05$).

1. INTRODUCCIÓN

Situación actual de los alimentos balanceados y la avicultura

Los alimentos balanceados contienen todos los nutrientes requeridos en las cantidades y proporciones adecuadas, con base en las necesidades nutricionales de cada especie tomando en cuenta las necesidades fisiológicas y ambientales (FAO, 2014). La fabricación de alimentos balanceados es una industria dinámica y en constante crecimiento, sólo en el año 2014 creció en un 2%, teniendo una producción global de 980 millones de toneladas (Alltech, 2015). México ocupa el 4° lugar a nivel mundial en la producción de alimentos balanceados, sólo superado por China, Estados Unidos y Brasil, en el año 2014 en México se produjeron 30.7 millones de toneladas, de los cuales 14.67 millones fueron de alimento para aves (CONAFAB, 2015).

Esta alta producción de alimento balanceado es debida a que la avicultura juega un papel preponderante en el ámbito económico y alimenticio del país, representa el 0.90% del PIB nacional y el 43.98% del PIB pecuario, en el año 2014 se produjeron 2, 571, 270 toneladas de huevo y 3, 025,113 toneladas de carne de pollo, lo cual ubica a México como el quinto productor de huevo entero y el séptimo de carne de pollo. A nivel nacional, la producción del 2014 tuvo un valor mayor a 133 mil millones de pesos, además de generar 200, 000 empleos directos y 997, 000 empleos indirectos. En lo referente al sector alimenticio, en el 2014 el consumo per cápita de huevo fue de 21.3 kg y de 26.3 kg de carne de pollo, lo que ubica a México como el

principal consumidor de huevo a nivel mundial, sin embargo el consumo de pollo no ubica a México dentro los diez principales consumidores a nivel mundial (UNA, 2015).

La alimentación representa el mayor costo de producción en el sector pecuario, en el sector avícola representa aproximadamente el 66% para pollo de engorda y 67% para gallina de postura (UNA, 2015).

Elaboración de alimentos balanceados

La producción de alimentos balanceados involucra diversos procesos, los cuales deben realizarse cuidadosamente para garantizar la calidad del producto final. La fabricación de alimentos balanceados inicia con la recepción de la materia prima, en este paso se involucran las actividades de pesaje de los ingredientes, inspección y análisis de la materia prima que se recibe, descarga y almacenamiento de los ingredientes (Rempe, 1994).

El siguiente paso en la elaboración de alimentos balanceados es el proceso de molienda, en el cual los ingredientes son reducidos a determinado tamaño de partícula. El racionamiento y mezclado es considerado el punto central de cualquier planta de alimentos, es donde los ingredientes se transforman en un alimento e incluye las actividades de pesaje de los ingredientes, movimiento de los ingredientes hasta la zona de mezclado, agregado de todos los ingredientes sólidos y líquidos a la mezcladora (Fahrenheit, 1994). En este punto se podría envasar el alimento y considerarse como un alimento en harina terminado, pero existen procesos

adicionales que se utilizan con la finalidad de mejorar las características finales del alimento.

El comprimido (peletización), combina condiciones de humedad, temperatura y presión para moldear la mezcla de alimento en partículas más grandes, además, este proceso gelatiniza los componentes de los ingredientes mejorando su digestibilidad. Cabe señalar que el comprimido representa el costo de energía eléctrica más elevado, de todos los procesos involucrados en la elaboración de alimentos balanceados (Fairfield, 1994).

Proceso de molienda

La mayor parte de los materiales usados en la fabricación de alimentos balanceados está sujeta a la reducción del tamaño de las partículas ya sea dentro de la planta de alimentos o antes de la recepción (Owens, 1994). Los granos son los principales ingredientes que pasan por un proceso de molienda dentro de la planta de alimentos, dicha molienda es llevada a cabo con la finalidad de exponer una superficie mayor a enzimas digestivas para incrementar su digestibilidad, facilitar el mezclado con los demás ingredientes y aumentar la eficiencia del comprimido (Serrano, 1999). La reducción del tamaño de los granos comienza con la ruptura del pericarpio, lo que deja expuesto el interior. A medida que continúa la reducción del tamaño se incrementa el número de partículas y el área de superficie por unidad de volumen (Koch, 2002).

De acuerdo con Svihus *et al.* (2004) la molienda representa un costo considerable en términos de energía y capacidad de la planta de alimentos. En alimentos que

pasan por un proceso de comprimido la molienda representa el segundo costo de producción, mientras que, en alimentos con presentación en harina resulta el costo más alto. (Reece *et al*, 1985).

El tamaño de partícula obtenido en la molienda depende de varios factores como: el tipo de grano, dureza del endospermo y método de molienda (Amerah *et al*, 2007).

Molino de martillos

Reduce el tamaño de los ingredientes impactando un objetivo de baja velocidad (grano), con un rápido movimiento de los martillos, la transferencia de energía cinética resultante de la colisión logra fracturar el grano en varios pedazos (Koch, 2002). La eficiencia del molino de martillos depende de varios factores, como el tipo de grano, contenido de humedad, tamaño de la malla, velocidad periférica, ancho y diseño de los martillos, el número de martillos, velocidad de alimentación, la potencia del motor y el flujo de aire a través del molino (Stuart, 1981). Los costos de operación tanto del molino de martillos como del molino de rodillos incluyen, costo inicial del equipo, de mantenimiento y por consumo de energía eléctrica. En el caso de los molinos de martillos el costo por concepto de mantenimiento es bajo, en una molienda a 1200 μm el costo es de 0.038 dólares por tonelada, mientras que, por concepto de energía eléctrica el costo llega a 0.16 dólares por tonelada (Heimann, 2013). Producir una amplia gama de tamaños de partículas, trabajar con materiales friables y fibrosos, un menor costo de inversión inicial comparado con un molino de rodillos y mínimos costos de mantenimiento son algunas de las ventajas que ofrecen trabajar con un molino de martillos (Koch, 2002).

Molino de rodillos

La combinación de velocidades y diseño de los rodillos influyen en el tamaño obtenido de los ingredientes (Koch, 2002). Los rodillos pueden funcionar a diferentes velocidades. El quebrado, medio rolado y laminado utilizan velocidades periféricas menores y sin diferencia de velocidad entre los rodillos, sin embargo, para obtener ingredientes molidos los molinos operan con velocidades más altas en los rodillos y con diferencia de velocidades entre estos (Owens, 1994). Las principales ventajas de utilizar un molino de rodillos son: mayor eficiencia en la utilización de energía eléctrica, mayor uniformidad de partículas, menor producción de ruido y polvos. Se deben considerar ciertas desventajas como: dificultad para moler materiales fibrosos, las partículas tienden a ser más irregulares en forma y dimensión, los costos iniciales y de mantenimiento son elevados (Koch, 2002). Obtener un tamaño de partícula de 1 200 μm implica un costo de mantenimiento de 0.60 dólares por tonelada y de 0.13 dólares por tonelada por concepto de energía eléctrica (Heimann, 2013).

Tamaño de partícula en el alimento

El consumo de alimento de pollos de engorda y gallinas de postura depende del color, forma y tamaño de partícula del alimento, dichas características son más importantes en dietas con presentación en harina que las que son presentadas en comprimido o migaja, debido a la selección llevada a cabo por las aves (Hafeez *et al*, 2015). Tamaños de partícula más pequeños incrementan el número de partículas y el área de superficie por unidad volumen, permitiendo mayor acceso a enzimas

digestivas, además, facilita el manejo de los ingredientes, mejora las características de mezclado y la calidad del comprimido (Röhe *et al*, 2014)

En años recientes, el interés en el tamaño de partícula en el alimento se ha incrementado, a medida que la industria busca formas de optimizar la utilización de los ingredientes. Las investigaciones realizadas en este campo pueden sugerir un tamaño de partícula adecuado, pero estos resultados pueden variar debido a la gran cantidad de factores que influyen entre estas investigaciones (Amerah *et al*, 2007).

Según Portella *et al.* (1988) cuando se proporciona una dieta en harina, las gallinas prefieren consumir partículas entre 600 a 2260 μm , siendo las partículas de mayor tamaño las primeras en ser ingeridas. De acuerdo a un estudio realizado por Danicke *et al.* (1998) el tamaño de partícula promedio de un alimento para pollos de engorda y gallinas de postura debe ser $\leq 560 \mu\text{m}$, pues a medida que incrementa el tamaño de partícula disminuye la digestibilidad de los nutrientes. Amornthewaphat *et al.* (2007) al comparar 3 dietas de diferentes granulometrías (638, 870 y 1079 μm), en gallinas de Roma Brown de 30 semanas de edad, las aves alimentadas con dietas de menor tamaño de partícula presentaron un menor consumo de alimento y mayor uniformidad en el peso de huevo y color de la yema. En la investigación llevada a cabo por Safaa *et al.* (2009) se evaluó el comportamiento productivo de gallinas de postura Lohmann Brown, las aves con un mayor consumo fueron las alimentadas con tamaños de partículas más grandes (1165 μm , 922 μm y 774 μm). Recientemente De Souza *et al.* (2014) evaluaron el efecto del tamaño de partícula del alimento (2280, 1030, 605 μm) en gallinas de postura en zonas semiáridas, el consumo fue mayor para la dieta con mayor tamaño de partícula y menor para la

dieta más fina. Además, el peso y grosor de cascarón fue menor para la dieta de mayor granulometría, concluyendo que tamaños de partículas más grandes repercuten en la calidad externa del huevo. Hafeez *et al.* (2015) reportan un mayor peso y grosor de cascarón en dietas con tamaño de partículas más gruesas (1930, 1280 μm) y (2410, 1640 μm), sin embargo estos cambios observados no afectaron la integridad del cascarón.

Por otro lado, existe un efecto en aves alimentadas con partículas de mayor tamaño, estas presentan un mayor peso de molleja en comparación a las alimentadas con partículas finas, debido a una mayor actividad de molienda en la molleja (Röhe *et al.*, 2014; Singh *et al.*, 2014). De acuerdo con Jacobs *et al.* (2010) proporcionar partículas que incrementen el tamaño de la molleja ayuda a mejorar la digestibilidad de los nutrientes debido a que la molleja es el principal regulador de la motilidad intestinal y de la secreción enzimática. Sin embargo, el incremento de tamaño en la molleja requiere mayor energía de mantenimiento lo cual puede comprometer el rendimiento productivo de las aves (Parsons *et al.*, 2006).

El tiempo de tránsito gastrointestinal (TTGI) es el tiempo que transcurre entre la ingesta del alimento marcado hasta que aparece en las excretas. El tiempo de tránsito usualmente es medido con marcadores sólidos insolubles como el óxido de cromo (Singh *et al.*, 2014). Se ha reportado que existe una relación entre el tiempo de tránsito gastrointestinal y el tamaño de partícula de los ingredientes, los ingredientes de mayor granulometría se retienen un mayor tiempo en la molleja en relación con partículas más finas, este mayor tiempo de retención puede influir en

la utilización de los nutrientes ya que habrá un mayor tiempo para la digestión y absorción (Svihus *et al*, 2002).

Uso de grano entero

En años recientes se ha incrementado el interés por el uso de granos enteros como medida de reducción de costos en la fabricación de alimentos para aves y como una forma de cubrir la demanda del consumidor de alimentos más naturales (Gabriel *et al*, 2003). Según Yun Liu *et al*. (2014) incluir grano entero en dietas para aves podría reducir en un 10% los costos de producción del alimento. En regiones de Europa y países como Canadá y Australia es donde ha crecido el interés por la utilización de granos enteros (Singh *et al*, 2014).

El efecto de sustituir granos molidos por granos enteros ha sido estudiado principalmente en el comportamiento productivo de pollos de engorda, pocos son los estudios que se han hecho referentes a gallina de postura. Umar-Faruk *et al*. (2010), reportan una disminución en el consumo de las aves al incluir grano entero de trigo sin afectar la producción de huevo, masa de huevo y una disminución en la conversión alimentaria. Maclsaac y Anderson (2009), incluyeron 20% de trigo entero sin efectos adversos en la producción de las gallinas. Por otro lado Garcia y Dale (2006), reportaron que la inclusión de 10% de sorgo entero en dietas de gallinas de postura Leghorn White no afecta el consumo y la producción de huevo.

Los métodos utilizados para la inclusión de granos enteros en dietas para aves pueden ser; de elección libre, en el cual se colocan comederos diferentes para proporcionar el grano entero y el alimento balanceado. También se utiliza una

alimentación secuencial en la cual por un tiempo limitado se da acceso a los granos y después se proporciona el alimento balanceado. El método más utilizado es en el cual se proporciona el grano entero mezclado con los demás ingredientes, en el caso de que el alimento pase por un proceso de comprimido el porcentaje de grano entero puede incluirse antes o después del comprimido (Singh *et al*, 2014).

Justificación

La mayoría de estudios realizados sobre el efecto de la granulometría en la dieta de gallinas de postura, son referentes a gallinas de postura semipesadas, dado que gran parte de estos estudios provienen de Europa, zona donde es más común el uso de gallinas semipesadas como Lohmann Brown, Roma Brown o incluso Lebel Rouge. Además, en estos estudios se utilizaron dietas con base en maíz, pasta de soya y trigo; Mientras que, en México el sorgo es el principal ingrediente en la fabricación de alimentos balanceados (SHCP, 2014).

Por el rol que juegan la avicultura y la industria de los alimentos balanceados en el país, es importante la mejora continua en los sistemas de producción, para satisfacer la demanda de proteína animal que existe en México y en el mundo al menor costo posible. Determinar el tamaño de partícula al que deben ser molidos los ingredientes, puede ser una alternativa para el uso eficiente de dichos ingredientes en dietas de gallinas de postura.

Hipótesis

La reducción del tamaño de partícula en el alimento de 1071 a 696 μm , mejora los parámetros productivos de la gallina Bovans White de primer ciclo.

Objetivo general

Evaluar diferentes tamaños de partícula del alimento sobre el comportamiento productivo de gallinas de postura Bovans White de primer ciclo.

Objetivos particulares

Evaluar el efecto de diferentes tamaños de partícula del alimento sobre:

- Porcentaje de postura y peso promedio del huevo
- Consumo de alimento ave d^{-1}
- Masa de huevo y conversión alimentaria
- Porcentaje de huevo sucio, roto y en fáfara
- Ganancia o pérdida de peso de las aves
- Unidades Haugh y resistencia de cascarón
- Tiempo de transito gastrointestinal

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México. Se encuentra localizado en la calle Manuel M López s/n, colonia Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México DF. Se encuentra a una altitud de 2250 msnm entre los paralelos 19° 18' de latitud norte y los meridianos 99° 02' longitud oeste. Tiene una temperatura promedio de 12-18°C, precipitación de 600-800 mm, clima templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2010).

Todos los procedimientos de manejo de las aves cumplieron con los requisitos señalados por el comité institucional para el cuidado y uso de animales experimentales (CICUA-FMVZ-UNAM con base en la norma oficial mexicana NOM-062-ZOO-1999).

Se utilizaron 300 gallinas de la estirpe Bovans White de 50 semanas de edad y 31 semanas en producción y con un peso promedio inicial de 1666 ± 145 g, alojadas en una caseta de ambiente natural en jaulas tipo California de dos niveles, se alojaron 3 aves por jaula (600 cm² por ave). Las aves se distribuyeron en un diseño completamente al azar en 5 tratamientos con 5 réplicas de 12 gallinas cada una. El agua y alimento se proporcionaron *ad libitum*. Se utilizó una dieta con base en sorgo + pasta de soya + granos secos de destilería con solubles, formulada según la etapa

productiva y de acuerdo a las necesidades que refiere el manual de la estirpe (ISA, 2009) (Cuadro 1).

El sorgo (S) se molió con molino de rodillos (MR) a un tamaño de partícula promedio de 1504 μm y se definió como SR. Además, se utilizó un molino de martillos (MM), con 24 martillos y que utiliza un motor de 20 hp tipo RGZ de la marca SIEMENS®. Se emplearon mallas de 4.5, 3.5 y 2.5 mm para obtener tamaños de partícula promedio de 1071 μm (S 4.5), 1059 μm (S 3.5) y 942 μm (S 2.5). En el caso de la pasta de soya (PS), se molió con un molino de martillos y las mismas mallas usadas para el sorgo para obtener tamaños de partícula promedio de 750 μm (PS 4.5), 542 μm (PS 3.5) y 535 μm (PS 2.5); además se utilizó pasta de soya tal cual es enviada de las harineras con un tamaño de partícula promedio de 877 μm (PSE). Los granos secos de destilería y solubles (DDG´S) se utilizaron tal como fueron enviados de la planta procesadora con un tamaño de partícula promedio de 465 μm (Ver anexos).

Tratamiento 1. Se utilizó sorgo molido con molino de rodillos + pasta de soya + granos secos de destilería con solubles, tal cual son enviados de la harinera, proporcionando un DGM de 1071 μm .

Tratamiento 2. Se utilizó sorgo molido con molino de martillos empleando una malla de 3.5 mm + pasta de soya + granos secos de destilería con solubles, tal cual son enviados de la harinera + 20% de grano entero proporcionando un DGM de 895.

Tratamiento 3. Se utilizó sorgo + pasta de soya molidos con molino de martillos empleando una malla de 4.5 mm + granos secos de destilería con solubles, tal cual son enviados de la harinera proporcionando un DGM de 856 μm .

Tratamiento 4. Se utilizó sorgo + pasta de soya molidos con molino de martillos empleando una malla de 3.5 mm + granos secos de destilería con solubles, tal cual son enviados de la harinera proporcionado un DGM de 784 μm .

Tratamiento 5. Se utilizó sorgo + pasta de soya molidos con molino de martillos empleando una malla de 2.5 mm + granos secos de destilería con solubles, tal cual son enviados de la harinera proporcionado un DGM de 696 μm .

A los ingredientes utilizados y las dietas experimentales (Cuadro 2), se les realizó un análisis para determinar el tamaño de partícula, diámetro geométrico medio (DGM) y la desviación estándar (DE) de acuerdo a la técnica establecida por la ASAE. (1997)

Los tratamientos utilizados fueron:

- 1) Alimento con un DGM de 1071 μm
- 2) Alimento con un DGM de 895 μm
- 3) Alimento con un DGM de 856 μm
- 4) Alimento con un DGM de 784 μm
- 5) Alimento con un DGM de 696 μm

Al inicio y al final de la prueba se tomó una muestra del 33% de las aves, mediante un muestreo aleatorio simple sin reemplazo, para determinar la ganancia o pérdida de peso. Durante los 70 días de experimentación llevaron registros semanalmente de porcentaje de postura, consumo de alimento ave d^{-1} (g), conversión alimentaria

(kg/kg), peso de huevo (g), masa de huevo ave d^{-1} (g). También se midió el porcentaje de huevo sucio, roto y en fáfara. A la mitad y al final de la prueba se midió el grosor de cascarón (mm), resistencia de cascarón con un dinamómetro (g/cm^2), unidades Haugh y color de yema a 35 huevos por tratamiento.

En las semanas 8 se midió el tiempo de tránsito gastrointestinal (TTGI) a 32 gallinas por tratamiento sin ayunar, de acuerdo a la técnica descrita por (Ferrando *et al*, 1987), con la diferencia que en el presente estudio se utilizó 0.4 g de óxido de Hierro (Fe_2O_3) como marcador indigestible, el cual fue colocado dentro de cápsulas de gelatina dura del n° 0, la cápsula se proporcionó directamente en el esófago del ave. El minuto cero fue cuando se proporcionó la cápsula y se registró la hora en la que apareció el óxido de hierro en las excretas de cada gallina y por diferencia de tiempo se calculó el TTGI.

Durante la última semana de experimentación, se realizó la necropsia a 5 gallinas, una de cada tratamiento; en las cuales se colectó la molleja, se pesaron y se obtuvo la proporción del peso de la molleja respecto al peso de la gallina.

Análisis estadístico

A los resultados obtenidos de porcentaje de postura, peso promedio de huevo, consumo de alimento ave d⁻¹, conversión alimentaria y masa de huevo ave d⁻¹, se les realizó un análisis de observaciones repetidas en el tiempo con el siguiente

modelo: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + d_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$ Donde:

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ y 10

$j = 1, 2, 3, 4$ y 5

$k = 1, 2, 3, 4$ y 5

Y_{ijk} = porcentaje de postura, peso promedio de huevo, consumo de alimento ave d⁻¹, conversión alimentaria, masa de huevo ave d⁻¹, porcentaje de huevo sucio, roto y huevo sin cascarón

μ = media general

α_i = efecto de la i-ésima semana

d_{ik} = error del tiempo

β_j = efecto del j-ésimo tratamiento

$(\alpha\beta)_{ij}$ = interacción de la i-ésima semana con el j-ésimo tratamiento

ε_{ijk} = error experimental

Los valores de porcentaje de huevo sucio y roto, antes de ser analizados se transformaron a $\log\left(y + \frac{1}{5}\right)$; mientras que los resultados de huevo sin cascarón se transformaron a $\log\left(y + \frac{1}{5}\right)^2$.

La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

A los resultados de resistencia de cascarón, grosor de cascarón y unidades Haugh, se les realizó un análisis completamente al azar con el siguiente modelo:

$$Y_i = \mu + T_i + \varepsilon_{i(j)} \quad \text{Donde: } i = 1, 2, 3, 4 \text{ y } 5$$

$$J = 1, 2, 3, 4 \text{ y } 5$$

μ = media general

T_i = efecto del i ésimo tratamiento

$\varepsilon_{i(j)}$ = error experimental

Para los resultados de tiempo de tránsito gastrointestinal, se le realizó un diseño de bloques al azar con el siguiente modelo: $Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + (Tp)_{\gamma} + \varepsilon_{ijk} + d_{ijk}$

Donde: $i = 1, 2, 3, 4 \text{ y } 5$

$$J = 1, 2 \text{ y } 3$$

$$K = 1, 2, 3, 4 \text{ y } 5$$

μ = media general

T_i = efecto del i ésimo tratamiento

P_j = efecto del bloque

$(Tp)_{\gamma}$ = interacción del tratamiento por bloque

ε_{ijk} = error experimental

d_{ijk} = efecto de la submuestra

La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en 70 días de experimentación sobre el comportamiento productivo de la gallina Bovans White, a través del tiempo se muestran en el Cuadro 3. Para la variable peso de huevo se observó un incremento de 1 g a través de las semanas de experimentación ($P= 0.0003$) variando de 61.6 a 62.6 g. No se encontró un efecto del tiempo sobre las variables porcentaje de postura, consumo de alimento ave d^{-1} , índice de conversión alimentaria y masa de huevo ave d^{-1} , así como en el porcentaje de huevo roto, sucio y fáfara ($P> 0.05$).

En el Cuadro 4, se muestran los resultados promedio de la respuesta productiva de la gallina Bovans White alimentadas con dietas con diferentes tamaños de partícula. El mayor porcentaje de postura lo mostraron los tratamientos 4 (95.3%) y 5 (95.3%), el menor porcentaje lo mostró el tratamiento 3 (93.4%) y de forma intermedia los tratamientos 1 (93.6%) y el tratamiento 2 (94.5%) ($P< 0.05$).

El tratamiento 1 presentó mayor peso de huevo (62.6 g), el menor peso lo obtuvo el tratamiento 2 (61.5 g) y de forma intermedia los tratamientos 3 (62 g), 4 (62 g) y 5 (61.7 g).

El consumo de alimento ave d^{-1} fue mayor para el tratamiento 2 (110.7 g), el menor consumo lo obtuvo el tratamiento 1 (107.6 g), de forma intermedia los tratamientos 3, 4 y 5 que presentaron un consumo de 109.5, 107.9 y 108.9 g respectivamente.

Para el caso de índice de conversión, el tratamiento con mayor índice de conversión fue el tratamiento 2 (1.906), el menor índice de conversión lo obtuvieron los tratamientos 4 (1.827) y 1 (1.836), de forma intermedia los tratamientos 3 (1.893) y 5 (1.853).

En el caso de masa de huevo no hubo diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$) (Cuadro 4).

Par el caso de porcentaje de huevo roto, sucio y sin cascarón, no se encontró diferencia significativa en ninguno de los tratamientos ($P > 0.05$) (Cuadro 5).

La respuesta sobre la calidad del huevo de gallinas Bovans White de 50 semanas de edad alimentadas con dietas con diferentes tamaños de partícula, se muestra en el Cuadro 6. En la medición de mitad de la prueba, no se encontró diferencia significativa para el caso de las variables resistencia de cascarón, grosor de cascarón y unidades Haugh ($P > 0.05$). Los resultados obtenidos al final de la prueba mostraron diferencia significativa para el grosor de cascarón, los tratamientos 4 (0.344 mm) y 2 (0.346 mm) presentaron el mayor grosor de cascarón, mientras que, el de menor grosor fue del tratamiento 1 (0.320 mm) y de forma intermedia los tratamientos 3 (0.332 mm) y 5 (0.339 mm), para el caso de resistencia de cascarón y unidades Haugh no hubo diferencia significativa en la medición final de la prueba ($P > 0.05$).

Los resultados obtenidos de la velocidad de tránsito se muestran en el Cuadro 7. El menor tiempo de tránsito, lo presentaron las gallinas del tratamiento 3 (199 min), el

tratamiento 1 presentó mayor tiempo de tránsito (229 min) y de forma intermedia los tratamientos 2 (205 min), 4 (221 min) y 5 (211 min) ($P < 0.05$).

Los resultados obtenidos de ganancia de peso durante los 70 días de experimentación, se presentan en el Cuadro 8. Las gallinas del tratamiento 1, fueron las de mayor ganancia de peso (107.5 g), los tratamientos de menor ganancia de peso fueron 4 (41.6 g) y 2 (47.8 g) y de forma intermedia los tratamientos 3 (62.9 g) y 5 (65.7 g).

4. DISCUSIÓN

El DGM del grano, aumentó conforme la apertura de las mallas utilizadas fue mayor para moler en el molino de martillos, resultados similares a los reportados por Frikha *et al.* (2011). De acuerdo con Recee *et al.* (1986) existe una relación lineal entre la apertura de la malla y el DGM obtenido después de la molienda. La DE del sorgo molido con un molino de rodillos es menor que el tratamiento que fue molido con molino de martillos y malla de 4.5 mm y muy similar al tratamiento donde se utilizó una malla de 3.5 mm, lo que nos indica un molido más uniforme al utilizar como método de molienda un molino de rodillos, esto concuerda con Koch (2002), quien señala que las partículas producidas por una molienda por rodillos son más uniformes que las producidas en un molido de martillos. El DGM de los alimentos terminados difiere al de los granos, al incluir ingredientes de menor granulometría como la pasta de soya y granos secos de destilería así como vitaminas, minerales y aditivos que disminuyeron el DGM en el alimento terminado.

Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren de los reportados por MacIsaac y Anderson (2009), los cuales señalan que no existe un efecto sobre el porcentaje de postura, peso promedio de huevo, consumo de alimento ave d^{-1} e índice de conversión al comparar dos moliendas con mallas de 7 mm vs 5 mm, de igual forma Ruhnke *et al.* (2015), no encontraron diferencia significativa en el comportamiento productivo de gallinas semipesadas, al comparar diferentes métodos de molienda y diferentes granulometrías, cabe señalar que las

granulometrías utilizadas por los autores anteriormente citados son mayores a las utilizadas en el presente estudio.

El consumo de alimento fue menor en el caso del tratamiento 1 el cual presentó un DGM de 1071 μm , esto concuerda con Safaa *et al.* (2009), quienes reportan menores consumos en gallinas semipesadas alimentadas con granulometrías de 1126 μm vs 1411 μm . En los tratamientos que fueron molidos con un molino de martillos se presentan menores consumos con granulometrías de 784 μm y 696 μm vs 856, resultados similares a los de Amornthewaphat *et al.* (2007), quienes reportan mayores consumos con una granulometría de 810 μm vs 735 μm y 556 μm , con la diferencia que para obtener dichas granulometrías se utilizó como método de molienda un molino de rodillos. El menor consumo por parte del tratamiento 1, se puede atribuir a un mayor tiempo de permanencia del alimento en la molleja, ya que la molleja es el principal órgano de regulación del consumo.

El tratamiento 1, presentó mayor peso de huevo, menor consumo de alimento y menor conversión alimentaria, sin embargo dicho tratamiento fue de mayor tamaño de partícula (1071 μm), estos resultados podrían atribuirse al método de molienda más que al tamaño de partícula, para obtener dicho tamaño de partícula se usó un molino de rodillos. Pérez-Bonilla *et al.* (2014), reportan un menor consumo en gallinas semipesadas, alimentadas con dietas con base en cebada que fueron molidas con un molino de rodillos vs molino de martillos. En un estudio llevado a cabo por Wondra *et al.* (2010) reportan una mayor digestibilidad de proteína cruda y energía cuando se utiliza como método de molienda un molino de rodillos en lugar de un molino de martillos, en dietas con maíz, lo cual se atribuyó a la forma de

partícula obtenida, ya que las partículas producidas por un molino de martillos son de forma esférica lo cual limitaría la acción de las enzimas pancreáticas disminuyendo la digestibilidad de los nutrientes.

El empleo de la dieta con 20% de grano entero (tratamiento 2), mostró un efecto negativo en las variables peso de huevo, consumo de alimento y conversión alimentaria. En un estudio llevado a cabo por Senkoylu *et al.* (2009) reportan un aumento considerable en el consumo de alimento en gallinas alimentadas con 30% de trigo entero, de igual forma reportan un aumento en el peso y masa de huevo comparadas con gallinas alimentadas con trigo molido. Por otro lado Bennett y Classen (2003) señalan que incluir 60% de cebada entera disminuye el porcentaje de postura además de incrementar el consumo de alimento y elevar la conversión alimentaria, resultados similares a los obtenidos en el presente estudio sin embargo, el porcentaje de inclusión es mayor al utilizado en esta investigación. El proceso de molienda llevado a cabo por la molleja requiere de energía, por lo cual se espera menor energía disponible para los procesos productivos en el caso de dietas donde se incluye granos enteros (Hetland *et al.*, 2002). Además, la variedad de partículas que existen en este tratamiento aumenta el tiempo de selección, lo que ocasiona que las gallinas consuman primero las partículas más grandes lo que conlleva a un consumo poco uniforme de los ingredientes (Amerah *et al.*, 2007).

Los diferentes tamaños de partícula en el alimento no afectaron la resistencia de cascarón y las unidades Haugh, lo cual concuerda con Hamilton y Proudfoot (1994) y Safaa *et al.* (2009) quienes no encontraron diferencia alguna sobre la calidad del huevo al proporcionar dietas con diferentes granulometrías.

Los diferentes tamaños de partícula en el alimento mostraron un efecto sobre el grosor de cascarón, el cual fue mayor para los tratamientos con un DGM de 784 μm y 895 μm , De Souza *et al.* (2014) reportan un efecto negativo sobre el grosor de cascarón al proporcionar una mayor granulometría de 2280 μm vs 1030 μm y 605 μm , lo cual se relacionó al mayor consumo que presentaron las aves alimentadas con un tamaño de partícula mayor, esto generó mayor calor metabólico y para poder disipar el calor generado, las aves aumentaron la frecuencia respiratoria ocasionando una alcalosis respiratoria lo que puede reducir el grosor de cascarón hasta un 12%. En el presente estudio, se encontró menor grosor de cascarón para el tratamiento 1 y mayor grosor para el tratamiento 2, esto se atribuye principalmente al tamaño y peso del huevo, ya que huevos más grandes presentan un cascarón más delgado comparado con huevos más pequeños (Hy-line, 2015), en este caso el tratamiento 1 presentó huevos con mayor peso y el tratamiento 2 presentó huevos de menor peso (Cuadro 4).

Los resultados obtenidos relacionados al TTGI, no muestran un claro comportamiento relacionado al tamaño de partícula, a excepción del tratamiento 1 que fue el de mayor granulometría y el que presentó el tiempo de tránsito más lento, lo que se puede deber a que materiales con mayor tamaño de partícula se retienen por más tiempo en la molleja, comparado con partículas más finas (Svihus, 2011).

El tratamiento con 20% de grano entero y el de un DGM de 856 μm que deberían tener tiempos de tránsito más largos, resultaron ser los que presentaron un tiempo de TTGI más corto, esto se puede deber a que las partículas finas abandonan la molleja una vez que tienen el tamaño adecuado para pasar al duodeno, el marcador

al ser de una granulometría pequeña abandona la molleja junto a las partículas finas, dejando a las partículas más gruesas en la molleja hasta tener el tamaño adecuado (Angel *et al*, 2013) .

Se podría relacionar el TTGI más largo con una mejora del comportamiento productivo de las gallinas, los tratamientos 1, 4 y 5 son los que registraron un TTGI más largo, de igual forma son los tratamientos con la mejor respuesta productiva en el caso de peso de huevo, consumo de alimento y conversión alimentaria, ya que mayores tiempos de permanencia están asociados con una mejora en la conversión alimentaria así como una mayor digestibilidad (Angel *et al*, 2013).

En las necropsias realizadas a las gallinas de los diferentes tratamientos, en la semana 10 de la prueba, se observó en las mollejas, (Figura 1) diferentes pesos según el tamaño de partícula de la dieta siendo proporcionalmente más pesadas las de los tratamiento 3 (1.37%) y 2 (1.34%) del peso corporal, que fueron los tratamientos con tamaños de partículas más grandes. Este efecto se puede asociar a un mayor proceso de molienda realizado por la molleja, además dichos tratamientos presentaron el peor comportamiento productivo, lo que supone que un mayor proceso de molienda puede comprometer el comportamiento productivo de las gallinas de postura. En los tratamientos 4 y 5, se observaron mollejas menos pesadas 1.18 y 1.09% del peso corporal respectivamente, lo que sugiere un menor proceso de por parte de la molleja un menor trabajo de este órgano. Para el caso del tratamiento 1, que fue el de mayor tamaño de partícula se observó un menor peso en la molleja (1.31%), comprado con los tratamientos 2 y 3, lo que nos podría

indicar que al moler con un molino de rodillos se podría reducir el proceso de molienda llevado a cabo por la molleja.

5. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales empleadas se puede concluir que la granulometría del alimento de postura de 696 a 1071 μm , no afectó la masa de huevo ave d^{-1} , el porcentaje de huevo roto, sucio y huevo en fáfara, además, de la resistencia de cascarón y unidades Haugh en la gallina Bovans White de 50 a 60 semanas de edad

El mayor tamaño de partícula del alimento 1071 μm , el cual fue molido con un molino de rodillos mejoró el peso de huevo, disminuyó el consumo de alimento y la conversión alimentaria.

El tamaño de partícula del alimento con un rango de 784 a 856 μm , que fueron molidos con un molino de martillos utilizando mallas de 2.5 y 3.5 mm mostró el mayor porcentaje de postura y disminuyó la conversión alimentaria.

La inclusión de 20% de sorgo entero en la dieta, afectó negativamente el peso de huevo, consumo de alimento y conversión alimentaria.

6. REFERENCIAS

1. Alltech. 2015. *Encuesta global sobre alimento balanceado*. Kentucky: s.n.
2. Amerah A, Ravindran V, Lentle R y Thomas D. 2007. Feed particle size: implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal* 63:439-455.
3. [ASAE] American Society of Agricultural Engineer Standard (USA). 1997. Method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. *American National Standards Institute*.
4. Amornthewaphat N, Attamongkune S, Songserm O, Ruangpanit Y y Thomawong P. 2007. *Effects of corn particle size in layer diet on laying performance and uniformity of egg quality under high stocking density*. Strasbourg. European Symposium on Poultry Nutrition.
5. Angel R, Woo Kim S, Li W y Jiménez-Moreno E. 2013. *Velocidad de paso y pH intestinal en aves: implicaciones para la digestión y el uso de enzimas*. Madrid. XXIX Curso de Especialización FEDNA.
6. Bennett CD y Classen HL. 2003. Performance of two strains of laying hens fed ground and whole barley with and without access to insoluble grit. *Poultry Science* 82:147-149.

7. [CONAFAB] Consejo Nacional de Fabricantes de Alimentos Balanceados y de la Nutrición Animal (México). 2015. *La Industria Alimentaria Animal de México*. México D.F.: s.n.
8. Danicke S, Kracht W, Jeroch H y Zachmann R. 1998. Effect of different technical treatments of rapeseed on the feed value for broilers and laying hens. *Archiv für Tierernaehrung* 51: 53-62.
9. De Souza JBF, Morais Oliveira VR, Varela De Arruda AM, Melo Silva A y Macedo Costa LL. 2014. The relationship between corn particle size and thermoregulation of laying hens in an equatorial semi-arid environment. *International Journal of Biometeorology* 59: 121-125.
10. Deaton JW, Lott BD y Simmons JD. 1989. Hammer mill versus roller mill grinding of corn for commercial egg layers. *Poultry Science* 68: 1342-1344.
11. Fahrenholz C. 1994. Centro de costos del recionamiento y mezclado. En: R. R. McElhiney, ed. *Tecnología para la fabricación de alimentos balanceados*. Arlington: American Feed Industry Association, pp. 103-109.
12. Fairfield D. 1994. Centro de costos de peletización. En: R. R. McElhiney, ed. *Tecnología para la fabricación de alimentos balanceados*. Arlington: American Feed Industry Association. pp. 114-131.
13. [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014 (Italia). *Buenas prácticas para la industria de piensos*. Roma: Manual FAO de producción y sanidad animal.

14. Frikha M, Safaa HM, Serrano MP, Jiménez-Moreno E, Lázaro R y Mateos GG. 2011. Influence of the main cereal in the diet and particle size of the cereal on productive performance and digestive traits of brown-egg laying pullets. *Animal Feed Science and Technology* 164: 106-115.
15. Gabriel I, Mallet S y Leconte M. 2003. Differences in the digestive tract characteristics of broiler chickens fed on complete pelleted diet or on whole wheat added to pelleted protein concentrate. *British Poultry Science* 44: 283-290.
16. Garcia AR y Dale NM. 2006. Feeding of Unground Pearl Millet to Laying Hens. *The Journal Of Applied Poultry Research* 15: 574-578.
17. Hafeez A, Mader A, Röhe I, Ruhnke I, Boroojeni G, Yousaf MS, Männer K y Zentek J. 2015. The effect of milling method, thermal treatment, and particle size of feed on exterior and interior egg quality in laying hens. *Europe Poultry Science* 79.
18. Hamilton R y Proudfoot F. 1994. Effects of ingredient particle size and feed form on the performance of Leghorn hens. *Canadian Journal of Animal Science* 109-114.
19. Heimann M. 2013. *Economics of Grinding for Pelleted Feeds*. [En línea] <http://en.engormix.com/MA-feed-machinery/formulation/articles/economics-grinding-pelleted-feeds-t2532/800-p0.htm>
[Consulta: 17 Junio 2015].

20. Hetland H, Svihus B y Olaisen V. 2002. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poultry Science* 43: 416-423.
21. Hy-line.2015. *Hy-line international*. [En línea]
<http://www.hyline.com/asp/redbook/redbook.aspx?s=6&p=55>
[Consulta: 19 Septiembre 2015].
22. [INEGI] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). 2010 [En línea] <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>
[Consulta: 01 06 2015].
23. ISA. 2009. Guía de manejo de la nutrición de las ponedoras comerciales Bovans White. *ISA A hendrix Genetics Company*.
24. Jacobs C y Parsons C. 2013. The effects of coarse ground corn, whole sorghum, and a prebiotic on growth performance, nutrient digestibility, and cecal microbial populations in broilers fed diets with and without corn distillers dried grains with solubles. *Poultry Science* 92: 2347-2457.
25. Jacobs C, Utterback P y Parsons C. 2010. Effects of corn particle size on growth performance and nutrient utilization in young chicks. *Poultry Science* 89: 539-544.
26. Koch K. 2002. Hammermills and rollermills. *Feed manufacturing, Department of Grain Science and Industry. Kansas State University*, pp. 1-5.

27. MacIsaac JL y Anderson DM. 2009. Effect of whole wheat, enzyme supplementation and grain texture on the production performance of laying hens. *Canadian Journal Of Animal Science* 87: 579-569.
28. NIR I, Shefet G y Aaroni Y. 1994. Effect of Particle Size on Performance 1. Corn. *Poultry Science* 73: 45-49.
29. [NOM] Norma Oficial Mexicana. [22 ago 2001] NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio. México: DOF-SEGOB.
30. Owens JM. 1994. Centro de costos para el procesamiento de materiales. En: R. R. McElhiney, ed. *Tecnología para la fabricación de alimentos balanceados*. Arlington: American Feed Industry Association. pp. 293-316.
31. Parsons A, Buchanan NP, Blemings KP, Wilson ME y Moritz JS. 2006. Effect of corn particle size and pellet texture on broiler performance in the growing phase. *The Journal Applied of Poultry Research* 15: 245-255.
32. Pérez-Bonilla A, Frikha M, Lázaro R y Mateos G. 2014. Type of grinding of the main cereal of the diet affects production of brown egg-laying hens. *Animal Feed Science and Technology* 194: 121-130.
33. Portella F, Caston L y Leeson S. 1988. Apparent feed particle size preference by laying hens. *Canadian Journal of Animal Science* 68: 915-922.

34. Reece F, Lott B y Deaton J. 1985. The effects of feed form, grinding method, energy level and gender on broiler performance in a moderate environment. *Poultry Science* 64: 1834-1839.
35. Reece F, Lott B y Deaton J. 1986. The effects of hammermill screen size on ground corn particle size, pellet durability and broiler performance. *Poultry Science* 65: 1257-1261.
36. Rempe M. 1994. Centro de costos de recepción. En: R. R. McElhiney, ed. *Tecnología para la fabricación de alimentos balanceados*. Arlington: American Feed Industry Association. pp. 76-95.
37. Röhe I, Ruhnke I, Knorr F, Mader A, Goodzarzi-Boroogeni F, Löwe R y Zentek J. 2014. Effects of grinding method, particle size and physical form of the diet on gastrointestinal morphology and jejunal glucose transport in laying hens. *Poultry Science* 93: 2060-2068.
38. Ruhnke I, Röhe I, Krämer C, Goodzarzi-Boroogeni F, Knorr F, Mader A, Schulze E, Hafeez A, Neumann K, Löwe R y Zentek J. 2015. The effects of particle size, milling method, and thermal treatment of feed on performance, apparent ileal digestibility, and pH of the digesta in laying hens. *Poultry Science* 00: 1-8.
39. Safaa H, Jiménez-Moreno E, Valencia DG, Frikha M, Serrano MP y Mateos GG. 2009. Effect of main cereal of the diet and particle size of the cereal on productive performance and egg quality of brown egg-laying hens in early phase of production. *Poultry Science* 88: 608-614.

40. Senkoylu N, Samli HE, Akyurek H, Okur AA y Kanter M. 2009. Effects of whole wheat with or without xylanase supplementation on performance of layers and digestive organ development. *Italian Journal Of Animal Science* 8: 155-163.
41. Serrano B. 1999. *Fabricación de alimentos balanceados*. México D.F.: Diplomado en producción avícola.
42. [SHCP] Secretaría de Hacienda y Crédito Público (México). 2014. *Panorama del sorgo*, México D.F.: Financiera Rural de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero.
43. Singh Y, Amerah A y Ravindran V. 2014. Whole grain feeding: Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilisation of poultry. *Animal Feed Science and Technology* 190: 1-18.
44. Singh Y, Ravindran V, Wester TJ, Molan AL y Ravindran G. 2014. Influence of feeding coarse corn on performance, nutrient utilization, digestive tract measurements, carcass characteristics, and cecal microflora counts of broilers. *Poultry Science* 93: 607-616.
45. Stuart MA. 1981. *Comparison of hammermill and roller mill grinding*. Manhattan: Master's Thesis, Kansas State University.
46. Svihus B, Kløvstad KH, Perez V, Zimonja O y Sahlström S. 2004. Physical and nutritional effects of pelleting of. *Animal Feed Science and Technology* 117: 281-293.

47. Svihus B. 2011. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poultry Science Journal* 67: 207-224.
48. Svihus B, Hetland H, Choct M y Sundby F. 2002. Passage rate through the anterior digestive tract of broiler chickens fed on diets with ground and whole wheat. *British Poultry Science* 43(5): 662-668.
49. Umar-Faruk M, Bouvarel I, Mème N, Rideau N, Roffidal L, Tukur HM, Bastianelli D, Nys Y y Lescoat P. 2010. Sequential feeding using whole wheat and a separate protein-mineral concentrate improved feed efficiency in laying hens. *Poultry Science* 89: 785-796.
50. [UNA] Unión Nacional de Avicultores (México). 2015. *Conpendio de indicadores económicos del sector avícola*.s.n.
51. Wondra KJ, Hancock JD, Behnke K C y Stark C. 2010. Effects of mill type and particle size uniformity on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. *Journal Animal Science* 73: 2562-2673.
52. Yun Liu S, Truong HH y Selle PH. 2014. Whole-grain feeding for chicken-meat production: possible mechanisms driving enhanced energy utilisation and feed conversion. *Animal Production Science* 55: 559-572.

7. CUADROS

Cuadro 1. Composición de la dieta basal experimental empleada

Ingrediente	kg
Sorgo	617.95
Pasta de soya	172.374
Carbonato de Calcio	108.414
Granos secos de destilería y solubles	70.765
Aceite vegetal	9.117
Ortofosfato de Calcio	5.604
Sal	2.911
L-Lisina HCl	2.852
Vitaminas y minerales ¹	2.400
DL-Metionina	2.183
Bicarbonato de sodio	2.029
Pigmento rojo natural ²	0.800
L-Treonina	0.781
Cloruro de colina 60%	0.500
Larvicida ³	0.500
Bacitracina BMD	0.500
Antioxidante ⁴	0.150
Fitasa ⁵	0.120
Pigmento amarillo ⁶	0.050
Total	1000
Análisis de nutrientes	
Energía metabolizable, kcal/kg	2800
Proteína cruda, %	16.2
Metionina+cistina digestible, %	0.590
Lisina digestible, %	0.720
Treonina digestible, %	0.500
Arginina digestible, %	0.780
Fosforo disponible, %	0.400
Calcio total, %	4.350
Sodio, %	0.180
Ácido linoleico, %	1.400

¹Vitaminas/kg: vitamina A 4 MUI, vitamina D3 666,666 UI, vitamina E 10,000 UI, vitamina K3 1.16g, vitamina B1 0.83 g, vitamina B2 2.33g, vitamina B6 1.66g, vitamina B12 6.66 mg, niacina 10g, ácido pantoténico 3.33g, ácido fólico 0.33g, biotina 33.33 mg, colina 100g, hierro 20 g, zinc 26.66g, manganeso 36.66 g, cobre 5 g, iodo 0.33 g, selenio 0.1 g, cbp, 1000g.

²Avired (PIVEGS) pigmento avícola extraído del fruto de chile (*Capsicum annum*), 5g/kg.

³Larvadex: larvicida, N-ciclopropil-1, 3,5-triazina -2, 4,6 triamina (10g/kg).

⁴BHA 1.2%, Etoxiquin 4.8%, agentes quelantes 10%.

⁵Fitasa Ronozyme® Hyphos (GT).

⁶Lucantin yellow: carotenoides y xantofilas 10% ester etílico del ácido beta-apo-8-carotenoico

Cuadro 2. Características físicas, de las dietas usadas en la alimentación de las gallinas Bovans White

Tratamiento	DGM (μm)	Desviación estándar	Densidad (g/cm^3)	Área de superficie (cm^2/g)	Partículas/ gramo	Rango de partículas (μm)	
						Mayor	Menor
1	1071	2.08	1.26	58.21	7200	2231	514
2	895	2.12	1.26	70.55	14000	1897	422
3	856	1.93	1.26	69.08	8800	1652	443
4	784	1.86	1.26	73.60	9300	1459	422
5	696	1.72	1.26	79.10	8700	1194	406

DGM= Diámetro geométrico medio.

Cuadro 3. Comportamiento productivo de la gallina Bovans White en diez semanas de producción

Semana	Postura (%)	Peso de huevo (g)	Consumo de alimento ave d ⁻¹ (g)	Conversión alimentaria (kg: kg)	Masa de huevo ave/día (g)	Huevo (%)		
						Roto	En fáfara	Sucio
1	94.95	61.6	108.5	1.857	58.5	1.21	0.06	2.02
2	95.05	62.0	109.1	1.854	58.9	0.97	0.10	1.64
3	95.38	61.9	109.0	1.848	59.1	0.85	0.10	2.35
4	94.19	61.7	108.4	1.867	58.1	1.32	0.10	1.28
5	93.90	61.5	108.9	1.888	57.7	1.43	0.32	1.48
6	93.38	61.6	109.1	1.900	57.5	1.63	0.45	2.38
7	94.92	62.2	108.9	1.845	59.1	1.57	0.05	1.81
8	95.06	62.3	109.4	1.850	59.2	1.61	0.26	1.35
9	94.43	62.1	109.1	1.861	58.6	1.11	0.76	1.28
10	93.42	62.6	108.6	1.860	58.5	1.45	0.42	1.33
Probabilidad	NS	0.0003	NS	NS	NS	NS	NS	NS
EEM	0.67	0.19	0.43	0.01	0.43	0.37	0.13	0.34

EEM= Error estándar de la media.

NS= No significativo (P>0.05; Tukey).

Cuadro 4. Respuesta productiva en 10 semanas de experimentación de la gallina Bovans White alimentada con dietas con diferente tamaño de partícula

Tratamiento	DGM (μm)	Postura (%)	Peso de huevo(g)	Consumo ave/día (g)	Conversión alimentaria (kg: kg)	Masa de huevo (g)
1.-Sorgo molido con rodillos + pasta de soya entera	1071	93.67 ^{ab}	62.6 ^a	107.6 ^d	1.836 ^c	58.7 ^a
2.-Sorgo molido con malla 3.5 + 20% de grano entero + soya entera	895	94.53 ^{ab}	61.5 ^c	110.7 ^a	1.906 ^a	58.1 ^a
3.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 4.5 mm	856	93.46 ^b	62.0 ^b	109.5 ^{ab}	1.893 ^{ab}	58.0 ^a
4.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 3.5 mm	784	95.31 ^a	62.0 ^b	107.9 ^c	1.827 ^c	59.1 ^a
5.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 2.5 mm	696	95.38 ^a	61.7 ^{bc}	108.9 ^{bc}	1.853 ^{bc}	58.8 ^a
EEM		0.47	0.13	0.31	0.01	0.30

DGM= Diámetro geométrico medio.

EEM= Error estándar de la media.

Diferentes letras en la misma columna muestran valores estadísticamente distintos ($P < 0.05$; Tukey).

Cuadro 5. Efecto del tamaño de partícula sobre el porcentaje de huevo roto, sucio y en fáfara

Tratamiento	DGM (μm)	Huevo (%)		
		Roto	En fáfara	Sucio
1.-Sorgo molido con rodillos + soya entera	1071	2.29	0.36	0.77
2.-Sorgo molido con malla 3.5 + 20% de grano entero + soya entera	895	1.47	0.23	2.29
3.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 4.5 mm	856	1.54	0.34	2.74
4.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 3.5 mm	784	0.66	0.23	0.99
5.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 2.5 mm	696	0.62	0.15	1.67
EEM		0.264	0.094	0.242

DGM= Diámetro geométrico medio.

EEM= Error estándar de la media.

No se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P > 0.05$; Tukey).

Cuadro 6. Respuesta sobre la calidad del huevo de gallinas Bovans White de 50 semanas de edad alimentadas con dietas con diferente granulometría

Tratamiento	DGM (μm)	Resistencia de cascarón (g/cm^2)		Grosor de cascarón, mm		Unidades Haugh	
		Semana		Semana		Semana	
		5	10	5	10	5	10
1.-Sorgo molido con rodillos + soya entera	1071	2993	3244	0.305	0.320 ^b	92	86
2.-Sorgo molido con malla 3.5 + 20% de grano entero + soya entera	895	3443	3437	0.339	0.346 ^a	97	89
3.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 4.5 mm	856	2767	3433	0.306	0.332 ^{ab}	91	88
4.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 3.5 mm	784	3228	3800	0.336	0.344 ^a	94	86
5.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 2.5 mm	696	2785	3410	0.325	0.339 ^{ab}	92	87
EEM		202.4	169	8.5	5.4	1.6	1.1

DGM= Diámetro geométrico medio.

EEM= Error estándar de la media.

Diferente letra en la misma columna muestran valores estadísticamente distintos ($P < 0.05$; Tukey).

Cuadro 7. Velocidad de tránsito intestinal en gallinas Bovans White de 50 semanas de edad alimentadas con dietas con diferente granulometría

Tratamiento	DGM (μm)	Minutos
1.-Sorgo molido con rodillos + soya entera	1071	229 (3.8) ^a
2.-Sorgo molido con malla 3.5 + 20% de grano entero + soya entera	895	205 (3.4) ^{bc}
3.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 4.5 mm	856	199 (3.3) ^c
4.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 3.5 mm	784	221 (3.7) ^{ab}
5.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 2.5 mm	696	211 (3.5) ^{abc}
EEM		3.4

DGM= Diámetro geométrico medio.

EEM= Error estándar de la media.

Diferentes letras en la misma columna muestran valores estadísticamente distintos ($P < 0.05$; Tukey).

Valores entre paréntesis corresponden a tiempo en horas.

Cuadro 8. Ganancia de peso durante 70 días de experimentación de gallinas Bovans White, de 50 semanas de edad alimentadas con dietas de diferentes granulometrías

Tratamiento	DGM (μm)	Ganancia de peso (g)
1.-Sorgo molido con rodillos + pasta de soya entera	1071	107.5 ^a
2.-Sorgo molido con malla 3.5 + 20% de grano entero + soya entera	895	47.8 ^b
3.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 4.5 mm	856	62.9 ^{ab}
4.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 3.5 mm	784	41.6 ^b
5.-Sorgo + soya molidos con martillos y malla 2.5 mm	696	65.7 ^{ab}
EEM		13.1

DGM= Diámetro geométrico medio.

EEM= Error estándar de la media.

Diferentes letras en la misma columna muestran valores estadísticamente diferentes ($P < 0.05$; Tukey).

8. FIGURAS

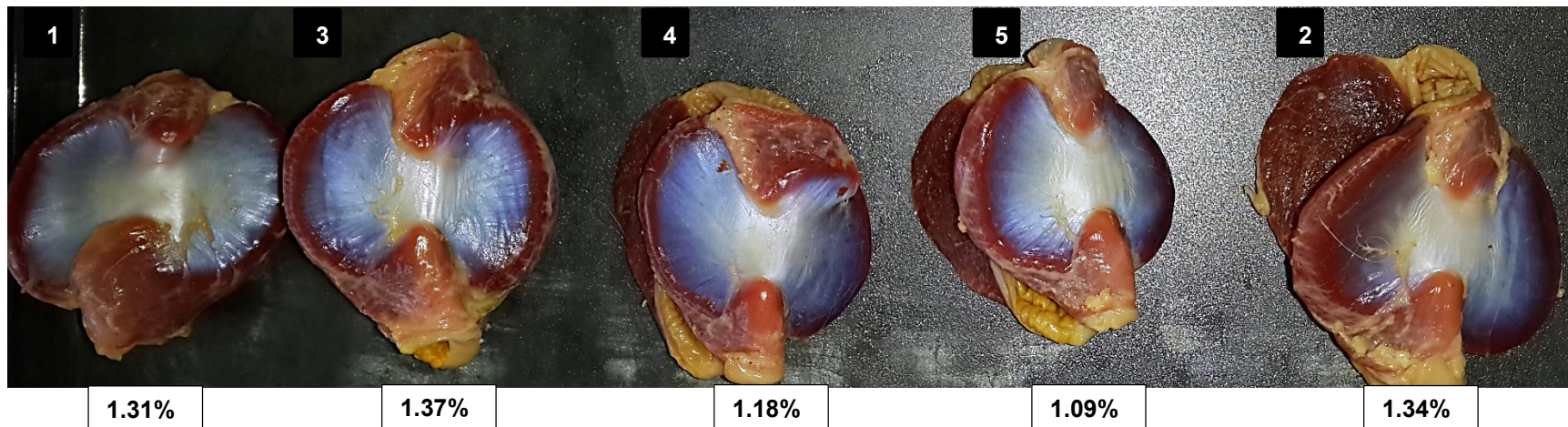


Figura 1. Mollejas de gallinas de 60 semanas de edad alimentadas con dietas de diferentes tamaños de partículas. El número en la parte superior de cada molleja indica el tratamiento al cual perteneció. El número en la parte inferior señala la proporción del peso de la molleja respecto al peso del ave.

9. ANEXOS

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

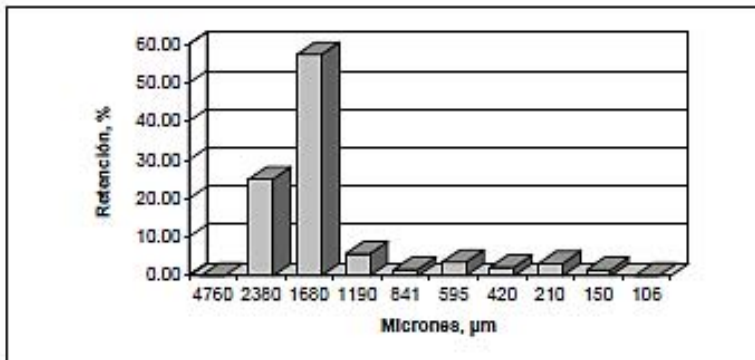
ATENCION : EZEQUIEL ROSALES
 CLIENTE : UNAM
 MUESTRA : SORGO MOLIDO CON MOLINO DE RODILLOS

TEST NO.: C628 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE SORGO

TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log di	WI log di	(log di - Log dgw)	WI(log di- log dgw) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.500	0.000
8	2380	50.18	25.05	74.95	3.377	169.437	0.199	1.994
12	1680	115.05	57.43	17.52	3.225	371.072	0.048	0.266
16	1190	11.28	5.63	11.89	3.076	34.692	-0.102	0.117
20	841	3.21	1.60	10.29	2.925	9.389	-0.252	0.205
30	595	7.02	3.50	6.78	2.775	19.477	-0.403	1.139
40	420	4.36	2.18	4.61	2.623	11.437	-0.554	1.338
65	210	6.22	3.10	1.50	2.322	14.444	-0.855	4.547
100	150	3.01	1.50	0.00	2.176	6.550	-1.001	3.017
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-1.152	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	1.50	0.000	0.000	-3.177	0.000
SUMA TOTAL		200.33	100.00	229.05	28.20	636.50	-6.75	12.62

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	1504	DSV. STR.	1.78
g/cc	1.35		
AREA DE SUPERFICIE(CM ²)/GRAMO	34.92	PARTICULAS / GRAMO	9.79E+02
RANGO DE PARTICULAS	844	A	2681



ATENTAMENTE
 Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA,
 JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

ATENCION : EZEQUIEL ROSALES

CLIENTE : UNAM

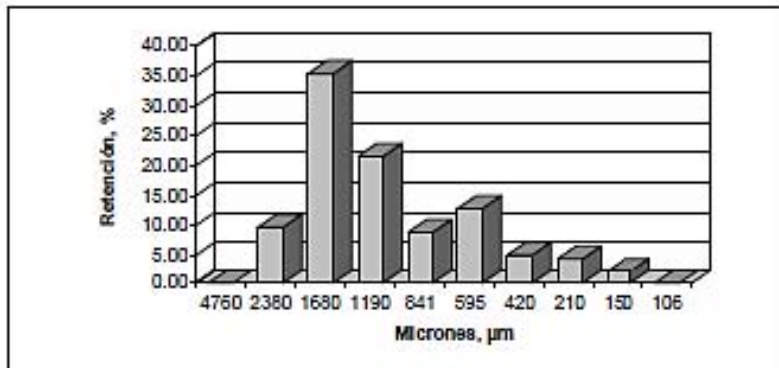
MUESTRA : SORGO MOLIDO CON MOLINO DE MARTILLOS
UTILIZANDO MALLA DE 4.5 mm

TEST NO.: 0629 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE SORGO

TYLER CRIBA NO.	d Mm	WI Cramoc	PI (%)	Sum PI (% mcnoc dc)	log d	WI log d	(log d - Log dgw)	WI(log d - log dgw)^2
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.648	0.000
8	2380	19.30	9.68	90.32	3.377	65.168	0.347	2.321
12	1680	70.57	35.39	54.93	3.225	227.610	0.196	2.699
16	1190	43.05	21.59	33.34	3.076	132.402	0.046	0.090
20	841	17.60	8.83	24.51	2.925	51.475	-0.105	0.194
30	595	25.60	12.84	11.68	2.775	71.028	-0.255	1.668
40	420	10.12	5.08	6.60	2.623	26.547	-0.407	1.672
65	210	8.66	4.34	2.26	2.322	20.110	-0.708	4.335
100	150	4.50	2.26	0.00	2.176	9.792	-0.854	3.279
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-1.004	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	2.26	0.000	0.000	-3.030	0.000
SUMA TOTAL		199.40	100.00	325.89	28.20	604.13	-5.13	16.26

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	1071	DSV. STR.	1.93
g/cc	1.35		
AREA DE SUPERFICIE(CM^2)/GRAMO	51.51	PARTICULAS / GRAMO	4.22E+03
RANGO DE PARTICULAS	555	A	2067



ATENTAMENTE
Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA.
JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

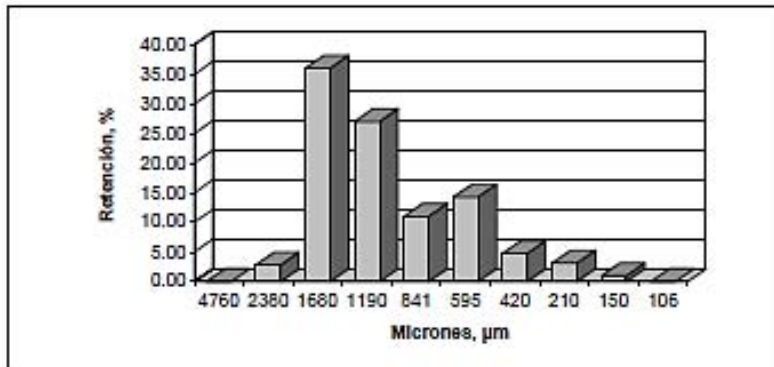
ATENCION : EZEQUIEL ROSALES
CLIENTE : UNAM
MUESTRA : SORGO MOLIDO CON MOLINO DE MARTILLOS
UTILIZANDO MALLA DE 3.5 mm

TEST NO.: 0630 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE SORGO

TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log dI	WI log dI	(log dI - Log d _{gw})	WI(log dI - log d _{gw}) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.653	0.000
8	2380	5.67	2.84	97.16	3.377	19.145	0.352	0.702
12	1680	71.85	36.01	61.15	3.225	231.738	0.201	2.891
16	1190	53.98	27.05	34.10	3.076	166.018	0.051	0.140
20	841	21.97	11.01	23.09	2.925	64.258	-0.100	0.219
30	595	28.43	14.25	8.84	2.775	78.880	-0.250	1.780
40	420	9.42	4.72	4.12	2.623	24.711	-0.401	1.518
65	210	6.25	3.13	0.99	2.322	14.514	-0.702	3.084
100	150	1.97	0.99	0.00	2.176	4.287	-0.849	1.419
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.999	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	0.99	0.000	0.000	-3.025	0.000
SUMA TOTAL		199.54	100.00	330.43	28.20	603.55	-5.07	11.75

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	1059	DSV. STR.	1.75
g/cc	1.35		
AREA DE SUPERFICIE(CM ²)/GRAMO	49.08	PARTICULAS / GRAMO	2.55E+03
RANGO DE PARTICULAS	605	A	1851



ATENTAMENTE
Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA.
JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

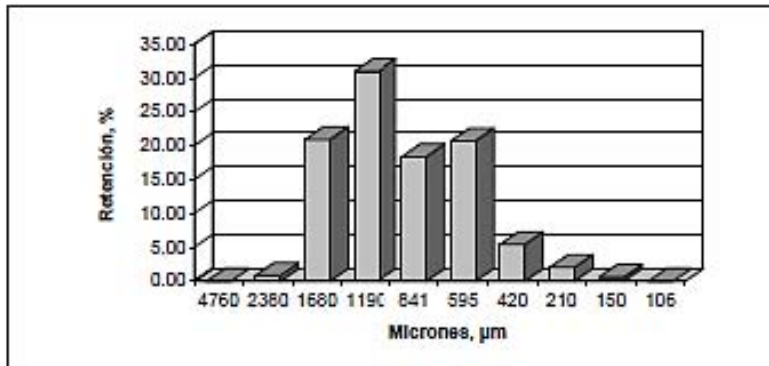
ATENCION : EZEQUIEL ROSALES
 CLIENTE : UNAM
 MUESTRA : SORGO MOLIDO CON MOLINO DE MARTILLOS
 UTILIZANDO MALLA DE 2.5 mm

TEST NO.: C631 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE SORGO

TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log di	WI log di	(log di - Log dgw)	Wi(log di - log dgw) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.704	0.000
8	2380	1.73	0.87	99.13	3.377	5.841	0.402	0.280
12	1680	41.81	20.95	78.19	3.225	134.850	0.251	2.639
16	1190	61.84	30.98	47.21	3.076	190.192	0.101	0.637
20	841	36.71	18.39	28.82	2.925	107.369	-0.049	0.089
30	595	41.44	20.76	8.06	2.775	114.976	-0.200	1.651
40	420	10.85	5.44	2.62	2.623	28.462	-0.351	1.336
65	210	4.01	2.01	0.61	2.322	9.312	-0.652	1.704
100	150	1.22	0.61	0.00	2.176	2.655	-0.798	0.777
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.949	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	0.61	0.000	0.000	-2.974	0.000
SUMA TOTAL		199.61	100.00	365.24	28.20	593.66	-4.51	9.11

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	942	DSV. STR.	1.64
g/cc	1.35		
AREA DE SUPERFICIE(CM*2)/GRAMO	53.25	PARTICULAS / GRAMO	2.63E+03
RANGO DE PARTICULAS	576	A	1541



ATENTAMENTE
 Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA.
 JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

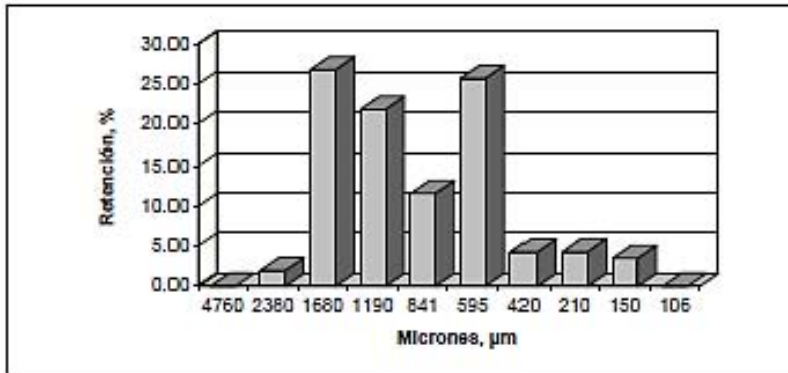
PEDIDO: 9640

ATENCION : EZEQUIEL ROSALES
 CLIENTE : UNAM
 MUESTRA : SOYA SIN PROCESO ADICIONAL DE MOLIENDA

TEST NO.:	C632	FECHA:	05/05/2015	INGREDIENTE	SOYA INTEGRAL			
TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log di	WI log di	(log di - Log dgw)	Wi(log di - log dgw) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.734	0.000
8	2380	3.87	1.94	98.06	3.377	13.067	0.433	0.727
12	1680	53.50	26.79	71.27	3.225	172.554	0.282	4.258
16	1190	43.65	21.86	49.42	3.076	134.248	0.132	0.765
20	841	23.13	11.58	37.84	2.925	67.651	-0.018	0.008
30	595	51.36	25.72	12.12	2.775	142.499	-0.169	1.461
40	420	8.61	4.31	7.81	2.623	22.586	-0.320	0.681
65	210	8.65	4.33	3.48	2.322	20.087	-0.621	3.336
100	150	6.95	3.48	0.00	2.176	15.124	-0.767	4.090
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.918	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	3.48	0.000	0.000	-2.943	0.000
SUMA TOTAL		199.72	100.00	383.49	26.20	567.82	-4.17	15.53

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	877	DSV. STR.	1.90
g/cc	0		
AREA DE SUPERFICIE(CM ²)/GRAMO	#jDIV/0!	PARTICULAS / GRAMO	#jDIV/0!
RANGO DE PARTICULAS	462	A	1667



ATENTAMENTE
 Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA,
 JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

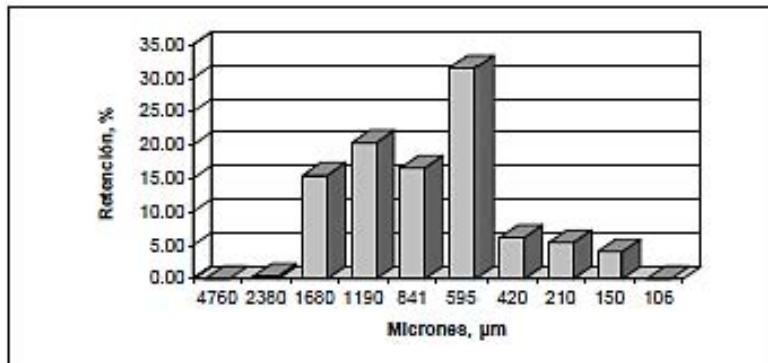
PEDIDO: 9640

ATENCION : EZEQUIEL ROSALES
CLIENTE : UNAM
MUESTRA : SOYA MOLIDA CON MOLINO DE MARTILLOS
UTILIZANDO MALLA DE 4.5 mm

TEST NO.:	C633	FECHA:	05/05/2015	INGREDIENTE	SOYA			
TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log dI	WI log dI	(log dI - Log dgw)	WI(log dI - log dgw) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.803	0.000
8	2380	0.85	0.43	99.57	3.377	2.870	0.502	0.214
12	1680	30.95	15.51	84.07	3.225	99.823	0.350	3.800
16	1190	40.60	20.34	63.73	3.076	124.867	0.201	1.634
20	841	33.01	16.54	47.19	2.925	96.548	0.050	0.092
30	595	62.88	31.50	15.68	2.775	174.462	-0.100	0.634
40	420	12.40	6.21	9.47	2.623	32.528	-0.252	0.785
65	210	10.80	5.41	4.06	2.322	25.080	-0.553	3.299
100	150	8.10	4.06	0.00	2.176	17.626	-0.699	3.956
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.850	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	4.06	0.000	0.000	-2.875	0.000
SUMA TOTAL		199.59	100.00	427.82	28.20	573.80	-3.42	14.40

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	750	DSV. STR.	1.86
g/cc	0		
AREA DE SUPERFICIE(CM^2)/GRAMO	#iDIVi0!	PARTICULAS / GRAMO	#iDIVi0!
RANGO DE PARTICULAS	404	A	1392



ATENTAMENTE
Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA,
JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 REPORTE DE GRANULOMETRIA

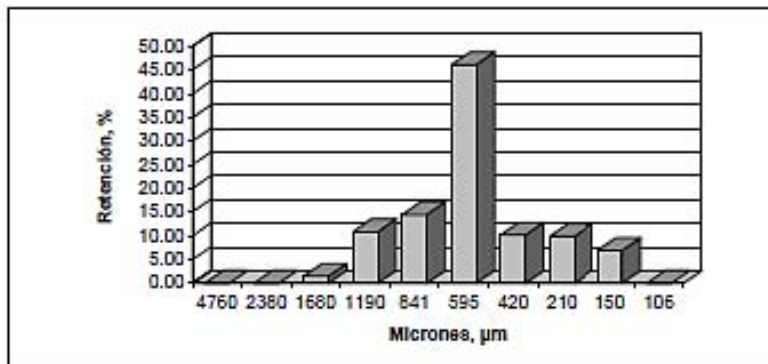
PEDIDO: 9640

ATENCION : EZEQUIEL ROSALES
 CLIENTE : UNAM
 MUESTRA : SOYA MOLIDA CON MOLINO DE MARTILLOS
 UTILIZANDO MALLA DE 3.5mm

TEST NO.: C634 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE PASTA SOYA

TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log dI	WI log dI	(log dI - Log dgw)	WI(log dI - log dgw)*2
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.943	0.000
8	2380	0.00	0.00	100.00	3.377	0.000	0.642	0.000
12	1680	2.97	1.49	98.51	3.225	9.579	0.491	0.717
16	1190	21.69	10.86	87.65	3.076	66.709	0.341	2.529
20	841	28.95	14.50	73.15	2.925	84.673	0.191	1.053
30	595	92.06	46.10	27.05	2.775	255.422	0.040	0.150
40	420	20.43	10.23	16.82	2.623	53.593	-0.111	0.251
65	210	19.84	9.94	6.88	2.322	46.073	-0.412	3.366
100	150	13.74	6.88	0.00	2.176	29.899	-0.558	4.278
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.709	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	6.88	0.000	0.000	-2.734	0.000
SUMA TOTAL		199.68	100.00	516.94	28.20	545.95	-1.87	12.34
OBSERVACIONES:								

PROMEDIO MICRONES	542	DSV. STR.	1.77
g/cc	1.26		
AREA DE SUPERFICIE(CM ²)/GRAMO	103.48	PARTICULAS / GRAMO	2.18E+04
RANGO DE PARTICULAS	3C6	A	961



ATENTAMENTE
 Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA,
 JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

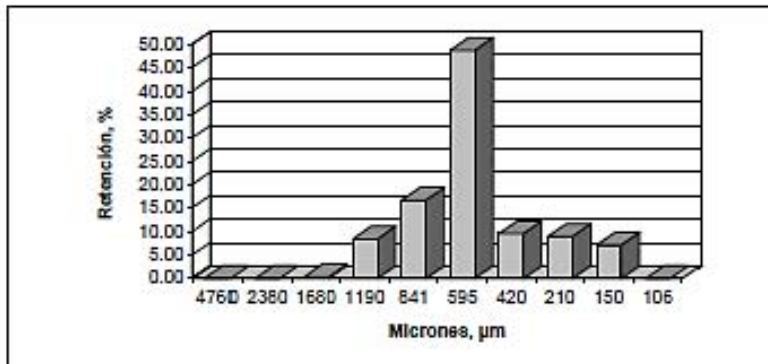
ATENCION : EZEQUIEL ROSALES
 CLIENTE : UNAM
 MUESTRA : SOYA MOLIDA CON MOLINO DE MARTILLOS
 UTILIZANDO MALLA DE 2.5mm

TEST NO.: C635 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE PASTA SOYA

TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log dI	WI log dI	(log dI - Log dIw)	WI(log dI - log dIw) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.949	0.000
8	2380	0.00	0.00	100.00	3.377	0.000	0.648	0.000
12	1680	0.58	0.29	99.71	3.225	1.871	0.497	0.143
16	1190	16.85	8.43	91.28	3.076	51.823	0.347	2.033
20	841	33.46	16.74	74.53	2.925	97.864	0.197	1.293
30	595	97.41	48.74	25.79	2.775	270.266	0.046	0.209
40	420	19.21	9.61	16.18	2.623	50.393	-0.105	0.212
65	210	18.03	9.02	7.16	2.322	41.870	-0.406	2.972
100	150	14.30	7.16	0.00	2.176	31.118	-0.552	4.359
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.703	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	7.16	0.000	0.000	-2.728	0.000
SUMA TOTAL		199.84	100.00	521.80	28.20	545.20	-1.81	11.22

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	535	DSV. STR.	1.73
g/cc	1.26		
AREA DE SUPERFICIE(CM ²)/GRAMO	103.33	PARTICULAS / GRAMO	1.96E+04
RANGO DE PARTICULAS	310	A	923



ATENTAMENTE
 Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA.
 JEFE DE LABORATORIO

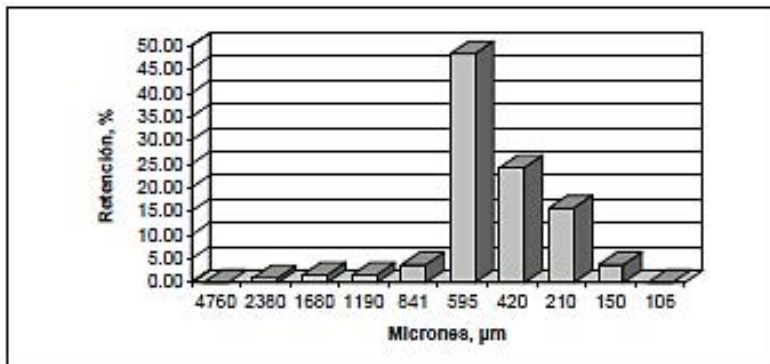
PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

ATENCION : EZEQUIEL ROSALES
CLIENTE : UNAM
MUESTRA : DDG'S

TEST NO.:	C636	FECHA:	05/05/2015	INGREDIENTE	DDG'S				
TYLER CRIBA NO.	c Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log dl	WI log dl	(log dl - Log dgw)	WI(log dl - log dgw) ²	
4	4750	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	1.010	0.000	
8	2330	1.90	0.95	99.05	3.377	6.415	0.709	0.955	
12	1630	3.21	1.60	97.45	3.225	10.353	0.558	0.999	
16	1190	3.17	1.58	95.86	3.076	9.749	0.408	0.528	
20	841	7.51	3.75	92.11	2.925	21.965	0.257	0.497	
30	595	96.65	48.32	43.79	2.775	268.157	0.107	1.108	
40	420	48.56	24.28	19.52	2.623	127.385	-0.044	0.095	
65	210	31.60	15.80	3.72	2.322	73.382	-0.345	3.766	
100	150	7.44	3.72	0.00	2.176	16.190	-0.491	1.796	
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.642	0.000	
Bandeja	c	0.00	0.00	3.72	0.000	0.000	-2.667	0.000	
SUMA TOTAL		200.04	100.00	555.21	28.20	533.60	-1.14	9.75	
OBSERVACIONES:									

PROMEDIO MICRONES	465	DSV. STR.	1.66
g/cc	1.26		
AREA DE SUPERFICIE(CM*2)/GRAMO	116.52	PARTICULAS / GRAMO	2.52E+04
RANGO DE PARTICULAS	280	A	773



ATENTAMENTE
Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA
JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

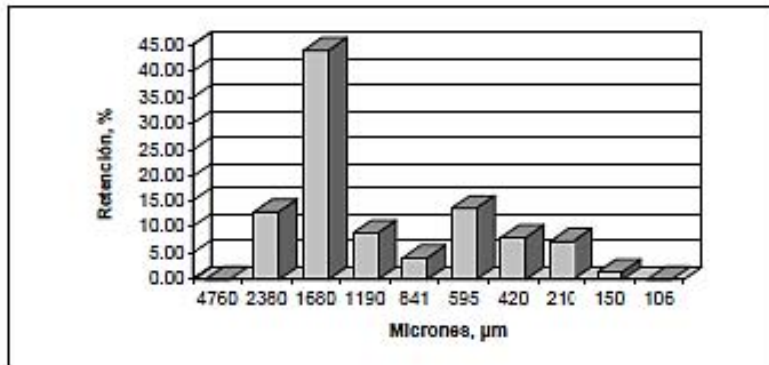
ATENCIÓN: EZEQUIEL ROSALES
CLIENTE: UNAM
MUESTRA: ALIMENTO GALLINA DE POSTURA T1

% PROTEINA: 14.37

TEST N.º: C637 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE ALIMENTO

TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log dI	WI log dI	(log dI - Log d _{gw})	WI(log dI - log d _{gw}) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.648	0.000
8	2380	25.80	12.87	87.13	3.377	87.116	0.347	3.104
12	1680	88.15	43.97	43.16	3.225	284.311	0.196	3.372
16	1190	17.78	8.87	34.29	3.076	54.683	0.046	0.037
20	841	8.20	4.09	30.20	2.925	23.983	-0.105	0.090
30	595	27.16	13.55	16.65	2.775	75.356	-0.255	1.769
40	420	15.99	7.98	8.67	2.623	41.946	-0.406	2.642
65	210	14.55	7.26	1.41	2.322	33.788	-0.708	7.284
100	150	2.83	1.41	0.00	2.176	6.158	-0.854	2.052
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-1.004	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	1.41	0.000	0.000	-3.030	0.000
SUMA TOTAL		200.46	100.00	322.91	28.20	607.34	-5.13	20.36
OBSERVACIONES:								

PROMEDIO MICRONES	1371	DSV. STR.	2.08
g/cc	1.26		
AREA DE SUPERFICIE(CM ²)/GRAMO	58.21	PARTICULAS / GRAMO	7.29E+03
RANGO DE PARTICULAS	514	A	2231



ATENTAMENTE
Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA
JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

ATENCION: EZEQUIEL ROSALES
 CLIENTE: UNAM
 MUESTRA: ALIMENTO GALLINA DE POSTURA T2

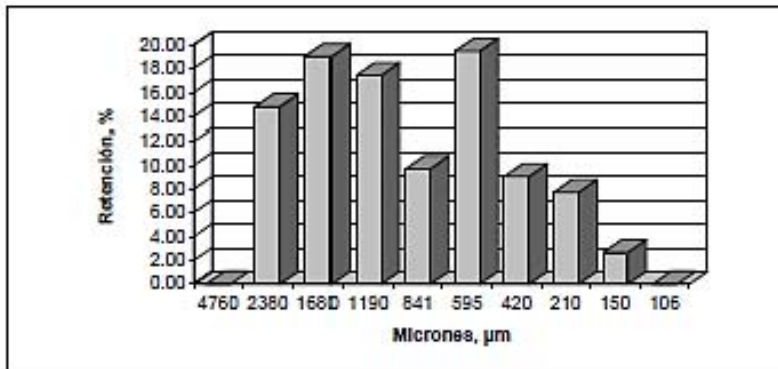
% PROTEINA: 16.44

TEST NO.: C641 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE ALIMENTO

TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log dI	WI log dI	(log dI - Log dgw)	WI(log dI - log dgw) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.726	0.000
8	2380	29.57	14.80	85.20	3.377	99.845	0.425	5.335
12	1680	38.05	19.04	66.15	3.225	122.723	0.273	2.846
16	1190	34.85	17.44	48.71	3.076	107.183	0.124	0.534
20	841	19.44	9.73	38.98	2.925	56.858	-0.027	0.014
30	595	38.91	19.48	19.51	2.775	107.956	-0.177	1.223
40	420	18.15	9.08	10.42	2.623	47.612	-0.329	1.959
65	210	15.46	7.74	2.68	2.322	35.902	-0.630	6.128
100	150	5.36	2.68	0.00	2.176	11.664	-0.776	3.225
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.927	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	2.68	0.000	0.000	-2.952	0.000
SUMA TOTAL		199.79	100.00	374.34	28.20	589.74	-4.27	21.27

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	895	DSV. STR.	2.12
g/cc	1.26		
AREA DE SUPERFICIE(CM ²)/GRAMO	70.55	PARTICULAS / GRAMO	1.40E+04
RANGO DE PARTICULAS	422	A	1897



ATENTAMENTE
 Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA.
 JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

ATENCION : EZEQUIEL ROSALES
 CLIENTE : UNAM
 MUESTRA : ALIMENTO GALLINA DE POSTURA T3

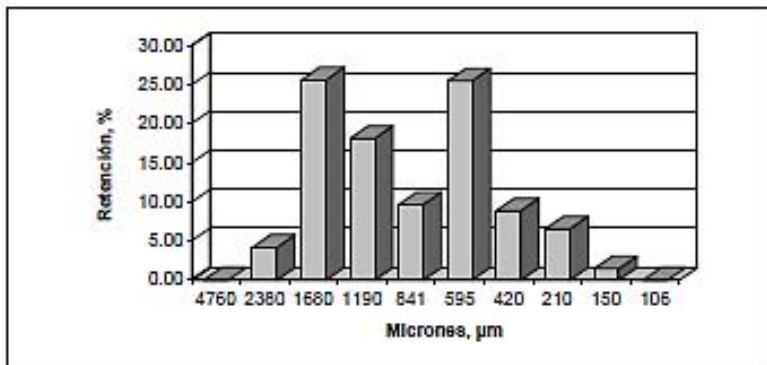
% PROTEINA: 16.10

TEST NO.: C638 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE ALIMENTO

TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log dI	WI log dI	(log dI - Log dgw)	WI(log dI - log dgw) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.745	0.000
8	2380	8.36	4.19	95.81	3.377	28.228	0.444	1.650
12	1680	51.13	25.60	70.22	3.225	164.910	0.293	4.388
16	1190	36.19	18.12	52.10	3.076	111.304	0.143	0.742
20	841	19.36	9.69	42.41	2.925	56.624	-0.008	0.001
30	595	50.89	25.48	16.93	2.775	141.195	-0.158	1.268
40	420	17.79	8.91	8.02	2.623	46.668	-0.309	1.700
65	210	13.12	6.57	1.45	2.322	30.468	-0.610	4.884
100	150	2.90	1.45	0.00	2.176	6.311	-0.756	1.659
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.907	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	1.45	0.000	0.000	-2.932	0.000
SUMA TOTAL		199.74	100.00	388.38	28.20	585.71	-4.05	16.29

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	856	DSV. STR.	1.93
g/cc	1.26		
AREA DE SUPERFICIE(CM ²)/GRAMO	69.08	PARTICULAS / GRAMO	8.87E+03
RANGO DE PARTICULAS	443	A	1652



ATENTAMENTE
 Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA.
 JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

PEDIDO: 9640

ATENCIÓN: EZEQUIEL ROSALES

CLIENTE: UNAM

MUESTRA

ALIMENTO GALLINA DE POSTURA T4

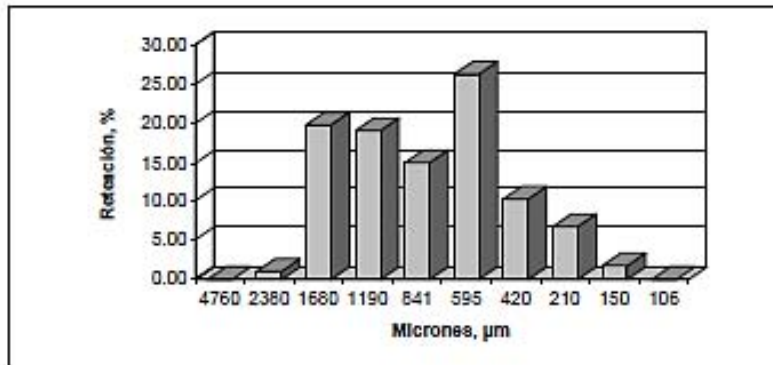
% PROTEINA: 17.14

TEST NO.: C639 FECHA: 05/05/2015 INGREDIENTE ALIMENTO

TYLER CRIBA NO.	d Micrones	WI Gramos	PI (%)	Sum PI (% menos de)	log dI	WI log dI	(log dI - Log dgw)	WI(log dI - log dgw) ²
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.783	0.000
8	2380	2.04	1.02	98.98	3.377	6.868	0.482	0.474
12	1680	39.63	19.85	79.12	3.225	127.619	0.331	4.337
16	1190	38.25	19.16	59.96	3.076	117.640	0.181	1.254
20	841	30.08	15.07	44.89	2.925	87.978	0.030	0.028
30	595	52.43	26.27	18.62	2.775	145.468	-0.120	0.755
40	420	20.39	10.22	8.41	2.623	53.488	-0.271	1.500
65	210	13.33	6.68	1.73	2.322	30.955	-0.572	4.366
100	150	3.45	1.73	0.00	2.176	7.508	-0.718	1.781
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.869	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	1.73	0.000	0.000	-2.895	0.000
SUMA TOTAL		199.60	100.00	413.44	28.20	577.74	-3.64	14.49

OBSERVACIONES:

PROMEDIO MICRONES	784	DSV. STR.	1.86
g/cc	1.26		
AREA DE SUPERFICIE(CM ²)/GRAMO	73.60	PARTICULAS / GRAMO	9.30E+03
RANGO DE PARTICULAS	422	A	1459



ATENTAMENTE
Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA,
JEFE DE LABORATORIO

PREMEZCLAS Y VITAMINAS TEPA S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REPORTE DE GRANULOMETRIA

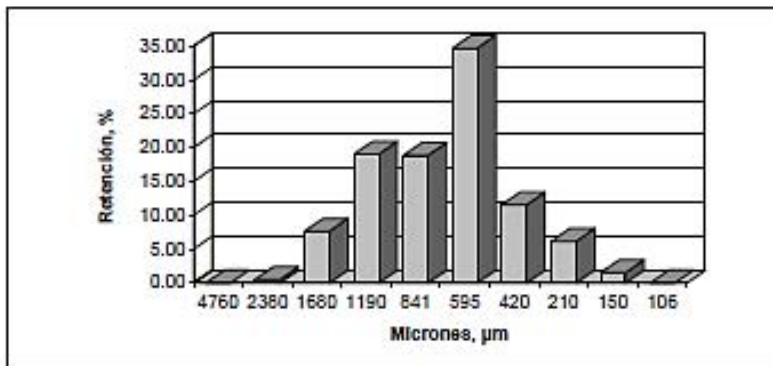
PEDIDO: 9640

ATENCION : EZEQUIEL ROSALESCLIENTE : UNAMMUESTRA : ALIMENTO GALLINA DE POSTURA T5

% PROTEINA: 16.79

TEST NO.:	C&D	FECHA:	INGREDIENTE ALIMENTO					
TYLER	d	WI	PI	Sum PI	log dl	WI log dl	(log dl -	WI(log dl-
CRIBA NO.	Micrones	Gramos	(%)	(% menos de)			Log dgw)	log dgw)*2
4	4760	0.00	0.00	100.00	3.678	0.000	0.835	0.000
8	2380	0.97	0.49	99.51	3.377	3.275	0.534	0.276
12	1680	15.26	7.64	91.68	3.225	49.218	0.382	2.232
16	1190	37.99	19.01	72.87	3.076	116.840	0.233	2.057
20	841	37.73	18.88	53.99	2.925	110.353	0.082	0.253
30	595	69.38	34.72	19.27	2.775	192.496	-0.068	0.324
40	420	23.10	11.56	7.71	2.623	60.597	-0.220	1.114
65	210	12.31	6.16	1.55	2.322	28.587	-0.521	3.336
100	150	3.10	1.55	0.00	2.176	6.746	-0.667	1.378
140	106	0.00	0.00	0.00	2.025	0.000	-0.818	0.000
Bandeja	0	0.00	0.00	1.55	0.000	0.000	-2.843	0.000
SUMA TOTAL		199.84	100.00	448.33	28.20	568.11	-3.07	10.97
OBSERVACIONES:								

PROMEDIO MICRONES	696	DSV. STR.	1.72
g/cc	1.26		
AREA DE SUPERFICIE(CM*2)/GRAMO	79.10	PARTICULAS / GRAMO	8.71E+03
RANGO DE PARTICULAS	406	A	1194



ATENTAMENTE
 Q.F.B. MA. GUADALUPE ANDRADE AVIÑA.
 JEFE DE LABORATORIO