

103
2ej

DETERMINACION DEL TIEMPO OPTIMO DE MEZCLADO EN ALIMENTOS
BALANCEADOS DE USO PECUARIO, MEDIANTE EL EMPLEO DE
MICRORRASTREADORES FERRICOS COLOREADOS.

Tesis presentada ante la División de Estudios Profesionales
de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la
Universidad Nacional Autónoma de México
para obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista
por
Héctor Manuel Huerta Garay

Asesores: M.V.Z José Luis Laparra Vega.

M.V.Z. Jorge Cesar Ponce de León Rosales.

M.V.Z. Pedro Ochoa Galván.

México D.F.

1989

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	16
DISCUSION.....	20
CONCLUSIONES.....	23
LITERATURA CITADA.....	25
TABLAS.....	28
CUADROS.....	30
GRAFICAS.....	36
FIGURAS.....	39

RESUMEN

HUERTA GARAY HECTOR MANUEL. Determinación del tiempo óptimo de mezclado en alimentos balanceados de uso pecuario, mediante el empleo de microrrastreadores férricos coloreados. (Bajo la dirección de: M.V.Z. José Luis Laparra Vega, M.V.Z. Jorge Ponce de León Rosales y M.V.Z. Pedro Ochoa Galván).

A medida que los conocimientos sobre la nutrición de los animales han sido más precisos, también ha aumentado la exactitud de los valores nutricionales, estimados para determinada especie animal con diferente edad, función zootécnica y nivel de producción; sin embargo, aún teniendo la mejor fórmula alimenticia, no se podrán obtener los mejores resultados como producto de un deficiente mezclado de los ingredientes que la conforman. El objetivo del trabajo fue el de determinar el tiempo óptimo de mezclado en mezcladoras verticales, con capacidad para una tonelada, mediante el empleo de microrrastreadores férricos coloreados (MR-F). El método analítico y estadístico para la detección de éstos, es descrito. En las tres mezcladoras analizadas, el tiempo de mezclado óptimo se situó en el minuto 10, y el estado mecánico de las mezcladoras fue determinante para la probabilidad de obtener un mezclado aceptable.

INTRODUCCION

A medida que los conocimientos sobre la nutrición de los animales van siendo más precisos, también ha aumentado la exactitud de los valores estimados para las necesidades nutricionales de cada especie animal doméstica, con determinada edad, función zootécnica y nivel de producción; sin embargo, aún teniendo la mejor fórmula alimentaria apoyada en muchos años de estudio, tanto a nivel de ciencias puras como aplicadas, no se podrá obtener el máximo beneficio de ella como resultado de un deficiente mezclado de los ingredientes que la conforman, provocando con esto, que los individuos alimentados, obtengan unos días menos nutrimentos de los que necesitan, mientras que otros días consumirán una porción con exceso de nutrimentos, por lo que en ambos casos exhibirán un inadecuado rendimiento productivo (2,3,15,17); por ejemplo, en pollos jóvenes, una ligera carencia de algunos de los aminoácidos esenciales, trae como consecuencia un descenso en el crecimiento; si la carencia es mayor en tiempo o cantidad, el resultado será un cese del crecimiento o pérdida de éste de un 6-7 % del peso vivo por día (15,16,17).

Después del proceso de molienda, el siguiente paso en la elaboración de un alimento es el mezclado, cuya función es combinar diversas sustancias de origen vegetal, animal, mineral o sintético para formar una ración (7,15). Esto adquiere una importancia determinante, cuando se hace

referencia a la explotación intensiva de las aves, ya que en su primer semana de vida, el pollo consume un promedio de 20 gramos de alimento por día; si junto con esto, se considera que el alimento en cuestión debe incluir un coccidiostato en cantidades tan pequeñas como 50 gramos por tonelada para quedar en la mezcla final con una dilución de 1:20'000, se tendrá una apreciación de la importancia del comportamiento productivo de la mezcladora, para asegurar que cada ave recibirá todos los nutrientes y aditivos que necesita cada día (5,10). La uniformidad del mezclado llega a ser importante también cuando se mezclan ingredientes con bajo margen de seguridad, tal y como ocurre con el selenio, si se añade cierta cantidad y el mezclado es deficiente, una porción de la ración, puede contener una alta concentración del elemento, lo que puede conducir a una intoxicación (8).

El objetivo del mezclado, es el de lograr que las diferentes sustancias que conforman la ración, y de manera especial las vitaminas, minerales y aditivos, se encuentren unas respecto a las otras, lo más cerca posible (2,3); la mezcla perfecta, se puede por ello definir, como aquella en la que todas las muestras de un alimento, contienen los componentes en las mismas proporciones que la mezcla formulada; sin embargo, esto sólo se puede obtener, por la agrupación ordenada de los ingredientes y será un resultado muy improbable, de cualquier proceso de mezcla práctico; por ello, se ha utilizado otro enfoque, con base en el

comportamiento de los ingredientes, dentro del proceso de mezclado, el cual cumple las condiciones de la Distribución Teórica de Poisson como es que: a) las ocurrencias de los eventos son independientes, b) en teoría, es posible obtener un número infinito de ocurrencias del evento en el mismo intervalo, c) la probabilidad de la ocurrencia única del evento en un intervalo dado, es proporcional a la longitud del intervalo y d) en cualquier porción infinitesimal pequeña del intervalo, se desprecia la probabilidad de más de una ocurrencia del evento; por tal motivo se ha definido a la mezcla perfecta, como aquella en la que los componentes de las muestras, están en proporciones cuya probabilidad estadística de ocurrencia, es igual a la de una Distribución Teórica de Poisson de los elementos originales (2,3,15,19). Para tal efecto, los fabricantes de alimentos, suministran un tiempo de mezclado, según el tipo de mezcladora con el que se esté trabajando; sin embargo, el tiempo suministrado, no se ajusta al tipo de ración o materia prima que se esté utilizando, ni al desgaste gradual de los listones, helicoidales y paletas de la mezcladora; debido a esto, es mejor evaluar cada mezcladora periódicamente, para asegurarse de que el desempeño, no está afectando la eficiencia del mezclado (3,4,5,12).

Las mezcladoras de materiales secos se pueden englobar en dos grandes grupos: horizontales y verticales. Las mezcladoras horizontales, (figuras 1 y 2) son usadas en su mayoría por los grandes fabricantes de alimentos balanceados;

éstas someten la mezcla a la acción de listones o paletas helicoidales, que la empujan o elevan imprimiéndole una rotación. Las ventajas de este tipo de mezcladoras, es que presentan pocos espacios muertos en su interior y en términos de capacidad, tiempo de mezclado y descarga del alimento, son las mejores (2,4,11). La mezcladora vertical, figura 3, es el que cumple con mayor proximidad con las exigencias del pequeño fabricante de alimentos, respecto a materiales secos, es más barata y necesita menos potencia que las mezcladoras horizontales, y si se dota de un alimentador y una salida rápida, es capaz de mezclar un lote de ingredientes, en 15 o 20 minutos; sin embargo, no son adecuadas para mezclar melaza, ya que ésta ensucia las paredes de la mezcladora y la hélice, pero pueden mezclar satisfactoriamente grasa o aceite (5,18,21).

Por otro lado, se conoce que uno de los factores que afectan la uniformidad de un mezclado, son las propiedades físicas de los ingredientes, tales como tamaño de la partícula, forma y densidad, entre otros (10); cuando hay que mezclar dos clases de partículas sólidas que son del mismo tamaño, pero de diferente densidad, la más pesada cae hacia el fondo del recipiente. Cuando son de la misma densidad pero de diferente tamaño, las partículas más pequeñas caen hacia el fondo; lo mismo sucede con las partículas redondas y lisas, en tanto que las poliédricas y dentadas, ascienden hacia la parte superior de la masa. Cuando hay que mezclar sólidos, hay que

vencer esas tendencias separadoras naturales, y esto se realiza por algún medio que levante el material desde el fondo, hasta la parte superior de la masa y/o que produzca un transporte horizontal por lo menos en dos sentidos opuestos del mezclado (13). El orden de adición de los ingredientes, es otro factor que se debe considerar, se recomienda, sin tener una investigación al respecto, y en atención a cuestiones físicas, cargar la mezcladora del ingrediente de mayor porcentaje de inclusión, al de menor, cuidando de agregar si hay dos, con similar porcentaje de adición, primero al de menor densidad, y después al de mayor densidad, finalizando con la adición de una parte del ingrediente inicial. Se sugiere agregar los líquidos que lleva la ración, una vez que se hayan colocado todos los sólidos y solo después de un tiempo de mezclado previo (6,15).

El control de calidad en las fábricas de alimentos, resulta ser la clave del éxito en los alimentos de tipo pecuario. En éste, se incluyen los análisis químicos de las materias primas y de uniformidad del mezclado, siendo este último decisivo para que una vez determinada la calidad de los ingredientes, sea constatada la distribución correcta en la ración (8). El control de uniformidad del alimento, no se puede hacer más que por toma de muestras y análisis de los diferentes constituyentes de la mezcla sobre cada muestra, en

general, se determinan uno o dos elementos incorporados en proporciones insignificantes (3).

Un procedimiento subjetivo para determinar el grado de uniformidad, y de los más simples, es el que consiste en dividir a un alimento terminado en tres partes iguales, y tomar una muestra de cada parte para compararlas entre sí sobre una superficie iluminada, si se encuentra bajo simple observación, diferencias en color, textura o presencia de ciertos ingredientes, indicará que se está obteniendo un pobre mezclado, haciéndose necesario corregir el problema con prontitud. Si con esta primera observación, no se encuentran diferencias aparentes, se puede separar de cada muestra una cucharada de 5 gramos para colocarla en una superficie oscura y limpia de polvo, entonces con una lupa o microscopio estereoscópico, se cuenta el número de partículas de cada ingrediente, las variaciones encontradas en cada submuestra, mostrará el grado de uniformidad del alimento; sin embargo, esto requiere mucha experiencia por parte del técnico, además de que el método no resulta práctico (9,21).

Los intentos para incluir a los análisis químicos de los alimentos (determinación de proteína, grasa, fibra cruda etc.) como herramientas para determinación de la uniformidad del mezclado de un alimento, se vieron frenados debido a que el mezclado uniforme, va en función directa con los ingredientes más difíciles de mezclar (vitaminas, minerales) porque requieren un mayor tiempo de mezclado, a diferencia de los

macroingredientes (cereales, pastas), que con un ligero mezclado, adquieren una uniformidad adecuada, y depende de estos últimos el resultado de dichos análisis químicos (2).

Se puede determinar químicamente la cantidad de minerales y vitaminas en un alimento, y correlacionar los resultados con un mezclado uniforme; sin embargo, este proceso es lento y caro, por lo que no resulta práctico. Por tal motivo, se ha tratado de determinar la uniformidad del mezclado mediante otras técnicas, como el uso de rastreadores, los cuales son sustancias recuperables incluidas en los alimentos, que permiten de manera cuantitativa conocer la uniformidad de los ingredientes y además, correlacionar la cantidad de éstos con un ingrediente determinado (8).

De los rastreadores más recomendados debido a su uso ordinario en las fórmulas alimentarias, es la sal, por lo que se puede utilizar en pruebas de rutina de control de calidad en fábricas de alimentos de uso pecuario. Los métodos comunmente utilizados, para su determinación son tres: sedimentación, determinación de cloruros através de un potenciómetro y microtitulación de cloruros en tubo capilar (5,18).

Existen otros rastreadores, que permiten un control de calidad en alimentos balanceados para animales, más prácticos, que los demás métodos conocidos hasta la fecha. Como ejemplo de éstos, se encuentran los microrrastreadores G, los cuales son finas partículas de grafito teñidas con colorantes

alimentarios (MR-G), cada gramo de éstas contiene aproximadamente 60'000 elementos del MR-G. Su recolección es por sedimentación; las ventajas del MR-G son su resistencia a la humedad y a la abrasión, los resultados se obtienen en pocos minutos y el costo por prueba es bajo (8,18).

Una innovación en cuanto a microrrastreadores se encuentra en el indicador de hierro, teñido con colorantes alimentarios estabilizados con carbonato de sodio (MR-F). Los colores incluyen azul, rojo, naranja y verde. Son partículas de tamaño muy exacto, 150-500 μ , encontrando 25'000 por cada gramo \pm 10%, lo que permite predecir con cierta precisión, el número de granos de hierro esperados en cada muestra. No hay interferencia por parte de los pigmentos naturales de las plantas, ni de los aditivos coloreados en la detección del MR-F. Los microrrastreadores F, permanecen estables en alimento empastillado o en harina por más de seis meses, con la salvedad de no ser mezclados con propilén glicol, cloruro de colina o agua. La recuperación del MR-F es por medio de magnetismo, ya sea con el frasco de Masson o con el Detector Magnético Rotatorio (D.M.R.)*. El frasco de Masson tiene las ventajas de ser económico y práctico, por no requerir de energía eléctrica para su funcionamiento; sin embargo, es menos preciso que el Detector Magnético Rotatorio y solo permite analizar una pequeña cantidad de muestra, 65 gramos por partida. El Detector Magnético Rotatorio, aunque su costo

* Grupo REKA, Atenco 19 Fracc. Ind. La Perla, Naucalpan, Edo, de México.

inicial es mucho mayor que el frasco de Masson, su precisión, rapidez y fácil manejo, lo hacen ideal para el análisis de una gran cantidad de muestras, además de que el costo del aparato se compensa al mejorar el desempeño de la máquina mezcladora. El análisis de las muestras es más rápido que con los MR-G, debido a que se puede analizar una mayor cantidad de muestra, 500 gramos por partida, en el D.M.R., a diferencia del MR-G que es de 25 gramos por partida. En la práctica, la recuperación del MR-F es del 80 % para el alimento en harina, y del 65 % para el alimento enpastillado o en grano (1,5,8,12,18).

Con fundamento en lo anterior, se considera necesario realizar, de manera periódica, el control de la uniformidad de los lotes de mezclas en las fábricas de alimentos de uso pecuario, con una metodología precisa y comprobada, para detectar y corregir a tiempo, problemas relacionados con el mezclado.

HIPOTESIS.

El tiempo utilizado actualmente en las mezcladoras verticales, no es el adecuado, y por tal motivo los alimentos terminados no presentan una uniformidad óptima.

OBJETIVO:

Determinar el tiempo óptimo de mezclado del alimento elaborado en mezcladoras verticales, para evaluar si el tiempo utilizado actualmente es el adecuado.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se realizó en la fábrica de alimentos de la Granja Experimental Avícola y Bioterio de la F.M.V.Z. de la U.N.A.M., localizada en la colonia Zapotitlán, Delegación de Tlahuac en México D.F.

La determinación del tiempo óptimo de mezclado, se hizo en cada una de las tres mezcladoras verticales, marca "Guadalajara" modelo MPT, con capacidad cada una de ellas, para una tonelada, impulsadas con un motor eléctrico de 7.5 H.P. y 1750 R.P.M., y con una velocidad del helicoidal de la mezcladora de 460 R.P.M., calculadas con base en la siguiente fórmula: $(D_1/D_h)(R.P.M. \text{ del motor}) = R.P.M. \text{ del helicoidal de la mezcladora}$; donde D_1 es el diámetro del impulsor del motor y D_h es el diámetro del impulsor del helicoidal (23).

El alimento que se utilizó fué, de la misma fórmula para todo el periodo de prueba (alimento para Pollo fase III con base en sorgo y soya); se hicieron dos toneladas por mezcladora, para hacer un total de seis toneladas en todo el experimento. Para cada tonelada de alimento, se emplearon 10 gramos de MR-F que fueron agregados a la premezcla. El tiempo de mezclado empezó a contar una vez que se agregó la premezcla, al resto de los ingredientes ya colocados en la mezcladora. Las muestras se tomaron a los 10,15,20 y 25 minutos; el minuto 15, es el tiempo que se aplica actualmente a

las mezcladoras en la fábrica de alimentos. Para cada tiempo de mezclado, se detuvo la mezcladora y se depositó el alimento en costales de 40 Kg para formar 25 bultos por tonelada, numerándose en el orden en que fueron llenados del 1 al 25. Se hicieron 10 tomas de muestra por cada tiempo de mezclado y por tonelada (16,17) de los bultos 1,4,7,9,11,14,16,19,22, y 25 (2). Cada muestra fué de 200 gramos, esperando encontrar en cada una de ellas, un promedio de 50 partículas \pm 10%, lo que marca un rango de 45 a 55 partículas esperadas, de las cuales, se recupera un 80%, debido a que el alimento elaborado en la fábrica, es en forma de harina, por lo que el rango final esperado de partículas fué de 36 a 44, con un promedio de 40(1). La recolección del MR-F de las muestras, se hizo en un Detector Magnético Rotatorio (D.M.R.). Este instrumento, está diseñado para separar MR-F procedente de alimento animal, premezclas u otros productos granulados o polvosos. Para la recolección y liberación del colorante del MR-F se utilizó papel filtro "Whatman" No.1, con un pequeño orificio en el centro, para facilitar su colocación en el magneto anular del D.M.R.(8,12), de acuerdo al siguiente procedimiento: la muestra de 200 gramos, se divide en ocho partes para facilitar el conteo del MR-F, ya que como la recuperación de las partículas se concentra en una sola zona del papel filtro (figura 4), al analizar una muestra muy grande, se tiene el riesgo de que las partículas se encimen unas con otras, lo que traería como consecuencia errores en el conteo; el aparato es

puesto a funcionar, y en ese momento se comienza a agregar la submuestra de alimento de 25 gramos, con movimientos circulares alrededor de la tolva (este movimiento permite la distribución de las partículas a todo lo largo de la zona de recolección, reduciendo al mínimo el riesgo de tener dos o más partículas en un mismo lugar, que puedan dar conteos falsos) y en menos de treinta segundos, el alimento habrá pasado através del magneto, quedando en el papel filtro las partículas del MR-F. Se levanta la tapa del D.M.R., aún con el motor encendido, y se agregan 10 gotas de etanol al 65% (vol/vol), en el centro del papel filtro, e inmediatamente se apaga el aparato para posteriormente, contar las partículas, una vez que el etanol se ha difundido en el papel, y el colorante del MR-F ha dejado un veteado radiante, (el número de vetas corresponde al número de partículas del MR-F.), finalmente, se seca el papel filtro en una platina caliente y con un cepillo se eliminan los elementos que pudieran interferir con el conteo.

El procedimiento estadístico para el exámen de los resultados, fué através de la Distribución de Poisson y la Distribución ji-cuadrada (X^2), como lo marca el manual de la Microtracers, Inc. (12,19). Para determinar si un alimento está bien mezclado por medio en la Distribución de Poisson, el procedimiento a seguir es el siguiente: una vez hecho el conteo de partículas de microrrastreador en las muestras de cada tiempo, se procede a determinar su media, una vez

obtenido éste valor, entonces se procede a localizarlo en la tabla 1 de Límites de Confianza para la Distribución de Frecuencias de Poisson, y a continuación se marca el valor mínimo y el máximo de partículas que corresponden a ese promedio, (cuando el promedio se ubica con el decimal en 0.5, se toma el rango inmediato superior e inferior para determinar si en alguno de los dos, hay diferencias estadísticamente significativas), de acuerdo al límite de significancia de $\alpha = 0.05$, si alguna observación cae fuera de este límite, entonces se considera que hay una diferencia probabilística significativa, en relación con la media de la población. Para que un alimento se considere uniforme, se debe esperar obtener menos del 5% de las observaciones de cada tiempo fuera de los límites anteriormente mencionados; las apreciaciones hechas con este método, son menos sensibles que las realizadas con la X^2 . Si se quiere conocer la condición del mezclado de manera más precisa, la Distribución X^2 , permite determinarlo con base en la siguiente metodología: después de haber hecho el conteo de partículas de cada tiempo de mezclado, se procede a determinar su promedio, el cual va a servir para calcular la X^2 utilizando la siguiente fórmula: $X^2 = \sum_{i=1}^n [(X_i - \bar{X}) / \bar{X}]$. Una vez obtenida la X^2 se pasa a la tabla 2 para localizar este valor junto con sus correspondientes grados de libertad ($n - 2$), si en la intersección de estos dos números, aparece ** entonces quiere decir, que hay una diferencia estadísticamente

significativa en relación al mezclado óptimo, lo que indica un mezclado deficiente en la muestra analizada.

RESULTADOS

Como el eficiente mezclado del alimento, es directamente proporcional al estado mecánico que guarda la mezcladora, (20), fue necesario saber las condiciones mecánicas en las que se encontraban las mezcladoras cuando se realizó el experimento; la mezcladora I tenía un año y medio de haberse reparado, y mostraba un funcionamiento aparentemente adecuado, la mezcladora II contaba con un año de haberse reparado y presentaba una tensión disminuida en las bandas que impulsan al helicoidal, producto de la inadecuada colocación del motor impulsor, lo que no permitía poner a funcionar la mezcladora con toda la carga, partiendo de cero, cosa que no ocurría con la mezcladora I o III; sin embargo, su funcionamiento era en apariencia adecuado y la mezcladora III había perdido, debido al desgaste normal al que está sometida una máquina, la sustentación en su base, lo que provocaba que el helicoidal girara no sólo sobre su eje, sino en toda la base de la mezcladora, lo que traía como consecuencia que el helicoidal pegara en las paredes de la mezcladora, provocando con esto un desperfecto progresivo a la máquina, por lo que hacía pensar en un funcionamiento deficiente.

Los cuadros 1, 2, y 3 presentan el número de partículas encontradas en cada una de las muestras analizadas, por mezcladora, por tonelada y por tiempo, con su respectivo promedio, desviación estandar y coeficiente de variación. De

la mezcladora I (MI), tonelada 1 (T1), cuadro 1, el tiempo que se aproximó más al promedio esperado de 40 partículas, fue el 25, con 40.1, pero es el que mostró una dispersión mayor, en relación a lo esperado, 7 partículas, cuando lo esperado era de 4, a diferencia del tiempo 20, que tiene el promedio y la dispersión, 40.5 y 4.67 respectivamente, muy cercanos a lo esperado, al igual que el tiempo 10 que tiene una dispersión cercana al 4, al cual fue de 4.69; en la M1 Tonelada 2 (T2), el tiempo que mostró el promedio más cercano a lo esperado fue el 20, con 39.9 partículas, seguido del 15, con 39.5, pero el que mostró la menor dispersión de partículas, fué el tiempo 25, con 4.13. En la mezcladora II, tanto T1 como T2, el promedio más próximo al esperado se presentó en el tiempo 25, 39.8 y 39.0 respectivamente, pero la menor dispersión se dió en el tiempo 10 de la T1 (4.12) y en la T2 en el tiempo 25 (4.69). De la mezcladora III, los promedios que más se acercaron a lo esperado son de la T1, el 15 (40.2) y el 10 (40.5) y de T2, el 10 (40.7); la menor dispersión se encontró en el tiempo 20 (4.17) y 15 (4.95) de la T2 y en el tiempo 10 de la T1, (5.10).

Debido a que el número de partículas recuperadas no es el mismo en cada muestra analizada, cuando se comparan dos tiempos de mezclado con diferente promedio y desviación estandar, se pueden hacer apreciaciones poco objetivas, lo que puede conducir a conclusiones erróneas, por tal motivo, el coeficiente de variación ayuda a evitar este problema, al

presentar los resultados en porcentaje, lo que facilita la comparación de dos o más muestras con diferente promedio y desviación estandar (19). En la mezcladora I, cuadro 1, los tiempos con una menor dispersión, fueron de la T2 el 25 con 10.0%, y de la T1 el 10 con 11.3%. De la mezcladora II, cuadro 2, los menores porcentajes de dispersión se encontraron en el tiempo 10 de la T1, con 10.9% y en el tiempo 25 de la T2, con 12.0%. La mezcladora III, cuadro 3, presentó sus menores dispersiones en el tiempo 20 de la T2, con 9.56% y en el 10 de la T1, con 12.59%

Los resultados de la Distribución de Poisson y la ji-cuadrada (X^2), se muestran en los cuadros 4, 5 y 6 donde se observa, de acuerdo a la Distribución de Poisson, que en la mezcladora I, cuadro 4, tanto tonelada 1 como en la 2 (T1, T2), sólo se obtuvo un resultado con diferencia estadísticamente significativa ($P < .05$) en el tiempo 15 de la tonelada 2, lo cual nos indica, que en dicho tiempo el mezclado fue deficiente. En la mezcladora II (T1, T2), cuadro 5, el mezclado con diferencia estadísticamente significativa ($P < .05$) se encontró en el tiempo 20 T1, y en la mezcladora III, cuadro 6, los tiempos en los que se obtuvo un resultado con diferencia estadísticamente significativa ($P < .05$) fueron el 15 y el 25 de la T1, y el 10 de la T2. De acuerdo a los resultados obtenidos con la X^2 , se observó lo siguiente: en la mezcladora I T1 y T2, cuadro 4, no se presentaron resultados estadísticamente

significativos, salvo en el tiempo 15 de T2, donde el .082 muestra un valor muy cercano a la significancia ($P > .05$). En la mezcladora II, cuadro 5, T1 y T2, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tiempos evaluados, y en la mezcladora III, se observaron diferencias significativas en los tiempos 15 de la T1(0.21) y 25 de la T1(0.03) y diferencias muy cercanas a la significancia en los tiempos 10 de la T1(0.112) y 25 de la T2(0.151).

DISCUSION

De los resultados obtenidos en la mezcladora I con la Distribución de Poisson, de la T1 todos los tiempos mostraron un mezclado aceptable; sin embargo, según la X^2 , que permite hacer una evaluación más precisa del mezclado, los tiempos que presentaron un mejor mezclado fueron el 20 con 0.785, y el 10 con 0.758. En la T2, mediante la Distribución de Poisson el único tiempo que no mostró un mezclado adecuado fué el 15, lo cual coincide con su respectivo resultado de la X^2 , la que nos muestra que el mejor mezclado se encontró en el tiempo 25, con 0.857, seguido del 10, con 0.537. En la mezcladora II T1, los tiempos que se encontraron con un mezclado aceptable, de acuerdo a la Distribución de Poisson, son el 10, 15 y 25 ya que el tiempo 20, presentó una diferencia estadísticamente significativa; aunque si bien, de acuerdo a la X^2 el tiempo 20 presentó el valor más bajo en relación con la eficiencia del mezclado, no fué estadísticamente significativo (0.202), pudiéndose considerar aceptable. En la M II T2, todos los tiempos mostraron un mezclado aceptable, tanto con la Distribución de Poisson como con la X^2 . La mezcladora III T1, presenta dos tiempos con mezclado deficiente, tanto con la Distribución de Poisson como con la X^2 , el 15 y el 25; si bien la T1 presenta dos mezclados aceptables, en los tiempos 10 y 20, este comportamiento no se repite en la T2 donde se observa que según la Distribución de Poisson, que los tiempos 15, 20 y

25 presentaron un mezclado adecuado y sólo el tiempo 10 se puede considerar con un mezclado deficiente; de acuerdo a la X^2 todos los tiempos de la T2 no presentan diferencias estadísticamente significativas, pero donde se presenta un valor más aceptado es en los tiempos 20, con 0.857 y 15, con 0.758, los que no coinciden con la T1; esto hace pensar en un comportamiento errático de la M III.

Como las mezcladoras verticales describen una distribución de sus ingredientes de una manera variable según los tiempos de mezclado que se estén evaluando, se graficaron los resultados de la X^2 , para evaluar el comportamiento de las mezcladoras con respecto a la Curva de Mezclado en Revolvedora Vertical (CMRV), la que indica, que después de un tiempo X, la repartición de los diferentes componentes de un alimento, se encuentra aproximadamente en la misma proporción en todas las capas de la mezcla; sin embargo, como las partículas más pesadas en las mezcladoras verticales, avanzan con mayor rapidez que las demás, si se continúa mezclando sobrepasando el tiempo X, los componentes de la ración ya no se encontrarán con el mismo reparto, por lo que será necesario esperar un nuevo tiempo X, para que el equilibrio se realice de nuevo (4,10). En la gráfica 1, que corresponde a la mezcladora I, las curvas que se presentaron en la tonelada 1 y tonelada 2 describieron el comportamiento típico de una mezcladora vertical, tal y como se describió con anterioridad, con la diferencia en el tiempo 25, donde presentaron un

comportamiento diferente; en la gráfica 2, de la mezcladora II, la tonelada 2 presenta un comportamiento similar a la T2 de la M I y la CMRV de la tonelada 1 se observa, con variaciones entre sus tiempos, menos marcadas, en comparación con las toneladas de las demás mezcladoras estudiadas. La gráfica 3, de la mezcladora III, presenta un comportamiento diferente en sus dos toneladas evaluadas lo que coincide con el estado mecánico de la mezcladora, por lo que será difícil determinar un tiempo de mezclado óptimo para esta mezcladora, lo que concuerda con al información de Wilcox (20).

CONCLUSIONES

Al evaluar los tiempos de mezclado utilizados en el experimento, se observó que en el tiempo 10, de todas las mezcladoras y toneladas, se obtuvo un mezclado eficiente, salvo en la mezcladora III, tiempo 10 tonelada 2, (lo que puede ser explicado debido al comportamiento errático de la mezcladora III, producto del desperfecto en su mecanismo) y no obstante que se observaron tiempos de mezclado más eficientes de acuerdo a la X^2 , en esta mezcladora, no fueron estadísticamente significativos, por lo que se puede tomar al tiempo 10, como el más adecuado para el mezclado del alimento, y descartar al tiempo 15, que era el que se aplicaba a las mezcladoras antes de la realización de este trabajo, con las subsecuentes ventajas de ahorro de tiempo, energía y un menor desgaste de las mezcladoras (1,2).

Evaluando a las mezcladoras se pudo observar, que tanto la mezcladora I como la II, presentaron mezclados eficientes de manera general en todos sus tiempos, y de manera particular en el tiempo 10 (al comparar todos los resultados de la X^2), ésto es, sin diferencias estadísticamente significativas, (con excepción de los tiempos ya mencionados con anterioridad); con lo que se puede concluir que su estado mecánico es aceptable, y la probabilidad de obtener un mezclado deficiente es muy baja, siempre y cuando, no se sobrepase el tiempo de 10 minutos, lo que no ocurre con la

mezcladora III, donde se presentaron de manera general mezclados, con diferencias estadísticamente significativas, o muy cercanas a la significancia, en una mayor proporción (en comparación con las mezcladoras I y II), lo que coincide con su condición mecánica, impidiendo por tal motivo, establecer un tiempo de mezclado único con la consabida pérdida de tiempo, energía y eficiencia del mezclado y efecto sobre los animales (1, 2,15,16,17).

Cada mezcladora tiene un comportamiento en particular, como se observó en las graficas, por lo que es necesario analizar cada máquina individualmente y hacer conclusiones por máquina, sin importar que sean del mismo diseño y capacidad.

Se sugiere la creación de diseños de mezcladoras a escala, que permitan conocer mejor el comportamiento de los ingredientes y las interacciones entre ellos dentro del proceso de mezclado, para, posteriormente traspolar los resultados a las mezcladoras de tamaño original.

LITERATURA CITADA

1. Buher, B. L.: Comparison of homogeneity tests with various indicators (Part II), Feed Management, 35:(4) 37-38,40 (1984)
2. Cline, A. L.: Statistical evaluation of feed uniformity, Feedstuffs, 50:(26)40-41(1978).
3. Dumonteil, M.: Introducción a la tecnología de la fabricación de piensos, 6 ed, Ed. Acribia, Zaragoza, 1978.
4. Earle, R. L.: Ingeniería de los alimentos, Ed. Acribia, Barcelona, 1968.
5. Emmett. J.: Importance of feed mixing is often forgotten in plants, Feedstuffs, 21:25, (1986)
6. Gullén, S. E.: Lo esencial en una Planta de Alimentos, 1er. Curso de Manejo de las Aves, México D.F., 1989, Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, C.U. 1989.
7. Hall, W. C., Davis, C. D.: Processing Equipment for agricultural Producto, 2th. ed, AVI Publishing Co Inc., New York, 1979.
8. Laparra, V. J.: Evaluación comparativa de microrastreadores y el método analítico para la determinación del control de calidad en mezclas alimenticias. Tesis de licenciatura, Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1978.

9. Loucin, M., Merson, L. R.: Food Engineering, Academic Press, New York, 1978.
10. Lowe, R. H.: Are we mixing as we should?, Poult. Intern., 24: (6) 42, 44, 46, 48 (1985).
11. Mc Ellhiney, R. R., Olentine, Ch.: Problems with mixing, Feed Intern., 3: (5) 34-35, 38, (1982).
12. Microtracers, Inc.: The use of microtracers in determining uniformity of formula animal feeds, Microtracers, Inc. San Francisco, 1976.
13. Perry, J. H.: Manual del Ingeniero Químico (Tomo II), Ed. A. Gili, Buenos Aires, 1958
14. Pfost, H. B., Deyoe, C., Stevens, C. and Morgan, E.: Testing feed mixtures, mixers and related equipment, Feedstuffs, 38: (47) 62-66 (1966).
15. Ponce de León, R. J.: Aspectos básicos para las mezclas de minerales en alimentos balanceados, El fósforo en la alimentación animal, México D. F., 1988, Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D. F. 1988.
16. Scott, M. L., Nesheim, M. C., Young, R. J.: Alimentación de las aves, Ed. Pedrell, Barcelona, 1973.
17. Shimada, A.: Fundamentos de nutrición animal comparativa Armando S. Shimada, México D.F., 1983.
18. Simmons, N. O.: Feed Milling, Leonard Hill, London, 1965.

19. Steel, G. D. R. and Torrie, H. J.: Principles and procedures of statistics. 2nd. ed. Mcgraw Hill, Kogusa, Tokio, 1980
20. Wilcox, A. R., Balding, L. J.: Feed Manufacturing problems: Incomplete mixing and segregation, Feedstuffs, 50: 33-34 (1984).
21. Wilcox, A. R., Unruh, D. L.: Feed mixers and feed mixing times, Coperative Extension Service, Kansas State University, MFPA, May, 1986.
22. Wilcox, A. R.: Mixing tests and a suggested test for batch mixers, Feed Additive Compendium, AFMA, (1986).
23. Wilson, J. D.: Fisica con aplicaciones, Interamericana, México, D.F., 1985.

TABLA 1. LÍMITES DE CONFIANZA PARA LA LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIA POISSON

LA PROBABILIDAD ES DE QUE AL MENOS 1- α PARA LA MEDIA DE UN CONTEO, DE LOS CONTEOS INDIVIDUALES SE ENCUENTREN DENTRO DE LOS SIGUIENTES LÍMITES

PROMEDIO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA				PROMEDIO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA			
	$\alpha = 0.01$		$\alpha = 0.05$			$\alpha = 0.01$		$\alpha = 0.05$	
	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	
0	0.0	5.3	0.0	3.7					
1	0.0	7.4	0.1	5.6	26	14.7	42.2	17.0	38.0
2	0.1	9.7	0.2	7.2	27	15.4	43.5	17.8	39.2
3	0.3	11.0	0.6	8.8	28	16.2	44.8	18.6	40.4
4	0.6	12.6	1.0	10.2	29	17.0	46.0	19.4	41.6
5	1.0	14.1	1.5	11.7	30	17.7	47.2	20.2	42.8
6	1.5	15.6	2.2	13.2	31	18.5	48.4	21.0	44.0
7	2.0	17.1	2.8	14.4	32	19.3	49.6	21.8	45.1
8	2.5	18.5	3.4	15.8	33	20.0	50.8	22.7	46.3
9	3.1	19.9	4.0	17.1	34	20.8	52.1	23.5	47.5
10	3.7	21.3	4.7	18.4	35	21.6	53.3	24.3	48.7
11	4.3	22.4	5.4	19.7	36	22.4	54.5	25.1	49.8
12	4.9	24.0	6.2	21.0	37	23.2	55.7	25.0	51.0
13	5.5	25.4	6.9	22.3	38	24.0	56.9	26.8	52.2
14	6.2	26.7	7.7	23.5	39	24.8	58.1	27.7	53.3
15	6.8	28.1	8.4	24.8	40	25.6	59.3	28.6	54.5
16	7.5	29.4	9.4	26.0	41	26.4	60.5	29.4	55.6
17	8.2	30.7	9.9	27.2	42	27.2	61.7	30.3	56.8
18	8.9	32.0	10.7	28.4	43	28.0	62.9	31.1	57.9
19	9.6	33.3	11.5	29.6	44	28.8	64.1	32.0	59.0
20	10.3	34.6	12.2	30.8	45	29.6	65.3	32.9	60.2
21	11.0	35.9	13.0	32.0	46	30.4	66.5	33.6	61.3
22	11.8	37.2	13.8	33.2	47	31.2	67.7	34.5	62.5
23	12.5	38.4	14.6	34.4	48	32.0	68.9	35.3	63.6
24	13.2	39.7	15.4	35.6	49	32.8	70.1	36.1	64.8
25	14.0	41.0	16.2	36.8	50	33.6	71.3	37.0	65.9

PARA VALORES DE LA MEDIA MAYORES DE 50, DENTRO DEL NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE $\alpha = 0.05$, SE PUEDE PRECISAR APROXIMADAMENTE SU RANGO CON LA SIGUIENTE FORMULA: $x \pm 24x$.

FUENTE: Ricker, W.E.: The concept of confidence or fiducial limits applied to the Poisson Frequency Distribution, Journal of the American Statistical Association, 32:(1937) 349-356

TABLA 2. PROBABILIDAD PARA LA χ^2 , DERIVADA DE DISTRIBUCIONES INDEPENDIENTES.

GRADOS DE LIBERTAD (N-2)

χ^2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
01	.317	.607	.801	.910	.963	.985	.995	.998	.999	.999	.999	.999	.999	.999	*	*	*	*	*	*	
02	.157	.368	.572	.736	.849	.921	.959	.981	.991	.996	.998	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	*	*
03	.083	.221	.382	.553	.700	.807	.885	.934	.964	.981	.991	.996	.998	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
04	.046	.135	.261	.404	.549	.677	.789	.877	.941	.977	.989	.995	.998	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999	.999
05	.025	.082	.172	.287	.415	.544	.683	.792	.874	.931	.961	.975	.986	.992	.995	.998	.999	.999	.999	.999	.999
06	.014	.050	.112	.197	.306	.417	.549	.647	.749	.815	.873	.916	.945	.966	.980	.988	.993	.995	.998	.998	.999
07	.008	.030	.072	.136	.221	.321	.425	.527	.627	.715	.785	.853	.902	.935	.958	.973	.984	.990	.994	.994	.997
08	.005	.016	.043	.092	.158	.233	.323	.413	.504	.582	.671	.755	.844	.895	.924	.949	.967	.979	.987	.993	.993
09	.003	.011	.029	.061	.109	.174	.257	.342	.427	.502	.580	.670	.773	.851	.917	.953	.973	.984	.990	.992	.993
10	.002	.007	.019	.048	.075	.125	.185	.265	.350	.440	.520	.616	.694	.782	.850	.937	.974	.982	.986	.992	.992
11	.001	.004	.012	.027	.051	.078	.125	.182	.274	.359	.441	.527	.611	.686	.780	.869	.957	.984	.994	.994	.996
12	.001	.002	.007	.017	.035	.052	.081	.121	.173	.255	.337	.444	.525	.606	.695	.784	.869	.947	.985	.994	.996
13	**	.002	.005	.011	.023	.041	.072	.112	.163	.224	.293	.379	.448	.527	.602	.673	.756	.852	.972	.987	.992
14	**	.001	.003	.007	.016	.031	.051	.082	.122	.173	.233	.311	.374	.450	.526	.599	.687	.783	.884	.982	.993
15	**	.001	.002	.005	.010	.021	.038	.059	.091	.132	.182	.241	.307	.375	.451	.525	.615	.682	.783	.882	.982
16	**	**	.001	.002	.004	.008	.015	.025	.042	.067	.100	.141	.181	.245	.311	.382	.455	.524	.615	.687	.787
17	**	**	.001	.002	.004	.007	.013	.020	.034	.054	.083	.123	.163	.225	.292	.366	.434	.507	.576	.650	.750
18	**	**	**	.001	.002	.005	.012	.021	.035	.055	.082	.119	.158	.207	.277	.324	.399	.456	.522	.597	.697
19	**	**	**	.001	.002	.004	.008	.015	.025	.040	.061	.089	.127	.165	.214	.269	.329	.392	.457	.522	.622
20	**	**	**	**	.001	.002	.006	.010	.018	.029	.045	.067	.095	.130	.172	.220	.274	.333	.395	.456	.556
21	**	**	**	**	.001	.002	.004	.007	.013	.021	.033	.050	.071	.102	.140	.179	.226	.279	.337	.397	.497
22	**	**	**	**	.001	.001	.002	.005	.009	.015	.024	.038	.055	.077	.108	.147	.185	.232	.284	.341	.441
23	**	**	**	**	**	.001	.002	.003	.006	.011	.018	.028	.042	.060	.084	.114	.149	.191	.237	.289	.389
24	**	**	**	**	**	.001	.001	.002	.004	.008	.013	.023	.035	.048	.065	.090	.119	.155	.195	.242	.342
25	**	**	**	**	**	**	.001	.002	.003	.005	.009	.015	.022	.033	.047	.070	.095	.125	.161	.201	.301
26	**	**	**	**	**	**	.001	.001	.002	.004	.008	.011	.017	.028	.038	.054	.074	.100	.130	.166	.266
27	**	**	**	**	**	**	**	.001	.001	.002	.005	.008	.012	.019	.029	.041	.058	.079	.105	.135	.235
28	**	**	**	**	**	**	**	**	.001	.002	.003	.006	.009	.014	.022	.032	.045	.062	.083	.109	.209
29	**	**	**	**	**	**	**	**	.001	.001	.002	.004	.007	.010	.016	.024	.035	.045	.065	.088	.188
30	**	**	**	**	**	**	**	**	.001	.002	.003	.005	.008	.011	.018	.023	.037	.052	.072	.092	.192

FUENTE: Trelor, A.E.: Elements of Statistical Reasoning, Wiley & Sons, Inc., New York, 1937

* Probabilidad mayor a .9995.

** Probabilidad menor a .0005.

CUADRO 1. CONTEO DE PARTICULAS DE MR-F, ENCONTRADAS EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE LA MEZCLADORA I, CON SU RESPECTIVO PROMEDIO (\bar{x}), DESVIACION ESTANDAR (s) Y COEFICIENTE DE VARIACION (C.V.), PARA EVALUAR LA UNIFORMIDAD DEL MEZCLADO EN UN ALIMENTO POLLO DE ENGORDA FINALIZADOR.

n	Tiempo 10	Ton1	Ton2	Tiempo 15	Ton1	Ton2	Tiempo 20	Ton1	Ton2	Tiempo 25	Ton1	Ton2
1		42	51		48	44		45	33		40	47
2		31	40		47	46		33	49		46	39
3		45	45		32	46		39	41		29	43
4		41	48		42	27		41	40		33	38
5		41	48		33	53		45	33		38	41
6		41	41		38	39		40	32		50	35
7		45	41		30	34		32	44		38	39
8		48	34		34	35		43	39		32	38
9		42	39		43	38		44	48		49	47
10		37	35		32	33		43	40		46	45
\bar{x}		41.3	42.2		37.9	39.5		40.5	39.9		40.1	41.2
s		4.69	5.67		6.66	7.74		4.67	6.01		7.42	4.13
C.V.		11.3	13.4		17.5	19.5		11.5	15.0		18.5	10.0

CUADRO 2. CONTEO DE PARTICULAS DE MR-F, ENCONTRADAS EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE LA MEZCLADORA II, CON SU RESPECTIVO PROMEDIO (\bar{x}), DESVIACION ESTANDAR (s) Y COEFICIENTE DE VARIACION (C.V.), PARA EVALUAR LA UNIFORMIDAD DEL MEZCLADO EN UN ALIMENTO POLLO DE ENGORDA FINALIZADOR.

n	Tiempo 10	Ton1	Ton2	Tiempo 15	Ton1	Ton2	Tiempo 20	Ton1	Ton2	Tiempo 25	Ton1	Ton2
1		38	51		38	40		28	40		41	34
2		36	38		34	35		42	34		32	48
3		42	45		41	48		43	34		33	43
4		40	44		36	48		41	29		33	43
5		31	37		39	44		40	28		39	33
6		37	48		53	37		35	36		41	41
7		44	45		47	35		45	34		43	34
8		40	38		38	51		25	39		47	42
9		32	34		43	41		35	44		46	39
10		36	39		48	46		34	36		30	38
\bar{x}		37.6	41.9		41.7	42.5		36.8	35.4		39.8	39.0
s		4.12	5.47		6.00	5.76		6.60	4.84		5.63	4.69
C.V.		10.9	13.0		14.3	13.5		17.9	13.6		14.1	12.0

CUADRO 3. CONTEO DE PARTICULAS DE MR-F, ENCONTRADAS EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE LA MEZCLADORA III, CON SU RESPECTIVO PROMEDIO (\bar{x}), DESVIACION ESTANDAR (s) Y COEFICIENTE DE VARIACION (C.V.), PARA EVALUAR LA UNIFORMIDAD DEL MEZCLADO EN UN ALIMENTO POLLO DE ENGORDA FINALIZADOR.

n	Tiempo 10	Ton1	Ton2	Tiempo 15	Ton1	Ton2	Tiempo 20	Ton1	Ton2	Tiempo 25	Ton1	Ton2
1		38	47		34	44		43	48		44	46
2		47	38		49	40		45	46		46	51
3		32	53		27	37		40	46		51	46
4		42	37		44	40		32	44		21	32
5		37	44		45	42		38	47		30	33
6		44	50		28	40		46	40		36	29
7		39	36		36	53		31	48		44	46
8		49	37		50	50		38	36		38	40
9		40	27		37	43		38	36		38	40
10		37	38		52	46		30	42		44	45
\bar{x}		40.5	40.7		40.2	43.5		37.5	43.6		39.6	41.4
s		5.10	7.75		9.07	4.95		6.00	4.17		8.75	7.49
C.V.		12.5	19.0		22.5	11.3		16.0	9.56		22.0	18.9

CUADRO 4. RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO HECHO AL CONTEO DE PARTICULAS ENCONTRADAS EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE LA MEZCLADORA I^a, CON BASE EN LA DISTRIBUCION DE POISSON Y LA JI-CUADRADA (X^2), EN LA EVALUACION DE LA UNIFORMIDAD DE UN ALIMENTO POLLO DE ENGORDA FINALIZADOR.

TIEMPO	POISSON		X^2	
	TON 1	TON 2	TON1	TON2
10	29.4-55.6 ^b	30.3-56.8	4.79 ^c	6.86
	100%	100%	0.758	0.537
15	26.8-52.2	27.7-53.3	10.52	13.63
	100%	90%	0.202	0.082
20	28.6-54.5	28.6-54.5	4.85	8.14
	29.4-55.6	100%	0.785	0.433
25	28.6-64.5	29.4-55.6	12.34	3.72
	100%	100%	0.151	0.857

^a Resultados por tonelada y por tiempo.

^b Rango de particulas permitidas para este tiempo de acuerdo a la Distribución de Poisson.

^c Valor calculado de la X^2 para este tiempo.

CUADRO 5. RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO HECHO AL CONTEO DE PARTICULAS ENCONTRADAS EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE LA MEZCLADORA II^a, CON BASE EN LA DISTRIBUCION DE POISSON Y LA JI-CUADRADA (X'), EN LA EVALUACION DE LA UNIFORMIDAD DE UN ALIMENTO POLLO DE ENGORDA FINALIZADOR.

TIEMPO	POISSON		X'	
	TON 1	TON 2	TON 1	TON2
10	26.8-52.2 ^b 100%	30.3-52.8 100%	4.05 ^c 0.857	6.41 0.647
15	30.3-52.8 100%	30.3-52.8 100%	7.77 0.433	7.03 0.537
20	26-51 90%	24.3-48.7 100%	10.64 0.202	5.94 0.647
25	28.6-54.5 100%	27.7-53.3 100%	7.17 0.537	5.08 0.758

^a Resultados por tonelada y por tiempo.

^b Rango de particulas permitidas para este tiempo de acuerdo a la Distribución de Poisson.

^c Valor calculado de la X' para este tiempo.

CUADRO 6. RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO HECHO AL CONTEO DE PARTICULAS ENCONTRADAS EN LOS DIFERENTES TIEMPOS DE LA MEZCLADORA III^a, CON BASE EN LA DISTRIBUCION DE POISSON Y LA JI-CUADRADA (X²), EN LA EVALUACION DE LA UNIFORMIDAD DE UN ALIMENTO POLLO DE ENGORDA FINALIZADOR.

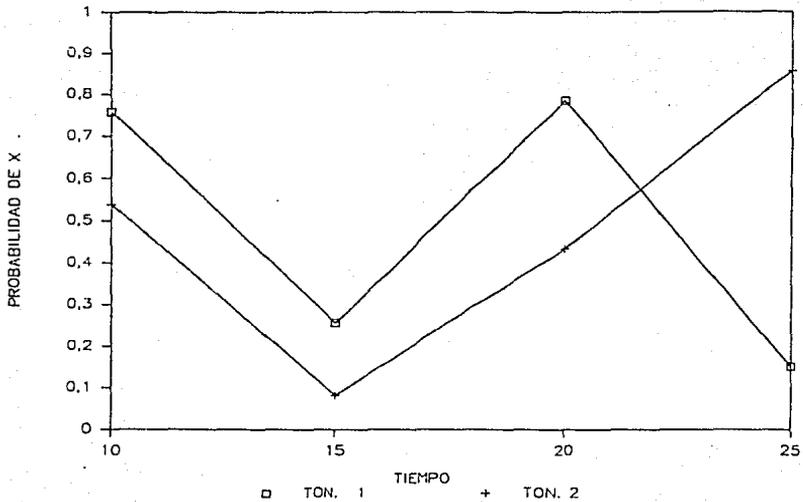
TIEMPO	POISSON		X ²	
	TON 1	TON 2	TON 1	TON2
10	28.6-54.5 ^b	29.4-55.6	5.70 ^c	13.27
	29.4-55.6		0.647	0.112
	100%	90%		
15	28.6-54.5	31.1-57.9	18.39	5.05
		32-59	0.021	0.758
	80%	100%		
20	26-51	32-59	8.64	3.58
	26.8-52.2		0.342	0.857
	100%	100%		
25	28.6-54.5	28.6-54.5	17.38	11.67
	90%	100%	0.030	0.151

^a Resultados por tonelada y por tiempo.

^b Rango de particulas permitidas para este tiempo de acuerdo a la Distribución de Poisson.

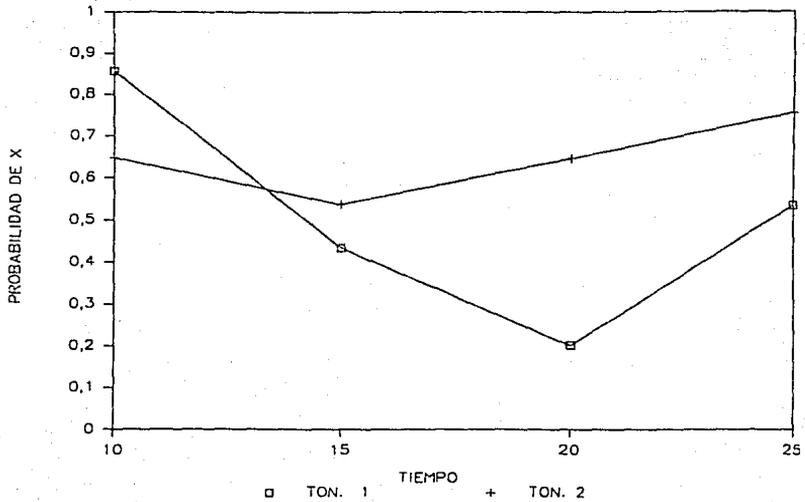
^c Valor calculado de la X² para este tiempo.

MEZCLADORA 1



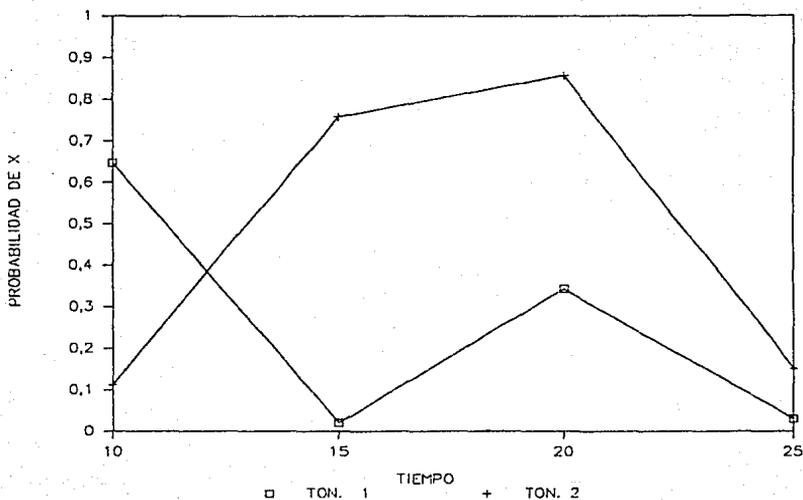
GRAFICA 1. PROBABILIDAD DE OBTENER UN MEZCLADO OPTIMO, A DIFERENTES TIEMPOS, CON BASE EN LA DISTRIBUCION X^2 , EN LA MEZCLADORA I

MEZCLADORA 2



GRAFICA 2. PROBABILIDAD DE OBTENER UN MEZCLADO OPTIMO, A DIFERENTES TIEMPOS, CON BASE EN LA DISTRIBUCION X^2 , EN LA MEZCLADORA II.

MEZCLADORA 3



GRAFICA 3. PROBABILIDAD DE OBTENER UN MEZCLADO OPTIMO, A DIFERENTES TIEMPOS, CON BASE EN LA DISTRIBUCION X^2 , EN LA MEZCLADORA III.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

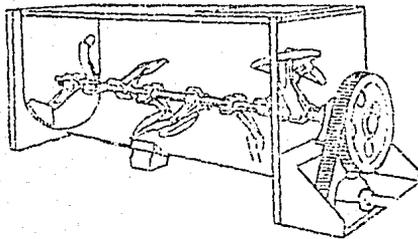


FIGURA 1. MEZCLADORA HORIZONTAL DE PALETAS (21).

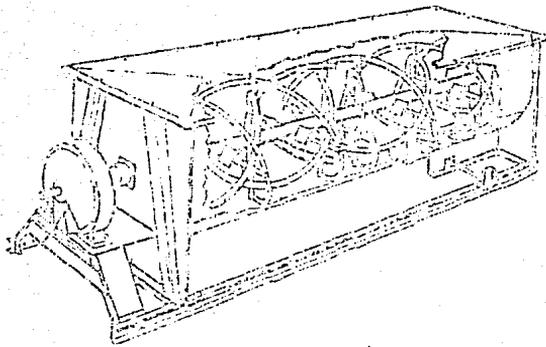


FIGURA 2. MEZCLADORA HORIZONTAL DE LISTONES (21).

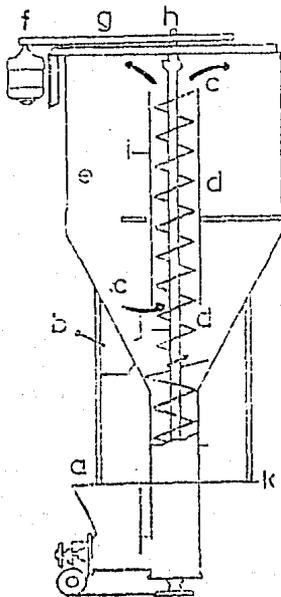


FIGURA 2. MEZCLADOR VERTICAL CON UN SOLO HELICOIDAL, MOSTRANDO SUS DIFERENTES PARTES: a) ENTRADA DEL ALIMENTO, b) SALIDA DEL ALIMENTO, c) FLUJO DEL ALIMENTO, d) ZONA DE MAYOR MEZCLADO, e) ZONA DE MENOR MEZCLADO, f) MOTOR IMPULSOR, g) BANDA IMPULSORA, h) EJE SUPERIOR DEL HELICOIDAL, i) CAMISA, j) HELICOIDAL, k) NIVEL DEL PISO (7,21).

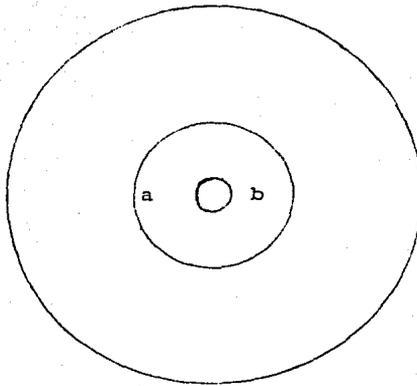


FIGURA 4. DIBUJO DE UN PAPEL FILTRO "WHATMAN" No. 1, EMPLEADO PARA LA RECUPERACION DEL MR-F, DONDE SE OBSERVA, a) ZONA DE RECUPERACION DEL MR-F, b) PERFORACION PARA DEJAR COLOCADO EL PAPEL EN EL MAGNETO ANULAR DEL DETECTOR MAGNETICO ROTARIO.