

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLADO DE
PARTÍCULAS ALIMENTARIAS PARA LA OBTENCIÓN DE PURÉ
DE PAPA EN POLVO APLICANDO VNSC”**

Presentado por:

SANDRA ESTEFANÍA CHUMPITAZ ARIAS

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Lima – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLADO DE PARTÍCULAS
ALIMENTARIAS PARA LA OBTENCIÓN DE PURÉ DE PAPA EN POLVO
APLICANDO VNSC”**

Presentado por:

SANDRA ESTEFANÍA CHUMPITAZ ARIAS

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Dra. Carmen E. Velezmoro Sánchez

PRESIDENTE

M. Sc. Carlos C. Elías Peñafiel

MIEMBRO

Mg. Sc. Mirtha P. Martínez Tapia

MIEMBRO

DR. Milber O. Ureña Peralta

ASESOR

Lima – Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, por dárme todo.

A Juana Rosa, por guiarme desde donde está y
darme ánimos para no desistir en el intento.

A Ana María y Pedro Martín, mis Padres, mis
pilares, mis dos motivos, mi razón de ser, por
su cariño y apoyo desmedido e incondicional
siempre y por hacerme y aguantarme
tal cuál soy.

AGRADECIMIENTO

- A Dios, por darme la vida, la maravillosa familia que tengo y por permitirme darle esta alegría y satisfacción a todos los que me aprecian y se preocupan por mí.
- A mis padres, por tanto, sería imposible y mezcuro describir en un par de líneas lo agradecida que estoy con este par de personas maravillosas, esto es por y para ellos.
- A mi angelito en el cielo, Juana Rosa, por susurrarme al oído e indicarme el siguiente paso y levantarme cada vez que tropiezo.
- A mi chinita, Justa, por el cariño, porque es como mi segunda madre y por su apoyo incondicional siempre.
- Al Dr. Milber Ureña, por permitirme llevar a cabo el presente trabajo de investigación, y por su apoyo desde la concepción de la idea del proyecto hasta el final del mismo.
- A Sahara Prudencio, por la paciencia y apoyo durante los ensayos de laboratorio.
- A mis minions, a todos aquellos amigos y conocidos que voluntaria e involuntariamente participaron y me apoyaron desde el inicio hasta el final del presente trabajo de investigación, por sus buenos deseos, por pasarme algún dato o información, al final todo sumó, a todos ellos muchísimas gracias.
- A la presidenta del jurado, Dra. Carmen Velezmoro, a los miembros del mismo, Mg. Sc. Elías Peñafiel y Mg. Sc. Patricia Martínez, por sus observaciones y consejos con los que ayudaron a enriquecer mis conocimientos y el contenido del presente trabajo de investigación.
- A Deltagen del Perú S.A. por ser como mi segunda casa, al Ing. Víctor Salas, por permitirme llevar a cabo parte del presente trabajo en sus instalaciones, a Jaime Rojas y Jorge Estrada por apoyarme durante la toma de muestras y a la Ing. Edith Condorcuya, por darme los permisos para ausentarme del trabajo y poder realizar mis ensayos de laboratorio, sin el apoyo de todos ellos, la concepción del presente trabajo no hubiera sido posible.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1.	DENSIDAD DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS	2
2.1.1.	DENSIDAD APARENTE	2
2.1.2.	DENSIDAD REAL	3
2.2.	MEZCLADO	10
2.2.1.	CARACTERÍSTICAS DEL MEZCLADO	11
2.2.2.	MEZCLADO DE SÓLIDOS	13
2.2.3.	SEGREGACIÓN DE INGREDIENTES	14
2.2.4.	EQUIPO DE MEZCLA DE CINTAS	15
2.2.5.	TIPOS DE MEZCLA	17
2.2.6.	EFFECTO DE LA OPERACIÓN DE MEZCLADO SOBRE LOS ALIMENTOS ...	18
2.2.7.	CONTROL DE CALIDAD DEL MEZCLADO	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.	MATERIALES	20
3.1.1.	MUESTRA	20
3.1.2.	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	20
3.2.	MÉTODOS	22
3.2.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	22
3.2.2.	DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	22
3.2.3.	DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS	23
3.3.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	25
3.3.1.	CARACTERIZACIÓN DE PARTÍCULAS E INSUMOS PARA LA OBTENCIÓN DE PURÉ DE PAPA EN POLVO	25

3.3.2. MEZCLADO DE PARTÍCULAS Y TOMA DE MUESTRAS.....	26
3.3.3. CALIBRACIÓN DEL POROSÍMETRO.	28
3.3.4. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL DE LAS MUESTRAS.	29
3.3.5. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLADO.....	29
3.3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	30
3.3.7. CARACTERIZACIÓN DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO OBTENIDO CON EL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLA.	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. CALIBRADO DEL POROSÍMETRO.	31
4.2. CARACTERIZACIÓN DE PARTÍCULAS E INSUMOS PARA LA OBTENCIÓN DE PURÉ DE PAPA EN POLVO.	32
4.2.1. HOJUELAS DE PAPAS DESHIDRATADAS.	32
4.2.2. SUERO DE LECHE.	32
4.2.3. SAL INDUSTRIAL.	33
4.2.4. EXTRACTO DE CÚRCUMA Y ANNATO.	33
4.3. MEZCLADO DE PARTÍCULAS Y TOMA DE MUESTRAS.....	34
4.4. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL DE LAS MUESTRAS.	36
4.5. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLADO.....	40
4.6. VALIDACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO OBTENIDO CON EL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLA.	45
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
VIII. ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Resultados de mediciones de densidad real (g/ml) para seis tiempos de mezclado.....	37
Cuadro 2: Valores de densidad real para los 3 batch de validación para los 12 minutos de mezclado.....	46
Cuadro 3: Coordenadas de color (sistema CIELAB) para los 3 batch de validación.....	46
Cuadro 4: Resultados del análisis proximal del puré de papa en polvo.	46
Cuadro 5: Humedad de las materias primas utilizadas para la obtención del puré de papa en polvo	47
Cuadro 6: Resultados de viscosidad para el puré de papa actual y el obtenido con el tiempo óptimo de mezclado.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Dispositivo de Day.....	8
Figura 2: Dispositivo de Day modificado por Ureña	10
Figura 3: Patrón de mezclado en mezcladoras horizontales de cintas.....	16
Figura 4: Esquema general de una mezcladora de cintas.....	16
Figura 5: Tipos de mezcla.	18
Figura 6: Representación gráfica de las coordenadas de color Cie La*b*.....	23
Figura 7: Flujo de operaciones para la obtención de puré de papa en polvo.....	26
Figura 8: Curva de calibrado del porosímetro con agua (ajustada por mínimos cuadrados).	31
Figura 9: Sal coloreada, la sal industrial es pre mezclada con el Biocon ® Atos 6WS.	33
Figura 10: Operario depositando la materia prima utilizada para la obtención del puré de papa en polvo en la mezcladora de cintas.....	35
Figura 11: Proceso de descarga del puré de papa obtenido luego de 20 minutos de mezclado.....	35
Figura 12: Densidad real vs. Tiempo.....	37
Figura 13: Cantidad de muestra (1.5 g. aproximadamente) utilizada en el colorímetro Minolta®.	41
Figura 14: Medición de coordenadas a*(tendencia al rojo), b*(tendencia al amarillo) y L*(tendencia al blanco) con el colorímetro Minolta®.	42
Figura 15: Comportamiento de la tendencia al blanco a lo largo de los 20 minutos de mezclado.....	43
Figura 16: Comportamiento de la tendencia al rojo a lo largo de los 20 minutos de mezclado.....	44
Figura 17: Comportamiento de la variable b* a lo largo de los 20 minutos de mezclado. .	44
Figura 18: Tabla nutricional correspondiente al arte actual del puré de papa en polvo “Precio Uno” producido y envasado por Deltagen del Perú S.A.	49
Figura 19: Viscosímetro Brookfield® DV II + PRO	50
Figura 20: Puré de papa listo para ser evaluado por el viscosímetro Brookfield ®DV II + PRO.	50

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUERO DE LECHE.	59
ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DE LAS HOJUELAS DE PAPA DESHIDRATADAS (EMFLAKE®).....	60
ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DEL SUERO DE LECHE (WATT`S ®).....	65
ANEXO 4. FICHA TÉCNICA DE LA SAL INDUSTRIAL.....	67
ANEXO 5: FICHA TÉCNICA DEL COLORANTE BIOCON® ATOS 6WS.....	68
ANEXO 6: REGISTRO DE DATOS PARA EL CALIBRADO DEL POROSÍMETRO CON AGUA.	70
ANEXO 7: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL EN LAS HOJUELAS DE PAPA DESHIDRATADAS.	70
ANEXO 8: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL EN EL SUERO DE LECHE EN POLVO.	70
ANEXO 9: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL EN LA SAL INDUSTRIAL.....	71
ANEXO 10: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 0 – BATCH 1.	71
ANEXO 11: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 4 – BATCH 1.	71
ANEXO 12: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 8 – BATCH 1.	72
ANEXO 13: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 12 – BATCH 1.	72
ANEXO 14: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 16 – BATCH 1.	72
ANEXO 15: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 20 – BATCH 1.	73
ANEXO 16: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 0 – BATCH 2.	73
ANEXO 17: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 4 – BATCH 2.	73

ANEXO 18: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 8 – BATCH 2.	74
ANEXO 19: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 12 – BATCH 2.	74
ANEXO 20: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 16 – BATCH 2.	74
ANEXO 21: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 20 – BATCH 2.	75
ANEXO 22: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 0 – BATCH 3.	75
ANEXO 23: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 4 – BATCH 3.	75
ANEXO 24: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 8 – BATCH 3.	76
ANEXO 25: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 12 – BATCH 3.	76
ANEXO 26: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 16 – BATCH 3.	76
ANEXO 27: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 20 – BATCH 3.	77
ANEXO 28: REGISTRO DE DATOS DE LAS COORDENADAS DE COLOR a^* , b^* Y L^* A LO LARGO DE LOS 20 MINUTOS DE MEZCLADO – BATCH 1.....	77
ANEXO 29: REGISTRO DE DATOS DE LAS COORDENADAS DE COLOR a^* , b^* Y L^* A LO LARGO DE LOS 20 MINUTOS DE MEZCLADO – BATCH 2.....	78
ANEXO 30: REGISTRO DE DATOS DE LAS COORDENADAS DE COLOR A^* , B^* Y L^* A LO LARGO DE LOS 20 MINUTOS DE MEZCLADO – BATCH 3.....	79
ANEXO 31: PRUEBA DE COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS PARA LA DENSIDAD REAL DE LAS PARTÍCULAS DE PURÉ DE PAPA EN POLVO.	80
ANEXO 32: PRUEBA DE COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS PARA EL COLOR (COORDENADA L^*) DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO.	81
ANEXO 33: PRUEBA DE COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS PARA EL COLOR (COORDENADA a^*) DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO.	82
ANEXO 34: PRUEBA DE COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS PARA EL COLOR (COORDENADA b^*) DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO.....	83

ANEXO 35: CUADRO DE LIBERACIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS (PURÉ DE PAPA) DE DELTAGEN DEL PERÚ S.A – AÑO 2017.....	84
ANEXO 36: FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO “PURÉ DE PAPAS – DELTAGEN”.	85
ANEXO 37: ARTE DEL PURÉ DE PAPA “TOTTUS” .	87

RESUMEN

El mezclado es una operación unitaria ampliamente utilizada en la industria alimentaria, tal es el caso de la empresa Deltagen del Perú S.A., dedicada a la mezcla de partículas alimentarias para el consumo humano, de entre todos sus productos, el presente trabajo se enfocó en el puré de papa en polvo, por ser el de mayor consumo, y, en consecuencia, el producto que se produce con mayor frecuencia y en mayor volumen en la empresa antes mencionada. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar el tiempo óptimo de mezclado para las partículas alimentarias (hojuelas de papa deshidratadas, suero de leche y sal coloreada) que conforman el producto final, aplicando el análisis de la variación no significativa en cinética (VNSC), basándose en la densidad real de las partículas y en el color de la mezcla, determinado por colorimetría según el sistema CIELAB. En primer lugar, se caracterizó la materia prima utilizada, posterior a ello, se calculó el valor de la densidad real y el color de la mezcla obtenida cada cuatro minutos desde el minuto cero de iniciada la operación hasta el minuto 20 (fin del mezclado), una vez obtenidos los datos se realizó el análisis VNSC y se determinó que a partir del minuto 12 de iniciada la operación del mezclado, no existen diferencias significativas respecto a la densidad real de las partículas ni al color de la mezcla, por lo que no tendría sentido continuar mezclando. Finalmente, se procedió a validar el tiempo óptimo, tomando tres batch nuevos y determinando la densidad real, el color y se realizó un análisis proximal a la mezcla, asegurando así que no existen diferencias entre el producto que actualmente se encuentra en el mercado y el producto obtenido con el tiempo óptimo de mezclado.

Palabras clave: Puré de papa, mezclado, densidad real, colorimetría (CIELAB), variación no significativa en cinética (VNSC).

ABSTRACT

The mixing operation is widely used in the food industry, that is the case of Deltagen del Perú S.A., dedicated to the mixture of food particles for the human consumption, of all their products, the current research work was focused in their powder mashed potatoes, for being the most consumed and, in consequence, the one that is produced more frequently and in a major volume in the company that was previously mentioned. The main target of this research work was to determine the optimal mixing time for food particles (dehydrated potatoes flakes, milk whey and colored salt) that are used to get the final product, applying the nonsignificant variation in kinetics analysis (VNSC), based on the food particles real density and in the mixture color, determined by colorimetry according to the CIELAB system. First of all, raw material was characterized and then, real density and mixture color were determined every four minutes from the beginning (minute zero) to the end (minute twenty) of the mixing operation, once all the data had been obtained, the analysis VNSC was performed and it was determined that from minute 12 of the mixing operation started, there are no significant differences respecting real density of the particles and color of the mixture, that is why it would not make sense to continue with the mixing operation. Finally, the optimal mixing time was validated determining the real density, color and the proximal analysis of the final mixture, ensuring that there are no differences between the product that is currently on the market and the one obtained with the optimal mixing time.

Key words: Mashed potatoes, mixing operation, real density, colorimetry (CIELAB), nonsignificant variation in kinetics analysis (VNSC).

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el proceso de mezclado es ampliamente utilizado en la industria, y la de alimentos, no es la excepción, y es que, ya sea para aportar un trabajo mecánico, para promover la transferencia de calor, para promover la transferencia de masa, o simplemente para obtener una distribución uniforme de dos o más componentes en el mezclado de partículas, es una operación de la cual no se puede prescindir y está presente en casi todos los procesos de elaboración de alimentos.

Asimismo, está comprobado que el mezclado ejerce un importante efecto sobre las propiedades funcionales y las características sensoriales de los alimentos. Sin embargo, este se realiza no sólo para realzar y mejorar las características de un producto, sino que, esta operación es de suma importancia cuando se trata de la elaboración de algunos alimentos en los que la concentración de sus diversos componentes debe cumplir con alguna norma o legislación. Es por ello que la industria busca obtener el mayor grado de homogeneidad de sus mezclas, ya sean de alimentos secos o fluidos, para ello es necesario el estudio de los diversos factores que afectan el grado de uniformidad de estas mezclas.

Es así como Deltagen del Perú S.A., dedicada a la producción y comercialización de pre mezclas alimenticias, con el fin de mejorar y adecuar sus procesos a las exigencias del mercado actual, busca establecer y estandarizar sus tiempos de mezclado para que estos le permitan obtener un mayor grado de homogenización en sus mezclas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DENSIDAD DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS

Considerada una de las más relevantes propiedades físicas de las partículas sólidas, el término densidad de los sólidos o de las partículas se refiere a la densidad de una unidad individual. Esta unidad puede o no contener poros internos. La densidad de los sólidos se define como la masa de las partículas dividida entre el volumen de las partículas, y tendrá en cuenta la presencia de tales poros (Lewis, 1993).

La mayoría de los sólidos secos o polvos sin poros internos presentan densidades entre $1,4 \text{ kg.m}^{-3}$ y $1,5 \text{ kg.m}^{-3}$, puesto que las densidades de la mayoría de los componentes de estos alimentos son razonablemente similares (Lewis, 1993).

Las densidades de los sólidos son importantes en los procesos de mezclado, separación, como son la sedimentación y la centrifugación, y en el transporte neumático e hidráulico de polvos y partículas. Las condiciones de procesamiento, en particular durante la deshidratación y aglomeración, pueden afectar de manera notable la extensión y naturaleza de la formación de los poros, y por tanto la densidad del producto (Lewis, 1993).

2.1.1. DENSIDAD APARENTE

Es la densidad general del sistema particulado incluyendo los volúmenes de inter partículas ocupados por un medio fluido (por ejemplo, aire o agua). Está definido como la masa total del material por unidad de volumen ocupado (Othmer, 2008).

La densidad aparente depende del método de empaquetado y un sistema de partículas empaquetadas puede volverse más denso con el tiempo y el proceso de sedimentación, así

como de la densidad de los componentes de un producto, la geometría, el tamaño, las propiedades de superficie y el método de medida (Othmer, 2008; Lewis, 1993).

Normalmente, la densidad aparente se determina colocando un peso conocido de polvo (20 gramos) dentro de un cilindro de medida, agitando el cilindro un cierto número de veces y determinando el volumen global resultante (Lewis, 1993).

$$Densidad\ aparente = \frac{masa}{Volumen\ global} \quad \dots \quad (1)$$

Cuando los sólidos son colocados en un recipiente, el volumen total ocupado contendrá una sustancial proporción de aire. La porosidad “ ϵ ” del material envasado es aquella fracción del volumen total que está ocupada por el aire (Lewis, 1993).

$$\epsilon = \frac{Volumen\ de\ aire}{Volumen\ Total} \quad \dots \quad (2)$$

La porosidad resultará afectada por la geometría, tamaño y propiedades superficiales del producto. Además, si el envase se agita para apelmazar su contenido, el volumen total y la porosidad del producto disminuirán hasta que eventualmente el sistema alcanza un volumen de equilibrio (Lewis, 1993).

2.1.2. DENSIDAD REAL

Es definida como la densidad de una sola partícula sin incluir los poros, su medición puede realizarse con picnómetros de líquidos o gases (Othmer, 2008).

$$Densidad\ real = \frac{peso\ del\ sólido}{Volumen\ global\ de\ la\ muestra - volumen\ de\ aire} \quad \dots \quad (3)$$

La densidad de las partículas sólidas puede variar, dependiendo del grado de empaquetamiento de los granos. La densidad de un fluido es una función exclusiva de la temperatura y la presión, como lo es cada una de las partículas individuales de un sólido, pero, en cambio, no ocurre lo mismo con la densidad global o aparente, la cual es mínima

cuando las partículas están “seltas” y alcanza un máximo cuando la masa se somete a vibración o apisonamiento (McCabe *et al.*, 1991).

a. IMPORTANCIA DE LA DENSIDAD REAL

Es fundamental el conocimiento de la densidad real porque a diferencia de la densidad aparente, la cual asume un valor fijo, hace posible la caracterización de diversas partículas sólidas, facilitando así, una evaluación tecnológica más eficaz de las mismas (Hevia *et al.*, 1996).

El cálculo de la porosidad de alimentos resultó de suma importancia para Unklesbay *et al.* (2006) y Lozano *et al.* (1993) al momento de determinar la conductividad térmica por convección de calor, a partir de la obtención de la densidad real.

Para Moreau y Rosenberg (1998), la importancia de la porosidad y la densidad real radica en que permite evaluar métodos de secado como la atomización de ingredientes alimentarios tales como microcápsulas conteniendo proteínas de suero de leche.

Por otra parte, Correa *et al.* (1996) manifiestan que existe una relación entre la porosidad y la densidad real con fenómenos de transferencia de masa y calor durante el secado y almacenamiento de granos.

Además, de acuerdo a lo manifestado por Ureña (1990) la densidad real es uno de los factores que más influyen para el cálculo de difusividades reales, con el fin de obtener valores adecuados en los procesos de cálculo en los que estén involucrados, un ejemplo de ello es la operación de transferencia de masa.

b. APLICACIÓN TECNOLÓGICA DE LA DENSIDAD REAL

Cada vez es más amplia la aplicación de la densidad real no sólo en la industria alimentaria, sino también en otras industrias como, por ejemplo, el ámbito agrícola. A continuación, se mencionan algunas de ellas:

- En el ámbito agrícola

De acuerdo a lo manifestado por Chiralt *et al.* (1985), la densidad y el peso específico de alimentos y productos agrícolas tienen un rol importante en diversas aplicaciones, como por ejemplo: en la evaluación de calidad de productos tales como el maíz dulce, guisantes, etc.

Además, Ospina (1999) declara que la determinación de la porosidad a partir de la densidad real hace posible el cálculo del volumen del gas que se aplica durante la operación de fumigación de productos almacenados, al momento de determinar la relación entre el agua contenida en una masa de granos y el agua contenida en el aire que lo rodea, a esto agrega que, también facilita la determinación de la pérdida de presión causada por el peso perforado de un silo o depósito cuando se aplica aireación.

- En el ámbito alimentario

Lewis (1993) ha destacado la necesidad de conocer la densidad real y manifiesta su importancia en aplicaciones dentro de la industria alimentaria y la tecnología de alimentos, citando algunos ejemplos se tiene la deshidratación de leche, con el fin de evaluar métodos de secado a través de la optimización de parámetros y relacionarlos con la calidad del producto. Además, en operaciones como la liofilización, en la cual se busca tener alimentos con menor porosidad para evitar cavidades que permitan el ingreso a la humedad del medio y se deteriore el producto.

Por su parte, Moreau y Rosenberg (1998), dedicaron sus estudios a conocer a detalle estas propiedades físicas, en sistemas de alimentos conteniendo membranas de proteínas de

suero y lactosa, con el fin de evaluar un perfil de transferencia de masa adecuado, relacionándolo con la calidad del producto.

Basándose en estos precedentes, Choudhury y Gautman (1999) realizaron diversos estudios para lograr determinar la densidad real en extruidos de harinas de arroz para evaluar la variación de esta propiedad física por la acción de la configuración del tornillo durante la expansión final, para que de esta manera se pueda relacionar con un adecuado rango de transferencia de calor.

Además, Hevia *et al.* (1996), indicó la estrecha relación que existe entre la densidad real y la calidad tecnológica de granos y sus variedades.

Finalmente, el conocimiento de la densidad real es muy importante para el diseño de empaques, ya que, permite evaluar la flexibilidad y/o dureza del mismo, asimismo, otorga una visión general de la cantidad necesaria de aire que rodeará al producto dentro del empaque (Rubio, 2004).

c. MÉTODOS PARA DETERMINAR LA DENSIDAD REAL DE PARTÍCULAS SÓLIDAS

De acuerdo a la bibliografía consultada, existen diversos métodos para determinar la densidad real de las partículas sólidas, sin embargo, el presente proyecto se centrará en el método de Day (1964) y el método de Day modificado por Ureña (1990) por considerarlos de mayor relevancia para el trabajo de investigación en curso.

- Método de Day

Day (1964) diseñó un porosímetro para medir los espacios libres (porosidad) en materiales (heno) mediante inclusión de aire.

El dispositivo o porosímetro consiste de dos recipientes herméticos entre sí. Para ello el recipiente 1 es mantenido siempre vacío y el material a probar es colocado en el recipiente 2 (Figura 1). Con el objetivo de medir la diferencia entre ambos, usó un manómetro, el cuál ubicó entre los recipientes 1 y 2 (Figura 1). Luego por desplazamiento de la columna de agua que se encuentra en el interior del manómetro obtuvo una diferencia de alturas para cada recipiente, la cual correspondía a la diferencia de presión antes mencionada (Day, 1964).

$$\varepsilon = \frac{P_1 - P_3}{P_3} \quad \dots \quad (4)$$

Dónde:

P1: Presión absoluta del aire en el recipiente 1, con las válvulas 1 y 2 cerradas

P3: Presión absoluta del aire en el sistema con las válvulas 1 y 3 cerradas y la válvula 2 abierta

ε : Porosidad

Ureña (1990), Hevia *et al.*, (1996) y Ospina (1999), consideran que el método de Day (1964) resulta muy importante para determinar densidades reales para diversos alimentos, a su vez, señalan como acertado el uso de un gas, en este caso aire, que fluya con facilidad entre el alimento.

Por otra parte, Ureña (1990) señala que no es posible utilizar dicho método, en la determinación de la densidad real en granos muy pequeños como arroz, semillas, etc., y de todo material con tamaño de partículas pequeña como polvos, harinas o tierra, debido a que no tiene buena reproducibilidad en la obtención de las mismas.

Según Ureña y Galván (1999) este hecho es debido a que la presión del gas de aire ocluido entre los espacios de las partículas de las capas inferiores del material, no integra la presión global del recipiente que lo contiene, ya que al hacer ingresar aire a presión al sistema, se comprime capa a capa el alimento o material, formándose una cámara aislada en la porción inferior del recipiente afectando las diferencias de presiones entre recipientes, la porosidad y por ende la densidad real, siendo necesaria una modificación del método de Day.

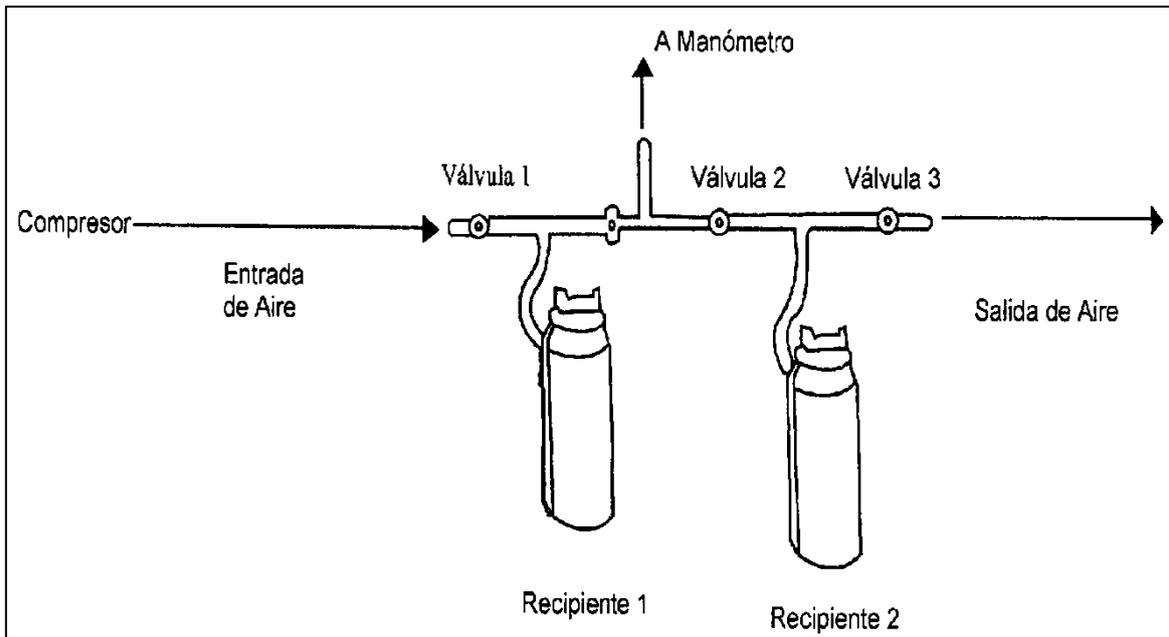


Figura 1: Dispositivo de Day.

FUENTE: Day (1964)

- Método de Day modificado por Ureña

Ureña (1990) diseñó y construyó un equipo para determinar la densidad real.

Una de las modificaciones más importantes consiste en hacer un vacío parcial en el recipiente 1 (Figura 2), en lugar de hacer ingresar aire a presión al sistema, logrando que después del fenómeno natural de transferencia másica de aire del recipiente con mayor presión hacia el que se hizo vacío, se obtengan valores adecuados de presión y con los mismos determinar valores de porosidad correctos (Galván, 2001).

Otra modificación realizada fue introducir un factor de corrección (f.c.) llamado también eficiencia de empaquetamiento, el cual es determinado experimentalmente, el mismo que es considerado como un hecho importante de comparación con el método de Day (1964), ya que, no siempre los volúmenes de los recipientes usados son iguales debido a que existe un error intrínseco en la fabricación de estos y en la construcción del equipo. Por el contrario, este hecho no fue considerado por Day (1964) en sus investigaciones (Galván, 2001).

Por lo tanto, la ecuación estaría definida por:

$$\varepsilon = f. c. \times \left(\frac{P_1 - P_3}{P_3}\right) \quad \dots \quad (5)$$

Dónde:

P1: Presión manométrica obtenida después de hacer vacío con la válvula 1 y 2 (Figura 2) cerradas.

P3: Presión manométrica de equilibrio o de transferencia másica obtenida después de abrir la válvula 2, manteniendo la válvula 1 cerrada (Figura 2).

ε : Porosidad.

$$f. c. = \frac{V_1}{V_{rec}}$$

Vrec: Volumen del recipiente 2 (Figura 2); Vrec=V2 para $\varepsilon=0$

Para la determinación del f.c. Ureña (1990) realizó una curva de calibrado del equipo con agua, en la que se ploteó $(P_1 - P_3)/P_3$ vs el volumen del agua (V_a) añadido al recipiente 2, teniendo que:

$$\frac{(P_1 - P_3)}{P_3} = \frac{(V_{rec} - V_a)}{V_1} \quad \dots \quad (6)$$

Donde el término $(1/V_1)$ es igual a la pendiente de la curva de calibrado con lo que determinó el valor de V_1 , siendo el volumen del recipiente 2 (V_{rec}) el producto de la ordenada en el origen y el volumen 1 (V_1).

Otra modificación realizada por dicho autor fue, el uso de un manómetro conteniendo mercurio en lugar de agua, con la finalidad de reducir el tiempo de lectura de las presiones

P1 y P3 (Figura 2), sin afectar los resultados. La última modificación para efectos prácticos fue el cambio de posición de la válvula de descarga de aire (Galván, 2001).

Según Ureña (1990), las ventajas del método son las siguientes:

- Es un método físico no destructivo.
- Permite determinar porosidad y densidad real en materiales pequeños (Granos, semillas, etc.) y en mezclas de estos.
- Permite tener valores adecuados y reproducibles de densidad real.
- Permite obtener coeficientes de correlación elevados.

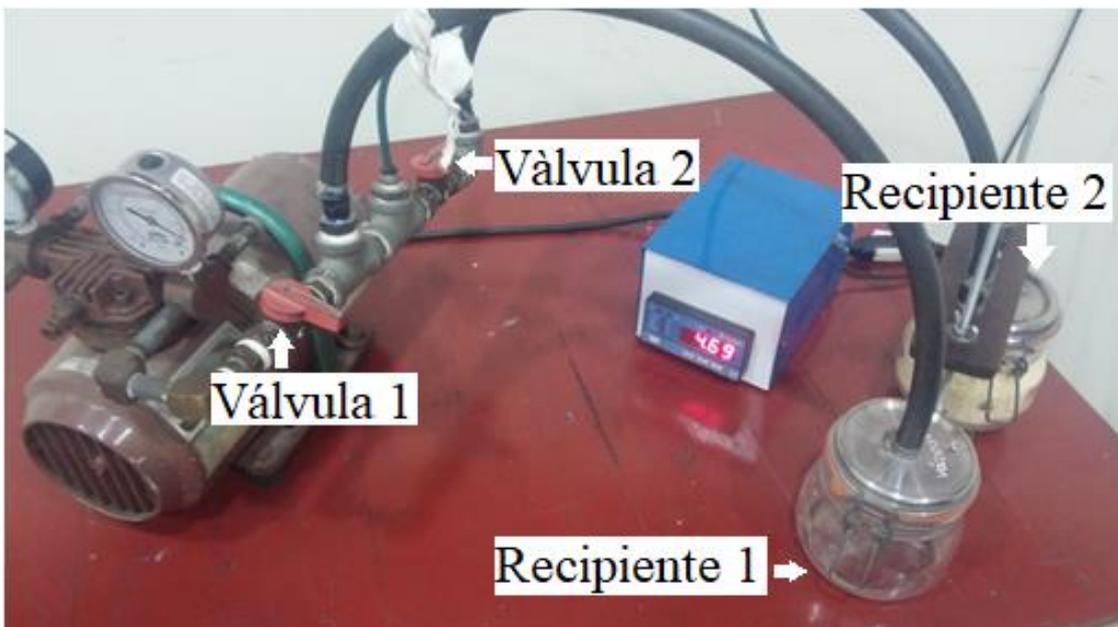


Figura 2: Dispositivo de Day modificado por Ureña.

2.2. MEZCLADO

Según Cullen (2009), el mezclado de partículas involucra el movimiento de algunos compuestos a través de otros para producir una concentración uniforme de cada componente en la mezcla. Asimismo, Fellows (2000) la describe como aquella operación unitaria en la que, a partir de uno o más componentes, dispersando uno en el seno del otro, se obtiene una mezcla uniforme, este autor también, hace referencia a que al componente mayoritario se le denomina fase continua, mientras que, al minoritario, fase dispersa, sin

embargo, hace hincapié en que el uso de estos términos no debe confundirse con los utilizados en la operación de emulsificación.

Por otro lado, Brennan *et al.*, (1998) describen que el “mezclar” es una operación, mediante la cual se efectúa una combinación uniforme de dos o más componentes con el objeto de alcanzar una distribución uniforme de los componentes mediante un flujo, el cual se genera ordinariamente por procedimientos mecánicos. Este autor manifiesta también que si se trata de líquidos miscibles, o sólidos y líquidos en los que son solubles, es posible obtener mezclas muy íntimas; con líquidos inmiscibles, productos en forma de pasta y polvos secos el grado de uniformidad obtenido es invariablemente inferior.

El estado favorito de las partículas en polvo que fluyen libremente, es permanecer segregadas. Es por esto que, en un determinado sistema, las partículas más grandes migran a la superficie como resultado de la vibración causada por la manipulación del sistema (Rhodes, 2008).

Respecto a la conservación, el mezclado no tiene un efecto conservador sobre el alimento y este se utiliza tan solo como una ayuda en el proceso de elaboración para modificar la comestibilidad o calidad de los alimentos. Además, su utilización es muy frecuente en muchas industrias alimentarias para, combinando distintos ingredientes, conseguir determinadas propiedades funcionales o características sensoriales. En algunos alimentos, es necesario un mezclado adecuado para asegurar que la proporción de cada uno de los ingredientes cumple la legislación del país o región en la que este es comercializado (Fellows, 2000).

2.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL MEZCLADO

Cuando se mezclan los productos alimenticios existen una serie de aspectos que hacen diferente esta operación del mezclado industrial en general.

- El mezclado se usa a menudo, más que para homogenizar, para desarrollar unas características determinadas en el producto (Fellows, 2000).

- Se trata muchas veces de una mezcla multicomponente, con ingredientes de distintas propiedades físicas y distintas proporciones de cada uno de ellos (Fellows, 2000).
- Algunos productos pueden ser frágiles o verse dañados por un mezclado excesivo (Fellows, 2000).
- Pueden darse relaciones complejas entre el modo de realizar el mezclado y las características del producto (Fellows, 2000).
- La carga puede estar constituida por líquidos poco viscosos, pastas muy viscosas o sólidos pulvulentos (Brennan *et al.*, 1998).
- En la mezcla de productos sólidos particulados la probabilidad de obtener una distribución ordenada es prácticamente nula (Brennan *et al.*, 1998).
- En los sistemas reales la mejor mezcla que se puede obtener es la correspondiente a una distribución al azar de los ingredientes (Brennan *et al.*, 1998).

Los criterios que se fijan para obtener un buen mezclado se refieren en primer lugar a la obtención de un producto con una calidad aceptable (en cuanto a características organolépticas, funcionalidad, homogeneidad, integridad) con un diseño que permita mantener unas condiciones higiénicas adecuadas, que garantice que la composición obtenida se ciñe a un estándar establecido legalmente, que sea eficiente en términos económicos y que sea flexible para poder hacer cambios en el procesado (Campbell, 1995).

Además, la mezcla de los sólidos se considera, en general como producida por uno o más de tres mecanismos básicos: convección, es decir transporte de producto o grupos de partículas de un producto a otro; difusión, o sea, transmisión de partículas individuales de un punto a otro, producida por la distribución de las partículas sobre una superficie acabada de crear; cizalla, es decir, la creación de planos de resbalamiento dentro de la masa como resultado de la mezcla de grupos de partículas. La mayoría de los aparatos de mezcla utilizan los tres mecanismos, aunque un tipo particular de mecanismo pueda predominar en un aparato particular. La mezcla por cizalladura se considera en ocasiones como parte de un mecanismo convectivo (Brennan *et al.*, 1998).

Como consecuencia del movimiento de las partículas también puede resultar una segregación, debido a diferencias en sus propiedades. Por ello, en cualquier operación de

mezcla, la mezcla y desmezclado tienen lugar a la vez, dependiendo lo íntima que sea la mezcla resultante de que el primer mecanismo predomine sobre el segundo (Brennan *et al.*, 1998).

2.2.2. MEZCLADO DE SÓLIDOS

Según Fellows (2000), al contrario de lo que sucede con los líquidos y pastas viscosas, no es posible alcanzar una uniformidad completa con productos sólidos en polvo o en partícula. El grado de mezclado que con ellos se alcanza depende de:

- El tamaño relativo de las partículas, forma y densidad de cada componente,
- el contenido de agua, las propiedades de superficie y las características de flujo de cada componente,
- la tendencia a la agregación de los productos, y
- la eficacia de un determinado mezclador para estos componentes.

El tamaño de partícula es el factor que más influye sobre el mezclado uniforme de los alimentos secos (Clift *et al.*, 2008).

Teóricamente, si todos los ingredientes tuvieran el mismo tamaño de partícula, sería muy fácil mezclarlos y no ocurriría segregación. Se ha demostrado en diversos estudios que conforme se incrementa el tamaño de las partículas, se requiere más tiempo para obtener un mezclado uniforme (con menos de 10 por ciento de coeficiente de variación entre muestras); sin embargo, en la práctica es necesario mezclar partículas con un amplio rango de tamaños (Clift *et al.*, 2008).

Además, el grado de mezcla necesario en muchas operaciones dependerá de para qué se vaya a utilizar la mezcla y los métodos de control que se utilicen (Brennan *et al.*, 1998).

Asimismo, Brennan *et al.*, (1998), agregan que la eficacia de un proceso de mezcla depende de:

- La utilización adecuada de la energía empleada para generar el flujo de los componentes.
- El diseño de un mezclador, el cual es esencial para asegurar un input de energía adecuado y un buen sistema mecánico para transferir esta, así como la configuración del recipiente.
- Las propiedades reológicas de los componentes.

Por otro lado, cuanto más próximas son la forma, tamaño, y densidad de los ingredientes más fácil es la operación de mezcla y más íntima es la mezcla resultante. Una vez que los mecanismos de mezclado y desmezclado alcanzan un estado de equilibrio, queda definido el estado de la mezcla final, y continuar la operación de mezcla no proporcionará mejores resultados (Brennan *et al.*, 1998).

Por lo general, los productos que presentan forma, tamaño y densidades similares son capaces de formar mezclas más uniformes que los productos que difieren en estas propiedades. Durante el proceso de mezclado, las diferencias en estas características pueden dar lugar a una falta de mezcla (o a su separación) en algunas mezclas se consigue la uniformidad tras un determinado periodo de mezclado que, sobrepasado, produce la separación de los componentes (segregación). Por ello es importante en este tipo de casos, controlar de modo preciso la duración del proceso de mezcla. La uniformidad del producto final depende del equilibrio alcanzado entre los mecanismos de mezclado y de separación, los cuales a su vez están relacionados con el tipo de mezcladora, las condiciones, el proceso y los alimentos utilizados (Fellows, 2000).

La homogeneidad en el mezclado es tanto más difícil de conseguir cuanto más diferentes son las cantidades de cada componente, es así como, el componente que se encuentra en menor proporción, es el más difícil de homogenizar (Clift *et al.*, 2008).

2.2.3. SEGREGACIÓN DE INGREDIENTES

La segregación de partículas es la tendencia a la separación de los componentes de una mezcla (Clift *et al.*, 2008), las principales causas de la segregación son:

- Diferencias en el tamaño de los componentes,
- diferencias en la densidad de los componentes,
- forma de las partículas,
- realizar un sobre – mezclado.

Por su parte, Rodríguez (2010) afirma que, si la mezcladora está adecuadamente diseñada, no hay razón para que los ingredientes se desmezclen, una vez que se ha alcanzado la homogeneidad en el alimento. La única forma en que el desmezclado pudiera ocurrir, sería si la mezcladora cambiara las propiedades físicas del alimento, es decir, que la mezcladora pudiera moler algunas partículas haciéndolas más finas o calentara el alimento con la fricción lo suficiente para cambiar la forma y la densidad de las partículas, o por la generación de cargas electrostáticas producidas por la fricción del alimento.

La segregación puede reducirse considerablemente si las partículas tienen un tamaño homogéneo o mediante la adición de líquidos, ya que, estos ayudan a unir las partículas finas evitando que se desplacen entre las partículas más grandes; el aceite u otros líquidos pueden ser útiles para este fin (Rodríguez, 2010).

2.2.4. EQUIPO DE MEZCLA DE CINTAS

Están compuestas por recipientes horizontales semicilíndricos, en los que están localizados uno o más elementos giratorios (Brennan, *et al.*, 1998).

Este tipo de equipo usualmente puede producir una mezcla homogénea en dos a cuatro minutos, ya que, prácticamente el 100 por ciento de las partículas están en movimiento (Figura 3), compuesta por dos cintas actuando en sentido opuesto y montadas en el mismo eje. Una mueve los sólidos lentamente en una dirección, y la otra lo hace rápidamente en dirección opuesta de lo que resulta el movimiento de los sólidos en una dirección, y la otra lo hace rápidamente en dirección opuesta, por lo que el sistema se puede utilizar como un mezclador continuo (Figura 4).

Otros tipos de mezcladoras de cinta trabajan en forma discontinua. Las cubetas pueden ser cerradas o abiertas (para poder utilizarlas a presión o vacío, o para minimizar los peligros producidos por el polvo). Debido a la pequeña separación entre las cintas y la pared de la cubeta se pueden deteriorar las partículas y además el consumo de energía es elevado. Aunque la segregación puede aparecer debido al movimiento envolvente, en general no es un problema serio. El mecanismo que opera en este tipo de mezcladora es fundamentalmente convectivo; las cintas transportan las partículas de una a otra zona. Se utiliza fundamentalmente con productos que ofrecen tendencia a la segregación. (Rodríguez, 2010; Brennan *et al.*, 1998).

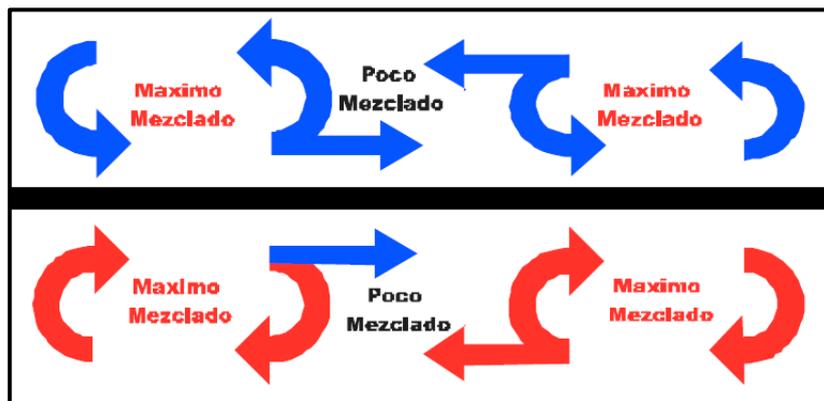


Figura 3: Patrón de mezclado en mezcladoras horizontales de cintas.

FUENTE: Rodríguez (2010).

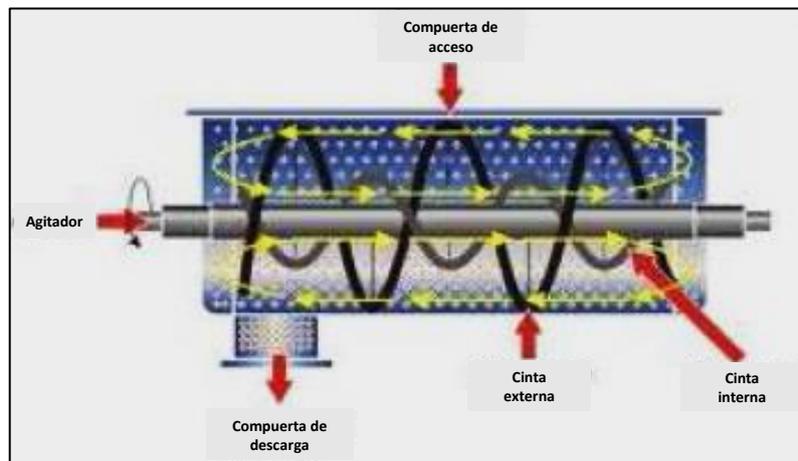


Figura 4: Esquema general de una mezcladora de cintas.

FUENTE: Rodríguez (2010).

2.2.5. TIPOS DE MEZCLA

a. MEZCLA PERFECTA

Es aquella en la que, si se toma un grupo de partículas de cualquier parte de la mezcla, la proporción de cada partícula presente en esta muestra, será la misma que la proporción presente en toda la mezcla. Lamentablemente, en un proceso industrial, es imposible de obtener (Rhodes, 2008).

b. MEZCLA ALEATORIA

Una mezcla en donde la probabilidad de encontrar una partícula de cualquier componente es la misma en cualquier lugar y equivalente a la proporción de ese componente en la mezcla total (Rhodes, 2008).

En otras palabras, es aquella en que la probabilidad de que una partícula de un determinado componente se encuentre en una muestra es proporcional al número de partículas de ese componente en la mezcla total. Esta es generalmente la mejor calidad de mezcla que se puede lograr cuando se trata de mezclar partículas que no están sujetas a la segregación (Clift *et al.*, 2008).

c. MEZCLA SEGREGADA

Cuando las partículas que van a ser mezcladas difieren en propiedades físicas, entonces ocurrirá la segregación. Este caso las partículas de un componente tienen una mayor probabilidad de estar en mayor proporción en una parte de la mezcla y en otras en menor cantidad (Rhodes, 2008).

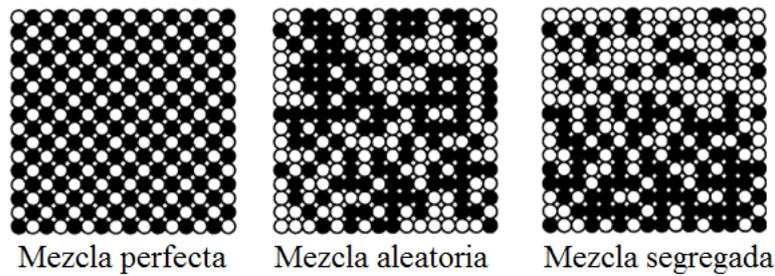


Figura 5: Tipos de mezcla.

FUENTE: Rhodes (2008).

2.2.6. EFECTO DE LA OPERACIÓN DE MEZCLADO SOBRE LOS ALIMENTOS

Aunque la acción del mezclado no ejerce por sí misma ningún efecto sobre el valor nutritivo ni sobre la vida útil de los alimentos, sí puede hacerlo, de una forma indirecta, permitiendo que algunos ingredientes reaccionen entre sí. La naturaleza e intensidad de las reacciones en cuestión dependen de los componentes involucrados y del calor generado por el movimiento del contenido durante la operación. En general, el mezclado tiene un efecto significativo sobre las características sensoriales y las propiedades generales de los alimentos. Su principal efecto consiste en homogeneizar los productos al conseguir una óptima distribución de los diversos ingredientes (Fellows, 2000).

2.2.7. CONTROL DE CALIDAD DEL MEZCLADO

Para asegurarse de la calidad del mezclado, es importante llevar a cabo periódicamente pruebas para determinar la eficiencia y tiempo óptimo de mezclado. Cabe señalar que deberá tenerse como meta el obtener como máximo un coeficiente de variación en el mezclado del diez por ciento (CV) el cuál equivaldría a un 90 por ciento de eficiencia, esto para asegurar una calidad adecuada (Rodríguez, 2010).

Una vez que se establezca el tiempo óptimo de mezclado, es importante que realmente se emplee este tiempo de mezclado en cada lote de alimento, por lo que el empleo de mecanismos adecuados para la medición del tiempo es imprescindible en la mezcladora (Rodríguez, 2010).

Por otra parte, el mantenimiento y revisión de la mezcladora son necesarios para asegurar un óptimo mezclado. Es importante señalar que deberán efectuarse pruebas de eficiencia de mezclado y tiempo óptimo de mezclado cada vez que se realicen reparaciones mayores a la mezcladora (listones, cadenas, bandas o engranes) (Rodríguez, 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. MUESTRA

Muestras de partículas alimentarias empleadas en la mezcla para la obtención del producto puré de papa en polvo: hojuelas de papa deshidratadas, suero de leche y sal coloreada (sal industrial premezclada con colorante (extracto de cúrcuma y annato).

Mezcla de puré de papa en polvo, cuyas muestras serán obtenidas a los 0, 4, 8, 12, 16 y 20 minutos de mezclado.

3.1.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

a. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Amasadora/sobadora a espiral NOVA® de 220V, de dos velocidades (alta y baja), de capacidad de 20 kilogramos y con un espiral de acero inoxidable, accionada por un motor – reductor de 2 HP (Perú)
- Balanza infrarrojo Mettler Toledo ® MJ33 (Suiza).
- Balanza analítica Ohaus®, modelo Adventure TM (Estados Unidos)
- Bomba de vacío Vacuumbrand® ME2C (Alemania).
- Calculadora científica Casio® fx-82ES (China).
- Campana desecadora de vidrio Glaswerk Westheim® (Holanda)
- Cocina eléctrica Magefesa® MGF811 (España)
- Colorímetro Konica Minolta® CR-400 (Japón).
- Cronómetro digital Casio® (China).
- Estufa VWR® Shel lab 1400 E-Z (Estados Unidos).

- Equipo para la digestión y destilación semi micro Kjendahl: Turbosog, Turbotherm tt125 y Vapodest vap 200 Gerhardt® (Alemania).
- Porosímetro (Ureña *et al.*, 2002), con sensor Lextron® Modelo T20-08 BEX (Holanda), con un rango de 0-10 mb.
- Mezcladora de cintas Veyco® MRB750 (México)
- Mufla NABER® (España)
- Selladora Samwin® SF200S (China).
- Tamizador Vibratorio Soiltest® CL-390-K (Estados unidos), mallas Tyler® número 20, 30, 40 y 50.
- Viscosímetro Brookfield® DV-II Pro (Estados Unidos)

b. MATERIALES

- Materiales de vidrio de laboratorio (Embudo buchner, probetas, vasos de precipitado, pipetas, matraces, probetas, tubos de ensayo de vidrio, baguetas, bureta).
- Papel filtro Whatman® N^o1.
- Pala de acero inoxidable.
- Bolsas Plásticas de polietileno de baja densidad.
- Plumón marcador.
- Bombillas de jebe.
- Pinzas de metal.

c. REACTIVOS

- Ácido bórico (Merck®, Alemania).
- Ácido sulfúrico (Baker®, México).
- Agua destilada.
- Éter de petróleo (Merck®, Alemania).
- Hidróxido de sodio (Merck®, Alemania).
- Persulfato de potasio (Merck®, Alemania).
- Sulfato de cobre (Merck®, Alemania).

3.2. MÉTODOS

3.2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La toma de muestras se realizó en las instalaciones de la empresa Deltagen del Perú S.A. ubicada en el distrito de Ate.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Físico química de alimentos, evaluación sensorial e Ingeniería de Alimentos pertenecientes a la facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

3.2.2. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

a. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE CADA UNO DE LOS INSUMOS UTILIZADOS PARA LA OBTENCIÓN DE PURÉ DE PAPA EN POLVO

Se determinó el tamaño de partícula de cada insumo (hojuelas de papa deshidratadas, suero de leche y sal coloreada) según la norma ASTM–D–422–78 de la American Society and Testing material.

b. DETERMINACIÓN DEL COLOR DE LA MEZCLA

Para la medición del color se utilizó el método descrito por Romano *et al.* (2011). Se determinó utilizando el colorímetro Konica Minolta CR-400. Se realizaron tres mediciones por cada muestra (tomada a los 0, 4, 8, 12, 16 y 20 minutos de mezclado) mediante la colocación de aproximadamente 1,5 gramos de la mezcla en polvo dentro de la celda de cuarzo (accesorio del colorímetro), posterior a ello se colocó la cabeza del colorímetro sobre el soporte de la celda de cuarzo y los resultados fueron expresados a través del espacio de color $L^*a^*b^*$ (sistema CIELAB), donde L^* indica luminosidad (varía desde 0, negro, a 100, blanco); a^* , mide la tendencia al rojo (varía desde -60, verde, a +60, rojo); y b^* , la tendencia al amarillo (varía desde -60, azul, a +60, amarillo).

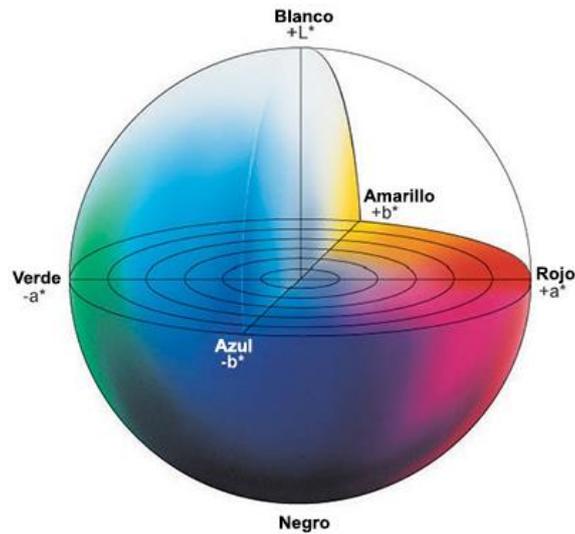


Figura 6: Representación gráfica de las coordenadas de color CIE $L^*a^*b^*$.

3.2.3. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL DE LOS INSUMOS PARA OBTENER PURÉ DE PAPA EN POLVO Y DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO

Se determinó según el método de Ureña *et al.* (2002). Las muestras tomadas fueron llevadas al laboratorio de evaluación sensorial de la facultad de Industrias Alimentarias, donde se realizaron las medidas de densidad real con el porosímetro (dispositivo de Day modificado por Ureña).

3.2.4. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS

- **Humedad:** Se secó la muestra a 105 °C hasta peso constante (AOAC, 2005).
- **Proteína bruta:** Se determinó mediante el método micro Kjeldahl (AOAC, 2005). La muestra fue digerida con ácido sulfúrico al 95 por ciento, empleando sulfato de cobre penta hidratado y sulfato de potasio (en proporción de 1 a 300) como catalizador y con el fin de elevar el punto de ebullición para liberar el nitrógeno a partir de la proteína y retenerlo como sal de amonio. Se agregó hidróxido de sodio al 50 por ciento para liberar el amoniaco, el cual es destilado y recogido en una solución de ácido bórico al cuatro por ciento para luego ser titulado. Para calcular el porcentaje de proteína bruta

(peso/peso), se multiplicó el porcentaje de nitrógeno obtenido por 6,25.

- **Grasa:** Método de Soxhlet (AOAC, 2005). La grasa fue extraída de la muestra seca con la ayuda de solventes orgánicos (éter de petróleo). El extracto se recogió en el balón de destilación y se procedió a evaporar todo el éter de petróleo, para asegurar que este se eliminó por completo, se colocó el balón en una estufa durante una hora y 30 minutos, para finalmente enfriarlo en un desecador.
- **Cenizas:** Por incineración en mufla a 500 °C (AOAC, 2005).
- **Fibra bruta:** Método por digestión ácida y alcalina (AOAC, 1998).
- **Carbohidratos:** Por diferencia del 100 por ciento con los análisis anteriores (Collazos *et al.*, 1996).
- **Determinación de viscosidad:** Se determinó la viscosidad del producto terminado (ya reconstituido), cuya preparación se realizó como se indica a continuación:

1ª En una olla, se colocaron 500 mililitros de agua y se calentó hasta alcanzar el punto de ebullición, con el agua en ebullición, se agregaron 5 gramos de sal y 30 gramos de mantequilla, se revolvió hasta que la mantequilla se derritió por completo y se redujo la temperatura de la cocina eléctrica a la mitad de su potencia.

2ª Se añadieron 250 mililitros de leche fresca y luego 125 gramos de la mezcla de puré de papa en polvo (la que se comercializa actualmente y la que se obtuvo con el tiempo óptimo de mezclado), se mezcló constantemente por tres minutos y se retiró de la cocina eléctrica. Se dejó enfriar hasta que el puré llegó a una temperatura de 30 °C y se procedió a la lectura en el viscosímetro

Mientras las muestras de puré de papa enfriaban, se acondicionó el viscosímetro Brookfield® junto con el intercambiador de calor, con el fin de que la lectura de la

viscosidad se realizara a la temperatura de 30 °C, tal cual indica el método descrito por Álvarez *et al.* (2007), el cual se basa en la medida de la resistencia a la deformación de un fluido, bajo las siguientes condiciones:

- Tamaño de la muestra: 2 gramos
- RPM: 10
- Se realizaron 3 repeticiones

Accesorios del Viscosímetro Brookfield® utilizados:

- Spindle: SC4-27
- Chamber: SC4-13RPY

3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.3.1. CARACTERIZACIÓN DE PARTÍCULAS E INSUMOS PARA LA OBTENCIÓN DE PURÉ DE PAPA EN POLVO

Se evaluaron los diferentes insumos empleados en la mezcla del puré de papa en polvo: hojuelas de papa deshidratadas, suero de leche y sal coloreada. Se les determinó la densidad real según el método de Ureña *et al.* (2002), así mismo se calculó su tamaño de partícula de acuerdo a lo establecido en la norma ASTM-D-422-78 de la American Society and testing material y por último se determinó su humedad utilizando una balanza de infrarrojo “Mettler Toledo ® MJ33”.

3.3.2. MEZCLADO DE PARTÍCULAS Y TOMA DE MUESTRAS

Se llevó a cabo la operación de mezclado siguiendo el siguiente flujo de operaciones:

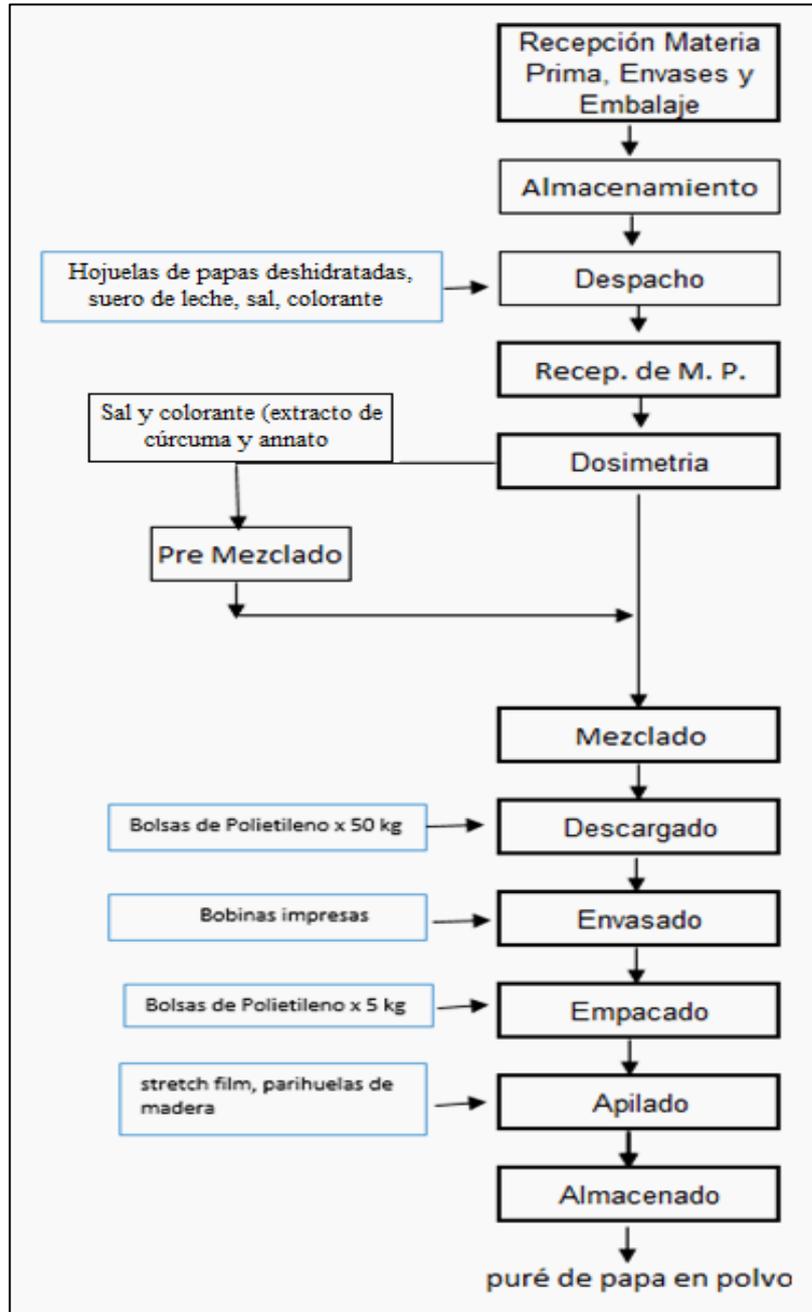


Figura 7: Flujo de operaciones para la obtención de puré de papa en polvo.

A continuación, se presenta una breve descripción de cada etapa indicada en la Figura anterior:

1.- Recepción de materia prima, envases y embalaje: Toda materia prima, envase y embalaje que ingresa a Deltagen del Perú S.A. es revisada junto a su respectivo certificado de análisis por el área de aseguramiento de calidad e innovación, de acuerdo a las especificaciones que esta área ha definido para cada tipo de producto.

2.- Almacenamiento: Una vez que el área de aseguramiento de calidad e innovación da el visto bueno del producto que ha ingresado a la empresa, el responsable de almacén se encarga de disponer de este en el almacén que le corresponde (almacén de materia prima I, almacén de materia prima II o almacén de envases y embalajes).

3.- Despacho: El área de producción emite una “orden de producción” en la que se indica la cantidad de producto final (puré de papa en polvo) a producir, señalando los insumos, envases y embalajes a necesitar, así como la cantidad requerida de estos; esta orden es entregada a almacén, en donde se dan las indicaciones pertinentes para llevar los insumos solicitados al área de producción.

4.- Recepción de materia prima, envases y embalajes: La materia prima e insumos solicitados se reciben en el área de mezclado, mientras que los envases y embalajes se reciben en el área de envasado.

5.- Dosimetría: Las hojuelas de papa deshidratadas, el suero de leche, la sal y el Biocon® Atos 6ws son pesados de acuerdo a la formulación establecida. En el caso de la sal y el Biocon® Atos 6ws, estos son premezclados antes del mezclado con el resto de ingredientes.

6.- Mezclado: Se introducen las hojuelas de papa deshidratadas, el suero de leche y la premezcla de sal coloreada en la mezcladora (mezcladora horizontal de cintas) en donde son mezclados durante 20 minutos.

*La toma de muestras se realizó durante la etapa de mezclado, tomando 300 gramos de mezcla a los 0, 4, 8, 12, 16 y 20 minutos, las cuales fueron almacenadas en bolsas de polietileno de baja densidad transparentes y selladas manualmente.

7.- Descargado: La mezcla es descargada en bolsas de polietileno de baja densidad transparentes de 50 kilogramos, colocadas sobre una parihuela de madera y embaladas para finalmente ser transportadas al área de envasado.

8.- Envasado: Se descarga la mezcla en la envasadora (Messoma Wetzlar®) alimentada mediante un tornillo sin fin, la cual dosifica aproximadamente 125 gramos de mezcla por empaque.

9.- Empacado: Se colocan 24 empaques por 125 gramos en una bolsa de polietileno de 5 kilogramos de capacidad.

10.- Apilado: Se colocan las bolsas de polietileno que contienen a los empaques en una parihuela de madera de 1,2 metros de largo por 0,8 metros de ancho por 0,14 metros de alto, con un máximo de 10 bolsas de altura por parihuela, las cuales son debidamente envueltas con láminas de stretch film.

11.- Almacenado: Finalmente las parihuelas con el producto terminado son llevadas al almacén de producto terminado para su respectivo despacho.

3.3.3. CALIBRACIÓN DEL POROSÍMETRO

De acuerdo a lo descrito en el inciso 2.1.2. c), es necesario calibrar el porosímetro debido al error intrínseco del material y de la construcción del equipo. Por lo tanto para determinar el valor del f.c. de la expresión (5), se realizó una curva de calibrado con agua, con lo que se ploteó $(P_1 - P)/P$ con respecto al volumen de agua (V_a) añadido al recipiente 2, teniendo que:

$$y = a - bx \quad \dots \quad (13)$$

$$\frac{(P_1 - P)}{P} = \frac{(V_{rec} - V_a)}{V_1} = \frac{V_{rec}}{V_1} - \frac{1}{V_1} x V_a \quad \dots \quad (14)$$

El término $(-1/V_1)$ es igual a la pendiente de la curva de calibración, con lo que se determinó el valor de V_1 y de la ordenada en el origen. Finalmente se determinó el volumen del recipiente 2 (V_{rec}).

3.3.4. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL DE LAS MUESTRAS

Se determinó la densidad real de cada una de las muestras obtenidas a los 0, 4, 8, 12, 16 y 20 minutos de acuerdo al método establecido por Ureña *et al.* (2002).

3.3.5. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLADO

- Densidad real

Considerando los valores experimentales de densidad real de las mezclas obtenidas para 0, 4, 8, 12, 16 y 20 minutos, se determinó el tiempo de máxima homogenización comparando el valor de densidad real que no presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) con los valores de densidad real correspondientes a tiempos posteriores de mezclado. A este procedimiento se le denominó “Determinación de la variación no significativa de la variable dependiente (densidad real) en cinética de mezclado (VNSC)”.

- Color

Como complemento a los resultados obtenidos a partir del análisis de la variación de la densidad real en cinética de mezclado, se determinó también la variación no significativa de las variables dependientes (coordenadas de color del sistema CIE L^* , a^* y b^*) en cinética de mezclado (VNSC).

3.3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar la diferencia significativa entre los valores de densidad real de mezclas correspondientes para los seis tiempos definidos como tratamientos (VNSC) 0, 4, 8, 12, 16 y 20 minutos, se aplicó un diseño completo al azar (DCA) con 3 repeticiones ($p < 0.05$).

Los modelos matemáticos que relacionan la densidad real con el tiempo de mezclado fueron determinados mediante regresión ($p < 0.05$).

3.3.7. CARACTERIZACIÓN DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO OBTENIDO CON EL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLA

Se realizó un análisis proximal (determinación de proteína bruta, grasa bruta, cenizas, fibra cruda y carbohidratos) y una determinación de viscosidad para caracterizar a la mezcla obtenida con el tiempo óptimo de mezclado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CALIBRADO DEL POROSÍMETRO

A continuación, se presenta la Figura 7, en la cual se muestra la curva de calibración del porosímetro (dispositivo de Day modificado por Ureña), con la que se pudo calcular el factor de corrección ($f.c. = 0,757$), el cual fue utilizado para corregir la porosidad de cada prueba y también para determinar el volumen del recipiente ($V_{rec} = 881 \text{ cm}^3$) que contiene a la muestra.

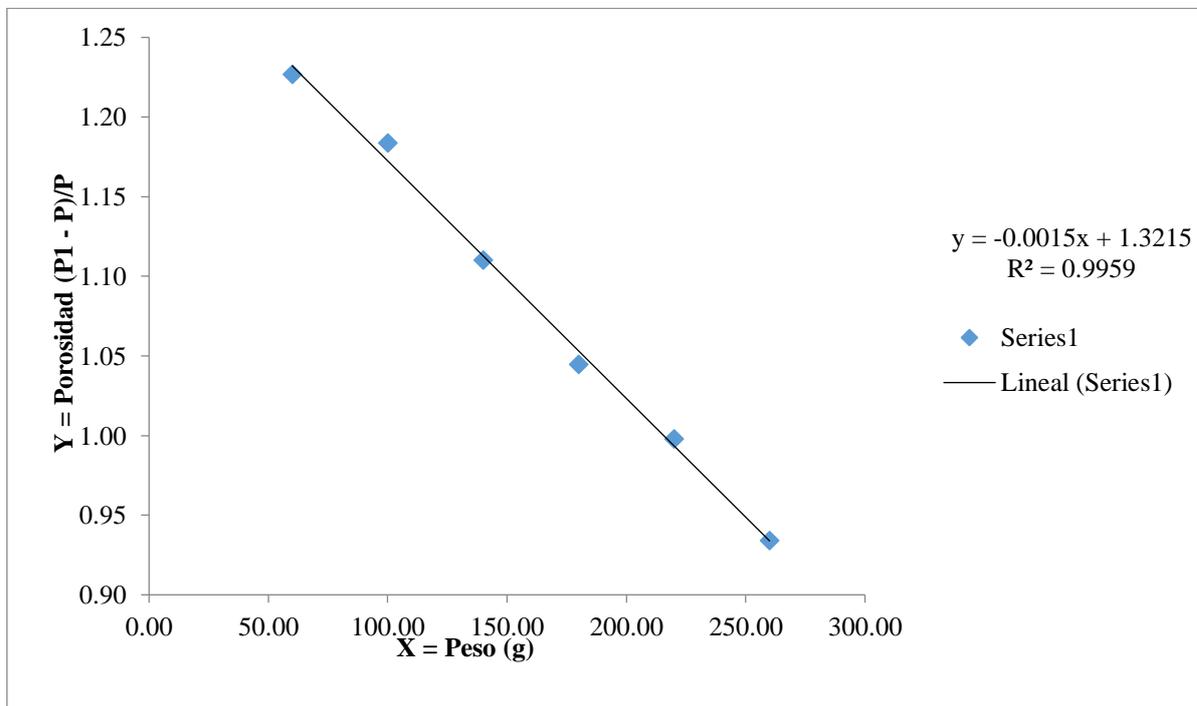


Figura 8: Curva de calibrado del porosímetro con agua (ajustada por mínimos cuadrados).

4.2. CARACTERIZACIÓN DE PARTÍCULAS E INSUMOS PARA LA OBTENCIÓN DE PURÉ DE PAPA EN POLVO

Las partículas sólidas que se utilizan en la elaboración del puré de papa en polvo son las que se mencionan a continuación (de mayor a menor proporción):

4.2.1. HOJUELAS DE PAPAS DESHIDRATADAS

Fabricadas por una empresa de origen alemán, las hojuelas de papa son producidas a partir de papas que han sido previamente lavadas y peladas, que posteriormente atraviesan el proceso de secado de tambor para finalmente ser molidas hasta conseguir el tamaño de partícula deseado.

El producto importado por Deltagen del Perú S.A., posee un color ligeramente amarillo, con tendencia al color blanco, cuyo olor y sabor son característicos al de papas cocidas sin ninguna especia o sazón agregados. Respecto al tamaño de partícula, este no es uniforme, ya que, son partículas bastante frágiles por lo que, las más pequeñas tienen aproximadamente 0,425 milímetros de longitud y las de mayor tamaño no exceden los 4,75 milímetros, debido a que son partículas bastante porosas, poseen una densidad real de $0,563 \text{ g/cm}^3$ y el lote utilizado en la mezcla del presente estudio reportó una humedad de 7,32 por ciento.

4.2.2. SUERO DE LECHE

Fabricado por una empresa chilena, es obtenido a partir del suero de la fabricación de quesos, el cuál ha sido sometido a un proceso de pasteurización, evaporación, cristalización y atomización. Es un polvo fino de color amarillo crema, con un olor ligeramente lácteo y sabor también lácteo con ligeras notas saladas. Son partículas de tamaño uniforme, con un diámetro promedio de 0,68 milímetros y cuyas partículas resultaron con un valor de densidad real de $1,525 \text{ g/cm}^3$ y un 2,47 por ciento de humedad.

4.2.3. SAL INDUSTRIAL

La sal industrial utilizada por Deltagen del Perú S.A. es una sal de alta pureza (99,6 por ciento de cloruro de sodio como mínimo), se produce a partir de soluciones extraídas de reservas subterráneas, las cuales son purificadas y recristalizadas en vacío antes de ser envasadas, obteniéndose cristales de color blanco, de olor neutro, sabor salado y con una amplia gama de aplicaciones, como alimentos, química, tratamiento de agua, etc. La granulometría de los cristales de sal es ligeramente variable, con un diámetro promedio de 0,85 mm y cuyas partículas reportan una densidad real de 2,105 g/ml y un 0,1 por ciento de contenido de humedad.



Figura 9: Sal coloreada, la sal industrial es pre mezclada con el Biocon® Atos 6WS.

4.2.4. EXTRACTO DE CÚRCUMA Y ANNATO

Solución acuosa de color oscuro, soluble en agua, con un ligero olor a alcohol, es un colorante obtenido a partir de la mezcla de los pigmentos extraídos de las semillas de cúrcuma y annatto (también conocido como achiote), la cual es estabilizada en polisorbato y propilenglicol, con un contenido mínimo de Bixina y Curcumina de 0,3 y 7,4 por ciento respectivamente, es utilizado en la industria alimentaria para impartir una tonalidad amarilla al producto, siendo aplicada principalmente en margarinas, quesos, aderezos para ensaladas, mantecas, snacks, etc.

Luego de analizar las características de cada insumo utilizado en el presente estudio, se podría afirmar que la diferencia de tamaño de partícula entre las hojuelas de papa deshidratadas y los demás productos utilizados para la obtención del puré de papa en polvo, podría generar ligeros problemas durante la operación de mezclado, pues Tatterson (2002), señala que cuando la diferencia de tamaño entre las partículas que se están mezclando es muy grande, la operación de mezclado se ve afectada, ya que se producen fenómenos como el desmezclado y/o segregación.

4.3. MEZCLADO DE PARTÍCULAS Y TOMA DE MUESTRAS

La operación unitaria de mezclado de partículas se llevó a cabo luego de realizar un análisis de todos los factores que la afectan, con el fin de simplificar el proceso y enfocar el presente estudio a desarrollar el objetivo principal que es determinar el tiempo óptimo de mezclado de ingredientes particulados de puré de papa aplicando V.N.S.C. Siguiendo esta premisa, se trabajó con una carga de 400 kilogramos/batch para los tres batch muestreados, para lo cual se utilizó un solo equipo mezclador (mezcladora de cintas horizontal con capacidad para 800 kilogramos/batch) a una velocidad constante en todas las pruebas de 45 r.p.m. de las que se tomó las 18 muestras analizadas en el presente estudio, cada una tomada a seis tiempos distintos de mezclado (cada cuatro minutos) y por triplicado, entiéndase por triplicado a cada uno de los tres batch en estudio mencionados anteriormente.

El equipo utilizado para el mezclado, fue llenado manualmente por los operarios de producción, los cuales luego de realizar el pesado de cada insumo (hojuelas de papa y suero de leche) y de hacer la premezcla (se mezclaron la sal y el colorante durante 13 minutos), procedieron al llenado del mismo, siempre en el mismo orden: hojuelas de papa, suero de leche y sal coloreada, se tuvo especial cuidado durante esta etapa, buscando replicar el llenado en los tres batch muestreados, con el fin de reducir el factor de llenado del equipo, el cual, de acuerdo a lo mencionado por Sudah *et al.* (2002), afecta al proceso de mezclado. El orden en el que se llenaron las hojuelas de papa deshidratadas y el suero de leche, está basado en el tamaño de partículas y a la alta higroscopicidad del suero de leche, para el caso de la sal coloreada, esta fue vertida al final para evitar que esta se adhiriera a las paredes del equipo pues se trata de una mezcla húmeda.



Figura 10: Operario depositando la materia prima utilizada para la obtención del puré de papa en polvo en la mezcladora de cintas.

Finalmente, se comenzó la toma de muestras desde el minuto cero (terminado el llenado del equipo), comenzada la operación, se colocó una bolsa de polietileno como recipiente justo en el ducto de descarga en la parte inferior del equipo y se tomaron de 300 – 350 gramos de las partículas sólidas aun sin ser mezcladas (minuto cero), y se realizó la misma operación cada cuatro minutos hasta el final del mezclado (20 minutos).



Figura 11: Proceso de descarga del puré de papa obtenido luego de 20 minutos de mezclado.

4.4. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL DE LAS MUESTRAS

A continuación se presenta el Cuadro 1, el cual contiene los valores de densidad real de las muestras obtenidas durante la operación de mezclado de las partículas para la obtención del puré de papa en polvo.

Además, se presenta la Figura 16, en la que se graficó el comportamiento de la densidad real a lo largo de los 20 minutos de mezclado.

Luego de evaluar los resultados obtenidos, se encontró que, la función matemática que relacionó de mejor manera el comportamiento de la densidad real de las muestras a través del tiempo, fue una función polinomial cuadrática ($p < 0,05$; $R^2 = 0,927$), lo cual concuerda con lo encontrado por Rubio (2004), quien manifestó que los modelos cuadráticos son los que representan de mejor manera el comportamiento de la densidad real a través del tiempo de mezclado, el mismo autor obtuvo durante su experimentación que, si bien pudo construir las gráficas para determinar la densidad real, estas presentaron un valor de R^2 bastante bajo, a diferencia del presente trabajo de investigación en la que se tuvo un valor bastante cercano a uno. La ecuación se presenta a continuación en la Figura 11.

Rubio (2004), quien en su investigación trabajó con partículas granulares no cohesivas como kiwicha (*Amaranthus caudatus*), frijol chino (*Vigna radiata L*), fideos tipo munición, quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad “Perlada” y grageas de caramelo, afirma también que, si luego del mezclado se le volviese a medir la densidad real a todo el conjunto de partículas, la densidad real sería la misma en todos los casos e igual a la que había antes de empezar la operación, ya que (según lo manifestado por este autor), esta operación no genera ningún cambio en la masa ni en el volumen de las partículas, sin embargo, en el presente estudio se tuvo todo lo contrario, ya que, debido a que se utiliza un colorante en solución, el cual aporta humedad al conjunto de partículas, esto sumado a la alta higroscopicidad del suero de leche y las hojuelas de papa deshidratadas, además de que estas últimas son bastante frágiles, modifica su apariencia y forma, afectando al volumen de la mezcla, esto se pudo corroborar, pues la densidad real promedio del conjunto de partículas antes de comenzar la operación de mezclado fue de 0,550 g/ml mientras que al final se tuvo un valor promedio de 0,805 g/ml, por lo tanto queda demostrado que dicha

afirmación depende de la naturaleza de las partículas que participan en el proceso de mezclado.

Cuadro 1: Resultados de mediciones de densidad real (g/ml) para seis tiempos de mezclado.

	0 minutos	4 minutos	8 minutos	12 minutos	16 minutos	20 minutos
Repeticìon 1	0,557	0,606	0,659	0,803	0,805	0,808
Repeticìon 2	0,553	0,610	0,667	0,810	0,803	0,807
Repeticìon 3	0,538	0,603	0,665	0,809	0,813	0,800
Desviaciòn estàndar	0,0100	0,0033	0,0041	0,0035	0,0056	0,0041

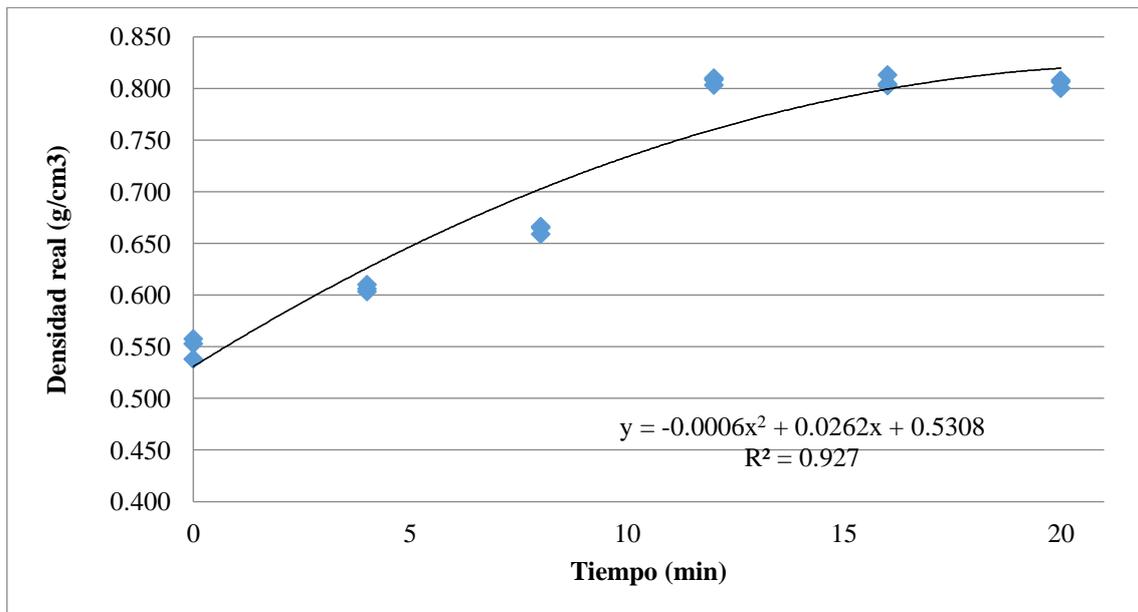


Figura 12: Densidad real vs. Tiempo.

El mezclador fue llenado colocando las hojuelas de papas deshidratadas en la parte inferior, luego el suero de leche en polvo y, por último, se colocó la sal coloreada en la parte superficial, es así como, si durante la toma de muestra, se hubieran tomado las partículas que se encontraban en la superficie y en las zonas más cercanas a las paredes del equipo, lo más probable es que la mayoría de estas sean partículas del suero de leche, por otro lado, si se hubiesen tomado partículas de la superficie, pero de la parte central, estas serían parte de la masa de la sal coloreada, sin embargo, y tal como se realizó el muestreo para el presente estudio, las partículas muestreadas se obtuvieron de la tolva de descarga ubicada en la parte inferior del equipo, obteniendo así partículas de hojuelas de papa en polvo (casi en su totalidad) para las tres repeticiones del minuto cero (antes de comenzar la

operación del mezclado), es así como se corrobora lo afirmado por Rubio (2004), quien demuestra en su estudio que la toma de la muestra es completamente influyente en el resultado, por lo que, cuando un proceso de mezcla es incipiente, dependerá del lugar en que se tome la muestra para obtener un determinado valor de densidad real, y que a pesar de que las pruebas se realicen por triplicado, lo más probable es que cada uno de esos valores difieran unos de otros notablemente.

Continuando con lo expuesto por Rubio (2004), de repetirse las pruebas realizadas en el presente estudio, se puede afirmar con seguridad que no se replicarían los mismos valores de densidad real en tiempos correspondientes al inicio de la operación del mezclado, asimismo, y con la misma seguridad, afirma que los tiempos óptimos de mezclado si se repetirían ya que al determinar los tiempos adecuados para esta operación, por lo menos nueve valores (muestras en tiempos de 12, 16 y 20 minutos) no se diferencian significativamente ($p < 0,05$).

Es inevitable que cuando se hable de mezclado, no se mencione el fenómeno de segregación, el cual ya fue explicado a detalle en la sección 2.2.3. De acuerdo a lo manifestado por Ottino *et al.* (2000), los materiales granulares, como los que fueron utilizados en la presente investigación, segregan, este fenómeno depende de una serie de factores, propios de las partículas o de la operación del equipo, y este fenómeno se presenta en mayor o menor magnitud.

Eow *et al.* (2003) afirma que si bien la diferencia de tamaño, densidad, forma, carga electrostática, higroscopicidad, ángulo de reposo y tendencia para el flujo son algunos de los factores que pueden producir segregación en una mezcla, el tamaño de la partícula es el factor más importante, mientras que la densidad solo es relevante en el mezclado por fluidización.

Respecto a la importancia del tamaño de partícula, esta afirmación se ve respaldada por las investigaciones realizadas por Porion *et al.* (2004), quienes demuestran que la segregación es dependiente de varios factores como los diámetros de partículas que se mezclan, considerando que para la obtención del producto final se tienen partículas de diámetros

bastante similares como la sal y el suero de leche, 0.85 y 0.68 milímetros respectivamente, pero también se tienen a las hojuelas de papa deshidratadas con una longitud de partícula de hasta 4.75 milímetros, factor que podría influir en la aparición del fenómeno de segregación durante el proceso en estudio.

Porion *et al.* (2004) también sostuvieron que otro factor que influye en la segregación de partículas es la proporción de llenado del equipo, pues ellos mencionaron que por encima de un 50 por ciento de llenado de la capacidad del mezclador empieza a aparecer y cada vez peor ese problema (segregación), como se mencionó anteriormente, para el presente trabajo de investigación, y como es usual en Deltagen del Perú S.A.), se trabajó al 50 por ciento de llenado sobre la capacidad del equipo, por lo tanto se puede afirmar que este factor tuvo poca influencia en la aparición de este fenómeno. Continuando con los factores que Porion *et al.* (2004) consideran que podrían influir en la segregación de partículas durante la operación de mezclado, se tiene a la velocidad del equipo, pues estos autores demostraron que la velocidad es inversamente proporcional a la segregación, es así como velocidades por encima de las 22 r.p.m. dan mejores resultados, respecto a esto y considerando que estos equipos operan a 45 r.p.m., la velocidad de mezclado también queda descartada como factor influyente en el fenómeno de segregación.

Finalmente, respecto a los tiempos de operación de equipos, considerado por varios autores como otros de los factores que propicia la segregación, se puede afirmar que el tiempo utilizado en el presente estudio no fue muy prolongado (20 minutos), tiempo adecuado considerando lo expresado por Smith *et al.* (1991) quienes reportan fenómenos de desmezclado luego de operaciones de 40 minutos para partículas granulares con una diferencia pequeña de tamaño.

Luego de analizar todos los factores antes mencionados que, de acuerdo a lo revisado en bibliografía afectan el proceso de mezclado produciendo segregación, se puede comprender que los factores más importantes no influyeron significativamente en la presente investigación debido a que se trabajó con valores que se encuentran dentro de las recomendaciones de los autores citados, excepto respecto al tamaño de partícula, pues el tamaño considerablemente mayor de las hojuelas de papa deshidratadas podrían influir en la aparición de este fenómeno.

Cabe mencionar que no se está asegurando que no se haya producido el fenómeno de segregación, con lo mencionado anteriormente, solo se pretende manifestar que los factores que influyen principalmente en su aparición (en su mayoría) fueron controlados.

Durante esta investigación, no se pudo cuantificar este fenómeno, el cual, es muy probable que se haya presentado en una pequeña proporción, esta no se pudo realizar ya que no se cuenta con la tecnología adecuada para observar este fenómeno, como sí lo pudieron hacer algunos autores como Porion *et al.* (2004) quienes utilizaron imágenes de resonancia magnética para evaluar la aparición de segregación, o Blanco *et al.* (2002) quienes utilizaron espectroscopia en el infrarrojo cercano para hacer esta caracterización, así mismo se tiene a Brone *et al.* (1998) los que se apoyaron de imágenes digitales obtenidas con cámaras especiales introducidas en el equipo de mezclado.

4.5. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLADO

Luego del análisis VNSC del comportamiento de la densidad real de las muestras a lo largo de los 20 minutos de mezclado, se determinó el tiempo a partir del cual esta propiedad no presenta diferencias significativas ($p < 0,05$), esto con el fin de poder determinar cuál es el tiempo óptimo de mezclado. Los resultados del análisis de comparación entre los seis diferentes tiempos de mezclado (0, 4, 8, 12, 16 y 20 minutos) se muestran en el Anexo 31.

De acuerdo a la Figura 11, los valores para la densidad real a lo largo de los 20 minutos de mezclado, se dividen en dos partes bien marcadas, una zona que abarca desde los cero a los ocho minutos (de $0,550 \text{ g/cm}^3$ a $0,664 \text{ g/cm}^3$) donde se encuentran diferencias significativas entre estos tres tiempos de mezclado, y, la segunda zona, que abarca desde los 12 minutos de iniciado el proceso hasta el final del mismo, se observa que no existen diferencias significativas entre la densidad real de las muestras obtenidas, y que, la curva empieza a hacerse asintótica, por lo que, se podría afirmar que este es el tiempo óptimo de mezclado para este producto en particular, ya que no habría mayores cambios de la densidad real a partir de este tiempo de operación.

Asimismo, se realizó el análisis VNSC de la variación del color de las muestras desde el inicio hasta el final de la operación de mezclado, cuyos resultados se muestran en el Anexo 32 (Coordenada L^*), Anexo 33 (coordenada a^*), Anexo 34 (coordenada b^*). A continuación, se muestran las Figuras 15, 16 y 17, en las que tiene la variación de los valores L^* , a^* y b^* , respectivamente, a lo largo de toda la operación de mezclado (20 minutos).



Figura 13: Cantidad de muestra (1.5 gramos aproximadamente) utilizada en el colorímetro Minolta®.

A continuación, se presenta la Figura 14, en la que se puede observar el comportamiento de la variable L^* (luminosidad) que varía desde cero (negro) a 100 (blanco), este presentó valores entre 31 - 38, sin embargo, después del análisis VNSC (Anexo 32), el cual demuestra que no existen diferencias significativas entre las medias para esta coordenada a lo largo de los 20 minutos de mezclado.

Analizando detenidamente el comportamiento de esta variable en cada batch muestreado, se puede afirmar que, en el primer batch, la luminosidad va incrementándose conforme avanza la operación (excepto en el minuto 16 en el que se presenta un leve descenso), esto es de esperarse, pues el único insumo presente en la mezcla capaz de influir sobre esta variable sería el suero de leche, que al difundirse impartiría color blanco a los demás ingredientes.



Figura 14: Medición de coordenadas a^* (tendencia al rojo), b^* (tendencia al amarillo) y L^* (luminosidad) con el colorímetro Minolta®.

Realizando el mismo análisis al segundo batch, se puede denotar que este fue el más luminoso de los tres conjuntos muestreados, esto probablemente debido a valores intrínsecos de la materia prima (hojuelas de papa deshidratadas), por otra parte, presento un comportamiento totalmente opuesto al del primero antes mencionado, ya que, sus valores descienden (la mezcla se torna más oscura) para que, a los 20 minutos incremente su luminosidad, lo cual indica que, durante los primeros 16 minutos, la sal coloreada primó al difundirse en las hojuelas de papas deshidratadas, mientras que el suero de leche se aglomeró, y en los últimos cuatro minutos, sus partículas lograron independizarse y equilibrar el color (en este caso blanco).

Por último, se tiene el tercer batch muestreado, el cual varía irregularmente a través de los 20 minutos de mezcla, ya que, durante los cuatro primeros minutos de operación, la luminosidad aumenta, posteriormente entre, el minuto cuatro y ocho disminuye, para finalmente aumentar progresivamente hasta el minuto 16 y disminuir ligeramente en los últimos cuatro minutos de proceso. Cabe mencionar también que estos resultados van a depender de la posición en que se encuentre la mezcla al momento de abrir la válvula de descarga para tomar las muestras, ya que, durante los primeros minutos de haber iniciado

la operación, la distribución de los diferentes insumos que componen la mezcla no es uniforme, lo que explica también que el color de cada muestra analizada varíe en cada uno de los tres batch muestreados incluso para el mismo tiempo de operación.

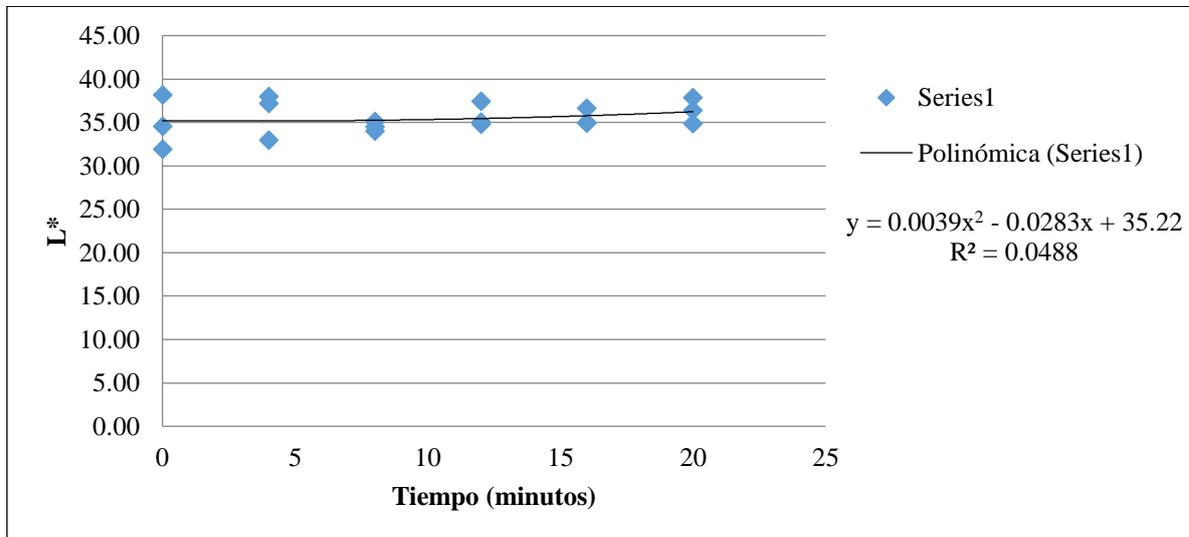


Figura 15: Comportamiento de la luminosidad a lo largo de los 20 minutos de mezclado.

Asimismo se tiene la Figura 15, la cual grafica la variación de a^* , la cual indica la variación de las coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde) durante todo el proceso de mezcla, tal y como se puede observar en esta figura, esta coordenada presenta valores negativos, lo cual significa que las muestras presentaron colores ligeramente verdosos, aumentando levemente la intensidad hacia este color (verde) hasta el final del proceso. A diferencia de la luminosidad, la cual presentó un comportamiento bastante irregular a lo largo de los 20 minutos de mezclado, todas las muestras de los tres batch muestreados presentaron el mismo comportamiento respecto a la tendencia al color rojo, disminuyendo su valor numérico desde el inicio hasta el final del proceso. Esto debido a que el colorante utilizado (solución viscosa) ingresa al equipo de mezcla adherido a la sal, y conforme avanza el proceso este se va dispersando en el resto de componentes de la mezcla.

Lo interesante de los valores numéricos obtenidos para la tendencia al rojo, es que, de acuerdo al Anexo 33, estos si presentaron diferencias significativas entre la mayoría de los tiempos de mezclado, por ejemplo, existen diferencias entre cero y cuatro minutos, pero

entre 8 y 12 no sucede lo mismo, por lo que esta coordenada se consideró como factor para determinar el tiempo óptimo de mezclado, luego se tiene que no existen diferencias significativas respecto a los tiempos 12 y 16 pero si las hay entre 8 y 16, lo mismo sucede entre los tiempos 16 y 20, los cuales no presentan diferencias significativas entre ellos, pero entre 12 y 20 si las hay.

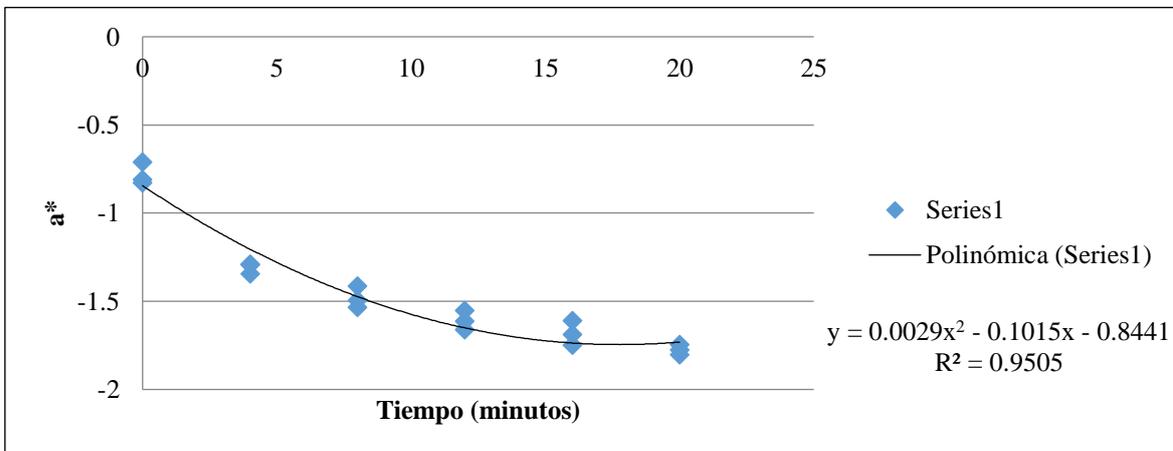


Figura 16: Comportamiento de la tendencia al rojo a lo largo de los 20 minutos de mezclado.

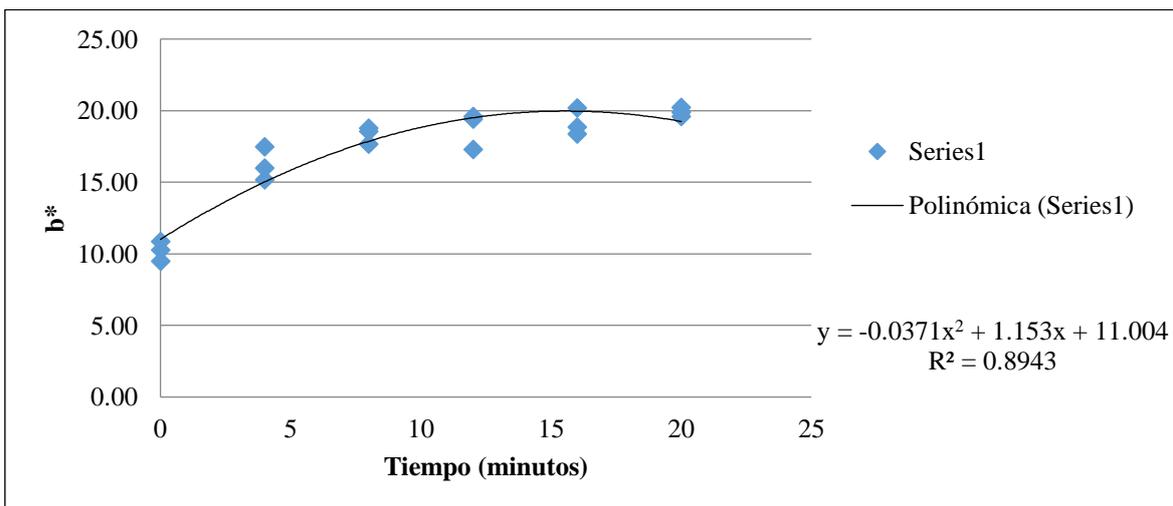


Figura 17: Comportamiento de la tendencia al amarillo a lo largo de los 20 minutos de mezclado.

Finalmente, se tiene a la coordenada b*, la cual indica la tendencia al amarillo (varía desde -60, azul, a +60, amarillo). De acuerdo a lo obtenido, esta (al igual que la tendencia al rojo)

presentó un comportamiento bastante ordenado durante todo el proceso, teniendo que, aumentó su tendencia al color amarillo en los tres batch en estudio, lo cual se pudo corroborar visualmente.

La tendencia al amarillo presentó diferencias significativas (Anexo 34) entre los diferentes tiempos de mezclado, sobre todo durante los primeros minutos de operación, se tuvo que, entre los minutos cero y cuatro existen diferencias, al igual que entre los minutos 4 y 12, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los cuatro y ocho minutos de operación y del minuto ocho hasta el final (20 minutos) tampoco se presentaron diferencias significativas.

Es así que, considerando los resultados numéricos obtenidos para la variación de color, no se tendrá en cuenta a la luminosidad pues en ningún momento presentó diferencias significativas, el tiempo óptimo de mezclado, podría definirse a partir del minuto ocho de iniciado el proceso de mezclado, en términos de homogeneización del color de la mezcla, en lo que respecta a la densidad real y como se detalló en párrafos anteriores, esta característica físico química no presenta diferencias significativas a partir del minuto 12, como consecuencia, se puede determinar que a partir del minuto 12 no tendría sentido continuar con el proceso de mezclado, pues respecto al color y distribución de la partículas que conforman la mezcla estas no presentarían cambio alguno.

4.6. VALIDACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO OBTENIDO CON EL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLA

Una vez determinado el tiempo óptimo de mezclado para la obtención de puré de papa en polvo, se procedió a tomar nuevamente muestras de 300 gramos de 3 batch nuevos, considerando el nuevo tiempo de mezcla (12 minutos), obteniendo los siguientes valores para la densidad real.

Cuadro 2: Valores de densidad real para los 3 batch de validación para los 12 minutos de mezclado

	Densidad real (g/ml)
Batch 1	0,788
Batch 2	0,798
Batch 3	0,779
Desviación estándar	0,010

De acuerdo al Cuadro 1 y al Cuadro 2, se puede observar que no existen mayores variaciones respecto a la densidad real de los 3 batch analizados durante la primera etapa del presente análisis, en donde se obtuvo un valor promedio de 0,807 g/ml y los 3 batch analizados para la validación del tiempo óptimo de mezclado. De igual manera, se procedió a determinar las coordenadas de color (sistema Cie L*a*b*) para los 3 batch de validación.

Cuadro 3: Coordenadas de color (sistema CIELAB) para los 3 batch de validación

	L* (luminosidad)	a* (tendencia al rojo)	b* (tendencia al verde)
R1	36,47	-1,51	18,11
R2	35,24	-1,55	19,87
R3	37,55	-1,49	19,44

Es así que al comparar el Cuadro 3 con el Anexo 28, se puede observar que no hay mayores variaciones de color respecto a mezcla de 12 minutos evaluada en la parte inicial del presente trabajo de investigación y los tres batch de validación. Continuando con la validación del puré de papas en polvo obtenido con el tiempo óptimo de mezclado, se procedió a hacer el análisis proximal al producto en mención teniendo los resultados que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4: Resultados del análisis proximal del puré de papa en polvo

Ensayo	Resultado
Humedad (g/100g de muestra original)	7,77
Proteína bruta (g/100g de muestra original) (factor Nx 6,25)	7,44
Grasa cruda (g/100g de muestra original)	0,64
Cenizas (g/100g de muestra original)	3,73
Fibra cruda (g/100g de muestra original)	1,36
Carbohidratos (g/100g de muestra original)	80,42

De acuerdo a lo indicado por el Cuadro 4, la humedad del puré de papa en polvo obtenido con el tiempo óptimo de mezclado es de 7.77 por ciento, de acuerdo a la ficha técnica (Anexo 36) de dicho producto este valor se encuentra dentro de las especificaciones exigidas por Deltagen del Perú (menor a 10 por ciento), además de esto, en el Anexo 35 se puede observar los últimos valores obtenidos para esta variable durante la evaluación por parte del área de aseguramiento de la calidad en donde también se puede apreciar que este valor se encuentra dentro del promedio de dichas mediciones. Cabe resaltar que, de acuerdo a las fichas técnicas de las materias primas utilizadas para la obtención del producto final (Anexos 2, 3 y 4), ninguna de las partículas sólidas aporta humedad significativamente al conjunto, excepto las hojuelas de papa deshidratadas, que básicamente son las que reflejan el contenido de humedad del total de la mezcla. Para el caso del colorante (solución acuosa), no se considera que aporte un contenido significativo de agua, dado que este se aplica a un porcentaje menor al uno por ciento de la mezcla en conjunto.

Cuadro 5: Humedad de las materias primas utilizadas para la obtención del puré de papa en polvo

Materia prima	Humedad (%) según ficha técnica
Hojuelas de papa deshidratadas ⁽¹⁾	6 - 9
Sal industrial ⁽²⁾	< 0,15
Suero de leche ⁽³⁾	< 2,6

⁽¹⁾Anexo 2, ⁽²⁾Anexo 4, ⁽³⁾Anexo 3

En relación al contenido proteico de la mezcla, este es de 7,44 por ciento, el cual es aportado en su mayoría por el suero de leche, cuyo contenido proteico según indica la especificación de la ficha técnica debe ser mayor a 11 gramos de proteínas por cada 100 gramos de producto, asimismo las hojuelas de papa deshidratadas también contribuyen con 8,3 gramos de proteínas en cada 100 gramos de hojuelas.

En lo que a contenido graso respecta, se obtuvo en el presente análisis un valor de 0,64 gramos de grasa bruta por cada 100 gramos de mezcla, esto solo refleja en contenido graso del componente principal (hojuelas de papa deshidratadas) que es de 0,55 por ciento, ayudado por el suero de leche que aporta como máximo un 1,5 por ciento al total de la mezcla.

El Cuadro 4 también hace referencia al contenido de cenizas del producto final, lo cual de acuerdo a lo manifestado por Iturbe (2008), indica el contenido total de minerales presentes en un alimento y estos a su vez cuantifican la cantidad de componentes inorgánicos específicos influyendo así en la calidad del producto final, ya que, dependiendo del tipo y cantidad de minerales, estos influyen en el sabor, apariencia, textura y estabilidad del producto final. Iturbe (2008) agrega que, altos contenidos de minerales pueden retardar el crecimiento de ciertos microorganismos, favoreciendo el tiempo de vida útil de algunos alimentos. Es así que, se obtuvo un total de 3,73 gramos de cenizas por cada 100 gramos de mezcla final, revisando las fichas técnicas de las materias primas empleadas, se tiene que las hojuelas de papa deshidratadas (insumo de mayor proporción en la mezcla) aportan un 2,8 por ciento, el suero de leche (segundo de mayor proporción en la mezcla) influye con 8,5 gramos por cada 100 gramos de esta materia prima utilizada y por último se tiene a la sal, que, considerando su 0,15 por ciento de humedad, es, en su totalidad, un mineral.

Además, se tiene que el contenido de fibra cruda de la mezcla obtenida con el tiempo óptimo de mezclado es de 1,36 por ciento, mientras que la ficha técnica de las hojuelas de papa deshidratadas, indican un valor de 4,6 por ciento para el total de fibra dietética, de acuerdo a lo manifestado por la FAO (1997), el ensayo para la cuantificación de la fibra cruda, se basa en el tratamiento secuencial con ácidos y álcalis en condiciones estandarizadas. Asimismo, agrega que, con este método se subvalora en forma importante el contenido de fibra dietética ya que se disuelve gran parte de la hemicelulosa y lignina, cantidades variables de celulosa y toda la fibra soluble, con esta afirmación se logra explicar la diferencia significativa existente entre la fibra cruda de la mezcla final determinada en el laboratorio con el contenido de fibra dietética total indicado en la ficha técnica de las hojuelas de papa deshidratadas.

Al final del Cuadro 4, se tiene el contenido de carbohidratos de la mezcla final, el cual se calculó por diferencia, obteniéndose un total de 80,42 por ciento, influidos principalmente por las hojuelas de papa deshidratadas con un 76,2 por ciento y el suero de leche con un 74 por ciento.

Información nutricional			
Porciones por envase: 5			
Ensayo	Por 100 g	Por porción 25 g	%VD
Energía (Kcal)	350	88	-
Carbohidratos (g)	80	20	7
Proteína (g)	7	2	4
Grasas (g)	1	0	0
Fibra Cruda (g)	1	0	0
Sodio (mg)	2200	550	23

(*) Valores Diarios en base a una dieta calórica de 2000 kcal, para adultos y niños de 4 a más años de edad. Su valor diario puede ser mayor, dependiendo de sus necesidades calóricas.

Figura 18: Tabla nutricional correspondiente al arte actual del puré de papa en polvo “Precio Uno” producido y envasado por Deltagen del Perú S.A.

De acuerdo a la Figura 17 y al Cuadro 4, se pudo corroborar que no existen diferencias entre el valor nutricional del puré de papa en polvo que se está comercializando actualmente y el puré de papa en polvo obtenido con el tiempo óptimo de mezclado.

Asimismo y, con el fin de caracterizar de una manera más detallada el producto final, se determinó la viscosidad del puré de papa actual y el obtenido con el tiempo óptimo de mezclado, En primer lugar, se prepararon ambas muestras de puré de papas siguiendo las indicaciones de la ficha técnica (Anexo 36), una vez preparadas (Figura 19), se dejaron enfriar hasta los 30 °C, en paralelo, se preparó el viscosímetro Brookfield® (Figura 18) junto con su intercambiador de calor para mantener la temperatura de la muestra a 30 °C, ya que, de acuerdo a lo manifestado por Miao *et al.*, (2018), es importante considerar la relación definida que existe entre la viscosidad y la temperatura, razón por la cual ésta debe mantenerse constante al hacer las mediciones para obtener resultados comparables. Posterior a ello, se realizó la medición correspondiente con una velocidad del péndulo de 10 revoluciones por minuto obteniendo los resultados que se detallan en el Cuadro 4.



Figura 19: Viscosímetro Brookfield ® DV II + PRO.



Figura 20: Puré de papa listo para ser evaluado por el viscosímetro Brookfield ®DV II + PRO.

Cuadro 6: Resultados de viscosidad para el puré de papa actual y el obtenido con el tiempo óptimo de mezclado

	Viscosidad (cP)
Muestra actual (marca "Tottus")	23725
Muestra obtenida con el tiempo óptimo de mezclado	23720

Como se puede observar, los resultados fueron muy similares, habiendo una mínima diferencia entre ambas muestras, este resultado era de esperarse pues no se ha realizado cambio alguno en la composición de la mezcla, tan solo se ha reducido el tiempo de mezclado. Por otro lado Miao et al. (2018) obtuvieron un valor de 20000 cP para el puré de papa evaluado durante su investigación, sin embargo, es lógico pensar que la viscosidad se ve afectada por otros factores como el tipo de papas utilizado, el tratamiento por el que estas han atravesado y más aún los ingredientes adicionales y tiempo de cocción que han sido utilizados para obtener el puré ya listo para su consumo, ello explica las diferencias entre la viscosidad encontrada en literatura y las obtenidas experimentalmente en el presente estudio.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede concluir que:

1. Se determinó la variación de la densidad real de las partículas e insumos del producto puré de papa, así como la variación de la densidad real de la mezcla de partículas del producto puré de papa.
2. Es posible determinar los tiempos de máxima homogenización en una mezcladora de cintas (capacidad 800 kilogramos), trabajando a 45 r.p.m, y con un llenado del equipo mezclador del 50 por ciento, utilizando la densidad real y el color para evaluar el grado de mezcla. Para el presente estudio se determinó que el tiempo óptimo de mezclado para las partículas alimentarias empleadas para la obtención del puré de papa en polvo es de 12 minutos.
3. El análisis de resultados propuesto por el presente trabajo de investigación (V.N.S.C.) permitió la comparación de resultados entre todos los tiempos de operación mediante Diseño experimental.
4. La toma de muestra es un punto crítico para evaluar la densidad real de las partículas y sobretodo el color de la muestra a evaluar.
5. Mediante regresión no lineal se obtuvieron funciones que describieron la variación de la densidad real y las coordenadas de color del sistema CIELAB (a^* , b^* y L^*) con el tiempo de mezclado.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos para determinar tiempos óptimos de mezclado de acuerdo a la proporción de los componentes, para otros tipos de equipos mezcladores, otros tamaños de partícula, otras densidades, etc. Para que de esta manera, sea factible evaluar cómo afectan los factores antes mencionados al proceso, y, en consecuencia, a la operación de mezclado.
2. Realizar mediciones de densidad real y color en intervalos de tiempo menores, de manera que se pueda determinar con mayor exactitud el tiempo óptimo de mezclado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M.; Fernández, C.; Olivares, M. 2007. Sensory and texture properties of mashed potato incorporated with inulin and olive oil blends. *Journal of texture studies*. 42 (6). p. 413-429.
- AOAC (Association of official Agricultural Chemists, US). 2005. *Official methods of analysis*, 18 ed. Association of official analytical chemists. Washington D.C. s.e.
- AOAC (Association of official Agricultural Chemists, US). 1998. *Manual of official methods of analysis of the official Analytical chemists*. 6 ed. Virginia, s.e.
- Blanco, M.; Gonzalez-Baño, R.; Bertràn, E. 2002. Monitoring powder blending in pharmaceutical processes by the use of near infrared spectroscopy. *Talanta*.
- Brennan, J.; Cowell, N.; Lilley, A. 1998. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Zaragoza, Acribia.
- Brone, D.; Alexander, A.; Muzzio, F. 1998. Quantitative characterization of mixing of dry powder in V- blenders. *AIChE Journal*.
- Campbell, G. 1995. New mixing technology for the food industry. In: A. Turner (ed.), *Food Technology International Europe*. London, Sterling Publications International. p. 119-122.
- Chiralt, A.; Martinez-Navarrete, N.; Talens, P. 1985. Changes in mechanical properties throughout osmotic processes: Cryoprotectant effect. *Journal of food engineering* 49:129-135.

- Choudhury, G. y Gautman, A. 1999. Distribution and mixing in twin-screw extruders during extrusion of rice flour. *Journal of food process engineering* 22(4):263-285.
- Clift, J.; Grace, J.; Weber, M. 2008. *Bubbles, Drops and particles*. London, Academic press. p. 43.
- Collazos, C.; Alvistur, E.; Vàsquez, J.; Quiroz, A. 1996. *Tablas de composición de alimentos*. 7 ed. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima, Perú.
- Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CONACYTA) (I, San José, Costa Rica). 1999. Modificación del método de Day para determinar densidad real de partículas y su aplicación en el control de mezclas de granos. Ureña, M. y Galván M. San José, Costa Rica.
- Correa, L.; Rahman, M.; Maroulis, Z. 1996. Effect of material moisture content and temperature on the true density of foods. *International Journal of food properties*. 9(1): 109-125.
- Cullen, P. 2009. *Food Mixing: Principles and Applications*. Oxford. WILEY. p. 304.
- Day, L. 1964. A device for measuring voids in porous materials. *Agriculture Engineering*. 45: p. 36-37.
- Earle, E. 1988. *Ingeniería de los Alimentos*. Zaragoza, Acribia.
- Eow, J.; Speranza, A.; Hayati, I.; Ghardiri, M. 2003. Mitigation of segregation and stratification in bulk granular mixtures by the electroclamping method *Powder technology*.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).1997. Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Capítulo 16: Análisis de fibra dietética (en línea). Consultado 16 set.2018. Disponible en: www.fao.org/docrep/010/ah833s/Ah833s18.htm.
- Fellows, P. 2000. Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y Prácticas. 2 ed. Zaragoza, Acribia.
- Galván, M. 2001. Utilización de un método físico para determinar proporciones de granos en mezclas, a partir de sus valores de densidad real. Tesis Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Hevia, H.; Vidal, L.; Fuentes, J.; Wilckens, E. 1996. Diseño de un porosímetro para determinar la densidad real del trigo. s.l., Agro-ciencia 12. p. 91-97.
- Iturbe, F. 2008. Cenizas en alimentos. Departamento de alimentos y biotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lewis, M. 1993. Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado. Zaragoza. Acribia.
- Lozano, J.; Urbicain, M.; Rotstein, E. 1993. Thermal conductivity of apples as a function of moisture content. Journal of food science 44 (1): 198-199.
- McCabe, W.; Smith, J.; Harriot, P. 1991. Operaciones básicas de Ingeniería Química. 4 ed. Mexico, D.F, Mc Graw Hill.
- Mesa Redonda Latinoamericana: Avances tecnológicos en post cosecha de granos y alimentos básicos en el umbral del tercer milenio (IX, Lima, Perú). 1999. Propiedades físicas y mecánicas de algunos granos y su utilidad en el manejo post cosecha. Ospina, J. Lima, Peru.

- Miao, W.; Hatab, S.; Gu, Y.; Wang, L.; Xu, X.; Pan, X. 2018. Rheological, sensory, and microstructural properties of fresh and frozen/thawed mashed potatoes enriched with different proteins, *CyTA – Journal of food*, 16:1. p. 113-121.
- Moreau, D.; Rosenberg, M. 1998. Oxidative stability of anhydrous milkfat microencapsulated in whey proteins. *Journal of food science* 61(1): 39-43.
- Othmer, K. 2008. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Oxford, WILEY. p. 45.
- Ottino, J.; Khakhar, D. 2000. Mixing and segregation of granular materials. *Annual review of fluid Mechanics*.
- Porion, P.; Sommer, N.; Faugere, A.; Evesque, P. 2004. Dynamics of size segregation and mixing of granular materials in a 3D-blender by NMR imaging investigation *Powder technology*.
- Rhodes, M.; 2008. *Introduction to particle Technology*. 2 ed. Queensland. WILEY. p. 466.
- Rodríguez, J. 2010. *Mezclado y mezcladoras*. Zaragoza. Acribia,
- Rubio, E. 2004. Determinación del tiempo óptimo de homogenización de partículas en un mezclador de volteo tipo pantalón. Tesis Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sudah, O.; Coffin-Beach, D.; Muzzio, F. 2002. Quantitative characterization of mixing of free-flowing granular material in tote (bin) blenders *Powder Technology*.
- Tatterson, G. 2002. *Mixing Free-Flowing Powder Improving the Process chemical processing*.

Unklesbay, N.; Unklesbay, K.; Nahaisi, M.; Krause, G. 2006. Thermal conductivity of white bread during convective heat processing. *Journal of Food Science*. 47(1) : 249 – 253.

Ureña, M. 1990. Obtención de alimentos modelo a partir de Bentonita: Glicerol. Agua para estudios de tratamientos térmicos. Tesis Dr. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia.

Ureña, M.; Galván, M.; Teixeira, A. 2002. Measurement of Aggregate true particle density to estimate grain mixture composition. *American society of agricultural Engineers*. s.l.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUERO DE LECHE.

N° de tamiz	Luz de malla (µm)	Rechazo (g)	Rechazo (%)	Rechazo acumulado (%)	Cernido acumulado (%)
20	850	41.95	32.52	32.52	67.48
30	600	82.73	64.12	96.64	3.36
40	425	4.22	3.27	99.91	0.09
50	300	0.03	0.02	99.93	0.07
Plato base	0	0.09	0.07	100	0
TOTAL		129.02	100		

ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DE LAS HOJUELAS DE PAPA DESHIDRATADAS (EMFLAKE®).

	Spezifikation "EMFLAKE 3869 / Ressource 5010525"	Revision 0 Rev. - Status: Freigegeben
Spezifikation ausgedruckt am: 27.02.2017		Seite 1 von 5

MATERIAL DESCRIPTION: Potato Flakes

PRODUCT CODE: EMFLAKE 3869

SUPPLIER: Emsland Food GmbH
Werner-Eckart-Ring 13
49661 Cloppenburg
Germany
Email: HThun@EMSLAND-GROUP.DE

LEGAL CONFIRMATION

At the time of delivery the product incl. packaging shall comply with current German Food Law and EEC regulations as far as they have already been adopted. The flakes are manufactured under HACCP conditions from wholesome Potatoes. The requirements of Council Directive (EU) No. 852/2004 on the hygiene of foodstuffs especially HACCP shall be met.

Manufacturing

Potato flakes are produced from washed and peeled potatoes according to the "drum drying process". The flakes are milled according to the required particle size density.

PRODUCT DESCRIPTION

Appearance: light yellow to white potato flakes

Preparation Test: Put 125 ml cold milk and 2 g salt into a bowl.
Add 250 ml boiling water. Stir 57.5 g potato flakes into the liquid.
Test the mash after 2 minutes.

Odour: Typical of cooked potatoes, not spiced, without off-flavour

Taste: Typical of cooked potatoes, not spiced, without off-taste

Consistency: loose, good water absorption

INGREDIENTS

Potatoes, 0,5% emulsifier mono- and diglycerides of fatty acids based on rape oil (E 471), 0,1% antioxidants ascorbic acid (E 300), 0,01% stabilizer citric acid (E 330)

Erstellt: Stefanie Wiegand	Geprüft: Anne Ramaker (nachgetragen von Stefanie Wiegand)	Freigegeben: Dipl. Ing. Holger Thun
Datum: 31.8.2016, 13:46 Uhr	Datum: 25.11.2016	Datum: 30.11.2016

Ausgedruckte Version unterliegt nicht dem Änderungsdienst. Es gilt nur die EDV-Version in ConSense.

CHEMICAL / PHYSICAL REQUIREMENTS

	Min.	Max.
SO ₂		not added
Moisture	6,0 %	9,0 %
Bulk density	280 g/l	320 g/l
Red. Sugar		1,5 %
Specks	/ 100 g	20
Sieve analysis:		
Particle size: >4,750mm		1,0 %
>0,425mm	80,0	99,9 %

MICROBIOLOGICAL REQUIREMENTS

	Dim.	Max.
Total plate count	/ g	25.000
Coliforms	/ g	negative
E. coli	/ g	negative
Staph. aureus	/ g	negative
Yeasts	/ g	100
Moulds	/ g	100

NUTRITIONAL INFORMATION PER 100G:

Energy	1496	kJ
	357	kcal
Fat	0,55	g
saturated fatty acids	0,44	g
mono unsaturated fatty acids	< 0,1	g
poly unsaturated fatty acids	0,1	g
Carbohydrate	76,2	g
of which sugars	max. 1,5	g
Starch	74,7	g
Total dietary fibre	4,6	g
Protein (N*6,25)	8,3	g
Salt (NaCl)	< 0,2	g
Ash	2,8	g

Erstellt: Stefanie Wiegand	Geprüft: Anne Ramaker (nachgetragen von Stefanie Wiegand)	Freigegeben: Dipl. Ing. Holger Thun
Datum: 31.8.2016, 13:46 Uhr	Datum: 25.11.2016	Datum: 30.11.2016

Others:

	Min	Max.
Pesticide residues		According to EU legislation

GMO DECLARATION: We, EMSLAND FOOD GmbH, hereby confirm that our potato flakes are not made of genetically modified organisms nor do they contain genetically modified organisms. Neither genetically modified processes nor ingredients extracted from genetically modified organisms are used for the EMSLAND FOOD flake production. We refer to the declaration of Bundessortenamt (Federal Office of Plant Varieties) and to results of potato flakes analysis done by external labs (GeneScan.com).

We declare that the above mentioned material is in compliance with all relevant legislation, regulations 1829/2003 and 1830/2003 included.

Erstellt: Stefanie Wiegand	Geprüft: Anne Ramaker (nachgetragen von Stefanie Wiegand)	Freigegeben: Dipl. Ing. Holger Thun
Datum: 31.8.2016, 13:46 Uhr	Datum: 25.11.2016	Datum: 30.11.2016

Ausgedruckte Version unterliegt nicht dem Änderungsdienst. Es gilt nur die EDV-Version in ConSense.

Allergens:

<u>Major allergens</u>	<u>Utilisations as an ingredient in the product</u>			<u>Risk of cross contamination</u>	
	<u>Yes</u>	<u>No</u>	<u>Type of product and derivatives</u>	<u>Yes *</u>	<u>No</u>
<u>Cereals containing gluten (wheat, rye, oat, spelt, kamut or their hybridised strains) and products thereof</u>		X			X
<u>Crustaceans and product thereof</u>		X			X
<u>Eggs and products thereof</u>		X			X
<u>Fish, Molluscs and products thereof</u>		X			X
<u>Peanuts and products thereof</u>		X			X
<u>Soybeans and products thereof</u>		X			X
<u>Milk and products thereof (including lactose)</u>		X			X
<u>Nuts i.e. almond, hazelnut, walnut, cashew, pecan nut, brazil nut, pistachio nut, macadamia nut and queens land nut and products thereof</u>		X			X
<u>Celery and product thereof</u>		X			X
<u>Mustard and product thereof</u>		X			X
<u>Sesame seeds and products thereof</u>		X			X
<u>Lupine and products thereof</u>		X			
<u>Sulphur dioxide and sulphites at concentrations of more than 10 mg/kg or 10mg/liter expressed as SO2</u>		X		X	

PACKAGING / STORAGING

Delivery Format	3-layer paper bag with PE-Inliner, wrapped / PE-Big-Bag / in bulks
------------------------	--

Delivery Protection	Bags delivered on pallets with tops and sides wrapped. A protective layer pad, to be located between the pallet and the Bag material.
----------------------------	--

Vendor Certificate	Article number, quantity delivered, date of production, batch number
---------------------------	--

Labelling	Article number, net weight, date of production, expiry date
------------------	---

Storage Conditions	Cool, dry warehouse.
---------------------------	----------------------

Shelf-Life	Maximum 12 months from date of manufacture
-------------------	--

Erstellt: Stefanie Wiegand	Geprüft: Anne Ramaker (nachgetragen von Stefanie Wiegand)	Freigegeben: Dipl. Ing. Holger Thun
Datum: 31.8.2016, 13:46 Uhr	Datum: 25.11.2016	Datum: 30.11.2016



Inspection-methods list:

Method:	Description
	Determination of moisture content Brabender (10 grams, 105°C, 1 hour)
	Determination of sulphur dioxide by Reith-Willems - Limit of detection <10mg/kg (ppm)
	Determination of bulk density -not compacted (in 1000ml measure cylinder)
	Determination of particle size Distribution (flat screen machine, Retsch, 100 gr, 10 min)
	Determination of reducing sugars (Luff-Schoorl, calculated as glucose, free from crystal water)

Microbiological Methods:

TVC mesoph.	PCA, 30°C, 72 hours
Coliforms / MPN	Laurylsulf. B., 30°C, 48 hours
E.coli / MPN	Laurylsulf. B., 44°C, 48 hours
Yeasts (Hefen)	Bengalrot-Chl. Agar, 25°C, 3-5 days
Moulds (Schimmelpilze)	Bengalrot-Chl. Agar, 25°C, 3-5 days
Staph. aureus	Baird Parker M. 37°C., 48 hours

Erstellt: Stefanie Wiegand	Geprüft: Anne Ramaker (nachgetragen von Stefanie Wiegand)	Freigegeben: Dipl. Ing. Holger Thun
Datum: 31.8.2016, 13:46 Uhr	Datum: 25.11.2016	Datum: 30.11.2016

El acceso a esta página está restringido por protección de datos personales o derechos de autor. Para tener acceso a ella acercarse a la Sala Tesis de la Biblioteca Agrícola Nacional “Orlando Olcese” de la UNALM .

El acceso a esta página está restringido por protección de datos personales o derechos de autor. Para tener acceso a ella acercarse a la Sala Tesis de la Biblioteca Agrícola Nacional “Orlando Olcese” de la UNALM .

El acceso a esta página está restringido por protección de datos personales o derechos de autor. Para tener acceso a ella acercarse a la Sala Tesis de la Biblioteca Agrícola Nacional “Orlando Olcese” de la UNALM .

ANEXO 5: FICHA TÉCNICA DEL COLORANTE BIOCON® ATOS 6WS.

BIOCON DEL PERU S.A.C.

Technical Data Sheet

Code : BIO-DS-E-476
Revision date : October 2016
Version : 08
Page : 1 of 2

Customer: DELTAGEN
DEL PERU

BIOCON ATOS 6 WS Annatto & Turmeric Water Soluble

Applications

- ◆ Margarine
- ◆ Processed Cheese
- ◆ Salad Dressing
- ◆ Shortenings
- ◆ Snacks

Product Name	BIOCON ATOS 6 WS
Color Appearance	Black liquid
Color Code	E160b (i) and E100

Specifications

Lead	: Max. 2 ppm
Mercury	: Max. 1 ppm
Arsenic	: Max. 3 ppm
Cadmium	: Max. 1 ppm
Heavy Metals	: Max. 40 ppm
Total Bacterial Count	: Max. 1,000 cfu/g
Yeast & Moulds	: Max. 100 cfu/g
E. coli	: Absent in 10g
Salmonella	: Absent in 10g

Ingredients

- ◆ Bixin 160b (i), Curcumin E100, polysorbate (E433) and propylene glycol (E1520)

Characteristics

- ◆ Blend the coloring pigment extracted from Turmeric and Annatto seeds stabilized in polysorbate and propylene glycol. Soluble in water
- ◆ Bixin Content: Min.: 0.30% upon shipment
- ◆ Curcumin Content: Min.: 7.40% upon shipment
- ◆ Color shade provided: Yellow
- ◆ GMO free ingredient
- ◆ FSSC 22000 certificate available
- ◆ Kosher certificate available

Dosage

- ◆ 0.001 - 0.10%, required color shade depends on the dosage.

Directions for use

- ◆ Warm to room temperature and stir vigorously before use.

Storage Conditions (*)

- ◆ It is recommendable to store in airtight container at room temperature. We recommend handling the product in a clean environment.

Shelf Life

- ◆ Twelve months from the date of production at the above storage conditions with unopened packing.

Packaging

- ◆ 20 and 1000 kg polyethylene drums.

(*) As per customer request.

The information contained herein is true and accurate to the best of our knowledge. However, no responsibility or liability for any consequences arising from its use can be accepted since the conditions of use are beyond our control.

Code : BIO-DS-E-476
Revision date : October 2016
Version : 08
Page : 2 of 2

Legislation

- ◆ Based on the specification for identity and purity given by JECFA, with EU Regulation 231/2012 for E160 (i) & E100 and with existing legislation described in 21 CFR. Declaration depends on local legislation.
- ◆ The packaging complies with Annex II from EU regulation 10/2011 on plastic materials and articles.

(*) As per customer request.

The information contained herein is true and accurate to the best of our knowledge. However, no responsibility or liability for any consequences arising from its use can be accepted since the conditions of use are beyond our control.

ANEXO 6: REGISTRO DE DATOS PARA EL CALIBRADO DEL POROSÍMETRO CON AGUA.

Calibración con agua				
Peso (g)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	ΔP/Peq
60,00	9,42	4,23	5,19	1,23
100,00	9,50	4,35	5,15	1,18
140,00	9,58	4,54	5,04	1,11
180,00	9,61	4,70	4,91	1,04
220,00	9,67	4,84	4,83	1,00
260,00	9,69	5,01	4,68	0,93

ANEXO 7: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL EN LAS HOJUELAS DE PAPA DESHIDRATADAS.

Hojuelas de papa					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	ΔP/Peq	Porosidad e`=(ΔP/Peq)*fc
60,00	9,51	4,32	5,19	1,20	0,91
100,00	9,46	4,48	4,98	1,11	0,84
140,00	9,31	4,67	4,64	0,99	0,75
180,00	9,32	4,88	4,44	0,91	0,69
220,00	9,10	5,20	3,90	0,75	0,57
260,00	9,15	5,47	3,68	0,67	0,51

ANEXO 8: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL EN EL SUERO DE LECHE EN POLVO.

Suero de leche					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	ΔP/Peq	Porosidad e`=(ΔP/Peq)*fc
60,00	9,60	4,35	5,25	1,21	0,91
100,00	9,59	4,49	5,10	1,14	0,86
140,00	9,57	4,54	5,03	1,11	0,84
180,00	9,53	4,61	4,92	1,07	0,81
220,00	9,52	4,66	4,86	1,04	0,79
260,00	9,44	4,69	4,75	1,01	0,77

ANEXO 9: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL EN LA SAL INDUSTRIAL.

Sal industrial					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	ΔP/Peq	Porosidad e`=(ΔP/Peq)*fc
60,00	10,06	4,62	5,44	1,18	0,89
100,00	10,01	4,66	5,35	1,15	0,87
140,00	9,97	4,68	5,29	1,13	0,86
180,00	9,93	4,70	5,23	1,11	0,84
220,00	9,86	4,79	5,07	1,06	0,80
260,00	9,98	4,91	5,07	1,03	0,78

ANEXO 10: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 0 – BATCH 1.

0`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	ΔP/Peq	Porosidad e`=(ΔP/Peq)*fc
60,00	9,57	4,26	5,31	1,25	0,94
100,00	9,40	4,45	4,95	1,11	0,84
140,00	9,37	4,61	4,76	1,03	0,78
180,00	9,26	4,76	4,50	0,95	0,72
220,00	9,16	5,26	3,90	0,74	0,56
260,00	9,09	5,47	3,62	0,66	0,50

ANEXO 11: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 4 – BATCH 1.

4`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	ΔP/Peq	Porosidad e`=(ΔP/Peq)*fc
60,00	9,62	4,03	5,59	1,39	1,05
100,00	9,35	4,14	5,21	1,26	0,95
140,00	9,63	4,53	5,10	1,13	0,85
180,00	9,54	4,64	4,90	1,06	0,80
220,00	9,29	4,87	4,42	0,91	0,69
260,00	9,65	5,36	4,29	0,80	0,61

ANEXO 12: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 8 – BATCH 1.

8`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	10,23	4,23	6,00	1,42	1,07
100,00	9,98	4,33	5,65	1,30	0,99
140,00	9,89	4,76	5,13	1,08	0,82
180,00	9,76	4,83	4,93	1,02	0,77
220,00	9,75	4,85	4,90	1,01	0,76
260,00	9,45	5,03	4,42	0,88	0,66

ANEXO 13: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 12 – BATCH 1.

12`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,76	4,27	5,49	1,29	0,97
100,00	9,54	4,33	5,21	1,20	0,91
140,00	9,53	4,46	5,07	1,14	0,86
180,00	9,37	4,59	4,78	1,04	0,79
220,00	9,30	4,76	4,54	0,95	0,72
260,00	9,28	4,88	4,40	0,90	0,68

ANEXO 14: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 16 – BATCH 1.

16`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,80	4,40	5,40	1,23	0,93
100,00	9,65	4,59	5,06	1,10	0,83
140,00	9,59	4,67	4,92	1,05	0,80
180,00	9,51	4,79	4,72	0,99	0,75
220,00	9,39	4,88	4,51	0,92	0,70
260,00	9,32	5,06	4,26	0,84	0,64

ANEXO 15: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 20 – BATCH 1.

20`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,97	4,25	5,72	1,35	1,02
100,00	9,93	4,30	5,63	1,31	0,99
140,00	9,79	4,44	5,35	1,20	0,91
180,00	9,67	4,52	5,15	1,14	0,86
220,00	9,54	4,68	4,86	1,04	0,79
260,00	9,29	4,85	4,44	0,92	0,69

ANEXO 16: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 0 – BATCH 2.

0`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,54	4,29	5,25	1,22	0,93
100,00	9,44	4,42	5,02	1,14	0,86
140,00	9,34	4,64	4,70	1,01	0,77
180,00	9,29	4,73	4,56	0,96	0,73
220,00	9,13	5,30	3,83	0,72	0,55
260,00	9,12	5,44	3,68	0,68	0,51

ANEXO 17: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 4 – BATCH 2.

4`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,65	4,00	5,65	1,41	1,07
100,00	9,32	4,17	5,15	1,24	0,93
140,00	9,67	4,50	5,17	1,15	0,87
180,00	9,51	4,67	4,84	1,04	0,78
220,00	9,32	4,84	4,48	0,93	0,70
260,00	9,62	5,35	4,27	0,80	0,60

ANEXO 18: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 8 – BATCH 2.

8`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	10,20	4,26	5,94	1,39	1,06
100,00	10,01	4,30	5,71	1,33	1,00
140,00	9,86	4,54	5,32	1,17	0,89
180,00	9,79	4,80	4,99	1,04	0,79
220,00	9,72	4,88	4,84	0,99	0,75
260,00	9,48	5,00	4,48	0,90	0,68

ANEXO 19: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 12 – BATCH 2.

12`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,79	4,24	5,55	1,31	0,99
100,00	9,51	4,36	5,15	1,18	0,89
140,00	9,56	4,43	5,13	1,16	0,88
180,00	9,34	4,62	4,72	1,02	0,77
220,00	9,33	4,73	4,60	0,97	0,74
260,00	9,25	4,89	4,36	0,89	0,67

ANEXO 20: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 16 – BATCH 2.

16`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,77	4,44	5,33	1,20	0,91
100,00	9,68	4,56	5,12	1,12	0,85
140,00	9,56	4,70	4,86	1,03	0,78
180,00	9,54	4,76	4,78	1,00	0,76
220,00	9,36	4,91	4,45	0,91	0,69
260,00	9,24	5,07	4,17	0,82	0,62

ANEXO 21: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 20 – BATCH 2.

20`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/P_{eq}$	Porosidad $e'=(\Delta P/P_{eq})*f_c$
60,00	10,00	4,22	5,78	1,37	1,04
100,00	9,90	4,33	5,57	1,29	0,97
140,00	9,82	4,41	5,41	1,23	0,93
180,00	9,64	4,55	5,09	1,12	0,85
220,00	9,58	4,69	4,89	1,04	0,79
260,00	9,27	4,76	4,51	0,95	0,72

ANEXO 22: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 0 – BATCH 3.

0`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/P_{eq}$	Porosidad $e'=(\Delta P/P_{eq})*f_c$
60,00	9,60	4,23	5,37	1,27	0,96
100,00	9,37	4,48	4,89	1,09	0,83
140,00	9,41	4,59	4,82	1,05	0,79
180,00	9,23	4,79	4,44	0,93	0,70
220,00	9,19	5,23	3,96	0,76	0,57
260,00	9,06	5,50	3,56	0,65	0,49

ANEXO 23: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 4 – BATCH 3.

4`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/P_{eq}$	Porosidad $e'=(\Delta P/P_{eq})*f_c$
60,00	9,59	4,06	5,53	1,36	1,03
100,00	9,38	4,11	5,27	1,28	0,97
140,00	9,60	4,56	5,04	1,11	0,84
180,00	9,57	4,59	4,98	1,08	0,82
220,00	9,26	4,90	4,36	0,89	0,67
260,00	9,68	5,38	4,30	0,80	0,60

ANEXO 24: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 8 – BATCH 3.

8`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	10,26	4,20	6,06	1,44	1,09
100,00	9,95	4,36	5,59	1,28	0,97
140,00	9,92	4,73	5,19	1,10	0,83
180,00	9,73	4,86	4,87	1,00	0,76
220,00	9,78	4,82	4,96	1,03	0,78
260,00	9,42	5,06	4,36	0,86	0,65

ANEXO 25: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 12 – BATCH 3.

12`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,73	4,24	5,49	1,29	0,98
100,00	9,57	4,30	5,27	1,23	0,93
140,00	9,50	4,49	5,01	1,12	0,84
180,00	9,40	4,56	4,84	1,06	0,80
220,00	9,27	4,79	4,48	0,94	0,71
260,00	9,31	4,85	4,46	0,92	0,70

ANEXO 26: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 16 – BATCH 3.

16`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,83	4,37	5,46	1,25	0,95
100,00	9,62	4,62	5,00	1,08	0,82
140,00	9,62	4,64	4,98	1,07	0,81
180,00	9,48	4,82	4,66	0,97	0,73
220,00	9,42	4,85	4,57	0,94	0,71
260,00	9,29	5,09	4,20	0,83	0,62

ANEXO 27: REGISTRO DE DATOS PARA CALCULAR LA DENSIDAD REAL PARA LA MEZCLA DE PURÉ DE PAPA AL MINUTO 20 – BATCH 3.

20`					
Peso (kg)	P1 (mmHg)	Peq (mmHg)	ΔP (mmHg)	$\Delta P/Peq$	Porosidad $e'=(\Delta P/Peq)*fc$
60,00	9,94	4,28	5,66	1,32	1,00
100,00	9,96	4,27	5,69	1,33	1,01
140,00	9,76	4,47	5,29	1,18	0,90
180,00	9,70	4,49	5,21	1,16	0,88
220,00	9,51	4,71	4,80	1,02	0,77
260,00	9,32	4,82	4,50	0,93	0,71

ANEXO 28: REGISTRO DE DATOS DE LAS COORDENADAS DE COLOR a*, b* Y L* A LO LARGO DE LOS 20 MINUTOS DE MEZCLADO – BATCH 1.

		L*	a*	b*
0`	R1	31,19	-0,84	9,25
	R2	32,36	-0,83	9,93
	R3	32,22	-0,82	9,3
	PROM	31,92	-0,83	9,49
4`	R1	32,74	-1,23	15,29
	R2	33	-1,25	14,58
	R3	33,19	-1,4	15,68
	PROM	32,98	-1,29	15,18
8`	R1	35,02	-1,52	18,87
	R2	35,09	-1,43	18,89
	R3	33,4	-1,54	17,92
	PROM	34,50	-1,50	18,56
12`	R1	35,58	-1,6	19,01
	R2	39,31	-1,65	20,1
	R3	37,42	-1,73	19,16
	PROM	37,44	-1,66	19,42
16`	R1	35,35	-1,61	20,05
	R2	36,02	-1,83	19,82
	R3	38,54	-1,81	20,76
	PROM	36,64	-1,75	20,21
20`	R1	40,05	-1,91	21,42
	R2	35,22	-1,7	19,55
	R3	38,33	-1,8	19,72
	PROM	37,87	-1,80	20,23

ANEXO 29: REGISTRO DE DATOS DE LAS COORDENADAS DE COLOR a*, b* Y L* A LO LARGO DE LOS 20 MINUTOS DE MEZCLADO – BATCH 2.

		L*	a*	b*
0`	R1	40,12	-0,81	11,35
	R2	38,56	-0,81	10,95
	R3	35,80	-0,81	10,35
	PROM	38,16	-0,81	10,88
4`	R1	37,18	-1,35	17,78
	R2	34,69	-1,36	15,56
	R3	42,13	-1,32	19,08
	PROM	38,00	-1,34	17,47
8`	R1	35,83	-1,51	19,22
	R2	34,10	-1,34	18,52
	R3	35,40	-1,39	18,66
	PROM	35,11	-1,41	18,80
12`	R1	35,85	-1,66	20,00
	R2	36,10	-1,59	20,37
	R3	33,11	-1,59	18,38
	PROM	35,02	-1,61	19,58
16`	R1	32,67	-1,67	16,96
	R2	36,14	-1,74	19,86
	R3	35,85	-1,42	18,31
	PROM	34,89	-1,61	18,38
20`	R1	36,84	-1,77	19,71
	R2	35,51	-1,78	20,03
	R3	36,78	-1,78	19,99
	PROM	36,38	-1,78	19,91

**ANEXO 30: REGISTRO DE DATOS DE LAS COORDENADAS DE COLOR A*,
B* Y L* A LO LARGO DE LOS 20 MINUTOS DE MEZCLADO – BATCH 3.**

		L*	a*	b*
0`	R1	34,40	-0,76	9,97
	R2	35,36	-0,77	10,44
	R3	33,86	-0,60	10,38
	PROM	34,54	-0,71	10,26
4`	R1	38,17	-1,26	16,82
	R2	35,51	-1,34	15,60
	R3	37,79	-1,27	15,61
	PROM	37,16	-1,29	16,01
8`	R1	33,06	-1,59	17,38
	R2	34,38	-1,46	18,41
	R3	34,62	-1,55	17,19
	PROM	34,02	-1,53	17,66
12`	R1	35,10	-1,48	17,26
	R2	35,03	-1,50	17,71
	R3	34,28	-1,68	16,95
	PROM	34,80	-1,55	17,31
16`	R1	32,81	-1,73	17,36
	R2	36,69	-1,66	19,34
	R3	35,34	-1,68	19,82
	PROM	34,95	-1,69	18,84
20`	R1	33,62	-1,62	18,00
	R2	35,80	-1,86	20,51
	R3	35,23	-1,76	20,25
	PROM	34,88	-1,75	19,59

ANEXO 31: PRUEBA DE COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS PARA LA DENSIDAD REAL DE LAS PARTÍCULAS DE PURÉ DE PAPA EN POLVO.

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	6	0 minutos; 4 minutos; 8 minutos; 12 minutos; 16 minutos; 20 minutos

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	0,199326	0,039865	1268,47	0,000
Error	12	0,000377	0,000031		
Total	17	0,199703			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0056060	99,81%	99,73%	99,58%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0 minutos	3	0,54951	0,01001	(0,54246; 0,55656)
4 minutos	3	0,60663	0,00335	(0,59958; 0,61368)
8 minutos	3	0,66358	0,00406	(0,65653; 0,67064)
12 minutos	3	0,80739	0,00352	(0,80034; 0,81444)
16 minutos	3	0,80701	0,00564	(0,79996; 0,81406)
20 minutos	3	0,80498	0,00406	(0,79793; 0,81203)

Desv.Est. agrupada = 0,00560604

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
12 minutos	3	0,80739	A
16 minutos	3	0,80701	A
20 minutos	3	0,80498	A
8 minutos	3	0,66358	B
4 minutos	3	0,60663	C
0 minutos	3	0,54951	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 32: PRUEBA DE COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS PARA EL COLOR (COORDENADA L*) DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO.

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	6	0; 4; 8; 12; 16; 20

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	7,289	1,458	0,39	0,849
Error	12	45,383	3,782		
Total	17	52,672			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,94471	13,84%	0,00%	0,00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	34,87	3,13	(32,43; 37,32)
4	3	36,04	2,69	(33,60; 38,49)
8	3	34,544	0,546	(32,098; 36,991)
12	3	35,753	1,462	(33,307; 38,200)
16	3	35,490	0,993	(33,044; 37,936)
20	3	36,375	1,492	(33,929; 38,821)

Desv.Est. agrupada = 1,94471

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
20	3	36,375	A
4	3	36,04	A
12	3	35,753	A
16	3	35,490	A
0	3	34,87	A
8	3	34,544	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 33: PRUEBA DE COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS PARA EL COLOR (COORDENADA a*) DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO.

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	6	0; 4; 8; 12; 16; 20

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	1,95015	0,390031	134,47	0,000
Error	12	0,03481	0,002900		
Total	17	1,98496			

Resumen del modelo.

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0538559	98,25%	97,52%	96,05%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	-0,7833	0,0643	(-0,8511; -0,7156)
4	3	-1,3089	0,0299	(-1,3766; -1,2411)
8	3	-1,4811	0,0615	(-1,5489; -1,4134)
12	3	-1,6089	0,0535	(-1,6766; -1,5411)
16	3	-1,6833	0,0702	(-1,7511; -1,6156)
20	3	-1,7750	0,0283	(-1,8427; -1,7073)

Desv.Est. agrupada = 0,0538559

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
0	3	-0,7833	A
4	3	-1,3089	B
8	3	-1,4811	C
12	3	-1,6089	C D
16	3	-1,6833	D E
20	3	-1,7750	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 34: PRUEBA DE COMPARACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS PARA EL COLOR (COORDENADA b*) DEL PURÉ DE PAPA EN POLVO.

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor.

Factor	Niveles	Valores
Factor	6	0; 4; 8; 12; 16; 20

Análisis de Varianza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	193,753	38,7506	48,26	0,000
Error	12	9,636	0,8030		
Total	17	203,389			

Resumen del modelo.

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,896103	95,26%	93,29%	89,34%

Medias.

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	10,213	0,696	(9,086; 11,341)
4	3	16,222	1,160	(15,095; 17,349)
8	3	18,340	0,601	(17,213; 19,467)
12	3	18,771	1,271	(17,644; 19,898)
16	3	19,142	0,953	(18,015; 20,269)
20	3	19,908	0,322	(18,781; 21,036)

Desv.Est. agrupada = 0,896103

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
20	3	19,908	A
16	3	19,142	A
12	3	18,771	A
8	3	18,340	A B
4	3	16,222	B
0	3	10,213	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**ANEXO 35: CUADRO DE LIBERACIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS
(PURÉ DE PAPA) DE DELTAGEN DEL PERÚ S.A – AÑO 2017.**

MES	PRODUCTOS	LOTE	FECHA DE PROD.	FECHA DE VENC.	% HUMEDAD	ESTADO
Marzo	Precio Uno - Puré de papa	010316	09/03/2017	09/03/2018	8,2	Aprobado
Abril	Wong - Puré de papa	010416	06/04/2017	06/04/2018	8,65	Aprobado
Abril	Aro - Puré de papa	010416	18/04/2017	18/04/2018	9,14	Aprobado
Abril	Wong - Puré de papa	020416	20/04/2017	20/04/2018	9	Aprobado
Mayo	Aro - Puré de papa	010516	10/05/2017	10/05/2018	9	Aprobado
Junio	Wong - Puré de papa	010616	08/06/2017	08/06/2018	8,14	Aprobado
Julio	Wong - Puré de papa	010716	06/07/2017	06/07/2018	8,14	Aprobado
Julio	Aro - Puré de papa	010716	13/07/2017	12/07/2018	8,08	Aprobado
Agosto	Aro - Puré de papa	010816	16/08/2017	16/08/2018	9,44	Aprobado
Agosto	Aro - Puré de papa	020816	23/08/2017	23/08/2018	7,62	Aprobado
Agosto	Aro - Puré de papa	010216	10/08/2017	10/08/2018	8,83	Aprobado
Octubre	Wong - Puré de papa	011016	07/10/2017	07/10/2018	6,75	Aprobado
Octubre	Aro - Puré de papa	011016	14/10/2017	14/10/2018	6,85	Aprobado
Nov.	Aro - Puré de papa	011116	04/11/2017	04/11/2018	6,75	Aprobado
Nov.	Aro - Puré de papa	021116	16/11/2017	16/11/2018	7,16	Aprobado
Nov.	Wong - Puré de papa	011116	16/11/2017	16/11/2018	7,5	Aprobado
Dic.	Aro - Puré de papa	011216	16/11/2017	16/11/2018	6,65	Aprobado
Dic.	Precio Uno - Puré de papa	011216	19/12/2017	19/12/2018	6,25	Aprobado
Enero (2018)	Wong - Puré de papa	010117	04/01/2018	04/01/2019	7,04	Aprobado

ANEXO 36: FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO “PURÉ DE PAPAS – DELTAGEN”.



FICHA TÉCNICA

PURÉ DE PAPAS

Código : DTG-VTA-E-001-BE

Versión : 01

Fecha : 10/02/2017

Página : 1 de 2

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Mezcla de hojuelas de papas deshidratadas para ser usadas en la preparación de puré.

Este producto puede ser consumido por el público general.

2. INGREDIENTES

Hojuela de papas deshidratadas, suero de leche, sal, colorantes naturales (annatto SIN 160 b (i) y curcumina SIN 100 i).

Producto elaborado en equipos que procesan productos que contienen leche, trigo, soya, maní y nuez. Contiene lactosa.

3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICOS, FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS

Apariencia	Hojuelas
Color	Ligero amarillo cremoso
pH (10%)	5.0 – 7.0
Humedad (%)	<10.0 %
Plomo	Máx. 0.1 mg/kg
Cadmio	Máx. 0.1 mg/kg
Microorganismo	Límite máximo
Aerobios mesófilos	Máx. 10 ⁴ /g
Coliformes	Máx. 10/g
<i>Bacillus cereus</i>	Máx. 10 ² /g
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia/25g

RM 591-2008-MINSA.IV.2

4. MODO DE USO

Presentación : Sobre por 125 g

Tamaño de porciones : 25 g

Porciones por envase : 5

Recomendaciones de preparación:

- Hervir en una olla 2 tazas de agua (500 ml), luego agregar 1 cucharita de sal (5 g) y 3 cucharitas de mantequilla (30 g). Revolver hasta que la mantequilla se derrita. Bajar el fuego a mínimo.
- Añadir 1 taza de leche fresca (250 ml), luego el contenido del sobre (125g) mezclando constantemente hasta obtener un puré cremoso. Retirar del fuego.
- Reposar y servir. Si desea una textura más suelta, agregue más leche y sal al gusto.

5. PRESENTACIÓN-EMBALAJE

Envase primario : Bolsa trilaminada por 125 g

Envase secundario: Bolsa de polietileno [24 und por 125 g].

6. ROTULADO

Nombre del producto, ingredientes, registro sanitario, lote, fecha de vencimiento, peso neto, información nutricional, razón social del fabricante, recomendaciones de uso, recomendaciones de almacenamiento.

7. ALMACENAMIENTO Y VIDA UTIL

El producto debe ser almacenado en un lugar seco, fresco y libre de olores extraños. Evitar la exposición al sol o cualquier otra fuente de calor. Una vez abierto cerrar bien el producto y consumir el contenido en poco tiempo.

En las condiciones indicadas de almacenamiento tiene 12 meses de vida útil.

ANEXO 37: ARTE DEL PURÉ DE PAPA “TOTTUS”.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Porciones por envase: 5
Por ración de 25g. VD %VD(1)

Energía (Kcal)	89.20	-	-
Proteína (g)	3.50	6.93	7.17
Grasa (g)	0.21	0.43	0.32
Carbónhidrato (g)	19.50	39.00	62.91
Vitamina C (mg)	7.61	15.22	12.35
Sodio (mg)	964.37	1928.74	46.18
Calcio (mg)	10.07	20.14	0.19
Fósforo (mg)	205.00	410.00	7.67

(1) Fuente: Sistema de etiquetado de alimentos y bebidas prepaquetados de Perú. El contenido de nutrientes en este producto puede variar de un lote a otro debido a las variaciones naturales de los ingredientes.

Ingredientes:
Papas de papa deshidratadas, suero de leche (sal), colorantes naturales (óxido de hierro) y caroteno (vit. A).

Preparación:

1. Hervir 1 taza de agua (200 ml aprox.), añadir cucharadita de sal (1 g) y cucharadas de manteca (40 g).
2. Agregar el contenido del sobre de puré de papa junto con 1 taza de leche fresca (250 ml).
3. Dejar cocinar por 2 minutos, moviendo constantemente.
4. Si desea puede agregar más leche y sal al gusto.

 **TOTTUS**
www.tottus.com.pe

Distribuido exclusivamente por: **WFERMERCADOS TOTTUS S.A.** Av. Angamos Este N° 1805, Piso 10, Lima 34 - Perú. RUC: 30208565934.
Distribuido y empaquetado por: **DEL TÁGEN DEL PERU S.A.** P. Huanchichas N° 106, Ave. Lima - Perú. RUC: 30207080505 / PSA: 02000014 NADLDT. Producto Peruano.
Conservar en lugar fresco y seco.



7 4754 149 000065



Puré de papas

fácil preparación



CONT. NETO 125g

mamá sabe...

que el Puré de Papas, es un alimento rico en vitaminas y uno de los que contiene mayor cantidad de potasio. El potasio ayuda a una buena circulación, regulando la presión arterial.

Causa rellena de Pollo

Ingredientes:

Masa:

- 1 taza de Puré de Papas Tottus a 100g
- 1/2 taza de agua hervida tibia y sal de su gusto al medio
- 1 taza de arroz
- 1 taza de frijoles
- Sal y pimienta al gusto

Recheo:

- 1 porción de pollo desmenuado
- 1/2 taza de manteca
- Sal y pimienta al gusto

Preparación:

1. En un recipiente mezclar el Puré de Papas Tottus con el agua, luego añadir el arroz, pollo, jugo de limón, sal y pimienta. Amasar hasta que la mezcla esté uniforme.
2. En otro recipiente, mezclar la pochuga de pollo con la manteca, sal y pimienta.
3. Untar la bandeja de papa en 2 partes. Colocar una parte en la base de una bandeja luego añadir el relleno de pollo. Cubrir el resto con el resto de la mezcla de papa. Puede decorar con huevo duro o papa.

Lote: _____
Fecha de vencimiento: _____

Este producto ha sido elaborado en equipos que procesan productos que contienen trigo, soya, maíz y nuez. Lea las preparaciones con atención.