



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Obtención y Caracterización de Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática a partir del Almidón de Plátano (*Musa paradisiaca*) en Piura”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Castro Escudero, William Dennis (ORCID: 0000-0001-6696-0002)

ASESOR:

Ing. Rivera Calle, Omar (ORCID: 0000-0002-1199-7526)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

PIURA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a Dios por guiarme e iluminarme en todo momento y darme las fuerzas necesarias para poder seguir adelante a pesar de todos los obstáculos que se me presentaron.

Especialmente a mi madre Carmen Clorinda Escudero Saldarriaga y a mi padre Wuilian Castro Espinoza por su apoyo incondicional, por creer en mí y motivarme a seguir adelante para poder ser mejor cada día.

A mi primo Luis Eduardo Martín Núñez Escudero por estar conmigo en las buenas y malas brindándome todo su apoyo tanto emocional como económico.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores quienes me acompañaron en estos ciclos de tesis: Ing. Mg. Hugo García Juárez, Ing. MBA Luciana Mercedes Torres Ludeña, Ing. Mario Roberto Seminario Atarama y al Ing. Omar Rivera Calle quienes me compartieron sus conocimientos y brindaron su apoyo para poder culminar con esta investigación.

A la Universidad Cesar Vallejo y a la Ing. Ingrid Estefani Sánchez García quién me facilitó las instalaciones del laboratorio de química para realizar los procesos y análisis necesarios para mi investigación.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

ÍNDICE

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	12
2.1. Tipo y diseño de investigación	12
2.2. Operacionalización de variables	14
2.3. Población, muestra y muestreo	15
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	16
2.5. Procedimiento.....	17
2.6. Método de Análisis de Datos.....	18
2.7. Aspectos Éticos:	18
III. RESULTADOS.....	19
IV. DISCUSIÓN	25
V. CONCLUSIONES	27
VI. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS	30
ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Composición química promedio de los almidones comerciales	5
Tabla N° 2 Factores y niveles.....	13
Tabla N° 3 Tratamientos	13
Tabla N° 4 Operacionalización de variables	14
Tabla N° 5 Población, muestra y muestreo	15
Tabla N° 6 Indicadores, unidad de análisis, técnicas e instrumentos.	16
Tabla N° 7 Análisis de varianza	18
Tabla N° 8 Análisis microbiológicos	23
Tabla N° 9 Costos de elaboración de Maltodextrina de almidón de plátano.....	24

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación aborda el proceso de elaboración de Maltodextrinas utilizando almidón de plátano como materia prima. El proceso consistió en someter una solución de almidón de plátano a reacción con la enzima Alpha amilasa. Los factores de estudio para el proceso fueron: la concentración de solución de almidón (10%; 15% y 20 %) y el tiempo de reacción (40 y 60 minutos). El medio dispersante fue una solución de Cloruro de Calcio CaCl_2 0.005 M estabilizada a un pH de 7.00; usándose Hidróxido de Sodio NaOH 0.1N y ácido Ascórbico concentrado como sustancias estabilizadoras. La temperatura de reacción fue de 74°C , la cual se mantuvo constante al igual que la concentración de Alpha amilasa (0.3 mg de enzima / g almidón). La enzima se inactiva por ebullición y posterior enfriamiento a 20°C , centrifugándose luego a una velocidad de 45 rpm y secándose en una estufa por espacio de 12 horas a 65°C . Se obtuvieron 18 muestras de las cuales 6 cumplieron con lo establecido en la ficha técnica de maltodextrina de maíz. Las condiciones óptimas del proceso fueron determinadas mediante el software estadístico SPSS y la muestra más aceptada por un análisis sensorial, el cual fue desarrollado por un panel de 10 personas previamente capacitadas, quienes evaluaron con el mayor puntaje promedio en una escala de Likert a 5 puntos a la muestra C_2T_1 (solución al 15% de almidón y 40 min de reacción con alpha amilasa). Se concluye que el producto es apto para el consumo por cuanto cumple con las especificaciones de inocuidad y calidad de la Ficha Técnica de Calidad de la Maltodextrina de Maíz.

PALABRAS CLAVES: Maltodextrina, Almidón de Plátano, Alpha Amilasa.

ABSTRACT

The following research work addresses the process of making Maltodextrins using banana starch as a raw material. The process consisted of reacting a solution of banana starch with the enzyme Alpha amylase. The study factors for the process were: the concentration of starch solution (10%; 15% and 20%) and the reaction time (40 and 60 minutes). The dispersing medium was a solution of calcium chloride CaCl_2 0.005 M stabilized at a pH of 7.00; sodium hydroxide Naoh 0.1N and concentrated ascorbic acid were used as stabilising substances. The reaction temperature was 74 °C, which remained constant as was the concentration of Alpha amylase (0.3 mg enzyme / g starch). The enzyme is inactivated by boiling and subsequent cooling to 20 [C, centrifuging at a rate of 45 rpm and drying in a stove for 12 hours at 65 C. Eighteen samples were obtained, of which six complied with the requirements of the maize maltodextrin specification. The optimal conditions of the process were determined using the statistical software SPSS and the sample more accepted by a sensory analysis, which was developed by a panel of 10 people previously trained, who evaluated with the highest average score on a scale of Likert to 5 points to sample C2T1 (15% starch solution and 40 min alpha amylase reaction). It is concluded that the product is suitable for consumption as it meets the safety and quality specifications of the Maize Maltodextrin Quality Data Sheet.

KEYWORDS: Maltodextrin, Banana Starch, Alpha Amylase.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el plátano es un producto muy consumido en todo el mundo, ya que se destaca por su valor nutricional conteniendo hidratos de carbono de elevado valor calórico, contiene nutrientes muy importantes como el ácido fólico, el potasio, el magnesio. El Perú es uno de los 10 primeros países con mayor producción de plátano a nivel mundial y segundo país a nivel de Latinoamérica. (Ministerio de Agricultura, 2009).

La producción de plátano y banano en los años 2000, 2007 y 2008 creció de tal manera que en el 2000 se llegó a producir 1, 433,372 TM, ya para el 2007 se llegó a 1, 821,247 la producción en el 2008 ya es de 1, 788,701 TM mostrando una ligera desaceleración (Ministerio de Agricultura, 2009).

En la búsqueda de proteger la salud hoy en día el mercado ofrece productos, los cuales denominamos con la determinación “BIO” que significa Vida, siendo esto un fraude ya que estos productos tienen estabilizantes químicos como es el Carboxil Metil Celulosa llamado también CMC que en ciertos porcentajes perjudican la salud, de igual forma alteran la consistencia para incrementar la aceptación de estos productos. (Cheftel, 1976)

Frente a ello y con la finalidad de dar un valor agregado a los productos que se pierden y con el objetivo de buscar un producto terminado que proteja la salud procurando no usar aditivos ni estabilizantes químicos y que cuente con un buen sabor y sea aceptado en el mercado y teniendo en cuenta que el plátano es de un sabor agradable que contiene almidón del cual se obtiene la maltodextrina.

De no poderse realizar esta investigación se estaría perdiendo un gran producto que sirve para sustituir al Carboxil Metil Celulosa compensando la deficiencia de textura en néctares, mermeladas y bebidas rehidratantes, también no se le estaría dando el máximo provecho a la materia prima del plátano verde, por ello es que se presenta este trabajo de investigación titulado “OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MALTODEXTRINA MEDIANTE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA A PARTIR DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) EN PIURA”.

Los antecedentes que se consideraron para esta investigación fueron:

Ruíz (2015) en su trabajo de investigación se pudo obtener un mejor resultado en la hidrólisis enzimática a partir de una gelificación del almidón antes de la incorporación de la enzima α amilasa, logrando una hidrólisis mayor al 20% de azúcares solubles de esa manera usando el almidón de maíz morado (*Zea mays*) constituir un jarabe de calidad.

García (2013) en su trabajo de investigación produjo maltodextrinas por vía enzimática usando el almidón del camote (*Ipomoea batatas*); variedad nylon, determinando las condiciones de hidrólisis para la obtención de maltodextrinas con diferentes rangos de Dextrosa equivalente (ED) culminando esta investigación con la caracterización fisicoquímica y funcional de cada una de las maltodextrinas obtenidas.

Díaz y colaboradores (2002) en su trabajo se pudo investigar el efecto de los factores en las variables más importantes del proceso de hidrólisis enzimática del almidón de yuca (*Manihot esculenta*), con el propósito de definir los mejores tratamientos para conseguir maltodextrinas de diferentes DE. Se utilizó la α -amilasa procedente de una cepa de *Bacillus licheniformis*. Los factores que se estudiaron fueron: pH (5,5-6,5), temperatura (80-90°C), cantidad de enzima (0,583-0,833 μ l/g almidón), porcentaje de soluciones de almidón (30-40% w/w) y adición de CaCl_2 (50-70 mg/L). Los factores que tuvieron una incidencia mayor fueron la temperatura y la cantidad de enzima.

Caypo y Pérez (2007) en su trabajo de investigación se obtuvieron Maltodextrinas a partir del almidón de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) usando la α -amilasa. El almidón extraído se procesó usando cloruro de calcio (CaCl_2) con una concentración de 0,005 Molar y a un pH =7 con una constante dosis de α -amilasa de 2 mg/g aproximadamente. Se usaron tres soluciones de almidón las cuales se calentaron a 65° C, se les agregó la solución de enzima y se hizo reaccionar a 70° C en el tiempo de 40 y 60 minutos posteriormente con un enfriamiento a temperatura ambiente se inactiva la enzima, después se centrifugó y finalmente se hizo el secado a 65 °C x 20 horas. Al producto resultante se le determinó la cantidad de azúcares reductores, y la Dextrosa Equivalente (ED). Se pudo observar dextrinas, que revelaron color amarillo pardo con un ligero sabor amargo e insípida. Se calculó un rendimiento del 80%.

Melo, Torres, Serna y Torres (2015) El resultado de su trabajo generaría desarrollar alternativas de uso para subproductos como maltodextrinas, obtenidas de la cáscara y pulpa de plátano la obtenida por el tratamiento de la pulpa tuvo una variación de la aw entre $0,313 \pm 0,002$ y $0,454 \pm 0,002$. Productos con valores de aw menores a 0,6 son considerados estables desde el punto de vista microbiológico y con valores entre 0,2 y 0,4 nos permite asegurar que son estables ante el pardeamiento y reacciones hidrolíticas.

Jiménez y Martínez (2016) en su investigación analizaron la variedad guayape de yuca o mandioca por ser la más usada de las 200 variedades existentes en el Perú, obteniendo resultados en: humedad, proteínas, lípidos, fibra, cenizas, carbohidratos y porcentaje de acidez.

Lipa y Maquera (2013) en su tesis determinaron la amilosa y amilopectina en el almidón de chuño encontrando el mayor grado de conversión expresado en DE. La mayor eficacia de hidrólisis se obtuvo bajo condiciones dependientes de la enzima gluco-amilasa, obteniéndose jarabes de un máximo aproximado de 41% de dextrosa equivalente para obtener, este valor es muy cercano al de jarabe de glucosa.

Rodríguez (2015) en su estudio desarrollo la elaboración de jarabes dextrinizados mediante hidrólisis enzimática del almidón de sorgo rojo CIAPR-132 usando la enzima alpha-amilasa sobre suspensiones de concentraciones diferentes y con diferentes cantidades de enzima, así como también el tiempo de reacción (hidrolisis). Lo anterior mencionado permitió entender que el sorgo puede ser aprovechado en la obtención de maltodextrinas y jarabes dextrinizados a partir de su almidón.

Melgar (2013) en su trabajo de utilizo al banano de desecho realizando una extracción de su almidón y posteriormente se sintetizando jarabe de glucosa por medio de hidrólisis enzimática usando la enzima alpha-amilasa. El jarabe de glucosa resultante se encontraba en solución y se realizaron las pruebas respectivas de características químico-físicas obteniendo un porcentaje de conversión de 33.48%.

Dávila (2014) en su investigación encontró las características fisicoquímicas para el plátano bellaco. El mayor rendimiento cerca al 24%, fue obtenido por la muestra pulpa/solvente (1:4) y con un tiempo de 4 minutos de licuado. El diseño experimental

utilizado fue factorial 3 x 2 con dos repeticiones. Finalmente se concluye que la relación pulpa/solución y el tiempo de licuado, influyen significativamente en el proceso de extracción de almidón.

Por otro lado, las teorías que se relacionaron a esta investigación fueron las siguientes:

El plátano, de origen asiático y por los españoles fue ingresada al Perú en el siglo XVI, es una planta herbácea monocotiledónea, de la familia Musaceae (Corpoica, 2006). Es un producto básico y de exportación, lo que genera un gran número de empleos e ingresos en varios países del trópico y subtropical; el plátano está considerado uno de los cuatro cultivos más importantes a nivel mundial.

Su nombre científico es *Musa paradisiaca*, fue clasificado por Carlos Linneo en 1753. De todo el plátano lo único que es consumido por las personas es la pulpa, este cultivo se ve más que todo en los países con clima tropical.

El almidón, es un polisacárido que se puede encontrar en forma granular, en las raíces, tubérculos, semillas y tallos de las plantas, en las que integra su primordial forma de reserva energética que es utilizada durante los periodos de dormancia o latencia, germinación y crecimiento (Sivack y Preiss 1998). Este biopolímero ha sido de gran importancia en la dieta del hombre desde tiempos prehistóricos y desde el punto de vista comercial, es el polisacárido con más abundancia e importancia después de la celulosa (Biliaderis, 1991).

En los almidones su composición química depende del proceso y de la fuente de obtención y purificación. Los gránulos de almidón contienen un máximo de 16% de agua, así como cantidades mínimas de otras sustancias. La condición máxima de humedad sugerida para un almacenamiento adecuado de los almidones es 13%, pues si existe mayor humedad puede haber un daño microbiano.

En los tubérculos como el camote, papaya y tapioca los almidones encierran pocas porciones de sustancias grasas (<0.1%), muy diferente a ello son los almidones que provienen de cereales como el trigo, maíz, sorgo y arroz, cuyo contenido de lípidos oscila entre 0.6 a 0.8%.

El almidón está constituido principalmente por dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina, (Marín, 2016).

Tabla N° 1 Composición química promedio de los almidones comerciales

Fuente	Humedad	Lípidos	Proteínas	Fósforo	Cenizas
	%	%	%	%	%
Maíz	13	0.60	0.35	0.015	0.10
Papa	19	0.05	0.06	0.080	0.40
Trigo	14	0.80	0.40	0.060	0.15
Tapioca	13	0.10	0.10	0.010	0.20
Maíz ceroso	13	0.20	0.25	0.007	0.07
Sorgo	13	0.70	0.30	---	0.08
Arroz	---	0.80	0.45	0.100	0.50
Sagú	---	0.10	0.10	0.020	0.20
Amilo maíz	13	0.40	---	0.070	0.20
Camote	13	---	---	---	0.10

Fuente: Moorthy, 2002

Elaboración propia

Químicamente el almidón es un homopolisacárido compuesto por moléculas de D-glucosa unidas una a otra a través del oxígeno del C-1, unión que se conoce como enlace glucosídico y puede ser α (1,4) o α (1,6), dependiendo de si la unión es entre el C-1 de una molécula de glucosa y el C-4 o el C-6 de la siguiente molécula de glucosa, respectivamente.

El enlace glucosídico es estable en condiciones alcalinas, pero puede hidrolizarse en condiciones ácidas o por acción enzimática. El residuo de glucosa que se encuentra al final de la cadena polimérica presenta un grupo aldehído que actúa como grupo reductor razón por la cual se le conoce como extremo reductor de la molécula.

La amilosa es un polisacárido compuesto por cadenas largas lineales en forma helicoidal, donde las moléculas de glucosa poseen enlaces α (1-4). Dependiendo del estado de madurez y la fuente de obtención de la glucosa se determinará el grado de polimerización de la amilosa. La amilosa forma complejos de color azul con el yodo. Para que se desarrolle perfectamente la coloración azul intenso del complejo amilosa-yodo se requiere un mínimo de 40 residuos de glucosa, pero los almidones que contienen buena cantidad de amilosa generan un complejo de color rojo por lo cual son rápidamente identificados.

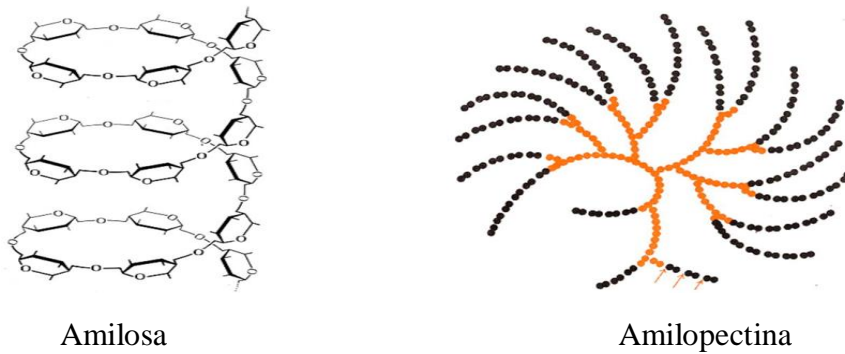


Figura N° 1 Estructura química de amilosa y amilopectina

Fuente: BADUI, 2001

La amilopectina posee una estructura ramificada donde las unidades de glucosa se encuentran un tanto distanciadas por lo tanto su grado de polimerización está en el rango en 10 y 60 residuos de glucosa.

Las principales propiedades que contiene el almidón son la birrefringencia, gelatinización, la retrogradación, la viscosidad y la difracción de rayos X. Estos fenómenos explican la estabilidad del biopolímero y por tanto sugerir sus adecuadas aplicaciones (Biliaderis, 1991).

A continuación, se describen brevemente las propiedades antes mencionadas:

Gelatinización: es un proceso en donde se cambia de un estado ordenado (estructura cristalina) a un estado desordenado donde se absorbe calor; el almidón es insoluble en agua fría; sin embargo, al aplicar calor sus gránulos se hidratan e hinchan rápidamente hasta formar pastas viscosas. (Beynum and Roels, 1985; Biliaderis, 1991). Al enfriarse la Gelatinización se produce la Gelificación condición que no es muy estable. (Raimondo, 2012)

Retrogradación: es un proceso que consta de insolubilización y precipitación espontánea principalmente de las moléculas de amilosa. Cada almidón presenta una tendencia diferente a la retrogradación, que se encuentra íntimamente relacionada a su contenido de amilosa, pues la amilopectina es más difícil que la desarrolle, debido a que sus ramificaciones dificultan la formación de puentes de hidrógeno con moléculas adyacentes (Beynum and Roels, 1985; Badui, 2001).

La viscosidad: Es la propiedad más importante para los productos a base de almidón. Se refiere a la capacidad de absorción de agua de los diferentes almidones. La viscosidad se incrementa cuando existe calentamiento constante, después va disminuyendo levemente y vuelve a incrementarse con el enfriamiento. Estos cambios pueden registrarse usando diferentes instrumentos, como el viscosímetro (Ríos, 2014).

Birrefringencia: Es la propiedad con la que podemos apreciar la capacidad presente en los gránulos de almidón para refractar la luz en dos direcciones. Este proceso se debe a que existen zonas cristalinas de moléculas de amilopectina y amilosa ordenadas de forma paralela a través de puentes de hidrógeno, así como zonas sin forma regular formadas principalmente por la amilosa, las cuales no pueden asociarse entre sí o con las moléculas de amilopectina (Beynum and Roels 1985; Biliaderis, 1991).

La birrefringencia es una propiedad que consiste en desdoblar un rayo de luz incidente en dos rayos linealmente polarizados de manera perpendicular entre sí como si el material tuviera dos índices de refracción distintos. (educalingo, 2019).

Difracción de rayos X: se refiere a las interferencias ópticas que se originan por una radiación monocromática, los rayos X tienen longitudes de onda medidas en Angstroms, al ser irradiados sobre la muestra a analizar, dichos rayos se difractan con ángulos que dependen de las distancias interatómicas (Universidad de Alicante, 2019). Los almidones que presentan difracciones con longitudes de onda de 5.4 como los de plátano y mango, tienen mayores capacidades de formación de pastas. (Casarrubias-Castillo, 2012).

La maltodextrina, es un polisacárido, con valor de dextrosa equivalentemente inferior a 20 y puede ser obtenida por hidrólisis enzimática. La más utilizada de estas enzimas es la alfa-amilasa con la cual se puede transformar el almidón en dextrinas.

Comercialmente las maltodextrinas se clasifican en base a su contenido de azúcares reductores directos, presentados como equivalentes de dextrosa. Esta clasificación de las maltodextrinas no es la más precisa, pero si es la más utilizada en la industria debido a la rapidez y economía de su determinación. (Marchal et al., 1999).

Las maltodextrinas tienen una gran variedad de aplicaciones, tenemos por ejemplo a la industria alimenticia y farmacéutica donde actúan como agentes estabilizantes, espesantes, reemplazan a las grasas y aceites en aderezos para ensaladas, son vehículos para procesos de secado por aspersión de pigmentos naturales y además ayudan a controlar, la higroscopicidad, la densidad y la textura en ciertos alimentos. (Shamek et al., 2002)

Recientemente se han utilizado soluciones concentradas de maltodextrinas como alimento para personas que presentan falla renal crónica, cirrosis hepática, trastornos en el metabolismo de aminoácidos y en aquellas condiciones dietéticas especiales que requieren de alimentos de alto aporte energético, pero de poco volumen de fluido y bajo contenido de electrolitos. (DEIA, 2010).

La maltodextrina es un excelente suplemento deportivo, muy consumido por deportistas de fuerza o resistencia, y está formado por carbohidratos de absorción rápida. Su consumo asegurará más energía no solo para realizar el entrenamiento, sino también para ofrecer alimento a la multitud de fibras musculares. Este hidrato de carbono complejo posee un alto índice glucémico, de ahí su rápida absorción en el organismo, es extraído a partir de alimentos que consumimos a diario, Por lo tanto, es 100% natural. (Myprotein, 2018)

En la industria se obtienen a partir del almidón de maíz principalmente, la hidrólisis de este polímero puede realizarse por métodos químicos (mediante el uso de ácidos tales como el clorhídrico o el sulfúrico), por métodos enzimáticos (mediante el uso de enzimas amilolíticas), o bien, mediante una combinación de ambos métodos. La hidrólisis ácida es un proceso en el cual la molécula de almidón es cortada al azar, lo cual produce una mezcla no controlada de moléculas con diferentes pesos moleculares. La hidrólisis enzimática generalmente se da mediante el acto de las enzimas: alfa y beta amilasa. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2013). Con el fin de que exista una buena hidrólisis enzimática del almidón, es necesario que esté gelatinizado, por ello se debe realizar al almidón un cocimiento antes de la adición de estas enzimas. (Reyna y otros, 2004). Este proceso de hidrolisis ha reemplazado gradualmente los

procesos de hidrólisis ácidas debido a las ventajas que presenta, entre ellas se tienen (Wang, 2000, 2001):

Condiciones de hidrólisis más suaves (temperatura, presión, pH), originan que no se obtengan materiales coloridos ni de sabor amargo, así como la eliminación de las etapas de refinamiento para eliminación de cenizas y materiales coloridos.

El proceso de elaboración de las maltodextrinas inicia con la preparación de una dispersión de almidón, la cual es calentada a ebullición durante 5 minutos, a fin de provocar la gelatinización del almidón, lo cual facilita la acción de las enzimas amilolíticas empleadas durante la siguiente etapa del proceso que comprende la hidrólisis del almidón, a fin de obtener las maltodextrinas con el perfil de carbohidratos y el ED deseado.

Transcurrido el tiempo de hidrólisis establecido, la reacción se suspende por inactivación de la enzima, actividad que se realiza por calentamiento a ebullición de la mezcla de reacción cuando la enzima utilizada es termolábil o bien, por modificación del pH mediante el uso de HCl cuando la enzima utilizada es termo resistente. El producto de la reacción es posteriormente centrifugado y filtrado para eliminar partículas sólidas en suspensión, y el licor obtenido es pasado a través de columnas de carbón activado, previo a la etapa de concentración y su posterior secado por aspersion y empaado (Guzmán y Paredes, 1995).

También existen estudios que demuestran que se puede obtener maltodextrinas con valores de 10 a 13 de Dextrosa Equivalente usando Ultrasonido (Izidoro et al., 2011).

Se planteó como pregunta principal la siguiente: ¿Cómo obtener y caracterizar la maltodextrina mediante hidrólisis enzimática a partir del almidón de plátano (*Musa paradisiaca*) en Piura?

Como preguntas específicas se plantearon: ¿Cuál es el nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa de la maltodextrina para los diferentes tratamientos?; ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la maltodextrina para los diferentes tratamientos?; ¿Cuáles son las características organolépticas de la maltodextrina para los diferentes tratamientos?; ¿Cuál es la presencia microbiológica de la mejor muestra conseguida en la obtención

y caracterización de maltodextrina? y ¿Cuáles son los costos de producción de la maltodextrina a partir del almidón de plátano (*Musa paradisiaca*)?

En la justificación técnica se pretendió elaborar un producto innovador que proteja la salud libre de estabilizantes químicos. **En la justificación práctica** porque permitió realizar procesos industriales a partir del plátano (*Musa paradisiaca*) dándole un valor agregado y a su vez obteniendo la maltodextrina evitando que hectáreas del cultivo de plátano se pierda. **En la justificación metodológica** porque esta investigación sirve como antecedente nacional y local para futuras investigaciones y a su vez **la justificación de relevancia social** es porque busca proteger la salud a la comunidad pues el mercado ofrece productos similares, pero con químicos.

Constantemente, existe la búsqueda de nuevos productos alimenticios, siendo en estos ultimo tiempos los almidones un producto clave por su variedad de usos (Acosta y Blanco, 2013).

La hipótesis general que se planteó fue la siguiente: Se puede obtener y caracterizar la maltodextrina mediante hidrólisis enzimática a partir del almidón de plátano (*Musa Paradisiaca*) en Piura

Por otro lado, las hipótesis específicas en esta investigación fueron: El nivel de concentración de solución de almidón varía entre 10, 15 y 20% y el tiempo de reacción de la enzima alfa amilasa de la maltodextrina fue de 40 y 60 minutos entre los diferentes tratamientos; Las características fisicoquímicas de la maltodextrina cumplen con los parámetros dados en la ficha técnica de maltodextrina de almidón de maíz; Las características organolépticas de la maltodextrina cumplen con los parámetros dados en la ficha técnica de maltodextrina de almidón de maíz; La presencia microbiológica de la mejor muestra conseguida en la obtención y caracterización de maltodextrina cumple con los parámetros dados en la ficha técnica de maltodextrina de almidón de maíz; Los costos de producción de la maltodextrina a partir del almidón de plátano (*Musa paradisiaca*) serán determinadas mediante análisis de costos.

Como objetivo general se tomó en cuenta el siguiente: Obtener y caracterizar la maltodextrina mediante hidrólisis enzimática a partir de almidón de plátano (*Musa paradisiaca*) en Piura.

Los objetivos específicos que se manejaron fueron: Determinar el nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa de la maltodextrina para los diferentes tratamientos; Determinar las características fisicoquímicas de la maltodextrina para los diferentes tratamientos; Determinar las características organolépticas de la maltodextrina para los diferentes tratamientos; Determinar la presencia microbiológica de la mejor muestra conseguida en la obtención y caracterización de maltodextrina; Determinar los costos de producción de la maltodextrina a partir del almidón de plátano (*Musa paradisiaca*).

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según su **Finalidad**; fue una investigación aplicada, ya que se plasmaron todos los conocimientos que fueron adquiridos mediante diferentes informes académicos y fuentes bibliográficas, para la obtención de maltodextrina mediante hidrólisis enzimática a partir de almidón de plátano (*Musa paradisiaca*) en Piura.

Según el **Enfoque**; fue una investigación cuantitativa, debido a que, a través de la técnica de obtención por hidrólisis enzimática, se realizaron diferentes pruebas a diferentes concentraciones de solución de almidón y tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa para así poder obtener resultados numéricos que puedan lograr cumplir con los objetivos que se han establecido. Los cuales son: concentración de solución de almidón y tiempo de reacción.

Nivel de investigación

Es de nivel explicativa porque va a ocuparse de cómo se determinan las causas y como es el efecto (empleando diseño experimental de bloques completamente al azar) mediante las pruebas de hipótesis, los resultados y las conclusiones.

Diseño de la investigación

Esta investigación fue de tipo experimental la cual contó con un diseño de bloques completamente al azar de tres por dos. Dichos bloques tuvieron su respectivo tratamiento. Se emplearon dos factores los cuales son concentración de solución de almidón (%) y tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa (min), se contó con 3 y 2 niveles respectivamente. Lo que sirvió para aproximarse a los niveles óptimos del proceso. La fórmula que se empleó es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_K + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Características de la maltodextrina.

μ : Media poblacional

α_i : Efecto del tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa

β_j : Efecto del nivel de la concentración de solución de almidón.

$\alpha\beta_{ij}$: Efecto de la interacción del tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa y del nivel de la concentración de solución de almidón.

δ_K : Efecto de bloques.

i: tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa (min)

j: niveles de concentración de solución de almidón.

k: N° de bloques.

ε_{ijk} : Representa el error experimental.

Factores y niveles.

Para la obtención de la maltodextrina se estudiaron los factores concentración de solución de almidón de plátano en 3 niveles y el factor tiempo con 2 niveles.

Tabla N° 2 Factores y niveles

FACTOR	NIVELES	CLAVE
Concentración de solución de almidón(%)	10	C ₁
	15	C ₂
	20	C ₃
Tiempo de Reacción de la enzima alpha amilasa (min)	40	t ₁
	60	t ₂

Elaboración propia, 2019

Tratamientos.

Los tratamientos que se utilizaron fueron la interacción entre los factores concentración de solución de almidón y tiempo de reacción por lo que fueron 6 tratamientos (3 por 2) a lo que se aplicó un diseño de bloques completamente aleatorios, con 3 repeticiones.

Tabla N° 3 Tratamientos

Número	Tratamiento	Conc. de Solución de almidón (%)	Tiempo de reacción (min)
T ₁	C ₁ t ₁	10	40
T ₂	C ₁ t ₂	10	60
T ₃	C ₂ t ₁	15	40
T ₄	C ₂ t ₂	15	60
T ₅	C ₃ t ₁	20	40
T ₆	C ₃ t ₂	20	60

Elaboración propia, 2019

2.2.Operacionalización de variables.

Tabla N° 4 Operacionalización de variables

Variable		Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala de valores
Independiente	Método de obtención de la Maltodextrina mediante hidrólisis enzimática	La hidrólisis enzimática generalmente se da mediante el acto de las enzimas: alfa y beta amilasa. Con el fin de que exista una buena hidrólisis enzimática del almidón, es necesario que esté gelatinizado, por ello se debe realizar al almidón un cocimiento antes de la adición de estas enzimas. (Reyna y otros, 2004). La hidrólisis enzimática del almidón ha reemplazado gradualmente los procesos de hidrólisis acidas debido a las ventajas que presenta. (Wang, 2000, 2001).	Nivel de concentración de solución de almidón.	Se utilizaron soluciones de 10 %, 15% y 20% en peso de almidón a dos diferentes tiempos de reacción de la enzima alpha amilasa (40 y 60min)	Concentración de solución de almidón (%)	De razón
			Tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa.		Tiempo de reacción (min)	De razón
Dependiente	Caracterización de la maltodextrina	La caracterización química de cada una de las maltodextrinas obtenidas se lleva a cabo de la siguiente forma. Su contenido de humedad se determina de acuerdo al método de pérdida de peso en termo balanza (AOAC, 1995). El contenido de azúcares reductores directos (ARD) y de azúcares reductores totales (ART) se determinó por el método del ácido 3,5 dinitrosalicílico (Miller 1959).	Análisis fisicoquímicos.	Se realizaron evaluaciones fisicoquímicas en el laboratorio a las muestras de maltodextrina, se usó el método de desecación por estufa para % de humedad, método de calcinación hasta incineración para % de ceniza y prueba con phmetro para medir el PH	% Humedad % Cenizas PH	De razón
			Análisis organolépticos.	Se realizaron evaluaciones organolépticas en el laboratorio a las muestras de maltodextrina mediante la escala hedónica y se determinó el color, sabor, olor, textura.	Nivel de Color Nivel de Sabor Nivel de Olor Nivel de Textura	Ordinal
			Análisis microbiológicos.	Se realizó una evaluación microbiológica a la mejor muestra, donde se evaluó mediante el método de recuento en placas para determinar la cantidad de microorganismos Coliformes, aerobios y mesófilos como también para la evaluación de mohos y levaduras.	Recuento de Coliformes totales, aerobios y mesófilos (UFC/g) Mohos y Levaduras (UFC/g)	De razón
			Costos de producción.	Se analizaron los costos que implican los procesos para la obtención de maltodextrina a partir del almidón de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)	Costo unitario de producción (S/kg)	De razón

Elaboración propia, 2019

2.3. Población, muestra y muestreo: Población

La población para esta investigación estuvo conformada por 540 gramos de maltodextrina de almidón de plátano, dividido entre los 18 tratamientos que contó con divisiones de 3 bloques en el que cada tratamiento fue de 30 gr.

Muestra

De la totalidad de la maltodextrina obtenida se tomó el 50% para análisis fisicoquímicos, 15% para análisis organolépticos y 35% para análisis microbiológicos a la mejor muestra.

En la tabla n° 05 cada indicador cuenta con su debida población y su unidad de análisis, esta población está compuesta por 18 tratamientos, siendo los 4 últimos indicadores los que tendrán muestra conformada por 1.

Tabla N° 5 Población, muestra y muestreo.

Indicadores	Unidad de análisis	Población	Muestra	Muestreo
Concentración de solución de almidón (%)	Muestras de maltodextrina	18	-	-
Tiempo de reacción (min)	Muestras de maltodextrina	18	-	-
% Humedad	Muestras de maltodextrina	18	-	-
% Cenizas	Muestras de maltodextrina	18	6	Muestreo por juicio
PH	Muestras de maltodextrina	18	-	-
Nivel de color	Muestras de maltodextrina	18	-	-
Nivel de sabor	Muestras de maltodextrina	18	-	-
Nivel de olor	Muestras de maltodextrina	18	-	-
Nivel de textura	Muestras de maltodextrina	18	-	-
Coliformes	Muestras de maltodextrina	18	1	Muestreo por juicio
Aerobios y mesófilos	Muestras de maltodextrina	18	1	Muestreo por juicio
Mohos y levaduras	Muestras de maltodextrina	18	1	Muestreo por juicio
Costo unitario de producción (S/kg)	Muestras de maltodextrina	18	1	Muestreo por conveniencia

Elaboración propia, 2019

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la evaluación fisicoquímica se aplicó las técnicas del método de estufa, método de calcinación hasta incineración mediante mufla.

Para los análisis organolépticos se empleó la escala Hedónica mediante una hoja que constó de una tabla “guía de indicadores para la evaluación de características organolépticas.

Tabla N° 6 Indicadores, unidad de análisis, técnicas e instrumentos.

Indicadores	Unidad de análisis	Técnicas	Instrumentos
Concentración de solución de almidón (%)	Muestra de maltodextrina	Observación experimental	Hoja de Registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción (Anexo N° 02A)
tiempo (min)	Muestra de maltodextrina	Observación experimental	
% Humedad	Muestras de maltodextrina	Observación experimental	Hoja de registro de evaluación fisicoquímica (Anexo N° 02B)
% Cenizas	Muestras de maltodextrina	Observación experimental	
PH	Muestras de maltodextrina	Observación experimental	
Nivel de color	Muestras de maltodextrina	Escala hedónica	Evaluación de la encuesta organoléptica (Anexo N° 02C)
Nivel de sabor	Muestras de maltodextrina	Escala hedónica	
Nivel de olor	Muestras de maltodextrina	Escala hedónica	
Nivel de textura	Muestras de maltodextrina	Escala hedónica	
Coliformes	Muestras de maltodextrina	Recuento de placas	Informe de laboratorio de resultados del análisis microbiológico (Anexo N° 02D)
Aerobios y mesófilos	Muestras de maltodextrina	Recuento de placas	
Mohos y levaduras	Muestras de maltodextrina	Recuento de placas	
Costo unitario de producción (S/kg)	Muestras de maltodextrina	Análisis documental	Registro de control de Costos (Anexo N° 02E)

Elaboración propia, 2019

Validez y confiabilidad.

Los instrumentos fueron validados por 03 personas expertas en la materia, las cuales acreditan la idoneidad de estos para poder recopilar los datos necesarios para el estudio.

2.5. Procedimiento

Según la metodología a utilizar se prepararon 3 suspensiones de almidón de 10%, 15%, 20% las cuales fueron hidrolizadas durante 40 y 60 minutos (ver anexo n° 2A) manteniendo constante la concentración de enzima 0,3mg/g de almidón de plátano y la temperatura de operación 72°C.

Para la extracción del almidón (ver anexo n° 9) el plátano fue seleccionado, siendo este plátano verde de la variedad Dominico, posteriormente fue pelado y cortado separando la cáscara de la pulpa la cual fue lavada para luego ser licuada. El licuado fue sometido a un proceso de filtración para después el filtrado ser decantado y así obtener el almidón de plátano. El almidón húmedo fue secado en una estufa a temperatura de 40°C por 14 horas, luego fue triturado con un mortero de porcelana para finalmente ser almacenado.

Para obtener la maltodextrina de almidón de plátano (ver anexo n°10) se procedió de la siguiente manera:

En un matraz de 100 ml se colocó el almidón de plátano previamente pesado y luego se le adicionó una solución de cloruro de calcio 0,005 M a un PH de 7 para lograr soluciones con concentraciones de 10%, 15% y 20% en peso de almidón. El PH de la solución de cloruro de calcio fue reajustado con solución de hidróxido de sodio 0,1 N y ácido ascórbico concentrado. La mezcla se calentó en baño María con agitación constante hasta alcanzar una temperatura de 70°C (temperatura cercana al punto de gelatinización del almidón de plátano) y luego se le adicionó alpha amilasa disuelta en solución de cloruro de calcio 0,005 M y a una temperatura de 50°C. El material resultante se mezcló uniformemente, se cubrió con papel aluminio y se calentó hasta 72° C durante 5 minutos. A esta temperatura se completó la gelatinización del almidón de plátano y se dio inicio a la hidrolisis enzimática, controlándose dos tiempos de reacción de la enzima alpha amilasa de 40 y 60 minutos. La hidrolisis fue detenida mediante inactivación de la enzima en baño María a temperatura de ebullición del agua (100°C) durante 15 minutos y posterior enfriamiento con agua a temperatura ambiente. El producto se centrifugó a 3500 rpm durante 20 minutos y el líquido hidrolizado se colocó en cápsulas de evaporación en una

estufa a 65°C por 18 horas, finalmente la maltodextrina obtenida fue triturada con un mortero de porcelana para finalmente ser envasada en bolsas herméticas.

2.6. Método de Análisis de Datos:

El análisis de los datos recolectados se dio a través de un programa estadístico llamado SPSS y luego se elaboraron tablas, las cuales facilitaron analizar de manera más sencilla los datos que se han obtenido durante la investigación. Del programa SPSS se desarrolló un análisis ANVA, que dio un análisis de la varianza de los distintos tratamientos, donde necesariamente al menos se obtuvo dos bloques diferentes para el análisis.

Tabla N° 7 Análisis de varianza

Fuentes de variabilidad	gl	Suma de cuadrados
Bloques	(b-1)	2
Tratamientos	(t-1)	5
Error experimental	(b-1)(t-1)	10
TOTAL		17

Elaboración propia, 2019

2.7. Aspectos Éticos:

Esta investigación presentó la confiabilidad de sus fuentes citadas y la autenticidad de los datos, así como la responsabilidad social y humanística y el respeto por el medio que nos rodea. Además, se rigió mediante los parámetros de calidad de las maltodextrinas que exigen diversas empresas internacionales en la actualidad.

Así mismo la metodología está regida por la Norma ISO 690 la cual está estipulada para carreras de Ingeniería, cumpliendo con las especificaciones de los reglamentos de elaboración de Proyecto de Tesis dados por la Universidad Cesar Vallejo.

III. RESULTADOS

3.1. Determinación del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa de la maltodextrina para los diferentes tratamientos.

El objetivo se orientó a determinar la concentración de solución de almidón, así como el tiempo de reacción con la enzima alpha amilasa óptimos para la obtención de maltodextrina que cumplieran con lo especificado en la Ficha técnica de calidad de Maltodextrina de maíz (ver anexo N° 08) para lo cual, basados en los antecedentes, se elaboraron soluciones de 10%, 15% y 20% los que se sometieron a reacción por 40 y 60 minutos según el esquema experimental (figura N° 2).

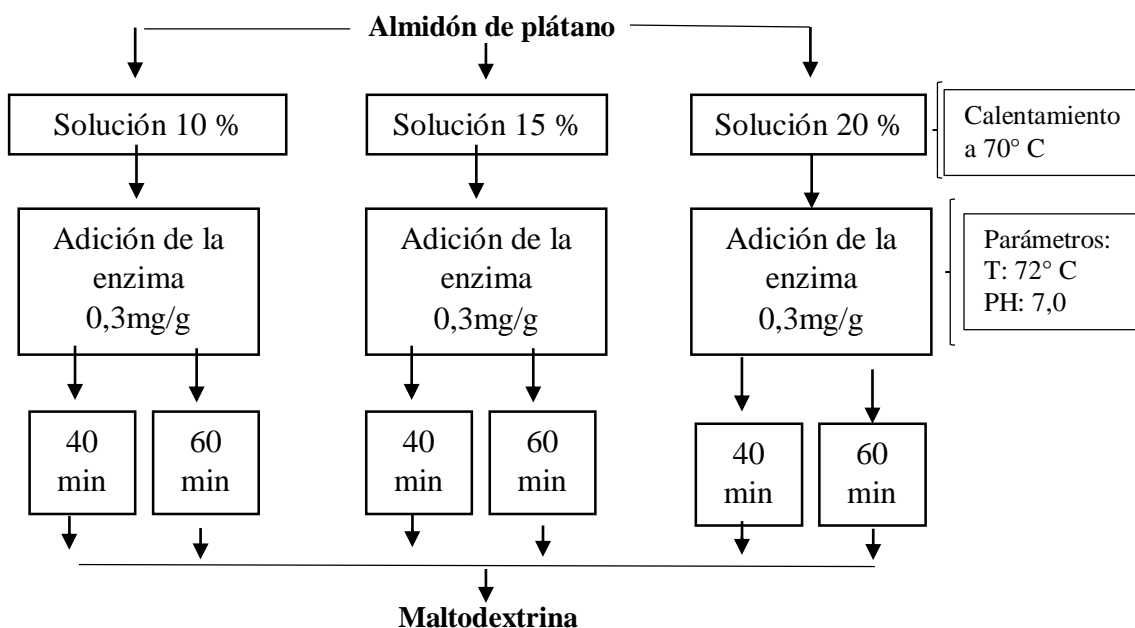


Figura N° 2 Esquema Experimental de maltodextrina de almidón de plátano
Elaboración propia, 2019

Como se puede constatar se logró establecer la concentración y tiempo de reacción óptimos para la obtención de maltodextrina a partir del almidón de plátano por lo tanto se da como aceptada en este punto la hipótesis propuesta.

El análisis de varianza del PH en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo se encuentra establecido en el anexo N° 12C.

El estudio deja en claro que tanto el % de humedad y el % de cenizas y el PH de la maltodextrina obtenida en los tratamientos C₂T₁ y C₂T₂, son aceptables según la Ficha Técnica de calidad de la maltodextrina de maíz, aceptando la hipótesis planteada.

3.3. Determinación de las características organolépticas de la maltodextrina para los diferentes tratamientos.

El objetivo se orientó a determinar las características organolépticas para maltodextrina obtenida a partir del almidón de plátano, para lo cual se elaboró una guía acerca de las características sensoriales que debe cumplir la maltodextrina (**Ver anexo N° 04**). También se elaboró un registro de obtención de puntaje (**Ver anexo N° 2C**) herramientas que fueron utilizadas por 10 catadores capacitados usando la técnica de escala hedónica verbal de 5 puntos establecidos, los datos fueron analizados estadísticamente mediante el programa **SPSS**.

Cuadro N° 02: Análisis de Varianza del puntaje promedio del Color en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Origen	suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloques	0,001	2	0,001	0,047	0,955
Concentración de solución de almidón	0,521	2	0,261	21,916	0,000
Tiempo de reacción	0,002	1	0,002	0,187	0,675
Concentración de solución de almidón* Tiempo de reacción	0,081	2	0,041	3,411	0,074
Error	0,119	10	0,012		
Total	0,724	17			
R al cuadrado = 83.6%			Coeficiente de variación = 2.46%		

Elaboración propia, 2019

Observamos en el Cuadro N° 02, el ANOVA del Color en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática. De manera separada en el factor “**Concentración de solución de almidón en sus niveles de 10%, 15% y 20%**”, se puede apreciar que existe diferencia altamente significativa en los promedios de puntaje promedio del Color, ya que la

significancia fue de 0.000 siendo esta menor a la probabilidad 0.01; Por otra parte el factor **“Tiempo en sus niveles de 40 y 60 minutos”** se puede apreciar que no existe diferencia altamente significativa en los promedios de puntaje promedio del Color, ya que la significancia fue de 0.675 siendo esta mayor a la probabilidad 0.05. Además, la interacción entre los **“niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo”**, el valor de la significancia de la prueba es 0.074, siendo a 0.05 no existiendo diferencias a significativas en los promedios de puntaje del Color, para los diferentes tratamientos (6 tratamientos).

El ANOVA del sabor, olor y textura en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo de reacción se encuentran establecidos en los **anexos N° 13B – 13D**.

La elección del mejor tratamiento estuvo bajo el criterio de los panelistas capacitados según el análisis hedónico en una escala de Likert a 5 puntos donde el promedio fue de 4.75 cifra que está cerca al puntaje máximo de los 5 puntos, y donde la calificación más alta se logró en el tratamiento C2T1 (solución al 15% de almidón y 40 min de reacción con alpha amilasa)

El estudio deja en claro que tanto el Color, Sabor, Olor y Textura de la maltodextrina, obtenidos se encuentran de acuerdo a la Ficha Técnica de calidad de la maltodextrina de maíz, aceptándose la hipótesis establecida.

3.4. Determinación de la presencia microbiológica de la mejor muestra conseguida en la obtención y caracterización de maltodextrina.

Se determinó la presencia microbiológica de la mejor muestra a partir de los resultados de los análisis fisicoquímicos y organolépticos, la cual fue el tratamiento C₂T₁ que corresponde a una solución de concentración de 15% de almidón y 40 min de tiempo de reacción con la enzima alpha amilasa y en cuyos resultados se puede constatar la inocuidad del producto para el consumo humano; los que se muestran en el informe de laboratorio de resultados del análisis microbiológico emitido por la Universidad Nacional de Frontera (**Ver anexo N° 2D**).

Tabla N° 8 Análisis microbiológicos

Ensayo	Resultados	Ficha Técnica
Organismos aerobios mesófilos	30 UFC/g	Máx. 1000 UFC/g
Organismos Coliformes totales	3 UFC/g	< 10 UFC/g
Mohos y levaduras	9 UFC/g	Máx. 25 UFC/g

Elaboración propia, 2019

Se puede observar en el anterior análisis que los resultados obtenidos según el laboratorio de la referida Universidad se encuentran dentro de los parámetros de inocuidad. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para este punto en la presente investigación.

3.5. Determinación de los costos de producción de la maltodextrina a partir del almidón de plátano (*Musa paradisiaca*).

El objetivo se orientó a determinar el costo de producción de **30 g** de Maltodextrina de almidón de plátano, desarrollándose el análisis de costos respectivo mediante el método ABC para el cálculo de costos.

Tabla N° 9 Costos de elaboración de Maltodextrina de almidón de plátano

INSUMO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO (S/)
Materia prima (plátano verde)	1 kg	3.4 / kg	3.40
Agua destilada	0.22 gal.	10 / galón	2.22
Enzima alpha amilasa	0.006 kg	153 / kg	0.85
Tela horganza	0.28 m	6 / metro	1.66
Papel aluminio	0.17 rollo	5 / rollo	0.83
Cloruro de calcio	0.006 kg	10 / kilo	0.06
Hidróxido de sodio	0.006 kg	6 / kilo	0.03
Ácido ascórbico	0.006 kg	50 / kilo	0.28
Alcohol desinfectante	0.06 litro	7 / litro	0.39
Papel secante	0.11 rollo	5 / rollo	0.56
SUB- TOTAL			10.28
SERVICIO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO (S/)
Agua	0,017 m ³	1.7 / m ³	0.03
Energía	4.8 kw	0.616 / kw	2.96
SUB- TOTAL			2.99
MANO DE OBRA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO (S/)
Trabajador	5 horas	8 / hora	40
SUB- TOTAL			40
COSTO TOTAL			53.27

Elaboración propia, 2019

Dando como resultado un valor aproximado de **54** nuevos soles por 30 gr de maltodextrina de almidón de plátano.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se utilizó almidón de plátano verde de la variedad Dominico como materia prima para elaborar Maltodextrina. Usando un procedimiento similar al utilizado por **(Caypo y Pérez, 2007)** en su trabajo de investigación, donde se obtuvieron maltodextrinas del almidón de arracacha mediante hidrolisis enzimática utilizando la enzima α -amilasa; como se muestra en los resultados se estableció un esquema experimental con el que se procedió a desarrollar los diferentes tratamientos propuestos, encontrando como principales diferencias la temperatura de gelatinización, siendo ésta, para el almidón de arracacha de 70°C y en cambio para el almidón de plátano se encontró que es de 74°C por lo tanto se estableció esta temperatura como la temperatura de operación. Este hallazgo confirma lo estipulado por **(Vaclavik, 1998)** la temperatura de gelatinización va a depender del tipo de almidón, oscila entre 60- 75°C.

Al determinar las características fisicoquímicas, tomando en cuenta la teoría indicada por el Instituto Nacional de Calidad del Perú INACAL se sometió a análisis de Potenciometría para el cálculo de PH y Gravimetría para los cálculos de % de humedad y % de ceniza. La mejor muestra seleccionada en este punto a partir del análisis estadístico fue la que obtuvo un pH de 5,2, un porcentaje de humedad de 5,70 % y un porcentaje de cenizas de 0,44% los cuales se encuentran conformes a lo establecido en la Ficha Técnica de calidad de la maltodextrina de maíz. Resultados que difieren con los encontrados por **(García, 2013)** en su trabajo produjo maltodextrinas a partir del almidón del camote y realizó la caracterización fisicoquímica y funcional de cada una de las maltodextrinas obtenidas, siendo el porcentaje de humedad un valor promedio de 3,2%.

Por otra parte, se realizó un análisis sensorial, con 10 panelistas capacitados, del color, olor, sabor y textura de las dieciocho muestras de Maltodextrina; estas fueron evaluadas en una escala hedónica de Likert y comparado su validez a través del software estadístico SPSS. De acuerdo a la teoría de **(García y otros, 2014)** las características organolépticas: color, olor, sabor y textura; son parámetros particulares de calidad en la elaboración de productos alimenticios.

La maltodextrina de mayor aceptación obtenida fue el tratamiento C₂T₁ (15% de concentración de almidón y 40 minutos de tiempo de reacción con alpha amilasa) se encontró en buen estado, apta para el consumo humano, teniendo en cuenta lo que menciona la teoría de **(Díaz, 2016)**: “para la elaboración de productos es necesario verificar las características de diversos microorganismos, lo cual conduce básicamente a la prevención de enfermedades transmitidos por patógenos en los alimentos” obteniéndose los siguientes valores: Coliformes Totales (3 UFC/g), Levaduras y Mohos (9 U.F.C/g) y Aerobios Mesófilos (30 U.F.C/g).

Finalmente, en el presente trabajo de tesis se utilizó el método ABC (costeo por actividades) de acuerdo a la teoría de **(Tucto, 2008)** se determinó el costo para 30 gramos de Maltodextrina de almidón de plátano, determinándose un valor aproximado de 54 Nuevos soles.

V. CONCLUSIONES

1. Se pudo establecer un esquema experimental de elaboración de Maltodextrina a partir del almidón de plátano, determinando como temperatura de operación la temperatura de 74°C (temperatura encontrada para la gelatinización del almidón de plátano). Obteniéndose maltodextrina con características físico-químicas, organolépticas y microbiológicas óptimas y adecuadas según los parámetros establecidos en la Ficha Técnica de Calidad de la Maltodextrina de Maíz.
2. Se determinaron las características fisicoquímicas de las muestras obtenidas encontrándose que los valores de los tratamientos C₂T₁ y C₂T₂, se encuentran dentro de lo establecido en la Ficha Técnica de Calidad de la maltodextrina de maíz y de los cuales mediante el análisis estadístico se eligió bajo el punto de vista de calidad como la mejor muestra el tratamiento C₂T₁ cuyas características físicas - químicas son: porcentaje de Humedad 5.7, porcentaje de contenido de Cenizas 5.2° y pH 4.0.
3. Mediante el análisis sensorial se determinó como la muestra más aceptada por los 10 panelistas capacitados el tratamiento C₂T₁ (solución al 15% de almidón y 40 min de reacción alpha amilasa) que presenta los siguientes atributos: un olor neutro, sin olores extraños, un aspecto de polvo fino; es decir, no se observan grumos ni partículas quemadas, un color blanco uniforme y un sabor ligeramente dulce. Todo ello está contemplado dentro de lo establecido por la Ficha Técnica de Calidad de la maltodextrina de maíz.
4. Se determinó las características microbiológicas de la muestra más aceptada por los analistas capacitados que cumplen con los parámetros físico – químicos C₂T₁. De acuerdo con los resultados de los análisis, se determinó que ésta es apta para el consumo humano puesto que sus valores de Coliformes, mohos y levaduras se encuentran dentro de los niveles establecidos de inocuidad y la Ficha Técnica de Calidad de la maltodextrina de maíz. Los valores encontrados fueron: Coliformes Totales (3 UFC/g), Levaduras y Mohos (9 U.F.C/g) y Aerobios Mesófilos (30 U.F.C/g).

5. Se determinaron los costos de producción en la elaboración de Maltodextrina a partir del almidón de plátano, el cual fue de 54 Nuevos Soles por cada 30 gr de maltodextrina. Se puede observar que este costo está por encima de los precios actuales del mercado frente a otras Maltodextrinas con similares características.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las futuras investigaciones sobre el tema de elaboración de maltodextrinas, realizar un análisis de viabilidad que nos ayude a averiguar si se puede producir a un nivel industrial Maltodextrinas, utilizando el almidón de mango verde como materia prima, evaluando rendimientos y características propias.
2. A la empresa productora, analizar el proceso de secado de la maltodextrina; en la presente investigación se realizó mediante una estufa, se recomienda realizar un secado por aspersión con la finalidad de identificar si existen cambios en sus propiedades funcionales y físico – químicas que pueda justificar su mayor precio.
3. Se recomienda a las futuras investigaciones, desarrollar un análisis organoléptico de mayor rigurosidad con analistas expertos y una cantidad mínima de 20 panelistas, en especial para los casos como los de esta investigación cuyos valores obtenidos fueron muy cercanos entre algunas muestras.
4. Se recomienda a la empresa productora realizar el envasado de las maltodextrinas con un proceso al vacío, para evitar su contaminación, asegurar la inocuidad y detener la proliferación de levaduras aumentando su tiempo de vida útil
5. Las personas o empresas que se quieran dedicar a la elaboración de maltodextrinas a partir del almidón de plátano, se les recomienda utilizar plátano verde de descarte con el fin de abaratar costos.
6. Se recomienda a la comunidad científica, la elaboración de una norma técnica para la producción de maltodextrinas en el Perú, que sirva de guía para la obtención de productos de calidad.

REFERENCIAS

Acosta, A y Blanco, C. (2013) Obtención y caracterización de almidones nativos colombianos para su evaluación como posibles alternativas en la industria alimentaria. Trabajo de grado (Ingeniero de Alimentos). Cartagena de Indias, Colombia: Universidad de Cartagena, 50 p.

Casarrubias-Castillo (2012). Diferencias estructurales y reológicas entre almidones de frutas y cereales. Scielo. Recuperado el 14 de abril del 2019 de:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000500003

CAYPO, PEREZ. Dextrinas a partir de almidón de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) por hidrólisis enzimática. Revista Pueblo Continente [en línea]. 2007. N°2.

Disponible en: <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/597/559>

ISSN 1992-5637

CHEFTEL J. y CHEFTEL H. “Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos”. Editorial Acribia Zaragoza. España. 1976.

Dávila, F. (2014) Determinación de los parámetros para la extracción de almidón del plátano bellaco (*Musa paradisiaca*). Universidad Peruana Unión, Lima-Perú.

DÍAZ, [et al]. Estudio de la modificación vía enzimática de almidón de yuca para la obtención de maltodextrinas. Revista Colombiana de Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia [en línea]. 2002. Vol. 4 N° 1. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/30094>

ISSN: 1909-8758.

Educalingo (2019). Diccionario. Birrefringencia. Recuperado el 14 de abril del 2019 de: <https://educalingo.com/es/dic-es/birrefringente>

El cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*), un importante alimento para el mundo [en línea]. Colombia: SIPSA. (abril, 2014). Disponible en:

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_abr_2014.pdf.

ESTRADA, BELLO [et al]. Producción enzimática de maltodextrinas a partir de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). Revista CyTA – Journal of Food [en línea]. Noviembre 2009. Vol. 7 N° 3. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19476330903091300>

ISSN: 1947-6345.

Gil, A. (2010) Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos Tomo II. Madrid: Editorial médica, Panamericana. Pg.101. ISBN: 978-84-9835-347

Izidoro, DR., Sierakowski, MR., Haminiuk, CWI., de Souza, CF., Scheer, AP. (2011). Food Engineering. Vol. 104:639-648

Jiménez, E y Martínez, S. (2016) Obtención y caracterización física y química del almidón de yuca (*manihot esculentum*) variedad guayape. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Peru.

LANCHO, Ana. Obtención de Jarabe a partir del almidón del Maíz Morado *Zea maydis*. Informe Final Proyecto de Investigación. Callao: Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, 2013. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1015/220.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lipa, Y. y Maquera, M. (2013) Hidrólisis enzimática del almidón de chuño y tunta para la obtención de jarabe de glucosa. Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Peru.

Marín, J. (2016). Química del almidón. Almidón, composición y estructura. Recuperado el 13 de abril del 2019 de:

https://www.academia.edu/21607198/Qu%C3%ADmica_del_almid%C3%B3n

MEDINA, Luis. Obtención de Maltodextrinas por vía enzimática a partir del almidón de camote (*Ipomoea batatas*). Tesis (Magíster en ciencias de producción agrícola sustentable).

Michoacán: Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo integral regional, 2013. 102 pp.

Melgar, L. (2013) Extracción de almidón de banano de sobreproducción para la síntesis de glucosa por medio de hidrólisis enzimático y evaluación para su uso como materia prima en la fabricación de medicamentos. Universidad de San Carlos, Guatemala.

MELO, TORRES [et al]. Aprovechamiento de Pulpa y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* spp) para la obtención de Maltodextrina. Revista Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. [en línea]. Julio – diciembre 2005. Vol. 13 N° 2. Disponible en:

<http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/406>.

ISSN: 1909-9959.

Ministerio de Agricultura. 2009 “Estudio del mercado de la cadena de plátano”.

Estudio del Mercado de la Cadena de Plátano. Recurso de internet [en línea]. Perú: Ministerio de Agricultura. Disponible en http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/banano/estudio_platano.pdf

Myprotein (2018) ¿Qué es la Maltodextrina? Myprotein. Recuperado el 14 de abril del 2019 de:

<https://www.myprotein.es/thezone/suplementos/maltodextrina-contraindicaciones/>

PALENCIA, Martín. Manejo Sostenible del cultivo del plátano. Bucaramanga: Corporación Colombiana de Investigación [en línea] 2006. Disponible en: <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Cultivodelplano.pdf>

Raimondo, A. (2012) Gelatinización y Gelificación del almidón. Recuperado el 13 de abril del 2019 de: <https://es.slideshare.net/dianaraimondo9/gelatinizacion-y-gelificacion-del-almidon>

REYNA, [et al]. Hidrólisis enzimática del Almidón. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química [en línea]. 2004. Vol. 7 N° 1. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/viewFile/4685/3758>

ISSN 1609-7599

Ríos Ríos, K. (2014). Análisis comparativo de las propiedades Físico-Químicas y Nutrimientales de almidón obtenido a partir de dos especies de Malanga (Colocasia Antiquorum y Colocasia Esculenta) cultivadas en el estado de Oaxaca. Tesis para obtener el título profesional (Ingeniero de Alimentos). Universidad Tecnológica de la Mixteca., Oaxaca. 56 p.

Rodríguez (2015) Obtención de jarabes dextrinizados mediante hidrólisis enzimática del almidón de sorgo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara-Cuba.

Universidad de Alicante (2019). Servicios Técnicos de Investigación. Difracción de Rayos X. Recuperado el 14 de abril del 2019 de:

<https://ssti.ua.es/es/instrumentacion-cientifica/unidad-de-rayos-x/difraccion-de-rayos-x.html>

Universidad Nacional Autónoma de México (2013). Composición química de los cereales. Recuperado el 13 de abril del 2019 de:

http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=20&showall=1

UTRILLA-COELLO, R.G., RODRIGUEZ-HUEZO, M.E., CARRILLO-NAVAS, H., HERNANDEZ-JAIMES, C., VERNON-CARTER, E.J., and ALVAREZRAMIREZ, J. In vitro digestibility, physicochemical, thermal and rheological properties of banana starches. Carbohydrate Polymer, 101, 2014, p. 154-62.

Vaclavik, A. Fundamento de ciencia de los alimentos, Editorial ACRIBIA, S.A. 1998.p.49

ANEXOS


Anexo N° 1 Matriz de consistencia

Título	Objetivo General	Preguntas Específicas	Objetivos Específicos	Variabes	Dimensión	Indicadores	Unidad de Análisis	Población	Muestra	Técnicas	Instrumentos
Obtención y caracterización de maltodextrina mediante hidrólisis enzimática a partir del almidón de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) en Piura.	Obtener y caracterizar la maltodextrina mediante hidrólisis enzimática a partir de almidón de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) en Piura.	¿Cuál es el nivel de concentración de solución de almidón y el tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa de la maltodextrina para los diferentes tratamientos?	Determinar el nivel de concentración de solución de almidón y el tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa de la maltodextrina para los diferentes tratamientos.	Método de obtención de la Maltodextrina mediante hidrólisis enzimática. (Independiente)	Nivel de concentración de solución de almidón	Concentración de solución de almidón (%)	Muestra de maltodextrina	18	-	Observación experimental	Hoja de Registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción
		¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la maltodextrina para los diferentes tratamientos?	Determinar las características fisicoquímicas de la maltodextrina para los diferentes tratamientos.		Tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa	tiempo (min)	Muestra de maltodextrina	18	-	Observación experimental	
		¿Cuáles son las características organolépticas de la maltodextrina para los diferentes tratamientos?	Determinar las características organolépticas de la maltodextrina para los diferentes tratamientos.	Caracterización de la maltodextrina. (Dependiente)	Análisis fisicoquímicos.	% Humedad	Muestras de maltodextrina	18	-	Observación experimental	Hoja de registro de evaluación fisicoquímica
						% Cenizas	Muestras de maltodextrina	18	6	Observación experimental	
						PH	Muestras de maltodextrina	18	-	Observación experimental	
		¿Cuál es la presencia microbiológica de la mejor muestra conseguida en la obtención y caracterización de maltodextrina?	Determinar la presencia microbiológica de la mejor muestra conseguida en la obtención y caracterización de maltodextrina.	Análisis organolépticos.	Análisis organolépticos.	Nivel de color	Muestras de maltodextrina	18	-	Escala hedónica	Evaluación de la encuesta organoléptica
						Nivel de sabor	Muestras de maltodextrina	18	-	Escala hedónica Escala hedónica	
						Nivel de olor	Muestras de maltodextrina	18	-	Escala hedónica	
		¿Cuáles son los costos de producción de la maltodextrina a partir del almidón de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)?	Determinar los costos de producción de la maltodextrina a partir del almidón de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>).	Análisis microbiológicos	Análisis microbiológicos	Nivel de textura	Muestras de maltodextrina	18	-	Recuento de placas	Informe de laboratorio de resultados del análisis microbiológico
						Coliformes	Muestras de maltodextrina	18	1	Recuento de placas	
						Aerobios y mesófilos	Muestras de maltodextrina	18	1	Recuento de placas	
		Costos de producción	Costo unitario de producción (S/kg)	Análisis documental	Análisis documental	Costos de producción	Muestras de maltodextrina	18	1	Análisis documental	Registro de control de Costos

Elaboración propia, 2019

Anexo N° 2 Instrumentos de recolección de datos


Anexo N° 02A Hoja de Registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción de la maltodextrina		Versión: 1
				Página: 1
PRODUCTO: Maltodextrina de almidón de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)				
RESPONSABLE: William Dennis Castro Escudero				
LUGAR: Laboratorio de la Universidad César Vallejo				
Bloques	Tratamientos	Fecha	Concentración de solución de almidón (%)	Tiempo (min)
I	C ₃ t ₁	05/08/19	20	40
	C ₂ t ₁	05/08/19	15	40
	C ₁ t ₁	05/08/19	10	40
	C ₃ t ₂	07/08/19	20	60
	C ₂ t ₂	07/08/19	15	60
	C ₁ t ₂	07/08/19	10	60
II	C ₃ t ₂	12/08/19	20	60
	C ₁ t ₂	12/08/19	10	60
	C ₃ t ₁	12/08/19	20	40
	C ₂ t ₂	14/08/19	15	60
	C ₁ t ₁	14/08/19	10	40
	C ₂ t ₁	14/08/19	15	40
III	C ₂ t ₁	19/08/19	15	40
	C ₁ t ₁	19/08/19	10	40
	C ₃ t ₂	19/08/19	20	60
	C ₁ t ₂	21/08/19	10	60
	C ₂ t ₂	21/08/19	15	60
	C ₃ t ₁	21/08/19	20	40

Elaboración propia, 2019

Observaciones:

Anexo N° 02B Hoja de registro de evaluación fisicoquímica

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Registro de evaluación fisicoquímica			
Bloques	Tratamientos	Fecha	Humedad (%)	Cenizas (%)	PH
I	C ₃ t ₁	09/09/19	5.6	-	5.6
	C ₂ t ₁	09/09/19	5.7	0.44	5.2
	C ₁ t ₁	09/09/19	6.1	-	5.1
	C ₃ t ₂	09/09/19	5.6	-	5.6
	C ₂ t ₂	09/09/19	5.9	0.39	5.4
	C ₁ t ₂	09/09/19	6.2	-	5.2
II	C ₃ t ₂	09/09/19	5.7	-	5.7
	C ₁ t ₂	09/09/19	6.2	-	5.3
	C ₃ t ₁	09/09/19	5.5	-	5.6
	C ₂ t ₂	09/09/19	5.8	0.38	5.4
	C ₁ t ₁	09/09/19	6.1	-	5.1
	C ₂ t ₁	09/09/19	5.7	0.44	5.2
III	C ₂ t ₁	10/09/19	5.8	0.45	5.3
	C ₁ t ₁	10/09/19	6.1	-	5.1
	C ₃ t ₂	10/09/19	5.7	-	5.7
	C ₁ t ₂	10/09/19	6.1	-	5.2
	C ₂ t ₂	10/09/19	5.9	0.39	5.4
	C ₃ t ₁	10/09/19	5.6	-	5.6

Elaboración propia, 2019

Observaciones:

Se consideró como la mejor muestra al tratamiento **C₂t₁** porque sus parámetros son los que se acercan más a los de la ficha técnica de maltodextrina de almidón de maíz.

Anexo N° 02C Evaluación de la encuesta organoléptica. (Bloque I)

Tratamientos Catadores	COLOR						SABOR						OLOR						TEXTURA					
	C3t1	C2t1	C1t1	C3t2	C2t2	C1t2	C3t1	C2t1	C1t1	C3t2	C2t2	C1t2	C3t1	C2t1	C1t1	C3t2	C2t2	C1t2	C3t1	C2t1	C1t1	C3t2	C2t2	C1t2
1	5	5	4	4	5	4	3	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	3	3
2	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	4	3
3	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	3
4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3
5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	3
6	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	3	4	4	4
7	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	3	4	4	4	4
8	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4
9	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	3	3
10	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5
Total	43	48	42	45	46	42	41	49	50	46	47	50	47	50	49	45	47	50	39	40	38	40	40	35
Promedio	4.3	4.8	4.2	4.5	4.6	4.2	4.1	4.9	5.0	4.6	4.7	5.0	4.7	5.0	4.9	4.5	4.7	5.0	3.9	4.0	3.8	4.0	4.0	3.5

Elaboración propia, 2019

Anexo N° 02C Evaluación de la encuesta organoléptica. (Bloque II)

Tratamientos Catadores	COLOR						SABOR						OLOR						TEXTURA					
	C _{3t2}	C _{1t2}	C _{3t1}	C _{2t2}	C _{1t1}	C _{2t1}	C _{3t2}	C _{1t2}	C _{3t1}	C _{2t2}	C _{1t1}	C _{2t1}	C _{3t2}	C _{1t2}	C _{3t1}	C _{2t2}	C _{1t1}	C _{2t1}	C _{3t2}	C _{1t2}	C _{3t1}	C _{2t2}	C _{1t1}	C _{2t1}
1	4	4	4	5	4	5	4	5	3	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	3	4	3	4	4
2	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	4	3	4
3	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4
4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	4	4	4
5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	3	4	4	4	4
6	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	4	4	4
7	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	3	4	4	4	4
8	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4
9	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4
Total	43	45	42	46	43	48	43	49	45	48	47	50	45	50	48	47	47	50	38	36	39	39	39	40
Promedio	4.3	4.5	4.2	4.6	4.3	4.8	4.3	4.9	4.5	4.8	4.7	5.0	4.5	5.0	4.8	4.7	4.7	5.0	3.8	3.6	3.9	3.9	3.9	4.0

Elaboración propia, 2019

Anexo N° 02C Evaluación de la encuesta organoléptica. (Bloque III)

Tratamientos Catadores	COLOR						SABOR						OLOR						TEXTURA					
	C2t1	C1t1	C3t2	C1t2	C2t2	C3t1	C2t1	C1t1	C3t2	C1t2	C2t2	C3t1	C2t1	C1t1	C3t2	C1t2	C2t2	C3t1	C2t1	C1t1	C3t2	C1t2	C2t2	C3t1
1	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	3	3	4
2	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	3	4	3	4	4
3	5	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4
4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3	4	4
5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	3	3	3
6	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	3	4	4	4
7	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	3	4	4	4	4
8	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	4	4	4	4	3
9	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4
10	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4
Total	47	44	43	45	46	42	48	48	47	48	47	47	49	48	46	47	47	48	39	38	39	36	38	38
Promedio	4.7	4.4	4.3	4.5	4.6	4.2	4.8	4.8	4.7	4.8	4.7	4.7	4.9	4.8	4.6	4.7	4.7	4.8	3.9	3.8	3.9	3.6	3.8	3.8

Elaboración propia, 2019

Anexo N° 02D Informe de laboratorio de resultados del análisis microbiológico

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

SOLICITANTE : WILLIAM DENNIS CASTRO ESCUDERO
DOMICILIO LEGAL : SULLANA
PRODUCTO DECLARADO : MALTODEXTRINA DE PLÁTANO
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MALTODEXTRINA MEDIANTE
HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA A PARTIR DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO
(*Musa paradisiaca*)
ESTADO/CONDICIÓN DE LA MUESTRA : MUESTRA SÓLIDA CONSERVADA A TEMPERATURA AMBIENTE
CANTIDAD DE MUESTRA : 1 MUESTRA DE 12g
FORMA DE PRESENTACIÓN : BOLSA ZIPLOC CON CIERRE HERMÉTICO DE POLIPROPILENO
INSCRIPCIÓN DEL ENVASE : NINGUNA
MUESTREO : REALIZADO POR EL CLIENTE / MUESTRA ALCANZADA AL
LABORATORIO
ENSAYOS REALIZADOS EN : LABORATORIO DE BIOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA
DOCUMENTOS NORMATIVOS : NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 26/09/2019
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 26/09/2019
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 04/10/2019


I. ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS:

ENSAYO	RESULTADOS
ORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS	30 UFC/g
ORGANISMOS COLIFORMES TOTALES	3 UFC/g
MOHOS Y LEVADURAS	9 UFC/g


II. MÉTODOS:

- ORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS: Diluciones, Siembra y Recuento en Placa de Bacterias Aerobias Mesófilas en Agar PCA.
- ORGANISMOS COLIFORMES TOTALES: Recuento de Coliformes Totales por el Método del Número Más Probable (NMP).
- MOHOS Y LEVADURAS: Recuento de Mohos y Levaduras en Agar Sabouraud.

Sullana, 04 de octubre de 2019


SHIRLEY TAZANA
BUSTAMANTE VILCHEZ
C.B.P. 10282


Anexo N° 02E Registro de control de costos totales.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Registro de control de costos totales		Versión: 1
				Página: 1
PRODUCTO: Maltodextrina de almidón de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)				
RESPONSABLE: William Dennis Castro Escudero.				
INSUMO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO (S/)	
Materia prima (plátano verde)	18 kg	3.4 / kg	61	
Agua destilada	4 gal.	10 / galón	40	
Enzima alpha amilasa	0.1 kg	153 / kg	15.3	
Tela horganza	5 metros	6 / metro	30	
Papel aluminio	3 rollos	5 / rollo	15	
Cloruro de calcio	0.1 kg	10 / kilo	1	
Hidróxido de sodio	0.1 kg	6 / kilo	0.6	
Ácido ascórbico	0.1 kg	50 / kilo	5	
Alcohol desinfectante	1 litro	7 / litro	7	
Papel secante	2 rollos	5 / rollo	10	
SUB- TOTAL			184.9	
SERVICIO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO (S/)	
Agua	0,30 m ³	1.7 / m ³	0.51	
Energía	86.4 kw	0.616 / kw	53.22	
SUB- TOTAL			53.73	
MANO DE OBRA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO (S/)	
Trabajador	90 horas	8 / hora	720	
SUB- TOTAL			720	
COSTO TOTAL			958.63	

Fuente: Elaboración propia, 2019

Observaciones: _____

Anexo N° 02E Registro de control de costos unitarios.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Registro de control de costos totales		Versión: 1
				Página: 1
PRODUCTO: Maltodextrina de almidón de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)				
RESPONSABLE: William Dennis Castro Escudero.				
INSUMO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO (S/)	
Materia prima (plátano verde)	1 kg	3.4 / kg	3.40	
Agua destilada	0.22 gal.	10 / galón	2.22	
Enzima alpha amilasa	0.006 kg	153 / kg	0.85	
Tela horganza	0.28 m	6 / metro	1.66	
Papel aluminio	0.17 rollo	5 / rollo	0.83	
Cloruro de calcio	0.006 kg	10 / kilo	0.06	
Hidróxido de sodio	0.006 kg	6 / kilo	0.03	
Ácido ascórbico	0.006 kg	50 / kilo	0.28	
Alcohol desinfectante	0.06 litro	7 / litro	0.39	
Papel secante	0.11 rollo	5 / rollo	0.56	
SUB- TOTAL			10.28	
SERVICIO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO (S/)	
Agua	0,017 m ³	1.7 / m ³	0.03	
Energía	4.8 kw	0.616 / kw	2.96	
SUB- TOTAL			2.99	
MANO DE OBRA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO (S/)	
Trabajador	5 horas	8 / hora	40	
SUB- TOTAL			40	
COSTO TOTAL			53.27	

Fuente: Elaboración propia, 2019

Observaciones: _____

Anexo N°3 Validación de instrumentos

Anexo N° 03A Constancia de validación.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo HUGO DANIEL GARCÍA SUÁREZ con DNI
 N° 41947380 Magister en
INGENIERÍA INDUSTRIAL - GER. DE PRODUCCIÓN N° CIP:
110495 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL
 desempeñándome actualmente como
COORDINADOR DE ESCUELA DE ING. INDUSTRIAL en
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Hoja de registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción.
- Hoja de registro de evaluación fisicoquímica
- Evaluación de la encuesta organoléptica
- Registro de control de Costos

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Hoja de Registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad				/	
3. Actualidad				/	
4. Organización					/
5. Suficiencia					/
6. Intencionalidad					/
7. Consistencia					/
8. Coherencia					/
9. Metodología					/

Hoja de registro de evaluación fisicoquímica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					/
2. Objetividad					/
3. Actualidad					/
4. Organización				/	
5. Suficiencia				/	
6. Intencionalidad					/
7. Consistencia					/
8. Coherencia					/
9. Metodología					/

Evaluación de la encuesta organoléptica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad				/	
3. Actualidad				/	
4. Organización					/
5. Suficiencia					/
6. Intencionalidad					/
7. Consistencia					/
8. Coherencia					/
9. Metodología					/

Registro de control de Costos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad				/	
3. Actualidad					/
4. Organización					/
5. Suficiencia					/
6. Intencionalidad				/	
7. Consistencia				/	
8. Coherencia				/	
9. Metodología				/	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 17 días del mes de abril del dos mil diecinueve.

Mgtr. :
DNI :
Especialidad :
E-mail :



Hugo Daniel García Juárez
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP. 110495



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Teresa C. Montoya Peña con DNI
 N° 02655278 Magister en
Zumos Tropicales N° CIP:
48208 de profesión Ingeniería Agrónoma
 desempeñándome actualmente como
Docente a Tiempo Parcial en
UCV

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Hoja de registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción.
- Hoja de registro de evaluación fisicoquímica
- Evaluación de la encuesta organoléptica
- Registro de control de Costos

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Hoja de Registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

Hoja de registro de evaluación fisicoquímica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia					X
8. Coherencia				X	
9. Metodología					X

Evaluación de la encuesta organoléptica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología					X

Registro de control de Costos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 17 días del mes de abril del dos mil diecinueve.

Mgtr. :
DNI :
Especialidad :
E-mail : Tmontoya5@hotmail.com

T. Montoya
Teresa Consuelo Montoya Peña
INGENIERO AGRÓNOMO
M.Sc. EN AGRICULTURA
REGISTRO CIP. N° 43233



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo César Augusto Conza Atoche con DNI
 N° 03651264 Magister en
Ingeniero Industrial N° CIP:
653.14 de profesión Ingeniero Industrial
 desempeñándome actualmente como
Asesor Técnico en
Municipalidad Distrital de Marcavelica

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- > Hoja de registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción.
- > Hoja de registro de evaluación fisicoquímica
- > Evaluación de la encuesta organoléptica
- > Registro de control de Costos

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Hoja de Registro de control del nivel de concentración de solución de almidón y tiempo de reacción	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia				X	
9. Metodología					X

Hoja de registro de evaluación fisicoquímica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

Evaluación de la encuesta organoléptica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia				X	
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

Registro de control de Costos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 17 días del mes de abril del dos mil diecinueve.

Mgr. : Ing. César A. Correa Atoche
DNI : 03651264
Especialidad : Producción Industrial
E-mail : cecorrea8@hotmail.com

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

ING. CIP CESAR AUGUSTO CORREA ATOCHE
REG. N° 65314

Anexo N° 4 Guía de Indicadores para la evaluación de características organolépticas.

Características	Descripción		Modo de Calificación
Color	5	Blanco	Muy bueno
	4	Blanco ligeramente amarillo	Bueno
	3	Ligeramente amarillo	Regular
	2	Oscuro	Malo
	1	Muy oscuro	Muy malo
Olor	5	Sin olor	Muy bueno
	4	Aceptablemente característico al almidón de plátano	Bueno
	3	Ligeramente a almidón de plátano	Regular
	2	Desagradable	Malo
	1	Muy desagradable	Muy malo
Sabor	5	Ligeramente dulce	Muy bueno
	4	Dulce	Bueno
	3	Extremadamente dulce	Regular
	2	Desagradable	Malo
	1	Muy desagradable	Muy malo
Textura	5	Polvo Amorfo	Muy bueno
	4	Aceptablemente granulado	Bueno
	3	Granulado	Regular
	2	Muy granulado	Malo
	1	Ceroso	Muy malo


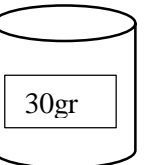
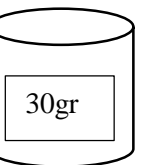
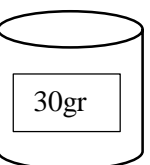
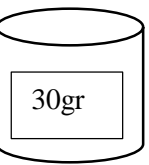
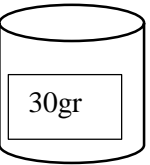
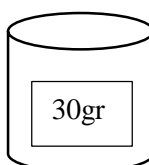
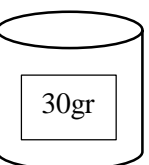
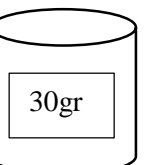
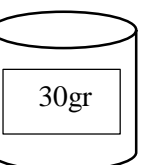
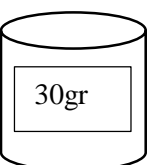

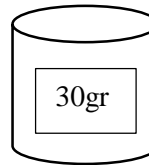
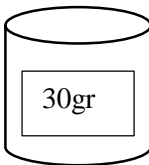
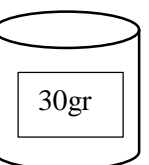
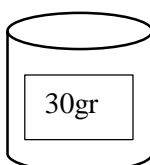
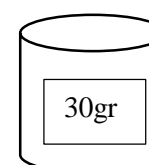
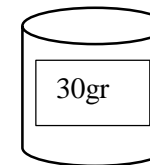
Elaboración propia, 2019

Anexo N° 5 Lista de catadores para análisis organolépticos

Catador	Apellidos	Nombres	DNI
1	Montero Valdiviezo	Percy Aaron	71293207
2	Guzmán Espinoza	Emilyn T.	74416451
3	Montero Valdiviezo	Bruno	71293201
4	Escudero Saldarriaga	Carmen Clorinda	03562679
5	Morales Menéndez	Piero	70039345
6	Escudero Saldarriaga	Virginia	03669462
7	Fernández Cieza	Jean Pierr	72281811
8	Infante Rojas	María	03569170
9	Vigo Escudero	Elsa Fiorella	46242710
10	Farfán Castro	Luis	48447919

Elaboración propia, 2019

Anexo N° 6 Distribución de los tratamientos en bloques completamente aleatorios



Bloques	Tratamientos					
I	C _{3t1} 	C _{2t1} 	C _{1t1} 	C _{3t2} 	C _{2t2} 	C _{1t2} 
II	C _{3t2} 	C _{1t2} 	C _{3t1} 	C _{2t2} 	C _{1t1} 	C _{2t1} 
III	C _{2t1} 	C _{1t1} 	C _{3t2} 	C _{1t2} 	C _{2t2} 	C _{3t1} 

Elaboración propia, 2019

Anexo N° 7 Valor nutricional del plátano verde.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL PLÁTANO MACHO (Plantains)	
	<i>1 porción de 100 gr.</i>
<i>Energía</i>	<i>122 Kcal</i>
<i>Grasas</i>	<i>0,37 gr.</i>
<i>> G. saturadas</i>	<i>0,143 gr.</i>
<i>> G. poliinsaturadas</i>	<i>0,069 gr.</i>
<i>> G. monoinsaturadas</i>	<i>0,032 gr.</i>
<i>Proteínas</i>	<i>1,30 gr.</i>
<i>Agua</i>	<i>65,28 gr.</i>
<i>Carbohidratos</i>	<i>31,89 gr.</i>
<i>> Fibra</i>	<i>2,30 gr.</i>
<i>Minerales</i>	
<i>> Calcio</i>	<i>3 mg.</i>
<i>> Hierro</i>	<i>0,60 mg.</i>
<i>> Sodio</i>	<i>4 mg.</i>
<i>> Potasio</i>	<i>499 mg.</i>
<i>> Magnesio</i>	<i>37 mg.</i>
<i>> Fósforo</i>	<i>34 mg.</i>
<i>> Zinc</i>	<i>0,14 mg.</i>
<i>> Selenio</i>	<i>0 mg.</i>
<i>Vitaminas</i>	
<i>> Vitamina A</i>	<i>0,056 mg.</i>
<i>> Vitamina B1 (Tiamina)</i>	<i>0,052 mg.</i>
<i>> Vitamina B2 (Riboflavina)</i>	<i>0,054 mg.</i>
<i>> Vitamina B3 (Niacina)</i>	<i>0,686 mg.</i>
<i>> Vitamina B6 (Piridoxina)</i>	<i>0,299 mg.</i>
<i>> Vitamina C (Á. ascórbico)</i>	<i>18,40 mg.</i>
<i>> Vitamina E (alfa-tocoferol)</i>	<i>0,14 mg.</i>
<i>> Folato total (Á. fólico)</i>	<i>0,022 mg.</i>

**Según la base de datos de nutrientes de USDA*

 <p>SECRETARÍA DE ECONOMÍA</p>	Manual de Normas de Calidad de Insumos y Productos Elaborados por Liconsa		
	Normas de Calidad Materias Primas		
	Clave: VST-DP-NR-020	No. Revisión: 06	
	Emisión original: 30-03-2010	Revisión: 30-10-2012	

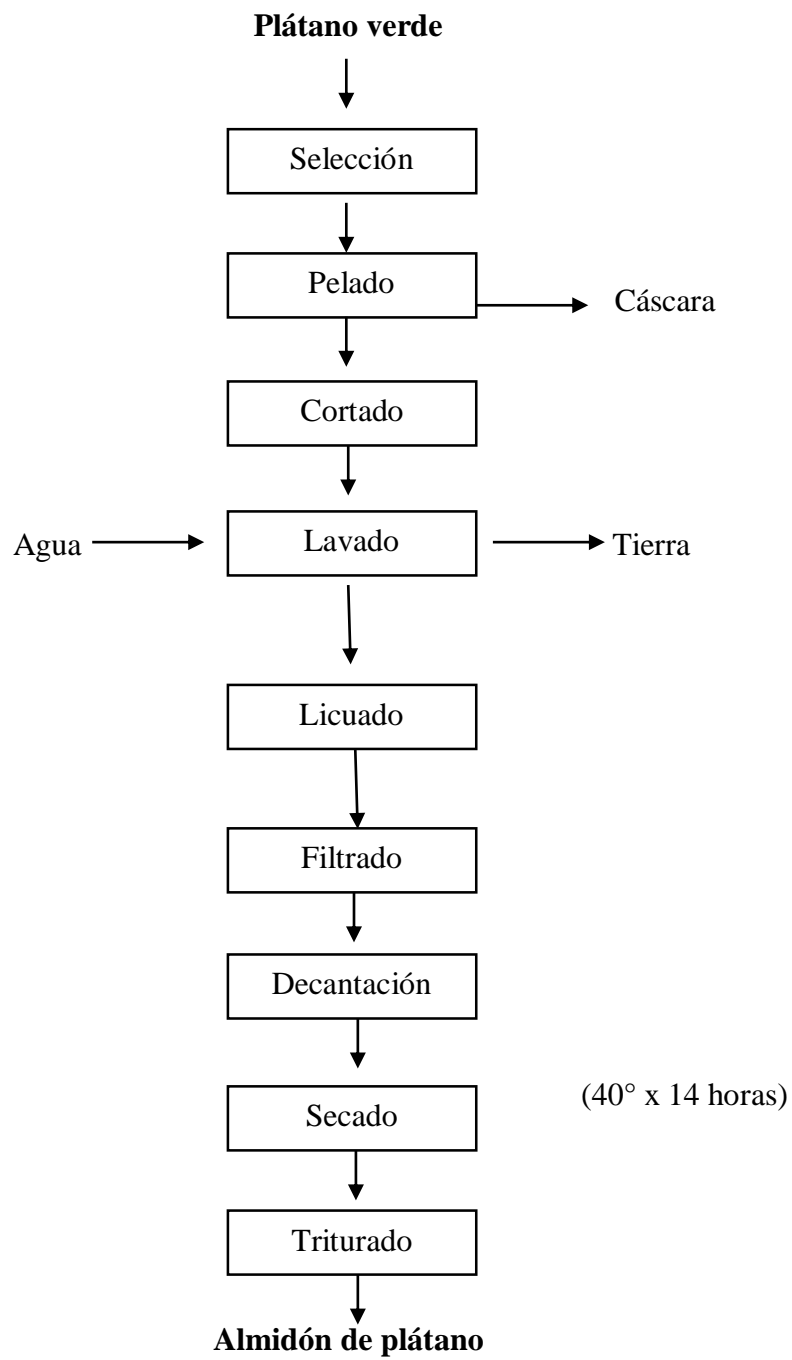
6.6 ALMIDONES Y AZUCARES

NORMA DE CALIDAD	
MALTODEXTRINA (ALMIDÓN DE MAÍZ HIDROLIZADO)	
Especificaciones Sensoriales	
Color	Polvo blanco uniforme.
Olor	Neutro, exento de olores extraños e impuros.
Sabor (Solución al 10 %)	Ligeramente dulce, exento de sabores extraños e impuros.
Aspecto	Polvo amorfo, libre de grumos, a excepción de los que se deshacen fácilmente, libre de partículas quemadas visibles.
Especificaciones Fisicoquímicas	
Humedad	Máx. 6,0 %
Cenizas	Máx. 0,5 %
Dextrosa equivalente	18 a 22 %
pH (solución al 10%)	4,5 a 5,5
Prueba de almidón	Negativa
Limpieza	Máx. disco B
Solubilidad en agua (solución al 10%)	Completa
Especificaciones Microbiológicas	
Organismos mesofílicos aerobios	Máx. 1000 UFC/g
Organismos coliformes totales	< 10 UFC/g
Mohos y Levaduras	Máx. 25 UFC/g
Presentación	Envasada en una bolsa de polietileno recubierta por sacos de papel kraft de 3 a 5 capas con un peso de 25 kg, el sello de la bolsa de polietileno deberá ser independiente a la costura del saco de papel kraft.
Vida útil:	Mínimo 12 meses.

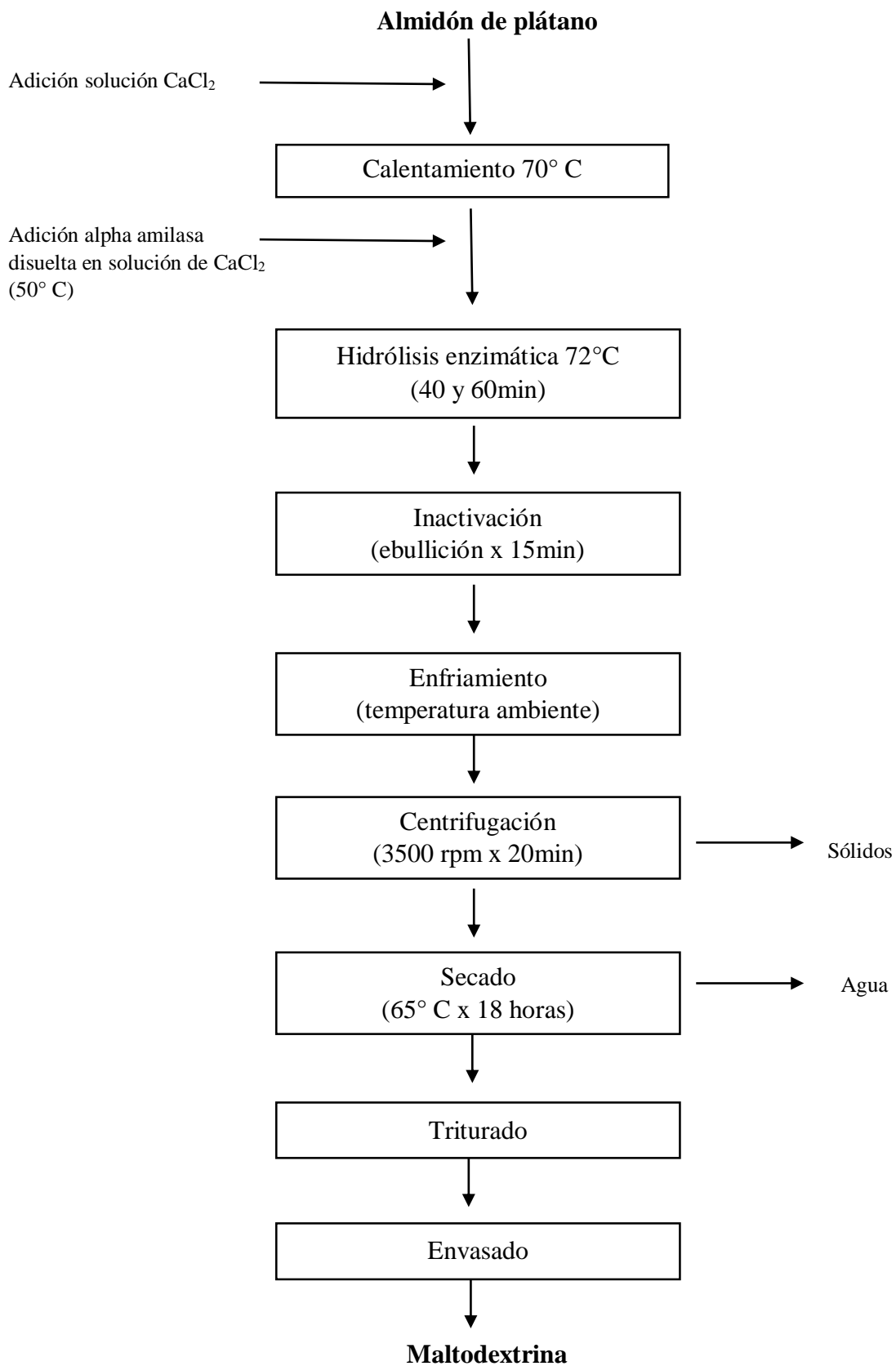
FECHA: 30 DE OCTUBRE DE 2012

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN

Anexo N° 9 Diagrama de flujo para extracción del almidón de plátano.



Anexo N° 10 Diagrama de flujo de obtención de maltodextrina.



Anexo N° 11 Informe de laboratorio de análisis fisicoquímicos – cenizas

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

INFORME DE DETERMINACIÓN DE CENIZAS

SOLICITANTE : WILLIAM DENNIS CASTRO ESCUDERO
DOMICILIO LEGAL : SULLANA
PRODUCTO DECLARADO : MALTODEXTRINA DE PLÁTANO
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MALTODEXTRINA MEDIANTE
HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA A PARTIR DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO
(*Musa paradisiaca*)
ESTADO/CONDICIÓN DE LA MUESTRA : MUESTRA SÓLIDA CONSERVADA A TEMPERATURA AMBIENTE
CANTIDAD DE MUESTRA : 6 MUESTRAS DE 10g CADA UNA
FORMA DE PRESENTACIÓN : BOLSA ZIPLOC CON CIERRE HERMÉTICO DE POLIPROPILENO
INSCRIPCIÓN DEL ENVASE : NINGUNA
MUESTREO : REALIZADO POR EL CLIENTE / MUESTRA ALCANZADA AL
LABORATORIO
ENSAYOS REALIZADOS EN : LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS
DOCUMENTOS NORMATIVOS : NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 19/09/2019
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 23/09/2019
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 25/09/2019

I. ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

ENSAYO	MUESTRA	RESULTADOS (%)
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE (%) DE CENIZAS	C ₂ T ₁ (I)	0.44
	C ₂ T ₁ (II)	0.44
	C ₂ T ₁ (III)	0.45
	C ₂ T ₂ (I)	0.39
	C ₂ T ₂ (II)	0.38
	C ₂ T ₂ (III)	0.39

II. MÉTODOS:

Determinación de cenizas en Seco por Incineración de la muestra.

Sullana, 04 de octubre de 2019


SHIRLEY TATIANA
BUSTAMANTE VILCHEZ
CBP. 10299

Anexo N° 12 Resultados del análisis estadístico fisicoquímico.

Anexo N° 12A Análisis estadístico de humedad.

Cuadro N° 03: Medidas estadísticas del Porcentaje de Humedad en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática.

Tratamientos	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
10% con 40 minutos	6,100	0,0000	6,100	6,100
10% con 60 minutos	6,167	0,0333	6,023	6,310
15% con 40 minutos	5,733	0,0333	5,590	5,877
15% con 60 minutos	5,867	0,0333	5,723	6,010
20% con 40 minutos	5,567	0,0333	5,423	5,710
20% con 60 minutos	5,667	0,0333	5,523	5,810

Elaboración propia, 2019

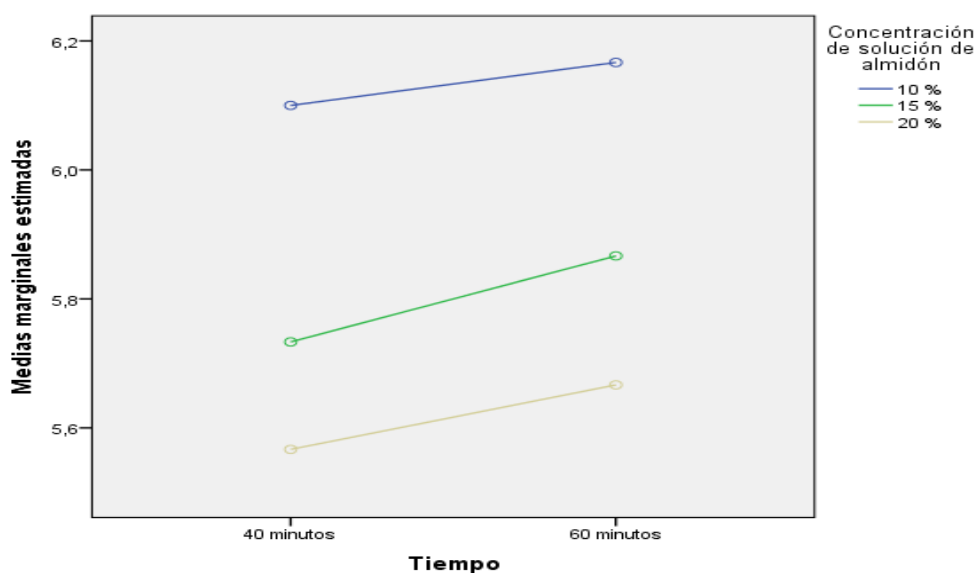
En el Cuadro N° 03, presenta las medidas estadísticas del porcentaje de humedad para los tratamientos obtenidos de “niveles concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo” el primer tratamiento que es del “**10% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 6.1% con un error estándar de 0.00%, oscilando ente 6.1 y 6.1 a un nivel de confianza del 95%, el segundo tratamiento que es del “**10% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 6.167% con un error estándar de 0.0333%, oscilando ente 6.023% y 6.31% a un nivel de confianza del 95%, el tercer tratamiento que es del “**15% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 5.733% con un error estándar de 0.0333%, oscilando ente 5.59% y 5.877% a un nivel de confianza del 95%, el cuarto tratamiento que consta de “**15% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 5.867% con un error estándar de 0.0333%, oscilando ente 5.723% y 6.01% a un nivel de confianza del 95%, el quinto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 5.567% con un error estándar de 0.0333%, oscilando ente 5.423% y 5.71% a un nivel de confianza del 95%, el sexto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 5.667% con un error estándar de 0.0333%, oscilando ente 5.523% y 5.81% a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 04: Prueba Duncan al 5% del Porcentaje de Humedad en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
20% con 40 minutos	3	5,567			
20% con 60 minutos	3		5,667		
15% con 40 minutos	3		5,733		
15% con 60 minutos	3			5,867	
10% con 40 minutos	3				6,100
10% con 60 minutos	3				6,167
Sig.		1,000	,147	1,000	,147

Elaboración propia, 2019

Gráfico N° 01: Medias Marginales del Porcentaje de Humedad en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática



Elaboración propia, 2019

En el cuadro N° 04 y Gráfico N° 01, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 4 grupos de medias diferentes de porcentaje de humedad. Esto quiere decir que los 6 tratamientos de “niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo de reacción de la enzima alpha amilasa” estadísticamente son diferentes. Como el objetivo es minimizar la cantidad de porcentaje de humedad según el “Manual de Normas de Calidad de Insumos y Productos Elaborados por Liconsa” entonces el óptimo tratamiento es el de “20% de concentración con 40 minutos”

Anexo N° 12B Análisis estadístico de Ceniza.

Cuadro N° 05: Análisis de Varianza del Porcentaje de Ceniza en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Origen	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Concentración de solución de almidón* Tiempo	0,005	1	0,005	144,500	0,000
Error	0,000133	4	0,000033		
Total	0,005	5			
R al cuadrado = 97.3% = 1.38%			Coeficiente de variación		

Elaboración propia, 2019

Como se puede observar en el Cuadro N° 05, el análisis de varianza para los diferentes porcentajes de ceniza en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática. Se puede apreciar que la interacción entre los “**15 % de concentración de solución de almidón con 40 minutos**” y “**15 % de concentración de solución de almidón con 60 minutos**”, el valor de la significancia de la prueba es 0.0000, siendo esta menor a la probabilidad de 0.01. Esto quiere decir que existe diferencia altamente significativa en los porcentajes de ceniza, para los dos tratamientos mencionados. Además, se observa el valor de R² que es del 97.3%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es óptimo y también se obtuvo un coeficiente de variación 1.38% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

Cuadro N° 06: Medidas estadísticas del Porcentaje de Ceniza en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática.

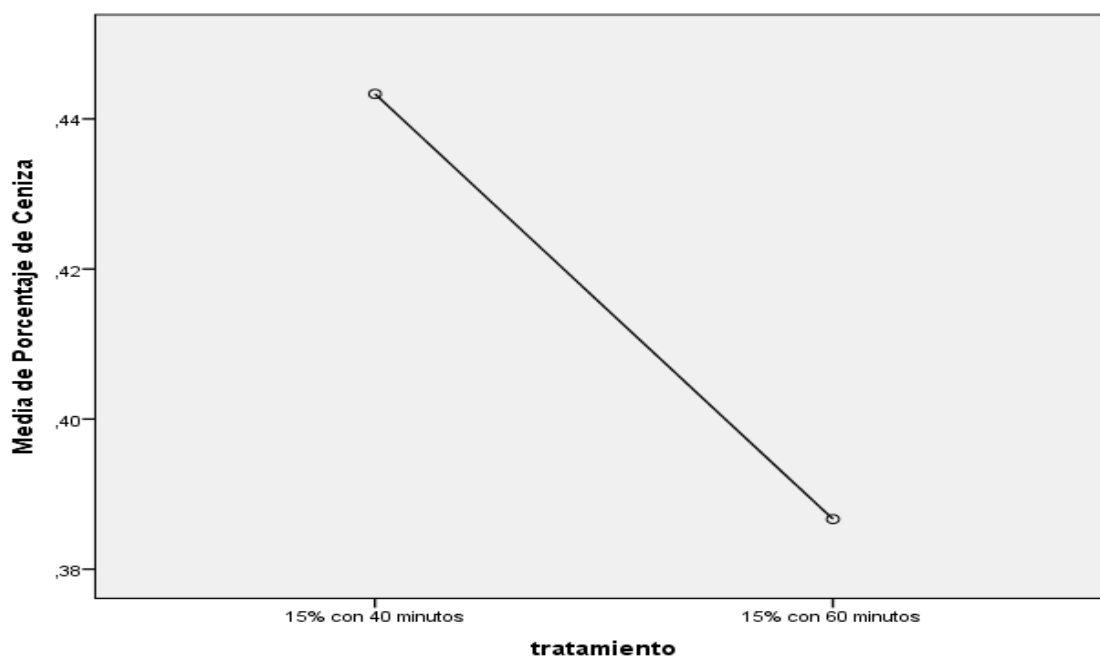
Tratamientos	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
15% con 40 minutos	0,443	0,003	0,434	0,453
15% con 60 minutos	0,387	0,003	0,377	0,396

Elaboración propia, 2019

En el Cuadro N° 06, presenta las medidas estadísticas del porcentaje de ceniza para los tratamientos obtenidos de “niveles concentración de solución de almidón con los niveles de

tiempo”, el tercer tratamiento que es del “**15% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 0.443% con un error estándar de 0.003%, oscilando ente 0.434% y 0.453% a un nivel de confianza del 95%, el cuarto tratamiento que consta de “**15% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 0.387% con un error estándar de 0.003%, oscilando ente 0.377% y 0.396% a un nivel de confianza del 95%.

Gráfico N° 02: Medias Marginales del Porcentaje de Ceniza en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática



Elaboración propia, 2019

En el Gráfico N° 02, se utilizó las medias diferentes de porcentaje de ceniza de los 2 tratamientos mencionados de “**niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo**” estadísticamente son diferentes, como se manifestó en el análisis de varianza del **Cuadro N° 04**. Como el objetivo es minimizar la cantidad de porcentaje de ceniza según el “Manual de Normas de Calidad de Insumos y Productos Elaborados por Liconsa” entonces el óptimo tratamiento es el de “**15% de concentración con 60 minutos**”.

Anexo N° 12C Análisis estadístico de PH.

Cuadro N° 07: Análisis de Varianza del pH en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Origen	suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloques	0,004	2	0,002	1,429	0,285
Concentración de solución de almidón	0,681	2	0,341	218,929	0,000
Tiempo	0,067	1	0,067	43,214	0,000
Concentración de solución de almidón*	0,008	2	0,004	2,500	0,132
Tiempo					
Error	0,016	10	0,002		
Total	0,776	17			
R al cuadrado = 98%			Coeficiente de variación =		
0.83%					

Elaboración propia, 2019

Como se puede observar en el Cuadro N° 07, el análisis de varianza para los diferentes Ph en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática. De manera separada en el factor **“Concentración de solución de almidón en sus niveles de 10%, 15% y 20%”**, se puede apreciar que existe diferencia altamente significativa en los promedios de pH, ya que la significancia fue de 0.000 siendo esta menor a la probabilidad 0.01; Por otra parte el factor **“Tiempo en sus niveles de 40 y 60 minutos”** se puede apreciar que existe diferencia altamente significativa en los promedios de pH, ya que la significancia fue de 0.000 siendo esta menor a la probabilidad 0.01. Además, la interacción entre los **“niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo”**, el valor de la significancia de la prueba es 0.132, siendo esta mayor a la probabilidad de 0.05. Esto quiere decir que no existe diferencia altamente significativa en los promedios de pH, para los diferentes tratamientos (6 tratamientos). Además, se observa el valor de R² que es del 98%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es óptimo y también se obtuvo un coeficiente de variación 0.83% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

Cuadro N° 08: Medidas estadísticas del pH en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática.

Tratamientos	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
10% con 40 minutos	5,100	0,0000	5,100	5,100
10% con 60 minutos	5,233	0,0333	5,090	5,377
15% con 40 minutos	5,233	0,0333	5,090	5,377
15% con 60 minutos	5,400	0,0000	5,400	5,400
20% con 40 minutos	5,600	0,0000	5,600	5,600
20% con 60 minutos	5,667	0,0333	5,523	5,810

Elaboración propia, 2019

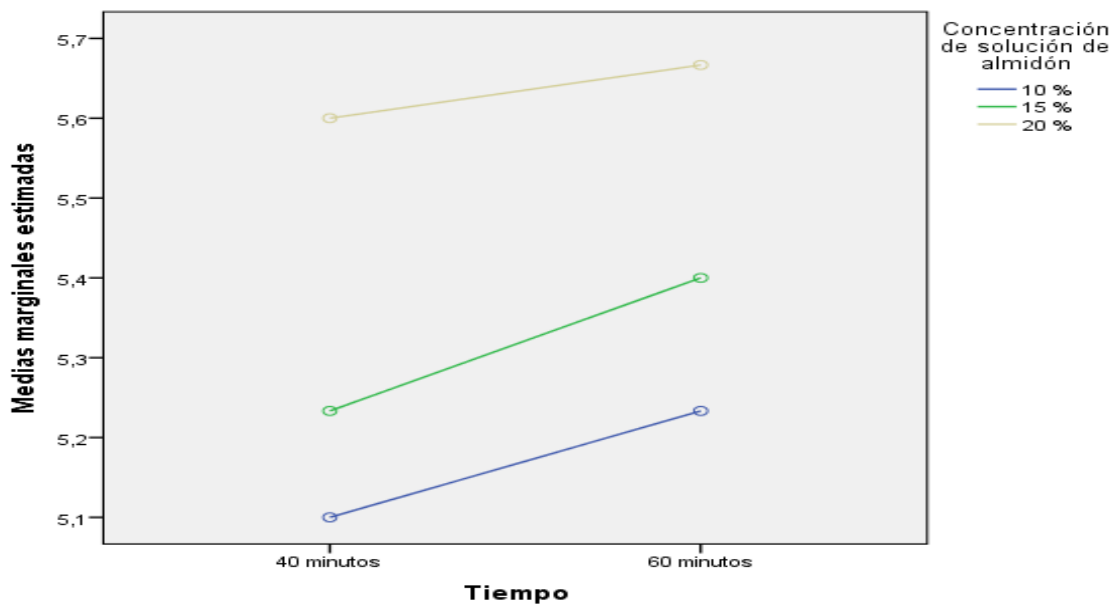
En el Cuadro N° 08, presenta las medidas estadísticas de los promedios de pH para los tratamientos obtenidos de “niveles concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo” el primer tratamiento que es del “**10% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 5.1 con un error estándar de 0.000, oscilando ente 5.1 y 5.1 a un nivel de confianza del 95%, el segundo tratamiento que es del “**10% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 5.233 con un error estándar de 0.0333, oscilando ente 5.09 y 5.377 a un nivel de confianza del 95%, el tercer tratamiento que es del “**15% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 5.233 con un error estándar de 0.0333, oscilando ente 5.09 y 5.377 a un nivel de confianza del 95%, el cuarto tratamiento que consta de “**15% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 5.4 con un error estándar de 0.000, oscilando ente 5.4 y 5.4 a un nivel de confianza del 95%, el quinto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 5.6 con un error estándar de 0.000, oscilando ente 5.6 y 5.6% a un nivel de confianza del 95%, el sexto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 5.667 con un error estándar de 0.0333, oscilando ente 5.523 y 5.81 a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 09: Prueba Duncan al 5% del pH en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
10% con 40 minutos	3	5,100			
10% con 60 minutos	3		5,233		
15% con 40 minutos	3		5,233		
15% con 60 minutos	3			5,400	
20% con 40 minutos	3				5,600
20% con 60 minutos	3				5,667
Sig.		1,000	1,000	1,000	,069

Elaboración propia, 2019

Gráfico N° 03: Medias Marginales del pH en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática



Elaboración propia, 2019

Como se observa en el cuadro N° 09 y Gráfico N° 03, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 4 grupos de medias diferentes de pH. Esto quiere decir que los 6 tratamientos de **“niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo”** estadísticamente son diferentes. Como el objetivo es que la cantidad de pH este entre 4.5 a 5.5 según el “Manual de Normas de Calidad de Insumos y Productos Elaborados por Liconsá” entonces los tratamientos óptimos que cumple son: **de “10% con 40 minutos”;** **“10% con 60 minutos”, “15% con 40 minutos” y “15% con 60 minutos”.**

Anexo N° 13 Resultados del análisis estadístico organoléptico.

Anexo N° 13A Análisis estadístico de color.

Cuadro N° 10: Medidas estadísticas del puntaje promedio del Color en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática.

Tratamientos	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
10% con 40 minutos	4,300	0,0577	4,052	4,548
10% con 60 minutos	4,400	0,1000	3,970	4,830
15% con 40 minutos	4,767	0,0333	4,623	4,910
15% con 60 minutos	4,600	0,0000	4,600	4,600
20% con 40 minutos	4,233	0,0333	4,090	4,377
20% con 60 minutos	4,367	0,0667	4,080	4,654

Elaboración propia, 2019

En el Cuadro N° 10, presenta las medidas estadísticas de los promedios de puntaje promedio del Color para los tratamientos obtenidos de “niveles concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo” el primer tratamiento que es del **“10% de concentración con 40 minutos”** arrojó una media de 4.3 puntos con un error estándar de 0.0577 puntos, oscilando ente 4.052 y 4.548 puntos a un nivel de confianza del 95%, el segundo tratamiento que es del **“10% de concentración con 60 minutos”** arrojó una media de 4.4 puntos con un error estándar de 0.1 puntos, oscilando ente 3.97 y 4.83 puntos a un nivel de confianza del 95%, el tercer tratamiento que es del **“15% de concentración con 40 minutos”** arrojó una media de 4.767 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 4.623 y 4.910 puntos

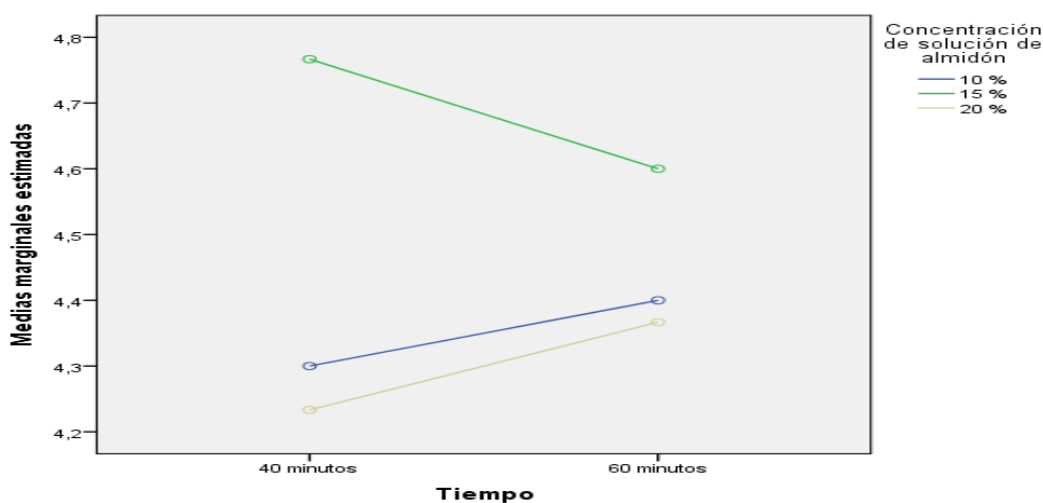
a un nivel de confianza del 95%, el cuarto tratamiento que consta de “**15% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 4.6 puntos con un error estándar de 0.000 puntos, oscilando ente 4.6 y 4.6 puntos a un nivel de confianza del 95%, el quinto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 4.233 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 4.09 y 4.3 a un nivel de confianza del 95%, el sexto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 4.367 puntos con un error estándar de 0.0667, oscilando ente 4.08 y 4.654 puntos a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 11: Prueba Duncan al 5% del puntaje promedio del Color en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
20% con 40 minutos	3	4,233	
10% con 40 minutos	3	4,300	
20% con 60 minutos	3	4,367	
10% con 60 minutos	3	4,400	
15% con 60 minutos	3		4,600
15% con 40 minutos	3		4,767
Sig.		0,082	0,064

Elaboración propia, 2019

Gráfico N° 04: Medias Marginales del puntaje promedio del Color en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática



Elaboración propia, 2019

Como se observa en el cuadro N° 11 y Gráfico N° 04, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 2 grupos de medias diferentes de puntaje promedio del Color. Esto quiere decir que los 6 tratamientos de **“niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo”** estadísticamente son diferentes. Como el objetivo es maximizar que la cantidad de puntaje promedio del Color entonces el óptimo tratamiento es el de **“15% de concentración con 40 minutos”**.

Anexo N° 13B Análisis estadístico de sabor.

Cuadro N° 12: Análisis de Varianza del puntaje promedio del Sabor en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Origen	suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloques	0,008	2	0,004	0,108	0,898
Concentración de solución de almidón	0,521	2	0,261	7,260	0,011
Tiempo	0,000	1	0,000	0,000	1,000
Concentración de solución de almidón* Tiempo	0,063	2	0,032	0,882	0,444
Error	0,359	10	0,036		
Total	0,951	17			

R al cuadrado = 62.3%
= 4.02%

Coeficiente de variación

Elaboración propia, 2019

Como se puede observar en el Cuadro N° 12, el análisis de varianza para los diferentes Puntaje promedio del Sabor en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática. De manera separada en el factor **“Concentración de solución de almidón en sus niveles de 10%, 15% y 20%”**, se puede apreciar que existe diferencia significativa en los promedios de puntaje promedio del Sabor, ya que la significancia fue de 0.011 siendo esta menor a la probabilidad 0.05; Por otra parte el factor **“Tiempo en sus niveles de 40 y 60 minutos”** se puede apreciar que no existe diferencia altamente significativa en los promedios de puntaje promedio del Sabor, ya que la significancia fue de 1 siendo esta mayor a la probabilidad 0.05. Además, la interacción entre los **“niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo”**, el valor de la significancia de la prueba es 0.444, siendo esta mayor a la probabilidad de 0.05. Esto quiere decir que no existe diferencia altamente significativa en los promedios de puntaje promedio del Sabor, para los

diferentes tratamientos (6 tratamientos). Además, se observa el valor de R2 que es del 62.3%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es moderado y también se obtuvo un coeficiente de variación 4.02% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

Cuadro N° 13: Medidas estadísticas del puntaje promedio del Sabor en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática.

Tratamientos	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
10% con 40 minutos	4,833	0,0882	4,454	5,213
10% con 60 minutos	4,900	0,0577	4,652	5,148
15% con 40 minutos	4,900	0,0577	4,652	5,148
15% con 60 minutos	4,733	0,0333	4,590	4,877
20% con 40 minutos	4,433	0,1764	3,674	5,192
20% con 60 minutos	4,533	0,1202	4,016	5,050

Elaboración propia, 2019

En el Cuadro N° 13, presenta las medidas estadísticas de los promedios de puntaje promedio del Sabor para los tratamientos obtenidos de “niveles concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo” el primer tratamiento que es del “**10% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 4.833 puntos con un error estándar de 0.0882 puntos, oscilando ente 4.454 y 5.213 puntos a un nivel de confianza del 95%, el segundo tratamiento que es del “**10% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 4.9 puntos con un error estándar de 0.0577 puntos, oscilando ente 4.652 y 5.148 puntos a un nivel de confianza del 95%, el tercer tratamiento que es del “**15% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 4.9 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 4.623 y 4.910 puntos a un nivel de confianza del 95%, el cuarto tratamiento que consta de “**15% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 4.733 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 4.59 y 4.877 puntos a un nivel de confianza del 95%, el quinto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 4.433 puntos con un error estándar de 0.1764 puntos, oscilando ente 3.674 y 5.192 a un nivel

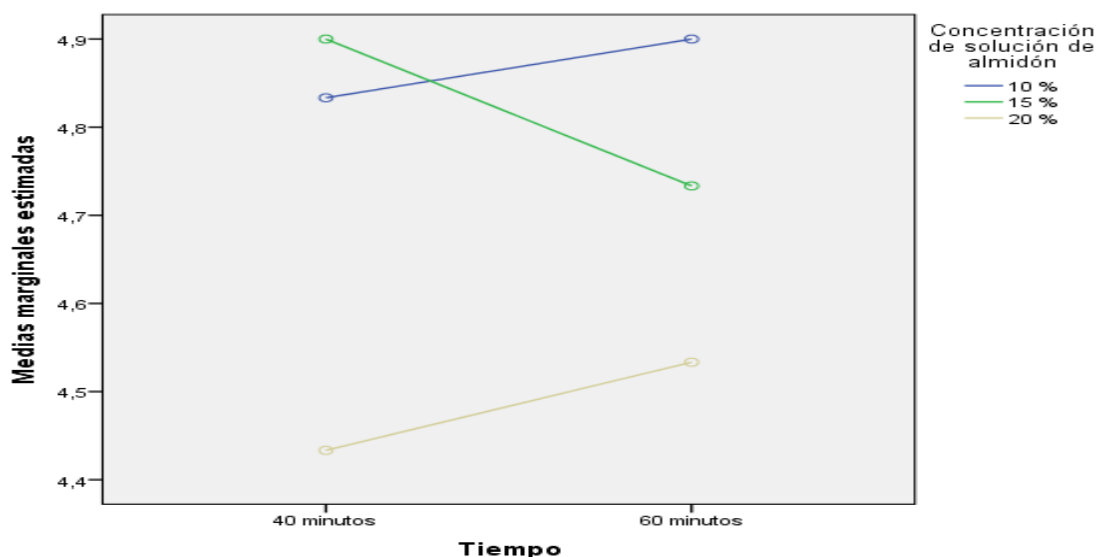
de confianza del 95%, el sexto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 4.533 puntos con un error estándar de 0.0667, oscilando ente 4.08 y 4.654 puntos a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 14: Prueba Duncan al 5% del puntaje promedio del Sabor en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
20% con 40 minutos	3	4,433		
20% con 60 minutos	3	4,533		
15% con 60 minutos	3		4,733	
10% con 40 minutos	3		4,833	
10% con 60 minutos	3			4,900
15% con 40 minutos	3			4,900
Sig.		0,068	0,068	0,300

Elaboración propia, 2019

Gráfico N° 05: Medias Marginales del puntaje promedio del Sabor en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática



Elaboración propia, 2019

Como se observa en el cuadro N° 14 y Gráfico N° 05, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 3 grupos de medias diferentes de puntaje promedio del Sabor. Esto quiere decir que los 6 tratamientos de “**niveles de concentración de solución de almidón**

con los niveles de tiempo” estadísticamente son diferentes. Como el objetivo es maximizar que la cantidad de puntaje promedio del Sabor entonces el óptimo tratamiento sería dos: de “10% de concentración con 60 minutos” y “15% de concentración con 40 minutos”.

Anexo N° 13C Análisis estadístico de olor.

Cuadro N° 15: Análisis de Varianza del puntaje promedio del Olor en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Origen	suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloques	0,008	2	0,004	0,422	0,667
Concentración de solución de almidón	0,148	2	0,074	8,012	0,008
Tiempo	0,080	1	0,080	8,675	0,015
Concentración de solución de almidón* Tiempo	0,123	2	0,062	6,687	0,014
Error	0,092	10	0,009		
Total	0.451	17			

R al cuadrado = 79.6%
variación = 1.99%

Coeficiente de

Elaboración propia, 2019

Como se puede observar en el Cuadro N° 15, el análisis de varianza para los diferentes Puntaje promedio del Olor en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática. De manera separada en el factor “**Concentración de solución de almidón en sus niveles de 10%, 15% y 20%**”, se puede apreciar que existe diferencia altamente significativa en los promedios de puntaje promedio del Olor, ya que la significancia fue de 0.008 siendo esta menor a la probabilidad 0.01; Por otra parte el factor “**Tiempo en sus niveles de 40 y 60 minutos**” se puede apreciar que existe diferencia significativa en los promedios de puntaje promedio del Olor, ya que la significancia fue de 0.015 siendo esta menor a la probabilidad 0.05. Además, la interacción entre los “**niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo**”, el valor de la significancia de la prueba es 0.014, siendo esta mayor a la probabilidad de 0.05. Esto quiere decir que no existe diferencia altamente significativa en los promedios de puntaje promedio del Olor, para los diferentes tratamientos (6 tratamientos). Además, se observa el valor de R² que es del 79.6%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es moderado y también se

obtuvo un coeficiente de variación 1.99% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

Cuadro N° 16: Medidas estadísticas del puntaje promedio del Olor en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática.

Tratamientos	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
10% con 40 minutos	4,800	0,0577	4,552	5,048
10% con 60 minutos	4,900	0,1000	4,470	5,330
15% con 40 minutos	4,967	0,0333	4,823	5,110
15% con 60 minutos	4,700	0,0000	4,700	4,700
20% con 40 minutos	4,767	0,0333	4,623	4,910
20% con 60 minutos	4,533	0,0333	4,390	4,677

Elaboración propia, 2019

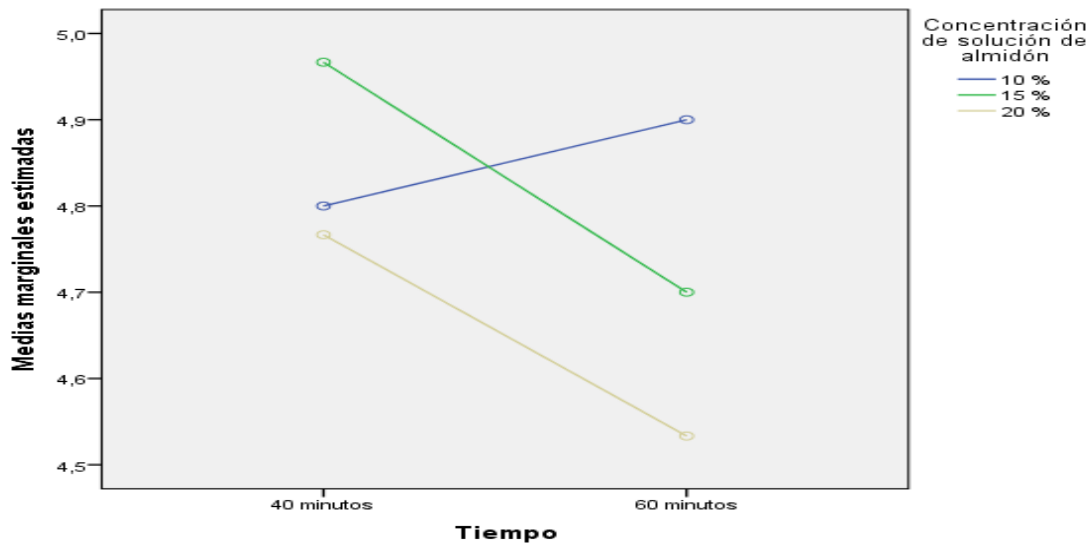
En el Cuadro N° 16, presenta las medidas estadísticas de los promedios de puntaje promedio del Olor para los tratamientos obtenidos de “niveles concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo” el primer tratamiento que es del “**10% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 4.8 puntos con un error estándar de 0.0577 puntos, oscilando ente 4.552 y 5.048 puntos a un nivel de confianza del 95%, el segundo tratamiento que es del “**10% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 4.9 puntos con un error estándar de 0.1 puntos, oscilando ente 4.47 y 5.33 puntos a un nivel de confianza del 95%, el tercer tratamiento que es del “**15% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 4.967 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 4.823 y 5.11 puntos a un nivel de confianza del 95%, el cuarto tratamiento que consta de “**15% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 4.767 puntos con un error estándar de 0.000 puntos, oscilando ente 4.7 y 4.7 puntos a un nivel de confianza del 95%, el quinto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 40 minutos**” arrojó una media de 4.767 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 4.623 y 4.91 a un nivel de confianza del 95%, el sexto tratamiento que consta de “**20% de concentración con 60 minutos**” arrojó una media de 4.533 puntos con un error estándar de 0.0333, oscilando ente 4.39 y 4.677 puntos a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 17: Prueba Duncan al 5% del puntaje promedio del Olor en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
20% con 60 minutos	3	4,533			
15% con 60 minutos	3		4,700		
20% con 40 minutos	3		4,767		
10% con 40 minutos	3			4,800	
10% con 60 minutos	3			4,900	
15% con 40 minutos	3				4,967
Sig.		1,000	,226	,114	0,054

Elaboración propia, 2019

Gráfico N° 06: Medias Marginales del puntaje promedio del Olor en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática



Elaboración propia, 2019

Como se observa en el cuadro N° 17 y Gráfico N° 06, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 4 grupos de medias diferentes de puntaje promedio del Olor. Esto quiere decir que los 6 tratamientos de “niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo” estadísticamente son diferentes. Como el objetivo es maximizar que la cantidad de puntaje promedio del Olor entonces el óptimo tratamiento sería el de “15% de concentración con 40 minutos”.

Anexo N° 13D Análisis estadístico de textura.

Cuadro N° 18: Análisis de Varianza del puntaje promedio de la textura en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Origen	suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloques	0,014	2	0,007	1,383	0,295
Concentración de solución de almidón	0,181	2	0,091	17,340	0,001
Tiempo	0,045	1	0,045	8,617	0,015
Concentración de solución de almidón* Tiempo	0,070	2	0,035	6,702	0,014
Error	0,052	10	0,005		
Total	0,363	17			

R al cuadrado = 85.6%
= 1.84%

Coeficiente de variación

Elaboración propia, 2019

Como se puede observar en el Cuadro N° 18, el análisis de varianza para los diferentes Puntaje promedio de la Textura en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática. De manera separada en el factor **“Concentración de solución de almidón en sus niveles de 10%, 15% y 20%”**, se puede apreciar que existe diferencia altamente significativa en los promedios de puntaje promedio de la Textura, ya que la significancia fue de 0.001 siendo esta menor a la probabilidad 0.01; Por otra parte el factor **“Tiempo en sus niveles de 40 y 60 minutos”** se puede apreciar que existe diferencia significativa en los promedios de puntaje promedio de la Textura, ya que la significancia fue de 0.015 siendo esta menor a la probabilidad 0.05. Además, la interacción entre los **“niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo”**, el valor de la significancia de la prueba es 0.014, siendo esta mayor a la probabilidad de 0.05. Esto quiere decir que existe diferencia altamente significativa en los promedios de puntaje promedio de la Textura, para los diferentes tratamientos (6 tratamientos). Además, se observa el valor de R² que es del 85.6%, esto quiere decir que el modelo aditivo del análisis de varianza es moderado y también se obtuvo un coeficiente de variación 1.84% es menor al 10% esto quiere decir que el diseño experimental es adecuado.

Cuadro N° 19: Medidas estadísticas del puntaje promedio de la textura en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática.

Tratamientos	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
10% con 40 minutos	3,833	0,0333	3,690	3,977
10% con 60 minutos	3,567	0,0333	3,423	3,710
15% con 40 minutos	3,967	0,0333	3,823	4,110
15% con 60 minutos	3,900	0,0577	3,652	4,148
20% con 40 minutos	3,867	0,0333	3,723	4,010
20% con 60 minutos	3,900	0,0577	3,652	4,148

Elaboración propia, 2019

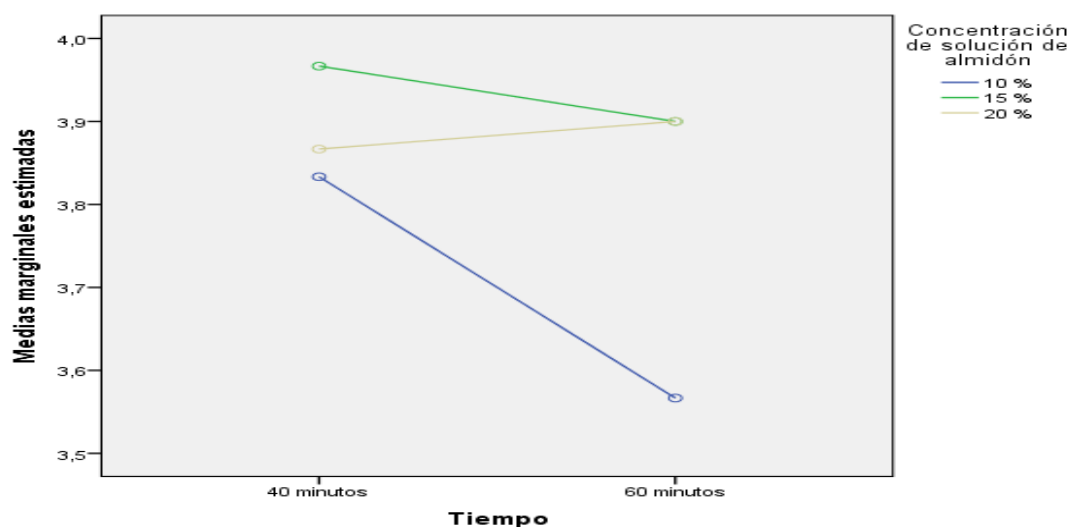
En el Cuadro N° 19, presenta las medidas estadísticas de los promedios de puntaje promedio de la Textura para los tratamientos obtenidos de “niveles concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo” el primer tratamiento que es del **“10% de concentración con 40 minutos”** arrojó una media de 3.833 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 3.69 y 3.977 puntos a un nivel de confianza del 95%, el segundo tratamiento que es del **“10% de concentración con 60 minutos”** arrojó una media de 3.567 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 3.423 y 3.71 puntos a un nivel de confianza del 95%, el tercer tratamiento que es del **“15% de concentración con 40 minutos”** arrojó una media de 3.967 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 3.823 y 4.11 puntos a un nivel de confianza del 95%, el cuarto tratamiento que consta de **“15% de concentración con 60 minutos”** arrojó una media de 3.9 puntos con un error estándar de 0.0577 puntos, oscilando ente 3.652 y 4.148 puntos a un nivel de confianza del 95%, el quinto tratamiento que consta de **“20% de concentración con 40 minutos”** arrojó una media de 3.867 puntos con un error estándar de 0.0333 puntos, oscilando ente 3.723 y 4.01 a un nivel de confianza del 95%, el sexto tratamiento que consta de **“20% de concentración con 60 minutos”** arrojó una media de 3.9 puntos con un error estándar de 0.0277, oscilando ente 3.652 y 4.1448 puntos a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 20: Prueba Duncan al 5% del puntaje promedio de la textura en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
10% con 60 minutos	3	3,567	
10% con 40 minutos	3		3,833
20% con 40 minutos	3		3,867
15% con 60 minutos	3		3,900
20% con 60 minutos	3		3,900
15% con 40 minutos	3		3,967
Sig.		1,000	0,068

Elaboración propia, 2019

Gráfico N° 07: Medias Marginales del puntaje promedio de la textura en las interacciones de la concentración de solución de almidón con el tiempo, en la elaboración de la Maltodextrina mediante Hidrólisis Enzimática



Elaboración propia, 2019

Como se observa en el cuadro N° 20 y Gráfico N° 07, se utiliza la prueba Duncan al 5% de significancia, formando 2 grupos de medias diferentes de puntaje promedio de la Textura. Esto quiere decir que los 6 tratamientos de **“niveles de concentración de solución de almidón con los niveles de tiempo”** estadísticamente son diferentes. Como el objetivo es maximizar que la cantidad de puntaje promedio del Textura entonces el óptimo tratamiento sería el de **“15% de concentración con 40 minutos”**

Anexo N° 14 Evidencia fotográfica.

Obtención de almidón de plátano



Pelado y cortado del plátano verde



Lavado



Licudo y filtrado



Decantación



Secado



Triturado



Obtención de maltodextrina de almidón de plátano.



Pesado del almidón



Calentamiento del almidón a 70°C



Adición de la enzima α amilasa



Hidrolisis enzimática 72° C



Inactivación de la enzima x 15min



Centrifugación



Centrifugación a 3500 rpm x 20 min



Líquido hidrolizado



Secado 65° C x 18 horas



Triturado

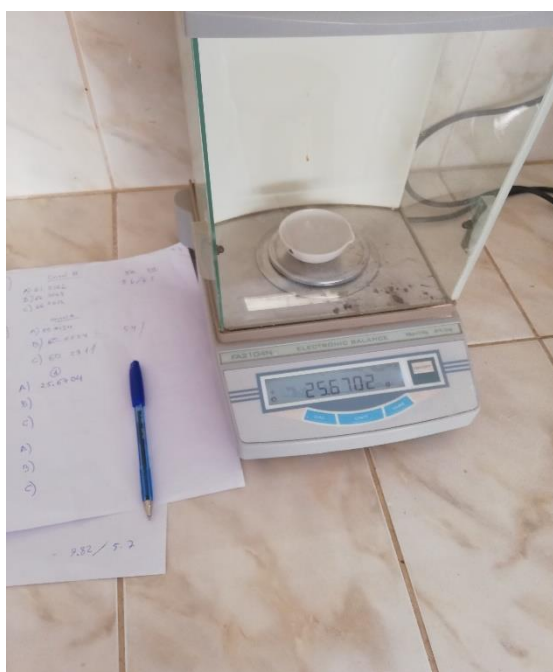


Proceso de maltodextrina

Análisis fisicoquímicos – PH



Análisis fisicoquímicos – Humedad



Análisis fisicoquímicos – Cenizas

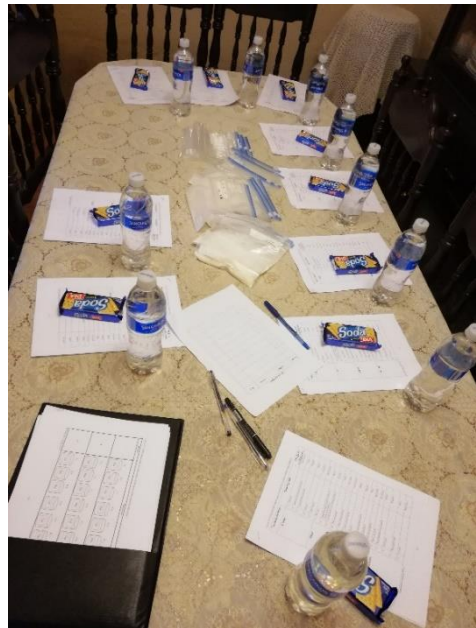




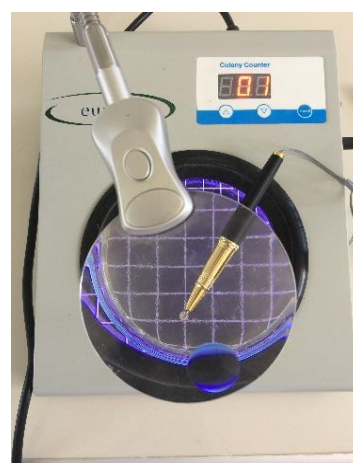
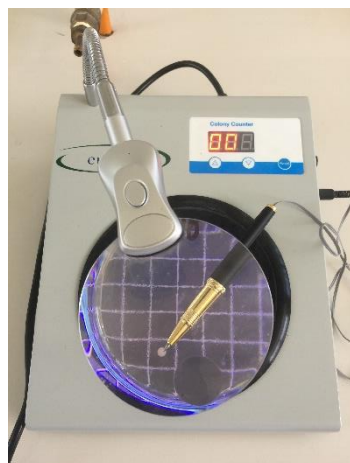
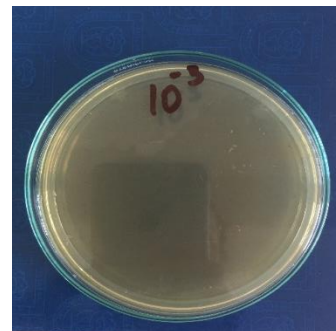
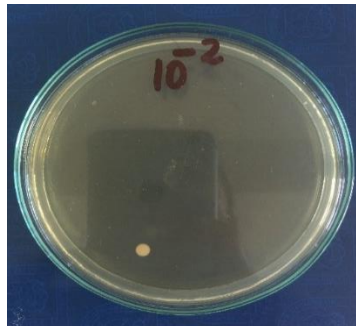
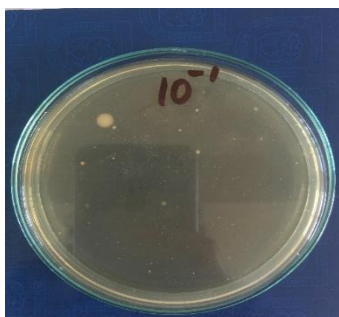
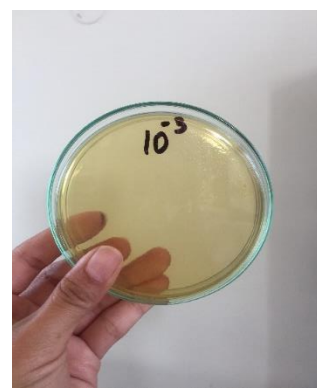
Análisis organolépticos



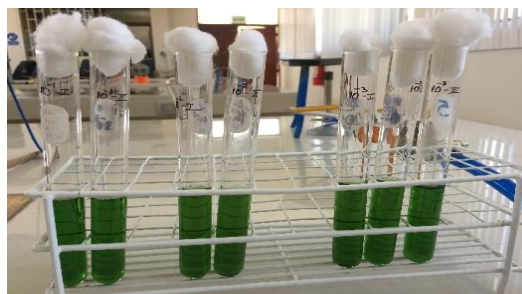
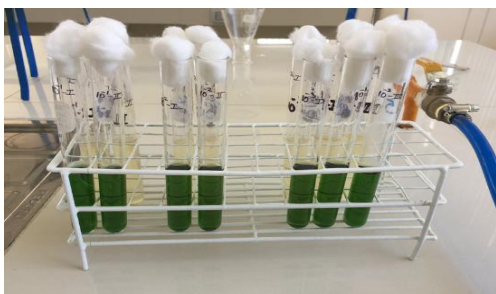
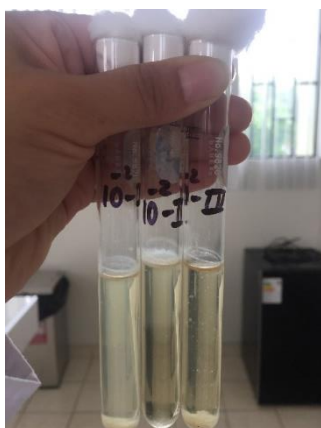
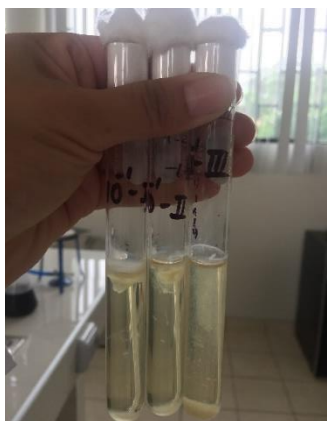
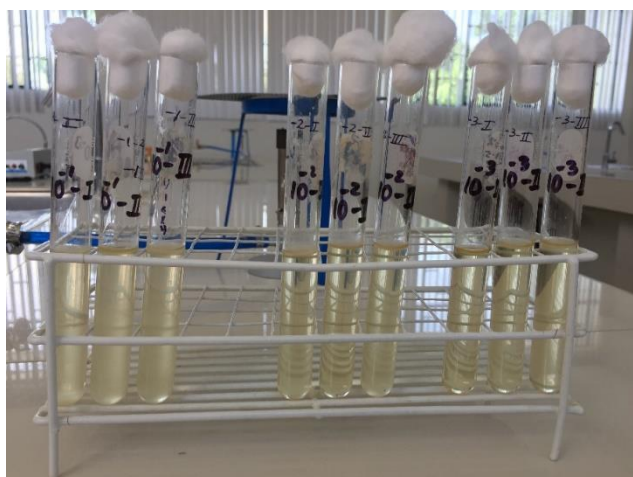




Análisis microbiológicos – Aerobios mesófilos



Análisis microbiológicos – Coliformes totales



Análisis microbiológicos – Mohos y levaduras

