

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS POR VÍA ENZIMÁTICA
PARA LA OBTENCIÓN DE MALTODEXTRINA A PARTIR DE
PAPA (*Solanum tuberosum*) DE LA VARIEDAD CANCHAN”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

TESISTAS:

Bach. VELA ROJAS, Christian Jesús

Bach. YAURI POZO, Deysi Viviana

ASESOR:

Mg. Roger Estacio Laguna

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios y con gratitud a nuestra familia, quienes nos brindaron amor y su desinteresado apoyo.

A cada uno quienes desinteresadamente aportaron en el presente trabajo de investigación para lograr de esa forma la conclusión de la misma.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra “Alma Mater” la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, centro superior de estudios que me acogió en sus aulas durante largos años de estudios.

A nuestro Asesor, por sus acertadas orientaciones y ayuda constante, durante la ejecución y redacción de la presente tesis.

A nuestra familia que siempre estuvieron presentes en todo momento y que gracias a ellos nunca existirá una meta final.

RESUMEN

En la investigación se evaluó el efecto de temperatura y tiempo en la obtención de maltodextrina de papa (*Solanun tuberosum*) variedad Canchan por hidrólisis enzimática, los niveles de temperatura fueron 40, 50 y 60 °C y los tiempos de hidrólisis 60, 90 y 120 min. En cuanto a la caracterización del almidón, se obtuvo un rendimiento de almidón de 15,54 %, un contenido de 8,09 % de humedad, 6,9 de pH, 0,86 g/mL de densidad empacada y 0,69 g/mL de densidad aparente, 10,07 g gel/ g muestra de índice de absorción, 2,55 % de índice de solubilidad, 18,97 g gel/ g de sólidos insolubles de poder de hinchamiento. Las condiciones de hidrólisis establecidas en el proceso de obtención de maltodextrinas fueron concentración de almidón al 10 % p/v, pH 5,6, se utilizó enzima α -amilasa de malta de cebada en concentración de 8 μ g/mL. La enzima presentó mayor afinidad por el almidón en el hidrólisis a una temperatura de 50 °C. Se obtuvieron maltodextrinas con un equivalente de dextrosa de 3,6; 4,1; 5,6; 6,7; 9,0; 10,3; 10,9; 13,4; 14,5. Para el caso de azúcares reductores, equivalente dextrosa, índice solubilidad y poder de hinchamiento se observó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, para azúcares reductores el que obtuvo mayor concentración es el tratamiento de estudio 50 °C 120' (145,33 mg/g), para equivalente de dextrosa donde el mayor porcentaje es el tratamiento de estudio 50 °C 120' (14,53 %), para índice de solubilidad el mayor porcentaje es el tratamiento de estudio 50 °C 120' (81,56 %) y para poder de hinchamiento. donde el mayor porcentaje es el porcentaje es el tratamiento de estudio 50 °C 120' (28,12 %). Para índice de absorción, se observó que hay diferencias significativas entre los tratamientos donde hay mayor concentración en el tratamiento de estudio 40 °C 60' (8,13 g gel/ g muestra). Para el caso de humedad, pH, densidad aparente, densidad empacada se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo que implica que todos son iguales estadísticamente. El mayor rendimiento fue el tratamiento de estudio a 40 °C por un tiempo de 60 min con 14,13 % de maltodextrina.

Palabras clave: Hidrólisis, equivalente de dextrosa, azúcares reductores, almidón.

ABSTRACT

In the investigation, the effect of temperature and time in obtaining potato maltodextrin (*Solanum tuberosum*) Canchan variety was evaluated by enzymatic hydrolysis, the temperature levels were 40, 50 and 60 ° C and the hydrolysis times 60, 90 and 120 min. As for starch characterization, a starch yield of 15.54%, a moisture content of 8.09%, 6.9 pH, 0.86 g / mL packed density and 0.69 g was obtained / mL of apparent density, 10.07 g gel / g sample of absorption index, 2.55% solubility index, 18.97 g gel / g of insoluble solids of swelling power. The hydrolysis conditions established in the process of obtaining maltodextrins were 10% w / v starch concentration, pH 5.6, barley malt α -amylase enzyme was used in a concentration of 8 μ g / mL. The enzyme showed higher affinity for starch in the hydrolysis at a temperature of 50 ° C. Maltodextrins with a dextrose equivalent of 3.6 were obtained; 4.1; 5.6; 6.7; 9.0; 10.3; 10.9; 13.4; 14.5 In the case of reducing sugars, dextrose equivalent, solubility index and swelling power, it was observed that there are significant differences between treatments, for reducing sugars the one that obtained the highest concentration is the study treatment 50 ° C 120 '(145.33 mg / g), for dextrose equivalent where the highest percentage is the study treatment 50 ° C 120 '(14.53%), for solubility index the highest percentage is the study treatment 50 ° C 120' (81.56%) and for swelling power. where the highest percentage is the percentage is the study treatment 50 ° C 120 '(28.12%). For absorption rate, it was observed that there are significant differences between the treatments where there is a higher concentration in the study treatment 40 ° C 60 '(8.13 g gel / g sample). In the case of humidity, pH, apparent density, packed density, it was observed that there are no significant differences between treatments, which implies that all are statistically equal. The highest yield was the study treatment at 40 ° C for a time of 60 min with 14.13% maltodextrin.

Keywords: Hydrolysis, dextrose equivalent, reducing sugars, starch.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 8 |
| II. MARCO TEÓRICO | 10 |
| 2.1. Fundamentación teórica | 10 |
| 2.1.1. Papa (<i>Solanum tuberosum</i>) | 10 |
| 2.1.2. Almidón | 14 |
| 2.1.3. Enzimas..... | 19 |
| 2.1.4. Maltodextrinas | 21 |
| 2.2. Antecedentes | 24 |
| 2.3. Hipótesis | 27 |
| 2.3.1. Hipótesis general..... | 27 |
| 2.3.2. Hipótesis específicas..... | 27 |
| 2.4. Variables | 27 |
| 2.4.1. Variable independiente | 27 |
| 2.4.2. Variable dependiente | 27 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 29 |
| 3.1. Tipo y Nivel de investigación..... | 29 |
| 3.1.1. Tipo de Investigación..... | 29 |
| 3.1.2. Nivel de Investigación | 29 |
| 3.2. Lugar de ejecución..... | 29 |
| 3.3. Población, muestra y unidad de análisis | 29 |
| 3.3.1. Población | 29 |
| 3.3.2. Muestra | 29 |
| 3.3.3. Unidad de análisis | 29 |
| 3.4. Tratamientos en estudio | 30 |
| 3.4.1. Factores de estudio..... | 30 |
| 3.5. Prueba de hipótesis | 30 |
| 3.5.1. Diseño de la investigación | 32 |
| 3.5.2. Datos registrados..... | 32 |
| 3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información..... | 33 |
| 3.6. Materiales y equipos | 34 |
| 3.6.1. Materia prima..... | 34 |
| 3.6.2. Reactivos..... | 34 |
| 3.6.3. Equipos y materiales..... | 34 |

| | |
|--|----|
| 3.7. Conducción de la investigación..... | 35 |
| 3.7.1. Caracterización de la papa variedad Canchan | 35 |
| 3.7.2. Evaluación del almidón | 36 |
| 3.7.3. Evaluación de la maltodextrina con diferentes parámetros de tiempo y temperatura | 40 |
| 3.7.4. Evaluación del rendimiento de la maltodextrina | 44 |
| IV. RESULTADOS | 45 |
| 4.1. Caracterización de la papa variedad Canchan | 45 |
| 4.2. Evaluación del almidón | 45 |
| 4.2.1. Análisis fisicoquímico del almidón de papa Canchan | 45 |
| 4.2.2. Rendimiento del almidón..... | 46 |
| 4.3. Evaluación de la temperatura y del tiempo para la obtención de maltodextrina de papa Canchan..... | 46 |
| 4.3.1. Efecto del factor A (Temperatura)..... | 46 |
| 4.3.2. Efecto del factor B (Tiempo)..... | 49 |
| 4.3.3. Efecto de los niveles del factor A en cada uno de los niveles del factor B..... | 49 |
| 4.4. Rendimiento..... | 52 |
| 4.4.1. Efecto del factor A y Efecto del factor B..... | 52 |
| 4.4.2. Efecto de los niveles del factor A en cada uno de los niveles del factor B..... | 52 |
| V. DISCUSIÓN | 54 |
| 5.1. Caracterización de la papa variedad Canchan | 54 |
| 5.2. Evaluación del almidón de papa Canchan | 54 |
| 5.2.1. Análisis físico químico del almidón | 54 |
| 5.2.2. Rendimiento del almidón..... | 55 |
| 5.3. Determinación de las características fisicoquímicos de la maltodextrina de papa Canchan..... | 56 |
| 5.4. Rendimiento de la maltodextrina de papa Canchan..... | 57 |
| VI. CONCLUSIONES | 58 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 59 |
| VIII.LITERATURA CITADA | 60 |
| ANEXOS | 63 |

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, considerado el tercer país más mega diverso del planeta, ha efectuado importantes aportes de especies y variedades para el mundo gracias a los diversos pisos ecológicos y micro climas que presenta. La enorme biodiversidad de nuestro país es relevante para el crecimiento económico, el cual no se aprovecha; es por ello que debemos generar actividades inclusivas de alto valor agregado, así mismo es uno de los principales productores de diferentes variedades de papa que existen en el mundo. La alta producción de papa (*Solanum tuberosum*) en la región Huánuco, convierten a esta materia prima en una atractiva fuente de almidones y derivados. El almidón es un polisacárido que se encuentra en forma granular, en las semillas, raíces, tubérculos y tallos de las plantas, en las que constituye su principal forma de reserva energética que es utilizada durante los periodos de dormancia o latencia, germinación y crecimiento (Sivack y Preiss, 1998). Es un biopolímero que ha constituido una parte importante en la dieta del hombre desde tiempos prehistóricos y desde el punto de vista comercial, es el polisacárido más abundante e importante después de la celulosa (Biliaderis, 1991), uno de los derivados del almidon es la maltodextrina que actualmente demanda la industria alimentaria y farmacéutica, desempeñándose como agentes estabilizantes, espesantes, extensores, reemplazadores de grasas y aceites, agente encapsulante o vehículo en procesos de secado por aspersion, ayudan a controlar el dulzor, la osmolalidad, la higroscopicidad, la viscosidad, las reacciones de oscurecimiento, y también sirven para dar cuerpo y textura. (González, 2017). Las maltodextrinas son productos derivados de la hidrólisis del almidón, están constituidas por una mezcla de carbohidratos con diferente grado de polimerización y diferente peso molecular y en conjunto, su contenido de equivalentes de dextrosa $ED \leq 20 \%$. (Cortés, 2008). Ante esta situación se ha visto por conveniente elaborar el trabajo de investigación denominado: “Determinación de Parámetros Óptimos por vía enzimática para la Obtención de Maltodextrina a partir de papa (*solanum tuberosum*) de la variedad canchan”. El trabajo de investigación se realizó con el fin de determinar parámetros óptimos para la obtención de maltodextrina ya que presentan cada vez una mayor variedad de aplicaciones, como son las industrias.

Considerando que la actividad agroindustrial, constituye una importante fuente de desarrollo económico, regional, nacional e internacional, se ha impulsado la presente investigación como una alternativa de desarrollo para ello sea planteado los siguientes objetivos: El objetivo general fue evaluar los parámetros óptimos en el proceso de

hidrólisis para la obtención de maltodextrina de papa (*Solanum tuberosum*) en la variedad Canchan. Los objetivos específicos fueron; analizar las características fisicoquímico que presentara la maltodextrina a partir de la papa (*Solanum tuberosum*) en la variedad Canchan; evaluar las características físicas de la maltodextrina obtenida a partir de la papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad Canchan a diferentes parámetros en la hidrólisis enzimática y determinar el rendimiento de la maltodextrina obtenida a partir de la papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad Canchan a diferentes parámetros en la hidrólisis enzimática.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Papa (*Solanum tuberosum*)

Garrafa, (2017), menciona que la papa es una planta que sirve como alimento que está vinculado con las culturas más remotas de nuestra historia, que los primeros habitantes del Perú (cazadores, recolectores, nómades) colectaron tubérculos de especies silvestres que se encuentran ampliamente distribuidos en nuestro territorio. Es el cuarto cultivo alimenticio con mayor importancia a nivel mundial, está presente en la dieta de muchas culturas, es rico en carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, y poseen ciertas propiedades antioxidantes, además el contenido de azúcares es importante para propósitos científicos y comerciales (Morales, 2011). Se considera un alimento energético ya que es fuente de carbohidratos, proteína de buena calidad, vitaminas y minerales. (FAO, 2010).

En el Perú se siembra anualmente alrededor de 300 000 hectáreas de papa, 40 % de estas con la variedad INIA 303 - Canchán, lo que significa aproximadamente 120 000 hectáreas cada año. El rendimiento promedio nacional de papa es de 13,3 t/ha siendo el rendimiento de la papa Canchán, a nivel de productores, de hasta 30 t/ha. (INIA, 2012).

2.1.1.1. Taxonomía

Según Garrafa (2017), la clasificación taxonómica es:

Reino : *Vegetal*
Subreino : *Embriophyta*
División : *Magnoliophyta*
Clase : *Magnoliopsida*
Subclase : *Asteridae*
Orden : *Solanales*
Familia : *Solanaceae*
Género : *Solanum*
Especie : *Solanum Tuberosum*

Según, Hooker, (1980), en la Figura 1, de una papa podemos distinguir las siguientes partes: Corteza, tejido medular, parénquima vascular de reserva, extremo basal, extremo apical, estolón, corona, yema apical, yema lateral, prominencia de la yema, anillo vascular, peridermo.

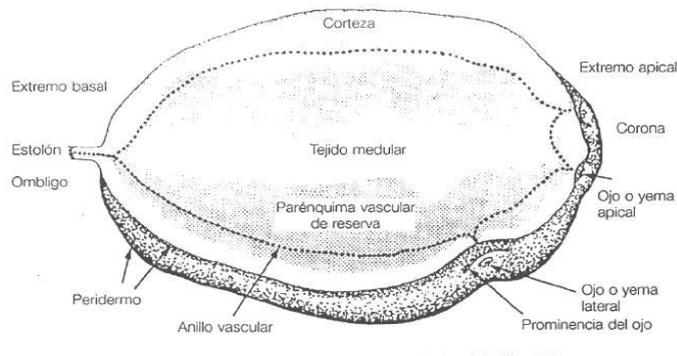


Figura 1. Partes de un tubérculo

Fuente. Hooker, (1980).

2.1.1.2. Variedades

El Perú es el país con mayor diversidad de papas en el mundo, al contar con 8 especies nativas domesticadas y más de 3 000 variedades, de las 5 000 que existen en Latinoamérica. También posee 91 de las 200 especies silvestres del continente, y que generalmente no son comestibles por su sabor amargo y alta toxicidad; sin embargo, son las que han dado origen a las variedades domesticadas que hoy se consumen en el planeta (Contreras, 2017). Se estima que en el Perú existen más de tres mil variedades de papas nativas o criollas. Gran parte de ellas no pueden ser cultivadas fuera de los andes peruanos debido a que requieren particulares condiciones climáticas y agroecológicas siendo algunas de estas: Canchán, Tomasa, Amarilla, Amarilis-INIA, Tarmeña, Huamantanga, Negra, Perricholi, Peruanita, Yungay, Capiro y Huayro moro (Izarra *et al.*, 2012).

En Huánuco se producen las variedades de papa como la Amarilla, Canchán, Yungay, Negra Andina, Huayro, Huamantanga, Perricholi y Única se ofertan en los mercados mayoristas de San Pablo, de Puelles y El Amazónico. En esta región, las zonas productoras de papa son las provincias de Huánuco, Huamalíes, Ambo y Pachitea, cuya producción abastece a los mercados de Lima y de la Selva del país. En el caso de la papa Canchán, ésta se distribuye a

los mercados de Tingo María, Pucallpa e Iquitos; mientras que las cosechas de papa Yungay y Amarilla se dirigen a Lima. En lo que va del año, los precios mayoristas de la papa Canchán, Yungay, Amarilla y Huayro disminuyeron en 37 %, 63 %, 42 % y 43 % respectivamente. (INIA, 2012).

En la Tabla 1, se observan las características generales de algunas variedades de papa con mayor producción.

Tabla 1. Características de las variedades con mayor siembra

| Variedad | Características favorables |
|-----------------|--|
| Perricholi | <ul style="list-style-type: none"> - Muy alto potencial productivo - Amplia adaptación - Resistente a <i>Phytophthora infestans</i> |
| Yungay | <ul style="list-style-type: none"> - Alto potencial productivo en condiciones de sierra. - Buena tolerancia a factores medio ambientales adversos. - Buena capacidad de conservación en almacenamiento. |
| Canchán | <ul style="list-style-type: none"> - Buena apariencia comercial (color rojizo en la piel y pulpa) - Buen potencial productivo en costa y sierra. - Periodo vegetativo de 4,0 a 4,5 meses. |
| Unica | <ul style="list-style-type: none"> - Buena demanda por la industria de papa frita. - Periodo vegetativo precoz (100 a 120 días). - Tolerante al calor. |
| Peruanita | <ul style="list-style-type: none"> - Alto potencial productivo a (3 500 a 3 900 msnm). - Muy buena apariencia comercial (“papa de color” y pulpa amarilla). |
| Huayro | <ul style="list-style-type: none"> - Muy alto potencial productivo - Preferencia de las amas de casa (27 % a 28 % de materia seca). |
| Tumbay | <ul style="list-style-type: none"> - Buen potencial productivo en condiciones de sierra media (3 000 a 3 500 msnm). - Muy buena apariencia comercial (pulpa amarilla). |
| Amarilis | <ul style="list-style-type: none"> - Alto potencial productivo en costa y sierra. - Buena resistencia a la racha. |

Fuente. Contreras, (2017).

2.1.1.3. Variedad canchan

La variedad Canchán es el resultado del trabajo conjunto realizado por el Centro internacional de la papa (CIP) y el Instituto nacional de innovación agraria - INIA. El CIP genera clones avanzados en su programa de mejoramiento genético que luego son enviados a los programas nacionales de los países en vías de desarrollo que lo solicitan para evaluarlos en ensayos locales y seleccionar nuevas variedades que tengan resistencias o tolerancias a los factores adversos que atacan al cultivo en sus zonas, así el INIA, después de realizar múltiples trabajos experimentales con esos clones, bajo condiciones de campo en diferentes zonas del país, identificó a la variedad Canchán como un cultivar que fue oficialmente entregado a los agricultores en 1990 como una variedad comercial por sus atributos de precocidad, alto potencial de rendimiento, tubérculos de color y sobre todo su tolerancia al tizón tardío o rancho (*Phytophthora infestans*), enfermedad que ocasiona la mayor cantidad de pérdidas en el cultivo de la papa. La obtención de la Papa INIA 303 - Canchán es uno de los mayores aportes y logros tecnológicos que el Instituto Nacional de Innovación Agraria ha generado durante su vida institucional en beneficio del país, contribuyendo así al incremento de la productividad del cultivo y a la seguridad alimentaria de nuestra población. (INIA, 2012).

En la Figura 2, se observa la apariencia de la planta y fruto de la papa variedad Canchan.



Figura 2. Papa variedad canchan

Fuente. INIA, (2012).

Características físicas – organolépticas

Las características de la variedad canchan se especifican en la Tabla 2.

Tabla 2: Características físicas – organolépticas

| Variedad | Forma | Peridermo | Pulpa | Características físicas y uso sugerido |
|----------|------------|---|--------|--|
| Canchan | Redondeada | Peridermo de color rojo, yemas superficiales. | Blanca | 22 % de materia seca, gravedad Específica de 1,115. Uso sugerido: Para frituras. |

Fuente. Guino y Vargas, (2015).

En la Figura 3, se clasifica a la papa variedad Canchan, por el tamaño del diámetro.



Figura 3. Características físicas de la variedad Canchan

Fuente. Contreras, (2017).

2.1.2. Almidón

El almidón es el principal carbohidrato de reserva de la mayoría de los productos agrícolas y probablemente es el segundo carbohidrato más abundante en la naturaleza después de la celulosa. Se encuentra en forma de gránulos insolubles como los cereales (30 % a 80 % de almidón), leguminosas (25 % a 50 % de almidón), tubérculos (papa, yuca) en los que el almidón representa entre un 60 a 90 % (Izarra *et al.*, 2012). Una característica del almidón es su temperatura de gelatinización debido a que los grupos éster-fosfato presentes en el gránulo de papa tienden a debilitar los enlaces provocando un espesamiento más rápido. El

máximo pico de viscosidad cae rápidamente durante el mantenimiento de la temperatura. La solución muestra poca tendencia a retrogradarse durante el enfriamiento (FAO, 2007).

El almidón de papa es el componente principal de la papa el cual está presente entre el 15 al 28 % del peso de esta, para aplicaciones industriales alimentarias se considera al almidón de papa como muy puro a comparación de otros tipos de almidones; también posee propiedades únicas que se atribuyen a sus estructuras granulares y moleculares (grandes cadenas de amilopectina y amilosa) incluyendo gránulos muy grandes y lisos. Además tiene un alto contenido de fosfato unido covalentemente. (Guino y Vargas, 2015).

En la Figura 4, se observa el granulo de almidón de papa visto desde un microscopio.



Figura 4. Micrografía del granulo de almidón de papa

Fuente. Izarra *et al.*, (2012).

2.1.2.1. Rendimiento del almidón en papa

Según Lipa, (2013), obtiene el siguiente rendimiento de algunas variedades de papa en la extracción de almidón.

En las características del almidón de la papa se encuentran reportadas por Foraquita, (2003), quien obtuvo el almidón de papa amarga en algunas variedades el cual fue extraído por vía humedad y comparada con sus procesados (chuño blanco) a nivel laboratorio reportando el siguiente rendimiento en la Tabla 3.

Tabla 3. Rendimiento de la obtención del almidón

| Variedad de papa | Rendimiento de almidón | |
|------------------|------------------------|------------------|
| | Papa (%) | Chuño blanco (%) |
| Okukuri (amarga) | 11,6 | 23,8 |
| Piñaza (amarga) | 9,6 | 19,6. |
| Locka (amarga) | 11,1 | 18,9 |

Fuente. Lipa, (2013).

2.1.2.2. Estructura química

La amilosa es básicamente un polímero lineal, constituido por moléculas de D- glucopiranosas unidas casi en su totalidad por enlaces α -1,4 aunque existen también moléculas que poseen unas pocas ramificaciones en posición α - 1,6, alrededor de una cada 180 - 320 glucosa (Subiabre, 2010). La amilopectina a diferencia de la amilosa que constituye el 80 a 85 % restante; es un polímero ramificado de unidades de glucosa unidas en un 94 - 96 % por enlaces α (1 - 4) y en un 4 - 6 % con uniones α (1 - 6). Dichas ramificaciones se localizan aproximadamente a cada 15 - 25 unidades de glucosa. (Izarra *et al.*, 2012).

En la Figura 5 se muestra la distribución y el tamaño de estas ramificaciones varían de acuerdo a la fuente botánica de la cual procede, así mismo, la amilosa y amilopectina poseen diferentes grados de polimerización.

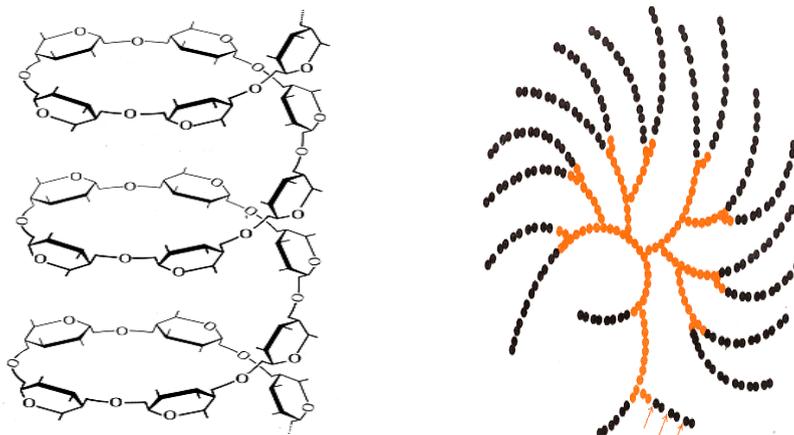


Figura 5: Estructura química de amilosa y amilopectina.

Fuente: Medina, (2013).

El almidón es depositado en forma de gránulos, parcialmente cristalinos cuya morfología, composición química y estructura supramolecular son características de cada especie de planta en particular. El almidón debe mucha de su funcionalidad a dos de sus componentes principales que son carbohidratos de alto peso molecular, la amilosa y la amilopectina, así como la organización física de estas macromoléculas dentro de la estructura granular. (Izarra *et al.*, 2012).

En la Tabla 4, se observan el contenido de amilosa y amilopectina, el grado de polimerización de diferentes fuentes de almidón.

Tabla 4. Contenido de amilosa y amilopectina

| Fuente de almidón | Amilosa % | Amilopectina % | GPP* amilosa | GPP* amilopectina |
|-------------------|-----------|----------------|--------------|-------------------|
| Maíz | 28 | 72 | 800 | 2, 000,000 |
| Papa | 21 | 79 | 3000 | 2, 200,000 |
| Trigo | 28 | 72 | 800 | 2,000,000 |
| Tapioca | 17 | 83 | --- | 2,250,000 |
| Maíz céreo | 0 | 100 | --- | 2,000,000 |
| Sorgo | 28 | 72 | --- | --- |
| Arroz | 17 | 83 | --- | --- |
| Sagú | 27 | 73 | --- | --- |
| Arrurruz | 20 | 80 | --- | --- |
| Amilomaz | 50 - 80 | 20 – 50 | --- | --- |

Fuente: Medina (2013).

Según Alvis (2008), las propiedades fisico-químicas la Tabla 5, muestra los valores obtenidos del análisis fisico-químico de los almidones nativos de ñame, yuca y papa. El contenido de humedad en los cuatro almidones de ñame fue entre 8,66 a 10,22 %, entre 7,80 a 8,47 % en las tres variedades de yuca y 8,50 % en la variedad de papa; estos resultados están acordes con la información reportada en la literatura para almidón nativo de ñame que varía entre 10,00 a 10,40 % (Jinsong *et al.*, 2006), yuca, los cuales varían entre 5,00 a 13,74 %

(Alarcón y Dufour, 1998; Hoover, 2001; Sangeetha, 2006) y para almidón nativo de papa entre 7,00 a 13,3 % (Hoover, 2001; Sangeetha, 2006).

Tabla 5: Análisis proximal en almidones nativos

| Variedad de almidón | Humedad (%) | Amilosa (%) | IAA (g gel/g muestra (BS)) | ISA (g soluble/ g muestra (BS)) |
|---------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------|
| <u>Ñame</u> | | | | |
| Bolañero | 9,75 ± 0,07 | 27,89 ± 0,26 | 2,33 ± 0,01 | 2,11 ± 0,20 |
| Diamante22 | 10,09 ± 0,11 | 27,55 ± 0,36 | 2,39 ± 0,04 | 1,90 ± 0,18 |
| Ecuatoriano | 8,66 ± 0,05 | 25,87 ± 0,24 | 2,39 ± 0,04 | 1,25 ± 0,02 |
| Pico de Botella | 10,22 ± 0,04 | 25,95 ± 0,15 | 2,32 ± 0,02 | 2,79 ± 0,22 |
| <u>Yuca</u> | | | | |
| ICA-C523-7 | 8,47 ± 0,15 | 14,67 ± 0,25 | 4,80 ± 0,00 | 3,70 ± 0,00 |
| HCM-1 | 7,80 ± 0,8 | 14,23 ± 0,55 | 4,77 ± 0,12 | 3,67 ± 0,21 |
| MBra 383 | 7,80 ± 0,31 | 14,43 ± 0,51 | 4,63 ± 0,23 | 2,60 ± 0,10 |
| <u>Papa</u> | | | | |
| ICA Nariño | 8,50 ± 0,26 | 24,00 ± 0,00 | 5,83 ± 0,33 | 2,97 ± 0,12 |

Fuente. Alvis, (2008).

2.1.2.3. Hidrólisis de almidón

Las posibilidades van desde la hidrólisis parcial hasta la hidrólisis total con presencia o no de catalizadores que ayudan a la actividad enzimática.

- **Hidrólisis parcial.** Se obtienen almidones de baja solubilidad en agua fría y alta solubilidad en agua caliente, dando geles de baja viscosidad utilizados en la industria alimenticia como espesantes, o para dotar a los alimentos de una película protectora.

- **Hidrólisis parcial con ácidos.** Se efectúa preferentemente sobre la amilopectina y permite obtener productos que se disuelven y gelifican mejor dando una menor viscosidad. Se emplean como estabilizantes y en la preparación de jaleas.

- **Hidrólisis total, ácida o enzimática.** Se produce glucosa o dextrosa. Cuando la reacción se completa, la suspensión se neutraliza, filtra y concentra para cristalizar la dextrosa. Los jarabes de glucosa obtenidos son muy empleados en la industria de bebidas. (FAO, 2007).

La conversión con enzimas se lleva a cabo por tratamiento de una pasta de almidón, con enzimas hidrolíticas.

2.1.3. Enzimas

Ramos y Zelada, (2017), las enzimas son biomoléculas de naturaleza proteica que aceleran la velocidad de reacción hasta alcanzar un equilibrio. Constituyen el tipo de proteínas más numeroso y especializado y, actúan como catalizadores de reacciones químicas específicas en los seres vivos o sistemas biológicos. Muchas de las enzimas no trabajan solas, se organizan en secuencias, también llamadas rutas metabólicas, y muchas de ellas tienen la capacidad de regular su actividad enzimática estas enzimas se clasifican en:

- Endoamilasas : (α -amilasa).
- Exo-amilasas : (β -amilasa y glucoamilasa).
- Amilasas desramificantes : (pululanasa e isoamilasa).

2.1.3.1. α -amilasa

Las amilasas (EC 3.2.1.1; 1-4-a-D-glucano glucanohidrolasa) son enzimas que actúan hidrolizando los enlaces a-1,4-glicosídicos del almidón, el glucógeno y sus derivados, La actividad endoglicolítica en los enlaces a-1,4-D-glucosídicos en almidón crudo, soluble, producen dextrina y oligosacáridos los cuales son sujetos a la acción de las exoglucosidasas, las a-amilasas son miembros de la familia del glucósido hidrolasas 13 (GH-H), una clasificación basada en la secuencia de aminoácidos. (Cortés, 2008). Otra característica importante que distingue a los diferentes tipos de α -amilasas estudiadas es la correspondiente a los productos finales derivados del hidrólisis del almidón; estos productos

pueden diferir tanto en tamaño como en configuración y en proporción de cada uno de ellos con respecto al total. Por un lado, esta enzima es capaz de hidrolizar completamente la molécula de amilosa hasta unidades de glucosa y maltosa, mientras que la molécula de amilopectina solo es hidrolizada parcialmente quedando como productos residuales moléculas de oligosacáridos integrados por 2 a 7 unidades de glucosa dependiendo de la fuente de obtención a la α -amilasa utilizada (González, 2017).

Las enzimas amilolíticas o amilasas son de cuatro diferentes tipos y se diferencian entre ellas por la manera en que hidrolizan los enlaces químicos del almidón: las a y b- Amilasas atacan los enlaces glucosídicos a-1,4, las glucoamilasas los a-1,4, y a- 1,6, y las del grupo de las amilopectina-1,6-glucosidasas hidrolizan exclusivamente los enlaces a-1,6 Las más importantes son la a y b- amilasas, que se llaman así porque al incubarse con una solución de amilosa, la primera aumenta la rotación óptica y la segunda la reduce. (Cortés, 2008).

En la Tabla 6, se observa los parámetros cinéticos de diferentes enzimas de mayor interés utilizadas en la industria.

Tabla 6. Parámetros cinéticos de la α -amilasa

| Fuente | pH óptimo | T Óptima (°C) | Punto isoeléctrico | PM* (g/mol) | Productos finales |
|-----------------------------|-----------|---------------|--------------------|-------------|-------------------|
| Malta de Cebada | 5-6 | 50-60 | 5,75 | 60 000 | G2, G4 y G5 |
| Páncreas porcino | 6-7 | 40-50 | 5,2-5,6 | 45 000 | G2 y G3 |
| <i>Aspergillus oryzae</i> | 4,5-5,5 | 40-50 | -- | 51 000 | G2 y G3 |
| <i>B. amiloliquefaciens</i> | 5,9 | 70 | 5,2 | 49 000 | G5, G6 y G7 |
| <i>B. licheniformis</i> | 7,7-9,0 | 90 | 5,2 | 62 000 | G2, G3 y G5 |
| <i>B. subtilis</i> | 6,8 | 60 | --- | 41 000 | G2, G4 y G6 |

Fuente. Gonzales, (2017).

* PM: Peso molecular. G2, G3, G4, G5, G6 y G7 corresponden a unidades de maltosa, maltotriosa, maltotetraosa maltopentosa, maltohexosa y maltoheptaosa, respectivamente.

2.1.4. Maltodextrinas

Las maltodextrinas son una mezcla de oligosacáridos constituidos por D-glucosa unidas por enlaces glucosídicos α -1,4 y que se obtienen a partir de la hidrólisis controlada del almidón, mediante la utilización de ácidos o enzimas para conservar un $DE < 20$; las maltodextrinas se clasifican en base a su contenido de azúcares reductores directos, expresado en equivalentes de dextrosa (DE) que se define como el grado de hidrólisis de la molécula de almidón o como el contenido de azúcares reductores directos, expresado en [%] de glucosa en base seca. (Cortés, 2008).

Las maltodextrinas tienen una gran variedad de aplicaciones, principalmente en la industria alimenticia y farmacéutica donde funcionan como: agentes estabilizantes, espesantes, extensores, reemplazadores de grasas y aceites en aderezos para ensaladas, margarinas y postres congelados, agentes encapsulantes o vehículos para procesos de secado por aspersion de pigmentos naturales, aceites esenciales, sabores, etc., ayudan a controlar la textura, la higroscopicidad y la densidad en algunos alimentos. (Ramos y Zelada, 2017).

Si el almidón se ha convertido completamente en glucosa, el jarabe tiene un equivalente a dextrosa del 100 % (DE); los jarabes con menor DE tienen más dextrinas y maltosa y menos glucosa. Las principales características de los jarabes maltosados y de la maltosa son: Alta higroscopicidad, baja viscosidad en solución, resistencia a la cristalización, bajo poder edulcorante, menor tendencia al oscurecimiento, alta estabilidad térmica, la maltosa presenta menor presión osmótica que la glucosa y es adecuada para diabéticos por la más lenta liberación de glucosa. (García, 1998).

Se obtienen por tratamiento del almidón con α -amilasa. El jarabe resultante es filtrado y refinado con carbón activado antes del secado por aspersion. Su equivalente de dextrosa (DE) varía entre 3 - 20. Se utilizan en alimentos como encapsulantes de sabor, aromas y color, espesantes y estabilizantes de emulsiones y espumas y en formulaciones de alimentos infantiles y dietéticos. (FAO, 2007). Aparicio, (2006), aisló almidón a partir de chícharo obteniendo un rendimiento de 56,4 %, 12,9 % de humedad, 9,8 % de proteína y 0,6 % de cenizas; en cuanto a la hidrólisis con α -amilasa de *B. subtilis* presentó una actividad muy elevada; y obtuvo maltodextrina con DE de 6; 9,9; 8,5; 12,8; 14,1 y 23 utilizando una

concentración de enzima de 0.5 m g/mL y tiempos de hidrólisis de 5, 15, 45 y 90 minutos.

En la Tabla 7, se presenta un resumen de las condiciones para la obtención de maltodextrina por diferentes autores, donde se observa que se han obtenido maltodextrina con un DE desde 1,14 hasta 21,59 % utilizando diferentes fuentes de almidón y de α -amilasa.

Tabla 7. Condiciones para la obtención de maltodextrina por diferentes autores.

| Investigador | origen del almidón | Condiciones de hidrólisis | | | | |
|------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|--------|
| | | Sustrato (%) | Enzima ($\mu\text{g/mL}$) | Origen de la α amilsasa | tiempo de hidrolisis | DE (%) |
| Montañez 1999 | Maíz | 10 | 5 | | 20 | 3,60 |
| | | | | | 40 | 6,89 |
| | | | | | 60 | 10,17 |
| | | | | | 80 | 13,46 |
| | | | | | 100 | 16,75 |
| | | | | | 120 | 20,03 |
| | Papa | 10 | 5 | <i>Aspergillus oryzae</i> | 20 | 3,49 |
| | | | | | 40 | 6,74 |
| | | | | | 60 | 9,98 |
| | | | | | 80 | 13,23 |
| | | | | | 100 | 16,48 |
| | | | | | 120 | 19,72 |
| | Arroz | 10 | 5 | | 20 | 4,21 |
| | | | | | 40 | 7,69 |
| | | | | | 60 | 11,16 |
| | | | | | 80 | 14,64 |
| | | | | | 100 | 18,12 |
| | | | | | 120 | 21,59 |
| | Maíz | 10 | 8 | Malta de cebada | 20 | 4,01 |
| | | | | | 40 | 7,3 |
| | | | | | 60 | 10,59 |
| | | | | | 80 | 13,88 |
| | | | | | 100 | 17,18 |
| | | | | | 120 | 20,47 |
| Papa | | 10 | 8 | | 20 | 3,87 |
| | | | | | 40 | 7,27 |
| | | | | | 60 | 10,67 |
| | | | | | 80 | 14,07 |

| | | | | | |
|--|----------|----|------------------------------|-----|-------|
| | | | | 100 | 17,47 |
| | | | | 120 | 20,87 |
| | | | | 20 | 3,75 |
| | | | | 40 | 6,98 |
| | Arroz | 10 | 8 | 60 | 10,20 |
| | | | | 80 | 13,43 |
| | | | | 100 | 16,66 |
| | | | | 120 | 19,88 |
| | | | | 10 | 5,42 |
| | Platano | | | 30 | 7,8 |
| | tabasco | 1 | 30 | 45 | 9,1 |
| | verde | | | 60 | 10,8 |
| | | | | 75 | 14,40 |
| | | | | 90 | 16,27 |
| | | | | 30 | 2,94 |
| | Platano | | | 60 | 6,19 |
| | tabasco | 3 | 500 | 90 | 8,87 |
| | verde | | | 120 | 11,19 |
| | | | Malta de cebada | 150 | 13,06 |
| | | | | 60 | 5 |
| | Lentejas | 3 | 80 | 180 | 10 |
| | | | | 240 | 15 |
| | | | | 300 | 20 |
| | | | | 5 | 5 |
| | Habas | 3 | 60 | 10 | 10 |
| | | | | 15 | 15 |
| | | | | 30 | 20 |
| | | | | 30 | 5,9 |
| | Papa | 6 | 20 | 60 | 9,3 |
| | | | Malta de cebada | 120 | 14,1 |
| | | | | 180 | 20,5 |
| | | | | 2 | 6 |
| | Papa | 6 | 0.5 | 15 | 10,8 |
| | | | <i>Bacillus subtilis</i> | 30 | 14,3 |
| | | | | 50 | 18,9 |
| | Chícharo | | | 30 | 6,17 |
| | maduro | | | 60 | 11,96 |
| | seco | 6 | 20 | 120 | 15,87 |
| | | | Malta de cebada | 180 | 20,78 |
| | | | | 5 | 4,98 |
| | Chícharo | 8 | 0.5 | 15 | 10,23 |
| | maduro | | <i>Bacillus subtilis</i> | 45 | 14,59 |
| | | | | 90 | 19,63 |

seco

| | | | | | | |
|------------------|----------|---|----|------------------------------|-----|------|
| Salmerón 2004 | Garbanzo | 4 | 12 | <i>Aspergillus niger</i> | 15 | 10,3 |
| | | 5 | | | 15 | 9.9 |
| | | 1 | | | 30 | 15 |
| | | 3 | | | 240 | 8 |

Fuente. Cortés, (2008).

2.2. Antecedentes

Sabogal *et al.*, (2015) en su investigación: “Aprovechamiento de pulpa y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* spp) para la obtención de maltodextrina”. Obtuvo maltodextrina de almidones de pulpa y cáscara de plátano a través de hidrólisis enzimática. La hidrólisis se realizó con la enzima α - amilasa de origen fúngico. Se prepararon soluciones de ambos almidones en agua (20 % p/v) y se ajustó su pH a 6,5. En un baño térmico se calentaron las soluciones hasta 72 °C, temperatura a la que se adicionó la enzima en concentración de 0,02 % v/v. El proceso se realizó con agitación manual durante 15 minutos. La enzima fue inactivada con choque térmico a 4 °C \pm 2 por 5 minutos. El secado se realizó en un secador por atomización a temperaturas de 110, 120 y 130 °C. En cuanto al análisis químico de las maltodextrinas. El incremento en la temperatura generó mayor disminución de la aw ($p < 0,05$). En maltodextrina de pulpa, la aw osciló entre 0,31 \pm 0,002 y 0,45 \pm 0,002, mientras que el almidón tiene una aw de 0,53 \pm 0,002; siendo los tratamientos 1 y 3 los que presentaron una menor aw, La maltodextrina de cáscara de plátano presentó aw entre 0,36 \pm 0,003 y 0,44 \pm 0,003, el almidón de cáscara tuvo una aw de 0,52 \pm 0,003. Con respecto al contenido de humedad se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). La maltodextrina obtenida de pulpa y cáscara de plátano presentaron valores de CH que oscilan entre 6,95 \pm 0,57 y 9,17 \pm 0,58 para pulpa y 7,61 \pm 0,65 y 9,35 \pm 0,65 para cáscara, mientras que los almidones de pulpa y cáscara presentaron un CH de 11,71 \pm 0,58 y 12,68 \pm 0,65, respectiva mente. El menor contenido de humedad fue generado a temperatura de secado de 130 °C. Productos con valores de aw menores a 0,6 pueden ser considerados estables desde el punto de vista microbiológico y con valores entre 0,2 y 0,4 permiten asegurar que son estables

frente a pardeamiento y reacciones hidrolíticas, oxidación lipídica, auto-oxidación, y actividad enzimática y enzimáticas.

Aquino-Vásquez *et al.*, (2015) en su investigación: “Determinación de parámetros cinéticos para la obtención de maltodextrinas a partir de almidón de plátano”. Evaluó el efecto de la concentración de enzima, y temperatura en la actividad de α -amilasa sobre almidón de plátano. Se determinó la cantidad de grupos reductores liberados de la reacción, colorimétricamente con ácido 3 - 5 dinitrosalicílico y la velocidad fue reportada como mg de maltosa liberados / min. Las condiciones óptimas para la hidrólisis del almidón de plátano con la enzima α -amilasa comercial son: Concentración de enzima de 0,02 % (v/v) y temperatura de 70 °C. La energía de activación de la reacción es de -14,5 kcal/gmol. Estos parámetros cinéticos permitirán realizar cálculos para el diseño de un reactor enzimático a nivel planta piloto.

Díaz *et al.*, (2002) en su investigación: “Estudio de la modificación vía enzimática de almidón de yuca para la obtención de maltodextrinas”. Donde investigo el efecto de las variables más relevantes en el proceso de hidrólisis enzimática del almidón de yuca, a escala laboratorio, con el fin de determinar las condiciones industriales apropiadas para obtener maltodextrinas de diferentes grados de conversión. Se empleó una α -amilasa proveniente de una cepa genéticamente modificada de *Bacillus licheniformis*. Previa selección de las variables se parte de un diseño experimental basado en el diseño estadístico factorial fraccionado, donde se trabajó cada variable a dos niveles, teniendo como variable respuesta el equivalente de dextrosa (DE). Las variables estudiadas fueron: temperatura (80 - 90 °C), pH (5,5 - 6,5), concentración de almidón (30 - 40 % w/w), adición de enzima (0,58 - 0,83 μ l/g almidón) y adición de cofactor (50 - 70 mg/L de CaCl). Se seleccionaron algunos ensayos con el fin de establecer el comportamiento reológico, así como para determinar las variables relevantes sobre las propiedades funcionales de la maltodextrina en solución. Las variables con mayor incidencia fueron la temperatura y la dosis enzimática, tanto en el análisis de la velocidad inicial de hidrólisis con respecto al tiempo de reacción, como en el análisis respecto al grado de conversión obtenido en los hidrolizados. Se obtuvo un equivalente de dextrosa hasta de 30 para el tiempo de reacción estudiado, así como

la más alta velocidad inicial de reacción (21,7 DE/hora) para el ensayo con pH y dosis de enzima en sus niveles altos. Las propiedades funcionales de la maltodextrina en solución se ven afectadas, solamente, para la temperatura y la concentración de almidón.

González, (2017), en su investigación: “Obtención de maltodextrinas por vía enzimática a partir del almidón de camote de cerro (*Dioscorea remotiflora* kunth)”. Se realizó el análisis químico proximal de los tubérculos, se extrajo el almidón contenido en los mismos y se le determinó su caracterización química, contenido de almidón resistente, amilosa y amilopectina. Mediante el uso de la enzima α -amilasa de *Bacillus licheniformis*, posteriormente se determinaron las condiciones de hidrólisis óptimas (temperatura, pH, concentración de enzima y tiempo de hidrólisis) para la obtención de Maltodextrinas con 5, 10, 15 y 20 ED, a partir del almidón de camote de cerro. Finalmente se determinaron las propiedades fisicoquímicas y funcionales de cada una de las maltodextrinas obtenidas, y se compararon con las que presentan las maltodextrinas comerciales que son obtenidas a partir del almidón de maíz. En base seca, los carbohidratos representan el principal componente de los tubérculos de camote de cerro, su contenido fue de $83,35 \pm 0,18$ %. El rendimiento alcanzado en base húmeda en el proceso de obtención de almidón a partir del camote de cerro fue de $154,7 \pm 5,4$ g/kg. El principal constituyente del almidón de camote de cerro fueron los carbohidratos, su contenido fue de $96,86 \pm 0,37$ %. El almidón de camote de cerro está integrado por $30,15 \pm 0,57$ % de amilosa y el restante $69,85 \pm 0,57$ % de amilopectina; además, su contenido de almidón resistente es tan bajo ($0,08 \pm 0,01$ %) que resulta despreciable. El almidón de camote de cerro se clasifica como un almidón de alta amilosa o amilo almidón, debido a que el contenido de esta fracción es superior al 30 %. La enzima α -amilasa de *Bacillus licheniformis* presentó un pH óptimo entre 6 - 8 unidades, y una temperatura optima entre 70 y 80 °C. Cuando el proceso de obtención de maltodextrinas se lleva a cabo a una concentración de almidón del 10 %, temperatura de 70 °C, pH de 6,9 y una concentración de enzima de 1 $\mu\text{g/mL}$, existe una dependencia lineal entre el contenido de ED y el tiempo de hidrólisis (t) requerido para la obtención de las diferentes maltodextrinas de interés [ED = 0,1819 (t)]. Bajo estas condiciones, los tiempos de hidrólisis requeridos para obtener maltodextrinas con 5, 10, 15 y 20

ED fueron de 27,5; 55,0; 82.5 y 110,0 minutos respectivamente. Las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las maltodextrinas obtenidas a partir del almidón de camote de cerro fueron similares a las que presentan las maltodextrinas comerciales que se obtienen a partir del almidón de maíz, principal fuente utilizada en la producción industrial de estos insumos.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Si logramos determinar los parámetros óptimos entonces lograremos obtener maltodextrina de papa en la variedad Canchan con las mejores características.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Si determinamos características físico químicas de manera adecuada obtendremos una maltodextrina de la papa en la variedad Canchan con características de calidad y aceptabilidad.
- Si determinamos características físicas de manera adecuada obtendremos una maltodextrina de papa de la variedad canchan con características de calidad y aceptabilidad.
- Obteniendo la maltodextrina mediante la hidrolisis enzimática del almidón papa de la variedad canchan se podrá determinar el rendimiento.

2.4. Variables

2.4.1. Variable independiente

- Determinación de diferentes parámetros para la obtención de maltodextrina

2.4.2. Variable dependiente

- Características fisicoquímico de la maltodextrina de papa de la variedad Canchan.
- Características físicas de la maltodextrina de papa de la variedad Canchan.
- Rendimiento de la maltodextrina de papa de la variedad Canchan.

Operacionalización de variables

En la Tabla 8, se muestra la operacionalización de las variables en estudio.

Tabla 8. Operacionalización de variables

| OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | |
|---------------------------------|--|--|----------------------------------|--|
| | Variables | Operacionalización | Dimensiones | Indicadores |
| Variable Independiente | Temperatura | Operacionalización de variables | Diferentes temperaturas | T1: 40 °C T2: 50 °C T3: 60 °C |
| | Tiempo de hidrólisis | Si determinamos parámetros óptimos con | Diferentes tiempos de Hidrolisis | T1: 60 min T2: 90 min T3: 120 min |
| Variable Dependiente | Maltodextrina de papa (<i>solanun tuberosum</i>) variedad Canchan con características de calidad y aceptabilidad | Temperatura, tiempo obtendremos una maltodextrina de papa de la variedad Canchan con mejores características de calidad y aceptabilidad. | Características fisicoquímicas | Equivalente de dextrosa (ED) Azúcares reductores pH Contenido de humedad. Densidad aparente Densidad empacada |
| | | | Características físicas | Índice de solubilidad Índice de absorción de agua Poder de hinchamiento |
| | | | Rendimiento | Rendimiento% |

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y Nivel de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo aplicado, ya que se manipuló deliberadamente las variables que actúan como “causas” (variable independiente) para determinar sus “efectos” sobre una o más variables dependientes dentro de un parámetro de control por parte del investigador.

3.1.2. Nivel de Investigación

Nivel experimental porque dio solución a problemas sencillos, cuantitativo, pero con calificaciones e interpretaciones cualitativas, con apoyo de cálculos matemáticos, estadísticos y computarizados.

3.2. Lugar de ejecución

Se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

La población estuvo constituida por la papa de la variedad Canchan proveniente del distrito Chaglla que pertenece a la provincia de Pachitea departamento de Huánuco.

3.3.2. Muestra

Papa de la variedad Canchan que formó un tratamiento con sus respectivas repeticiones. De cada tratamiento se tomó lo necesario y adecuado para cada análisis correspondiente.

3.3.3. Unidad de análisis

Cada unidad experimental fue la maltodextrina, obtenida a partir de la papa de la variedad Canchan a diferentes parámetros en la hidrólisis enzimática.

3.4. Tratamientos en estudio

3.4.1. Factores de estudio

Los factores en estudio en la obtención de maltodextrina con tres tiempos de hidrólisis enzimática, tres temperaturas de hidrólisis enzimática que se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Factores de estudio

| Tratamientos | Temperatura de hidrólisis (°C) | Tiempo de hidrólisis (min) |
|--------------|--------------------------------|----------------------------|
| T1 | 40 | 60 |
| T2 | 40 | 60 |
| T3 | 40 | 60 |
| T4 | 50 | 90 |
| T5 | 50 | 90 |
| T6 | 50 | 90 |
| T7 | 60 | 120 |
| T7 | 60 | 120 |
| T9 | 60 | 120 |

3.5. Prueba de hipótesis

- **En el estudio de las características fisicoquímicos con diferentes parámetros para la obtención de maltodextrina**

H₀: Los parámetros de hidrólisis enzimática en la obtención de maltodextrina no tuvieron diferencias con respecto a sus características fisicoquímico.

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = \tau_7 = \tau_8 = \tau_9 = 0$$

H_i: Al menos uno de los diferentes parámetros de hidrólisis enzimática en la obtención de maltodextrina presentó diferencia alguna con respecto a sus características fisicoquímico.

$$H_i: \text{Al menos } \tau_i \neq 0$$

- **En el estudio de las características físicas con diferentes parámetros para la obtención de maltodextrina**

H₀: Los parámetros de hidrólisis enzimática en la obtención de maltodextrina no tuvieron diferencias con respecto a sus características físicas.

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = \tau_7 = \tau_8 = \tau_9 = 0$$

H_i: Al menos uno de los diferentes parámetros de hidrólisis enzimática en la obtención de maltodextrina presentó diferencia alguna con respecto a sus características físicas.

$$H_i: \text{Al menos } \tau_i \neq 0$$

- **En el estudio del rendimiento de la maltodextrina con diferentes parámetros para la obtención de maltodextrina**

H₀: Los parámetros de hidrólisis enzimática en la obtención de maltodextrina no tuvieron diferencias con respecto al rendimiento de la maltodextrina.

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = \tau_7 = \tau_8 = \tau_9 = 0$$

H_i: Al menos uno de los diferentes parámetros de hidrólisis enzimática en la obtención de maltodextrina presentó diferencia alguna con respecto al rendimiento de la maltodextrina.

$$H_i: \text{Al menos } \tau_i \neq 0$$

3.5.1. Diseño de la investigación

El diseño experimental que se utilizó para realizar la “Determinación de parámetros óptimos por vía enzimática para la obtención de maltodextrina a partir de papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad canchan”, elaborada con tres tiempos diferentes de hidrólisis y tres diferentes temperaturas; fue un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 factores con 3 niveles cada una, que tiene la ecuación siguiente:

$$Y = \mu + \alpha + \beta + (\alpha\beta) + \varepsilon$$

Dónde:

Y_o = Contenido de maltodextrina encontrado en hidrólisis enzimática sometido a él i-ésimo tiempo y a la j-ésima temperatura.

μ = Efecto de la media general.

α = Efecto del i-ésimo nivel de tiempo.

β_j = Efecto del j-ésimo nivel de temperatura.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de tiempo y j-ésimo nivel de temperatura.

$(\varepsilon)_{ij}$ = Error experimental

3.5.2. Datos registrados.

De acuerdo a los objetivos y variables del estudio, se registraron las características biométricas de la papa de la variedad Canchan; el rendimiento y las características fisicoquímico del almidón. Así mismo se registraron los diferentes tiempos y temperaturas de hidrólisis enzimática en la obtención de maltodextrina, las características fisicoquímico, las características físicas, y el rendimiento de la maltodextrina.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

En la obtención y registro de datos se utilizó formatos elaborados acorde al estudio, memorias USB donde se almacenó los datos, cuaderno de apuntes, lápices, lapiceros.

a. Técnicas de investigación documental o bibliográfica

- Análisis documental. - permitió el análisis del material que se estudió y precisó desde un punto de vista formal y desde su contenido.

b. Análisis de contenido: Se estudió y analizó de una manera objetiva y sistemática el documento leído.

c. Fichaje: Se usó para construir el marco teórico y la bibliografía de dicho informe de tesis.

d. Instrumento de recolección de datos: Los instrumentos fueron elaborados y a la vez se sometieron a juicios de expertos para su evaluación de coherencia y correlación. Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

Instrumento de investigación documental

- Fichas de investigación o documentación
 - Comentario
 - Resumen
 - Combinadas
- Fichas de registro o localización
 - Bibliografías
 - Internet

Instrumento de recolección de información en laboratorio

- Cuaderno de apuntes

Procesamiento y presentación de los resultados

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office 2007 con sus hojas: de texto Word y de cálculos Excel. De acuerdo al diseño de investigación la presentación de los resultados fue en cuadros, y figuras según corresponda y para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizó el software estadístico SPSS.

3.6. Materiales y equipos

3.6.1. Materia prima

- Se utilizó papa de la variedad Canchan.

3.6.2. Reactivos

- Maltodextrina comercial EU NUTRITION
- Enzima α -amilasa de malta HIMEDIA
- NaOH IDROSSIDO DI SODIO per analisi
- Reactivo DNS SIGMA

3.6.3. Equipos y materiales

- Estufa ECOCELL MMMGROUP
- Termómetro
- pH metro Milwaukee pH 55
- Cocina eléctrica
- Balanza analítica Adventurer OHAUS
- Liofilizador MRC T° (-65 °C) P vacío 0
- Centrifuga ROTINA 380 HETTICH ZENTRIFUGEN
- Mechero de bunsen
- Baño maría GFL 1083
- Trípode
- Malla de asbesto
- Tamiz malla 250 μ m ELE INTERNATIONAL
- Tubos FALCO
- Refrigeradora MABE
- Mini centrifuga MINI SPIN PLUS EPPENDORF
- Vortex TURBO MIXER
- Espectrofotómetro GENESYS 10S UV-W
- Microtubos 1.5 mL
- Puntas de 200 y 1000 uL
- Rack de 200 y 1000 uL
- Materiales de vidrio (probeta, balón, matraces, pipetas, crisoles, fiola, bureta, embudos, baguetas, vasos precipitados, etc.).

3.7. Conducción de la investigación.

En la Figura 5, se presenta el esquema experimental que se utilizó para la conducción y ejecución del trabajo de investigación:

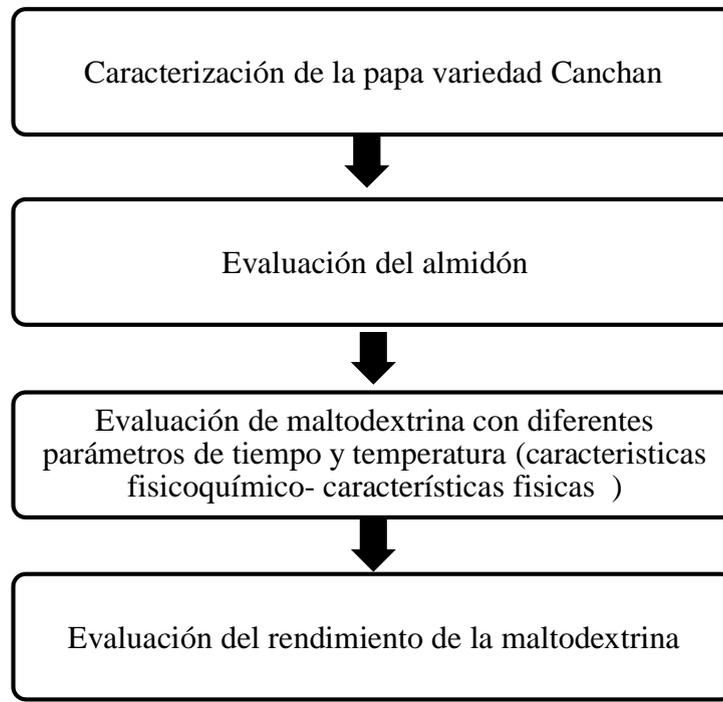


Figura 5. Diagrama de flujo conducción de la investigación

3.7.1. Caracterización de la papa variedad Canchan

Caracterización biométrica

Se realizó con la finalidad de caracterizar la materia prima en las siguientes medidas:

- Se determinó la longitud y diámetro ecuatorial 1 y 2, con ayuda de vernier digital (Huamán, 1994).
- Peso, se utilizó la balanza de precisión de rango 0,01 - 100 g. (Mohsenin, 1978).
- Las características morfológicas: peridermo, forma, por método descriptores del CIP (Huamán, 1994).

3.7.2. Evaluación del almidón

3.7.2.1. Obtención del almidón

En la Figura 6, se muestra el diagrama de flujo, con las operaciones correspondientes en la obtención de almidón de papa Canchan

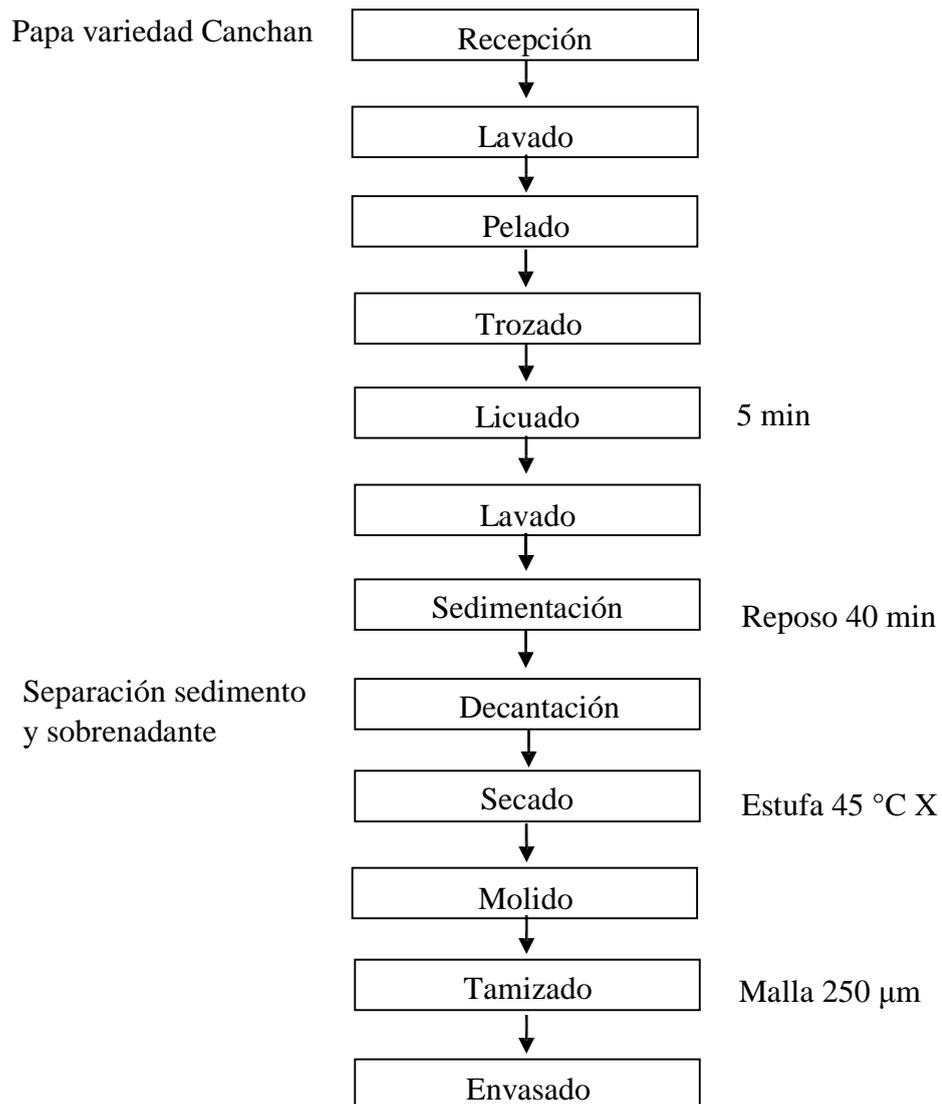


Figura 6. Diagrama de flujo extracción de almidón

Fuente. Adaptado de González, (2017).

La extracción del almidón contenido de papa Canchan se realizó de acuerdo a la metodología:

- **Recepción**

Se recepcionó la papa de la variedad Canchan y se procedió a pesarlos.

- **Lavado**

Los tubérculos frescos de papa Canchan fueron lavados con abundante agua para eliminar la tierra e impurezas.

- **Pelado**

Se procedió a pelar de forma manual.

- **Trozado**

Se trozaron para facilitar el licuado

- **Licuado**

Se licuó por 5 min a la máxima velocidad, en una licuadora industrial.

- **Lavado**

Una vez terminado la operación de licuado, se lavó con agua y agitación constante, para extraer mayor porcentaje de almidón.

- **Sedimentación**

Se mantuvo en reposo durante 40 minutos para lograr la sedimentación del almidón.

- **Decantación**

Después de sedimentar la suspensión se decantó y se separó del sobrenadante.

- **Secado**

Se utilizó la estufa a 45 °C por 24 horas.

- **Molido**

El almidón obtenido fue molido con un mortero

- **Tamizado**

Se tamizó con una malla de 250 µm de apertura

- **Envasado**

El almidón fue envasado en un frasco con tapa hermética, debidamente identificado y se almacenó a temperatura ambiente para su posterior análisis.

3.7.2.2. Características fisicoquímicas del almidón

- **pH:** Se midió por el método potenciométrico de medida directa (AOAC, 1994).
- **Humedad:** Método de la AOAC. 925.10, basado en la pérdida de peso que sufrió la muestra por calentamiento hasta obtener peso constante.
- **Densidad aparente y empacada:** Técnica que se usó (Smith, 1967). La densidad aparente se determinó utilizando la relación entre el peso de la muestra que ocupa un volumen conocido.
 - **Densidad aparente del almidón suelto,** se pesó la probeta graduada vacía. Se adicionó cuidadosamente con una espátula la muestra de almidón a la probeta de 50 mL por medio de un embudo hasta que el volumen total sea libremente completado.
 - **Densidad aparente del almidón empacado,** se sostuvo la probeta con la muestra de almidón en un vibrador y se adicionó almidón hasta que el volumen ocupado sea el valor mínimo. Se realizó la vibración durante cinco minutos a una frecuencia y amplitud de manera tal que la probeta vibró rítmicamente con la base de madera. Se midió el volumen de muestra empacada.

Cálculos e interpretación de los resultados

Densidad aparente del almidón suelto (g/mL) = [(peso probeta + almidón suelto) (g)] - peso probeta vacía (g)/250ML.

Densidad aparente del almidón empacado (g/mL) = [(peso de probeta + almidón empacado) (g)] – peso probeta vacía (g)/Volumen de muestra empacada (mL).

- **Distribución del tamaño del gránulo:** La técnica que se usó (ISI, 1999) .La distribución del tamaño del granulo del almidón se determinó utilizando un equipo Ro-tap que consta de un grupo mínimo de tamices con cribas de malla 140 (106 µm), 80 (180 µm) y 60 (250 µm).
- **Color:** Se midió las coordenadas de color CIEL a*b* según Konica, (2012).
- **Índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua y poder de hinchamiento:** Se pesó tubos de centrifuga secos a 60 °C. Se pesó en los tubos 1,25 g de muestra (bs) y agregó exactamente 30 mL de agua destilada precalentado a 60 °C y se agitó (sin excederse). Se colocó en baño de agua a 60 °C durante 30 minutos; se agitó la suspensión a los 10 minutos

de haber iniciado el calentamiento. Se centrifugó a temperatura ambiente a 4 900 RPM durante 30 minutos. Se decantó el sobrenadante inmediatamente después de centrifugar (máximo un minuto después) y se midió el volumen. Se tomó 10 mL del sobrenadante y colocó en un vaso de precipitados de 50 mL (previamente pesado). Se secó el sobrenadante en un horno durante toda la noche a 70 °C. Se pesó el tubo de centrifuga con el gel. Se pesó el vaso de precipitados con los insolubles. Técnica que se usó (Anderson *et al.*, 1969).

Índice de absorción de agua (IAA) = Peso del gel (g) / Peso muestra (g) bs.

Índice de solubilidad en agua (ISA) = Peso solubles (g) × V × 10 / Peso muestra (g) bs.

Poder de hinchamiento (PH)= Peso del gel (g) / Peso muestra (g) bs – Peso solubles (g).

3.7.2.3. Rendimiento en almidón

Se determinó el rendimiento de extracción, mediante el peso del almidón seco en relación al peso de la papa sin cáscara (Ecuación 1), guiándonos de la ecuación usada por Palomino, (2018), para hallar rendimiento.

$$\% R = \frac{PI}{PP} \times 100 \dots (1)$$

Dónde:

% R = Porcentaje de rendimiento de la extracción

PP= Peso del almidón seco (g)

PI = Peso de la papa (g)

3.7.3. Evaluación de la maltodextrina con diferentes parámetros de tiempo y temperatura

3.7.3.1. Obtención de maltodextrina

En la Figura 7, se muestra el diagrama de flujo, con las operaciones correspondientes en la obtención de maltodextrina.

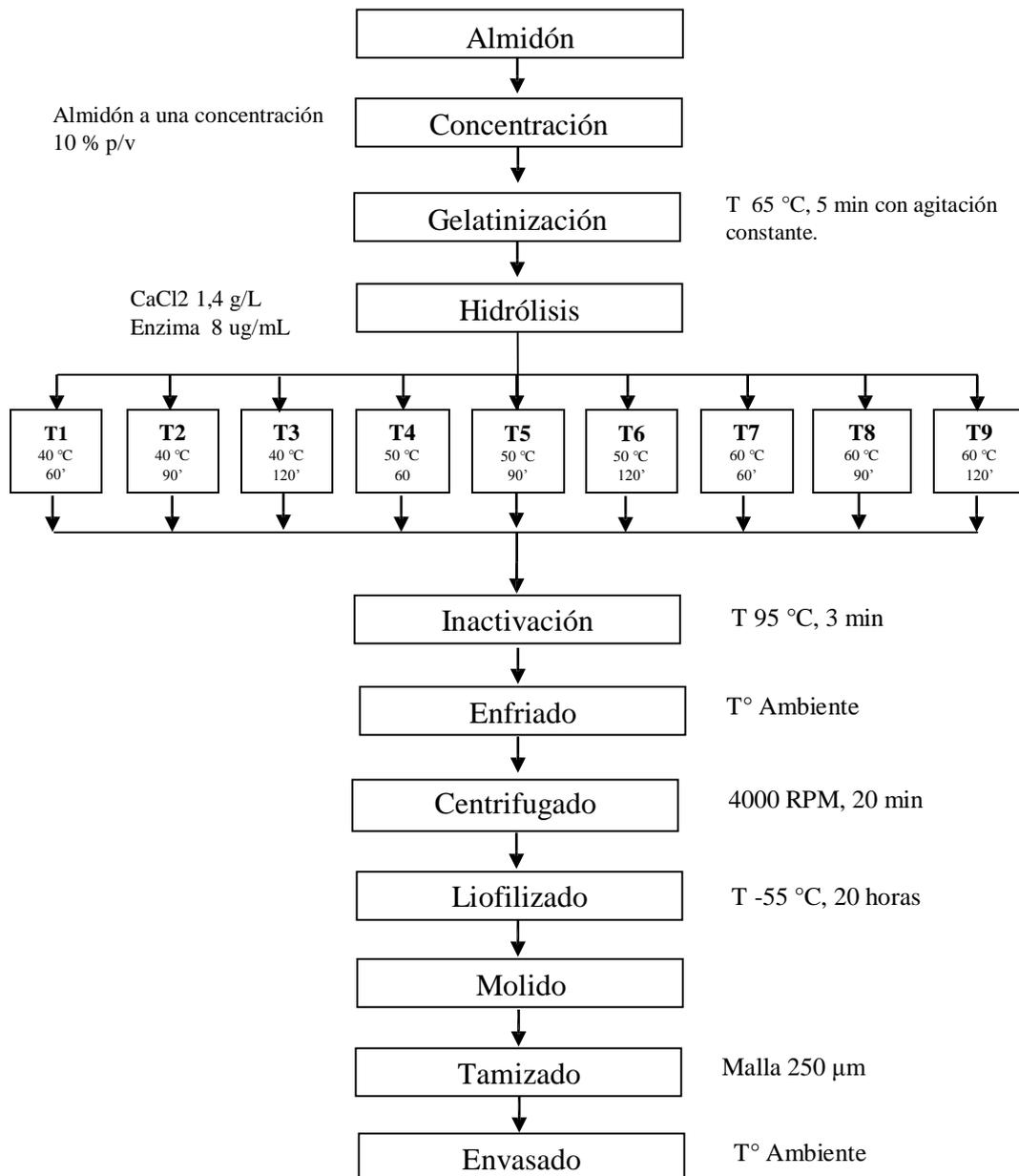


Figura 7. Diagrama de flujo obtención de maltodextrina

Fuente. Adaptado de Estrada *et al.*, (2008).

- **Concentración**

Se preparó una suspensión de almidón a una concentración de 10 %.

- **Gelatinización**

El almidón se gelatinizó a una temperatura de 65 °C con agitación constante.

- **Hidrólisis**

Después de la gelatinización del almidón se adicionó CaCl₂ a una concentración de 1,4 g/L de suspensión seguido de la enzima α-amilasa, a una concentración de 8 ug/mL de enzima. La reacción de hidrólisis se llevó a cabo en baño maría; se procesaron muestras individuales a una temperatura de 40, 50 y 60 °C en un tiempo de 60, 90 y 120 min.

- **Inactivación enzima**

Una vez concluido el tiempo de reacción deseado, la reacción se detuvo por inactivación de la enzima mediante adición de calor durante 3 min a 93 °C.

- **Enfriado**

Se enfrió el hidrolizado a temperatura ambiente.

- **Centrifugado**

Se centrifugó a 4000 RPM por 20 minutos

- **Liofilizado**

Una vez centrifugado se obtuvo la maltodextrina en forma líquida, se secaron utilizando el liofilizador a presión de vacío de 0 Pa y una temperatura de -55 °C por 20 horas.

- **Molido y Tamizado**

Fue molido con un mortero y tamizado con una malla de 250 µm de apertura

- **Envasado**

Fue envasado en un frasco con tapa hermética, debidamente identificado y se almacenó a temperatura ambiente para su posterior análisis.

3.7.3.2. Evaluación de las características fisicoquímico

Azúcares reductores

La determinación de azúcares reductores se realizó por el método del ácido 3,5 dinitrosalisílico (DNS) (Miller, 1959) que consistió en la óxido- reducción en medio alcalino del ácido 3,5 dinitrosalisílico con los azúcares reductores. El DNS reaccionó con el grupo reductor de la glucosa y fructuosa para formar un compuesto rojo-marrón que tiene máxima absorción a 550 nm.

Determinación del contenido de equivalente de dextrosa.

El contenido de equivalentes de dextrosa en las maltodextrinas se determinó de acuerdo con el método propuesto por Delheye y Moreels, (1988), El equivalente de dextrosa de una sustancia se refiere a su poder reductor calculado como la cantidad de glucosa presente en la muestra y se expresa en base seca. Se obtiene aplicando la siguiente ecuación.

(Ecuación 2).

$$ED (\%) = (\% \text{ ARD} / \% \text{ de muestra seca}) \times 100$$

Medición del pH

Se realizó la medición del pH, donde se determinó la acidez de la maltodextrina, utilizando el equipo de potenciometría (AOAC, 1994).

Humedad

Método de la AOAC. 925.10, basado en la pérdida de peso que sufrió la muestra por calentamiento hasta obtener peso constante. La fórmula para el cálculo es:

$$\text{Hum} \quad a \quad (\%) = \frac{(M - m)100}{M}$$

=

En la que:

M = Peso inicial en gramos de la muestra.

m = Peso en gramos del producto seco.

Densidad aparente

Técnica usada (Smith, 1967). La densidad aparente se determinó utilizando la relación entre el peso de la muestra que ocupa un volumen conocido. Se puede determinar:

- **Densidad aparente de la maltodextrina suelta**

Se tomó 50 g de muestra, se pesó la probeta graduada vacía. Se adicionó cuidadosamente con una espátula la muestra de almidón a la probeta de 50 mL por medio de un embudo hasta que el volumen total sea libremente completado.

Densidad aparente de la maltodextrina suelta (g/mL) = [(peso probeta + almidón suelto) (g)] - peso probeta vacía (g) / 250 mL.

- **Densidad empacada**

Se sostiene la probeta con la muestra en un vibrador y se adiciona almidón hasta que el volumen ocupado sea el valor mínimo.

Densidad aparente de la maltodextrina empacado g/mL) = [(peso de probeta + almidón empacado) (g)] - peso probeta vacía (g) / Volumen de muestra empacada (mL)

Índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua y poder de hinchamiento.

Se pesó los tubos de centrifuga secos a 60 °C. Se pesó en los tubos 1,25 g de muestra (bs) y se agregó exactamente 30 mL de agua destilada precalentada a 60 °C y se agitó (sin excederse). Se colocó en baño de agua a 60 °C durante 30 minutos; se agitó la suspensión a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento. Se centrifugó a temperatura ambiente a 4 900 RPM durante 30 minutos. Se decantó el sobrenadante inmediatamente después de centrifugar (máximo un minuto después) y se midió el volumen. Se tomó 10 mL del sobrenadante y se colocó en un vaso de precipitados de 50 mL (previamente pesado). Se secó el sobrenadante en un horno durante toda la noche a 70 °C. Se pesó el tubo de centrífuga con el gel. Se pesó el vaso de precipitados con los insolubles. Técnica que se usó (Anderson *et al.*, 1969).

- Índice de absorción de agua (IAA) = Peso del gel (g) / Peso muestra (g) bs.
- Índice de solubilidad en agua (ISA) = Peso solubles (g) × V × 10 / Peso muestra (g) bs.
- Poder de hinchamiento (PH) = Peso del gel (g) / Peso muestra (g) bs – Peso solubles (g).

3.7.4. Evaluación del rendimiento de la maltodextrina

Se determinó el rendimiento mediante la ecuación 3, el cual consiste en el cálculo del peso del almidón que entra y el peso final de todo el proceso. Guiándonos de la ecuación usada por Palomino, (2018), para calcular rendimiento. (Ecuación 3).

$$\% R = \frac{PE}{PF} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% R = Porcentaje de rendimiento

PE= Peso de entrada de almidón (g)

PF = Peso final (g)

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de la papa variedad Canchan

En la Tabla 10, se presentó el análisis morfológico de la papa variedad Canchan.

Tabla 10. Análisis físico Morfológico

| Características Evaluadas | Peso(g) | Diámetro mayor (mm) | Diámetro menor (mm) |
|----------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| Promedio | 105,55 | 659,94 | 46,10 |
| Desviación Estándar | ±10,872 | ±4,1885 | ±3,3834 |

Resultados expresados como promedio \pm SD, n = 19.

Los resultados de los pesos promedios, diámetro mayor y diámetro menor de una muestra de 19 unidades (anexo 1a) de papa canchan utilizados para la investigación. Se pudo apreciar que en promedio de peso fue de 105,55 g; El promedio del diámetro mayor y menor fue de 65,99 y 46,10 respectivamente.

4.2. Evaluación del almidón

4.2.1. Análisis fisicoquímico del almidón de papa Canchan

En la Tabla 11, se presentó las características fisicoquímico del almidón.

Tabla 11. Análisis fisicoquímico del almidón

| Características evaluadas | Promedio | |
|----------------------------------|-------------------|---------------|
| Distribución tamaño de granulo | 100,11 \pm 0,49 | |
| Humedad | 8,09 \pm 0,02 | |
| Color | L* | 86 \pm 0,9 |
| | a* | 0,1 \pm 0,2 |
| | b* | 0,4 \pm 0,3 |
| pH | 6,9 \pm 0,06 | |
| Densidad Aparente | 0,69 \pm 0,01 | |
| Densidad empacada | 0,86 \pm 0,009 | |
| Índice de Absorción | 10,07 \pm 0,32 | |
| Índice de solubilidad | 2,55 \pm 0,77 | |
| Poder de Hinchamiento | 18,97 \pm 0,63 | |

Resultados expresados como promedio \pm SD, n = 3.

Se mostraron los valores con su correspondiente desviación estándar de los resultados de la caracterización fisicoquímica (anexo 2a) (distribución tamaño de granulo, humedad, color, pH, densidad aparente, densidad empacada, índice de absorción, índice de solubilidad, poder de Hinchamiento).

4.2.2. Rendimiento del almidón

Los valores del rendimiento en el almidón obtenidos se mostraron en la Tabla 12.

Tabla 12. Rendimiento del almidón

| Obtención | P. inicial (kg) | P. final (kg) | Rendimiento (%) |
|-------------|--------------------|------------------|--------------------|
| Obtención 1 | 11 | 1,71 | 15,55 |
| Obtención 2 | 7 | 1,18 | 16,86 |
| Obtención 3 | 10 | 1,42 | 14,20 |
| PROMEDIO | | | 15,54 |
| SD | | | ±1,33 |

Resultados expresados como promedio \pm SD, n = 3.

La extracción del almidón se realizó a partir de una cantidad inicial de 11 Kg, 7 kg y 10 kg de papa con cascara, del cual se obtuvo 1.71 kg, 1.18 kg y 1.42 kg respectivamente, de almidón que representó el 15,54 % de promedio.

4.3. Evaluación de la temperatura y del tiempo para la obtención de maltodextrina de papa Canchan.

4.3.1. Efecto del factor A (Temperatura)

En la Tabla 13 se presentaron los resultados de las características fisicoquímico (azúcares reductores, equivalente dextrosa, índice de absorción, índice de solubilidad, poder de hinchamiento, humedad, pH, densidad aparente y densidad empacada) a temperaturas de 40 °C, 50 °C y 60 °C.

Para el caso de azúcares reductores, equivalente dextrosa, índice solubilidad y poder de hinchamiento (anexo 5a, 5b, 5d, 5e), presentaron diferencias estadísticas significativas. Siendo con la temperatura de 50 °C donde se obtuvo una mayor concentración de azúcares reductores con 127,42 mg/g, 12,74 % para equivalente de dextrosa, índice de solubilidad con 73,86 % y 26,69 % de poder de hinchamiento.

Para el caso de humedad, pH, densidad aparente, densidad empacada (anexo 5f, 5g, 5h, 5i) se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo que implica que todos son iguales estadísticamente.

En cuanto al índice de absorción (anexo 5c), presentó diferencias estadísticas significativas. Siendo con la temperatura de 40 °C donde se obtuvo una mayor concentración con 7,90 g gel/ g muestra seguido de la temperatura 60 y 50 °C con 7,08 g gel/ g muestra y 6,64 g gel/ g muestra respectivamente.

Tabla 13. Prueba de Tukey para el efecto del factor temperatura

| Temperatura | Azúcares reductores (mg/g) | Equivalente dextrosa (%) | Índice de absorción (g gel/ g muestra) | Índice de solubilidad (%) | Poder de hinchamiento (%) | Humedad (%) | pH | Densidad aparente (g/mL) | Densidad empacada (g/mL) |
|-------------|----------------------------|--------------------------|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 40° C | 44,33 ±8,64 ^c | 4,43 ±0,86 ^c | 7,91 ±0,21 ^a | 30,02 ±6,42 ^c | 18,35 ±0,67 ^c | 4,16 ±0,008 ^a | 5,92 ±0,04 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,61 ±0,002 ^a |
| 50°C | 127,43 ±19,15 ^a | 12,74 ±1,92 ^a | 6,65 ±0,23 ^c | 73,86 ±8,04 ^a | 26,69 ±1,46 ^a | 4,15 ±0,008 ^a | 5,95 ±0,05 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,61 ±0,002 ^a |
| 60°C | 88,45 ±17,96 ^b | 8,84 ±1,80 ^b | 7,09 ±0,26 ^b | 57,63 ±11,12 ^b | 22,26 ±2,17 ^b | 4,16 ±0,008 ^a | 5,94 ±0,05 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,61 ±0,002 ^a |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3. Letras en superíndice se leen en forma vertical. Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05).

Tabla 14. Prueba de Tukey para el efecto del factor tiempo

| Tiempo | Azúcares reductores (mg/g) | Equivalente dextrosa (%) | Índice de absorción (g gel/ g muestra) | Índice de solubilidad (%) | Poder de hinchamiento (%) | Humedad (%) | pH | Densidad aparente (g/mL) | Densidad empacada (g/mL) |
|---------|----------------------------|--------------------------|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 60 min | 68,73 ±28,77 ^c | 6,87 ±2,88 ^c | 7,47 ±0,52 ^a | 44,16 ±17,75 ^c | 20,90 ±3,16 ^c | 4,16 ±0,006 ^a | 5,93 ±0,05 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,61 ±0,003 ^a |
| 90 min | 88,35 ±40,33 ^b | 8,83 ±4,03 ^b | 7,21 ±0,59 ^b | 53,88 ±20,35 ^b | 22,28 ±3,90 ^b | 4,16 ±0,008 ^a | 5,94 ±0,05 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,61 ±0,002 ^a |
| 120 min | 103,13 ±39,11 ^a | 10,32 ±3,91 ^a | 6,95 ±0,55 ^c | 63,46 ±19,92 ^a | 24,12 ±3,94 ^a | 4,16 ±0,010 ^a | 5,94 ±0,05 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,61 ±0,002 ^a |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3. Letras en superíndice se leen en forma vertical. Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05).

4.3.2. Efecto del factor B (Tiempo)

En la Tabla 14 se presentaron los resultados del análisis fisicoquímico (azúcares reductores, equivalente dextrosa, índice de absorción, Índice de solubilidad, poder de hinchamiento, humedad, pH, densidad aparente y densidad empacada) a tiempos 60 min, 90 min y 120 min.

Para el caso de azúcares reductores, equivalente dextrosa, índice solubilidad y poder de hinchamiento (anexo 5a, 5b, 5d, 5e), presentaron diferencias estadísticas significativas. Siendo el tiempo de 120 min donde se obtuvo un mayor promedio de azúcares reductores con 103,13 mg/g, 10,32 % para equivalente de dextrosa, índice de solubilidad con 63,46 % y 24,12 % de poder de hinchamiento.

Para el caso de humedad, pH, densidad aparente, densidad empacada (anexo 5f, 5g, 5h, 5i) se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo que implicó que todos son iguales estadísticamente.

En cuanto al índice de absorción (anexo 5c), presentó diferencias estadísticas significativas. Siendo el tiempo con 60 min donde se obtuvo un mayor promedio con 7,47 g gel/ g muestra seguido del tiempo 90 y 120 °C con 7,21 g gel/ g muestra y 6,95 g gel/ g muestra respectivamente.

4.3.3. Efecto de los niveles del factor A en cada uno de los niveles del factor B.

En la Tabla 15 se presentaron los resultados del análisis fisicoquímico (azúcares reductores, equivalente dextrosa, índice de absorción, Índice de solubilidad, poder de hinchamiento, humedad, pH, densidad aparente y densidad empacada) a temperatura de 40 °C, 50 °C y 60 °C; por un tiempo 60 min, 90 min y 120 min. La comparación de los nueve tratamientos de maltodextrina incluyendo al testigo, el cual se pudo deducir:

Para el caso de azúcares reductores, equivalente dextrosa, índice solubilidad y poder de hinchamiento (anexo 5a, 5b, 5d, 5e) se observó que existen

diferencias significativas entre los tratamientos y con el testigo, Siendo el testigo donde se obtuvo una mayor concentración con (170,59 mg/g) para azúcares reductores y entre los tratamientos el que obtuvo mayor concentración fue el tratamiento de estudio 50 °C 120' (145,32 mg/g) y con menor concentración es el tratamiento de estudio 40 °C 60' (36,33 mg/g), para equivalente de dextrosa donde el mayor porcentaje de dextrosa se observó en el testigo (17,06 %), y entre los tratamientos el que tuvo mayor porcentaje fue el tratamiento de estudio 50 °C 120' (14,53 %) y con menor porcentaje el tratamiento de estudio 40 °C 60' (3,63 %), para índice de solubilidad el mayor porcentaje se observó en el testigo (90,23 %), entre los tratamientos el que tuvo mayor porcentaje fue el tratamiento de estudio 50 °C 120' (81,56 %) y con menor porcentaje el tratamiento de estudio 40 °C 600' (22,85 %) y para poder de hinchamiento, el mayor porcentaje fue el testigo (29,11 %), y entre los tratamientos el que tuvo mayor porcentaje fue el tratamiento de estudio 50 °C 120' (28,11 %) y con menor porcentaje el tratamiento de estudio 40 °C 60' (17,62 %).

Para el caso de humedad, pH, densidad aparente, densidad empacada (anexo 5f, 5g, 5h, 5i) se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y con el testigo, lo que implicó que todos son iguales estadísticamente.

Para índice de absorción (anexo 5c), se observó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos y con el testigo, donde la menor concentración de índice de absorción fue el testigo (6,35 g gel/ g muestra), y entre los tratamientos con menor concentración fue el tratamiento de estudio 50 °C 120' (6,43 g gel/ g muestra) y con mayor concentración el tratamiento de estudio 40 °C 60' (8,13 g gel/ g muestra).

Tabla 15. Prueba de Tukey para el efecto simple del factor tiempo en cada nivel del factor temperatura en los análisis fisicoquímicos de la maltodextrina.

| Tratamientos | Azúcares reductores (mg/g) | Equivalente dextrosa (%) | Índice de absorción (g gel/ g muestra) | Índice de solubilidad (%) | Poder de hinchamiento (%) | Humedad (%) | pH | Densidad aparente (g/mL) | Densidad empacada (g/mL) |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| T(testigo) | 170,59 ±0,146 ^a | 17,07 ±0,015 ^a | 6,35 ±0,007 ^j | 90,23 ±0,055 ^a | 29,12 ±0,003 ^a | 4,17 ±0,0056 ^a | 5,97 ±0,058 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,62 ±0,004 ^a |
| T1(40°C 60min) | 36,34 ±0,291 ^j | 3,63 ±0,029 ^j | 8,13 ±0,021 ^a | 22,86 ±0,664 ^k | 17,62 ±0,017 ^j | 4,16 ±0,0053 ^a | 5,93 ±0,058 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,61 ±0,002 ^a |
| T2(40°C 90min) | 41,15 ±0,145 ⁱ | 4,10 ±0,015 ⁱ | 7,93 ±0,022 ^b | 29,60 ±0,815 ^j | 18,25 ±0,010 ⁱ | 4,17 ±0,0071 ^a | 5,90 ±0,000 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,62 ±0,002 ^a |
| T3(40°C 120min) | 55,51 ±0,222 ^h | 5,57 ±0,022 ^h | 7,66 ±0,012 ^c | 37,59 ±0,769 ⁱ | 19,17 ±0,013 ^h | 4,16 ±0,0128 ^a | 5,93 ±0,058 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,61 ±0,000 ^a |
| T4(50°C 60min) | 102,71 ±0,303 ^e | 10,27 ±0,030 ^e | 6,94 ±0,038 ^f | 63,59 ±0,982 ^e | 24,83 ±0,006 ^e | 4,16 ±0,0084 ^a | 5,93 ±0,058 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,62 ±0,002 ^a |
| T5(50°C 90min) | 134,25 ±0,511 ^c | 13,43 ±0,051 ^c | 6,56 ±0,027 ^h | 76,43 ^c ±0,803 | 27,14 ±0,009 ^c | 4,16 ±0,0090 ^a | 5,97 ±0,058 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,61 ±0,002 ^a |
| T6(50°C 120min) | 145,33 ±0,291 ^b | 14,53±0,029 ^b | 6,44 ±0,029 ⁱ | 81,56 ^b ±0,235 | 28,12 ±0,008 ^b | 4,16 ±0,0090 ^a | 5,97 ±0,058 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,62 ±0,002 ^a |
| T7(60°C 60min) | 67,14 ±0,303 ^g | 6,70 ±0,030 ^g | 7,35 ±0,018 ^d | 46,05 ^h ±2,501 | 20,26 ±0,013 ^g | 4,16 ±0,0049 ^a | 5,93 ±0,058 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,62 ±0,002 ^a |
| T8(60°C 90min) | 89,66 ±0,222 ^f | 8,97 ±0,022 ^f | 7,15 ±0,033 ^e | 55,61 ^g ±1,625 | 21,46 ±0,005 ^f | 4,16 ±0,0100 ^a | 5,97 ±0,058 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,62 ±0,002 ^a |
| T9(60°C 120min) | 108,56 ±0,291 ^d | 10,87 ±0,029 ^d | 6,76 ±0,024 ^g | 71,24 ^d ±0,415 | 25,07 ±0,002 ^d | 4,16 ±0,0105 ^a | 5,93 ±0,058 ^a | 0,45 ±0,0002 ^a | 0,62 ±0,002 ^a |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3. Letras en superíndice se leen en forma vertical. Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05).

4.4. Rendimiento

Según los promedios obtenidos de cada tratamiento (anexo 6a), que a mayor tiempo de hidrólisis se obtuvo un menor rendimiento, y a menor tiempo de hidrólisis se obtuvo un mayor rendimiento; en temperatura se observó que a mayor temperatura el rendimiento es bajo, y a menor temperatura un mayor rendimiento.

4.4.1. Efecto del factor A y Efecto del factor B

En la Tabla 16 se presentó los valores de los resultados del rendimiento a temperatura de 40 °C, 50 °C y 60 °C a y a tiempos 60 min, 90 min y 120 min.

Tabla 16. Prueba de Tukey

| Temperatura | Rendimiento | Tiempo | Rendimiento |
|-------------|--------------------------|---------|--------------------------|
| 40° C | 12,35 ±1,85 ^a | 60 min | 11,86 ±2,23 ^a |
| 50°C | 9,63 ±2,29 ^b | 90 min | 9,49 ±2,99 ^b |
| 60°C | 6,54 ±2,22 ^c | 120 min | 7,16 ±2,59 ^c |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 2. Letras en superíndice se lee en forma vertical. Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05).

En cuanto a la temperatura existieron diferencias significativas, donde con mayor promedio de rendimiento fue de 40 °C (12,34 %).

Se observó que existieron diferencias significativas con respecto al tiempo, donde con mayor promedio de rendimiento fue de 60 min (11,88 %).

4.4.2. Efecto de los niveles del factor A en cada uno de los niveles del factor B.

En la Tabla 17 se presentaron los resultados de rendimiento a temperatura de 40 °C, 50 °C y 60 °C; por un tiempo 60 min, 90 min y 120 min. En la comparación de los nueve tratamientos de maltodextrina, el cual se pudo deducir que:

Tabla 17. Prueba de Tukey para el efecto simple del factor tiempo en cada nivel del factor temperatura en el rendimiento.

| Tratamientos | Rendimiento |
|---------------------|---------------------------|
| T1(40°C 60min) | 14,13 ±0,028 ^a |
| T2(40°C 90min) | 12,83 ±0,021 ^b |
| T3(40°C 120min) | 10,08 ±0,035 ^d |
| T4(50°C 60min) | 12,24 ±0,014 ^c |
| T5(50°C 90min) | 9,54 ±0,021 ^e |
| T6(50°C 120min) | 7,11 ±0,021 ^g |
| T7(60°C 60min) | 9,19 ±0,035 ^f |
| T8(60°C 90min) | 6,13 ±0,035 ^h |
| T9(60°C 120min) | 4,29 ±0,014 ⁱ |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 2. Letras en superíndice se leen en forma vertical. Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05).

Se observó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, donde con mayor promedio de rendimiento fue el tratamiento de estudio 40 °C 60' (14,13 %).

V. DISCUSIÓN

5.1. Caracterización de la papa variedad Canchan

Contreras, (2017), menciona que el diámetro mayor menor y peso lo clasificó según el tamaño de la papa, la extra tiene D mayor entre 134 mm – 102 mm, D menor entre 107 mm – 72 mm, y el peso entre 639 g – 320 g; la clasificación de primera tiene D mayor entre 101 mm – 75 mm, D menor entre 71 mm – 51 mm, y el peso entre 319 g – 155 g, la clasificación de segunda tiene D mayor entre 74 mm – 49 mm, D menor entre 50 mm – 38 mm, y el peso entre 154 g – 29 g. Nuestro resultado se encontró dentro de la clasificación de segunda, cumpliendo con los parámetros que están dentro del rango de la clasificación.

5.2. Evaluación del almidón de papa Canchan

5.2.1. Análisis físico químico del almidón

En la Tabla 11 referente al porcentaje de humedad se obtuvo 8,09 %, menor a los obtenidos por Alvis, (2008), que obtuvo 8,50 %, y Obregón, (2014), que obtuvo en base seca de variedad Canchan 8,1%.

En la Tabla 11 referente al color, se obtuvo un resultado promedio de luminosidad L^* de 85,83; cromaticidad a^* 0,1 y cromaticidad b^* 0,43. Semejante a Palomino, (2018), que para los almidones presentan valores en L^* cercanos a 100; el croma a^* tienden ligeramente al espacio negativo es decir hacia verdes; por otra parte el croma b^* son cercanos a la unidad, aunque adoptan valores positivos es decir tienden ligeramente al amarillo.

En la Tabla 11 referente al pH se obtuvo en promedio 6,97, mayor a lo que menciona Palomino, (2018), que los valores normales de pH deberían estar entre 6,0 a 6,5 y Obregón, (2014), que reportó en la papa variedad Canchan pH de 6,45.

En la Tabla 11 referente al índice de absorción se obtuvo un promedio de 10,07 g gel/ g muestra, menor a lo que menciona Palomino, (2018), en la papa nativa de la variedad Alq'a wayruru reportó 14,87 g gel/g almidón, y que encontró valores en papa nativa que oscilan entre de 6,33 – 10,27 g gel/g almidón; y Obregón, (2014), que obtuvo en la variedad Capiro índice de absorción de 22,47 gel/ g muestra.

En la Tabla 11 referente al índice de solubilidad, se obtuvo un promedio de 2,55%, menor a lo que menciona Palomino, (2018), en la variedad nativa Alq'a wayruru presenta el valor de 7,13 g solubles/g almidón, también menciona que reportó valores que oscilan entre 2,03 – 2,85 g solubles/g, y Obregón, (2014), que el parámetro de índice de solubilidad en agua se encuentra entre 0,27 – 12,32 %.

En la Tabla 11 referente del poder de hinchamiento, se obtuvo un promedio de 18,97 %., mayor a lo que obtuvieron, Palomino, (2018), 15,85 g sedimento/g en papa nativa Puka viruntus, Leguía, (2017), en la variedad Yana Palta con el valor de 15,80 g sedimento/g., y menor a lo que obtuvo Obregón, (2014), que fue de 24,67 g gel/ g muestra.

5.2.2. Rendimiento del almidón

El rendimiento de extracción de almidón obtenido fue de 15,54 % mayor a lo obtenido por Lipa, (2013), obtuvo un rendimiento de 11,6 %, Obregon, (2014), en la variedad Canchan de 9,28 % y Palomino, (2018), en papa nativa de la variedad Puka k'achun waqachi alcanzó 12,94 %, los rangos normales de almidón varían entre un 15,56 % y 17,76 %, y contenidos menores no la harían recomendable para la extracción de almidón.

5.3. Determinación de las características fisicoquímicos de la maltodextrina de papa Canchan.

Se observó que la actividad de la enzima α -amilasa de malta de cebada presentó mayor afinidad por el almidón en la hidrólisis a una temperatura de 50 °C y aumenta en función del tiempo. Se obtuvieron maltodextrinas con un DE 3,6 a 14,5 %, observando que en los tiempos más cortos se obtiene las maltodextrinas con menor equivalente de dextrosa (DE) y a mayor tiempo, mayor equivalente de dextrosa.

Se observó que la solubilidad de las maltodextrinas se incrementa al aumentar el grado de hidrólisis del almidón; es decir, al incrementar el contenido de ED en la maltodextrina, es una relación lo cual era de esperarse debido a que a medida que se incrementa el grado de hidrólisis los polímeros que conforman el almidón, a efecto de la reacción van siendo cada vez de menor tamaño; es decir, de menor peso molecular y grado de polimerización promedio (Tabla 18), los cuales son más solubles que el almidón de partida.

Por otro lado observamos que el índice de absorción de agua disminuye al incrementarse el contenido de equivalentes de dextrosa. Esto se debe a que a medida que avanza la hidrólisis del almidón, los productos van siendo cada vez de menor tamaño y por ende, de menor peso molecular, lo que trae como consecuencia la pérdida de la capacidad de uniones intercatenarias de los polímeros del almidón, uniones en las cuales participan las moléculas de agua formando puentes de hidrógeno intermoleculares, dando soporte a la estructura tridimensional del polímero; resultado en la disminución en la capacidad de unión de moléculas de agua, lo cual se traduce en la disminución en la capacidad de retención de agua de la maltodextrina, al aumentar su contenido de equivalentes de dextrosa Tester y Morrison, (1993).

En cuanto al poder de hinchamiento de los tratamientos se apreció que es una relación directamente proporcional en función a medida que se incrementa al grado de hidrólisis es decir, a medida que se incrementa el contenido de

azúcares reductores directos, expresados éstos en términos de equivalentes de dextrosa

En cuanto a la densidad aparente y empacada, se obtuvo los valores entre un rango promedio de 0,45 g/mL y 0,61 g/mL respectivamente se asemeja a la ficha técnica Delité, (2018), donde la densidad de la maltodextrina se encuentra en un rango de 450 – 600 g/L (0,45 – 0,6 g/mL).

Los valores de pH se ubicaron en los valores ácidos de la escala, entre un rango promedio de 5,9. Dicho valor es semejante a los determinados en maltodextrinas de plátano con pH 4,0 (Estrada *et al.*, (2008) y dentro de la ficha técnica GTM, (2014), que tiene un rango de 4,5 – 6,5. Cuyos valores ácidos, permiten que las maltodextrinas de papa sean productos estables durante su conservación.

En lo referente al porcentaje de humedad contenida (Tabla 15); se obtiene como valor promedio de 4,1 % y se encuentra dentro de los valores de la ficha técnica Delite, (2018), que deben ser menores o igual al 5 % y por la ficha técnica GTM, (2014), entre 3 y 5 %.

5.4. Rendimiento de la maltodextrina de papa Canchan.

Se evaluó el rendimiento del proceso de extracción de maltodextrina (Tabla 16), observándose al mayor porcentaje de rendimiento al tratamiento de estudio 40 °C 60' con 14,13 % y con menor rendimiento al tratamiento de estudio 60 °C 120' con un valor de 4,29 %. Las diferencias observadas entre los tratamientos probablemente se deben a que a mayores temperaturas de 50 °C la enzima pierde su actividad enzimática por acción del calor, y con relación al tiempo de hidrólisis a mayor de 60 minutos de exposición al calor, pierde la actividad enzimática.

VI. CONCLUSIONES

- Los análisis físicos realizados como, el índice de solubilidad (22,86 % – 81,56 %) y el poder de hinchamiento (17,62 % - 28,12 %) de las maltodextrinas, es una relación directamente proporcional en función a medida que se incrementa al grado de hidrolisis es decir, a medida que se incrementa el contenido de azúcares reductores, expresados éstos en términos de equivalentes de dextrosa. El índice de absorción de agua (8,13 g gel/g muestra – 6,44 g gel/g muestra) disminuye al incrementarse el contenido de azúcares reductores expresados éstos en términos de equivalentes de dextrosa.
- Los análisis fisicoquímico realizados como el porcentaje de humedad (4,16 % – 4,17 %), pH (5,90 – 5,97), densidad aparente (0,45 g/mL) y densidad empacada (0,61 – 0,62 g/mL), se encontraron dentro de los parámetros establecidos revisados por los autores y fichas técnicas.
- El mayor rendimiento fue el tratamiento de estudio a 40 °C por un tiempo de 60 min con 14,13 % de maltodextrina, el cual se concluye que a mayor temperatura de 50 °C existe un menor rendimiento porque la actividad enzimática disminuye a altas temperaturas; y a mayor tiempo de 60 minutos de exposición al calor también se observó que existe menor rendimiento.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda trabajar con diferentes tipos de almidón a diferentes concentraciones de sustrato.
- Se recomienda hacer un trabajo de investigación con la papa canchan de diferentes lugares de procedencia de la región Huánuco.
- Se recomienda trabajar con otras enzimas, a diferentes concentraciones y temperaturas de hidrólisis.
- En el proceso de centrifugado se recomienda secar inmediatamente el soluto, ya que pasado un tiempo se empieza a fermentar por el contenido de azúcar presente.
- Se recomienda realizar el proceso de hidrólisis en un bioreactor.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Anderson, R. A. (1969). Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. *Cereal science today*, 14, 4-12.
2. Aparicio SJ. (2005). Tesis de maestría. Obtención del almidón de chícharo, cinética y preparación de maltodextrinas por vía enzimática. ENCB. IPN. México.
3. Aquino-Vásquez, F., González-Soto, R., Núñez-Santiago, C., & Bello-Pérez, L. A. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS CINÉTICOS PARA LA OBTENCIÓN DE MALTODEXTRINAS A PARTIR DE ALMIDÓN DE PLÁTANO.
4. Alvis, A., Vélez, C. A., Villada, H. S., & Rada-Mendoza, M. (2008). Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas. *Información tecnológica*, 19(1), 19-28.
5. Cárdenas Yauri, M. (2012). Proceso de obtención de harina de papa (*Solanum tuberosum*), de variedad Canchan.
6. Carmen, C. A. M. (2008). Obtencion y caracterización de almidón de plátano morado y su hidrolisis enzimática para la producción de maltodextrinas. *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México*.
7. Contreras Estrella, M. R. (2017). Determinación de la relación entre el contenido de almidón y materia seca con la gravedad específica de cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum*).
8. Delheye, G., & Moreels, E. (1988). Dextrose equivalent measurements on commercial syrups. *Starch-Staerke (Germany, FR)*.
9. Díaz, M. A., Filella, M. I., & Velásquez, M. E. (2002). Estudio de la modificación vía enzimática de almidón de yuca para la obtención de maltodextrinas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 4(1), 79-88.
10. Hooker, W. J. (1980). Compendio de enfermedades de la papa. 166 p. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú.

11. NIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, Lima). (2012). INIA: Papa INIA 303 – Canchán (en línea, sitio web). Consultado 03 marzo 2019. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/>.
12. Izarra, S., Davis, R., & Yantas Huaynate, P. E. (2012). Evaluación de la calidad del almidón obtenido de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) cultivadas en la provincia de Jauja.
13. Antonio-Estrada, C., Bello-Perez, L. A., Martínez-Sánchez, C. E., Montañez-Soto, J. L., Jiménez-Hernández, J., & Vivar-Vera, M. A. (2009). Producción enzimática de maltodextrinas a partir de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) Enzymatic production of maltodextrins from taro (*Colocasia esculenta*) starch. *CyTA-Journal of Food*, 7(3), 233-241.
14. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia) (2007); Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca.
15. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Guatemala) (2010); recetario de platillos tradicionales del altiplano marquense.
16. Garrafa Garrafa, N. (2017). Demanda hídrica del cultivo de papa variedad canchan (*Solanum tuberosum*) con riego por goteo en el Centro Agronómico K' ayra-Cusco.
17. González Torres, G. Y. (2017). Obtención de maltodextrinas por vía enzimática a partir del almidón de camote de cerro (*Dioscorea remotiflora kunth*).
18. Huamán, Z., & Gómez, R. (1994). Descriptores de papa para la caracterización básica de colecciones nacionales. *Edición actualizada. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima*, 10.
19. Lipa Sosa, Y., Ccalle, M., & Nelida, M. (2013). Hidrólisis enzimática del almidón de chuño y tunta para la obtención de jarabe de glucosa.
20. Medina, L. (2013). Obtención de malto dextrinas por vía enzimática a partir del almidón de camote (*Ipomoea batatas*). *Instituto Politécnico Nacional. Mexico*.
21. Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*, 31(3), 426-428.

22. Mohsenin, N. N. (1978). Physical proprieties of plant and animal materials. *New York*.
23. Montañez, S. J. L. (1999). *Cinética y obtención de maltodextrinas por hidrólisis enzimática de almidón* (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-Instituto Politécnico Nacional. México. DF).
24. Morales Fernández, S. D. *Crecimiento, contenido de azúcares y capacidad de brotación en semilla tubérculo de papa (Solanum tuberosum L.)/por Sigfrido David Morales Fernández* (No. Tesis CD-45.).
25. Morrison, W. R., Tester, R. F., Gidley, M. J., & Karkalas, J. (1993). Resistance to acid hydrolysis of lipid-complexed amylose and lipid-free amylose in lintnerised waxy and non-waxy barley starches. *Carbohydrate Research*, 245(2), 289-302.
26. Obregon Vento, R. D., Parian, E., & Anival, P. (2014). Efecto de la modificación química del almidón nativo de papa (solanum tuberosum), sobre sus características fisicoquímicas y reológicas.
27. Palomino., & Edison, R. (2018). Extracción, caracterización funcional y color del almidón de papa nativa de las variedades: Waka waqra, Alq´ a wayruru, Phusi k´achun waqachi y Puka viruntus (Solanun tuberosum ssp. andigenum).
28. Ríos Ramos, E. P., & Zelada Romero, H. M. (2017). Determinación del Rendimiento de Glucosa por Hidrólisis Enzimática de Almidones de Yuca (Manihot esculenta), Camote (Ipomoea batatas) y Papa (Solanum tuberosum).
29. Nina, V., & Kelvin, G. A. (2015). Síntesis y caracterización de un almidón modificado de papa (Solanum tuberosum),(var. Única) para su aplicación en un helado soft.
30. Sabogal, D. V. M., Grisales, Y. T., Jimenez, J. A. S., & Valenzuela, L. S. T. (2015). Aprovechamiento de pulpa y cáscara de plátano (musa paradisiaca spp) para la obtención de maltodextrina. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 76-85.
31. Subiabre, D. E. M. (2010). Ensayo Comparativo de Dos Metodologías de Extracción de Almidón de Papa usando Muestras de Diez Variedades Nativas de Chiloé y dos Variedades Comerciales.

ANEXOS

Anexo 1a. Caracterización Biométrica de la Papa Canchan

| N° | Peso(g) | Diámetro mayor | Diámetro menor |
|---------------------|----------|----------------|----------------|
| 1 | 100,65 | 63,1 | 43,3 |
| 2 | 114,53 | 70,9 | 40,9 |
| 3 | 112,41 | 67,4 | 47,5 |
| 4 | 93,13 | 65,8 | 42,4 |
| 5 | 96,86 | 64,8 | 47,4 |
| 6 | 107,54 | 63,8 | 45,1 |
| 7 | 87,61 | 58,6 | 43,7 |
| 8 | 99,13 | 65,5 | 45,9 |
| 9 | 108,65 | 68,4 | 44,1 |
| 10 | 109,66 | 65,1 | 51,2 |
| 11 | 113,13 | 70,2 | 50,9 |
| 12 | 111,69 | 66,7 | 49,7 |
| 13 | 115,59 | 65,3 | 49,8 |
| 14 | 130,79 | 76,1 | 48,4 |
| 15 | 100,58 | 65,4 | 42,9 |
| 16 | 101,99 | 70,7 | 42,9 |
| 17 | 114,01 | 64,1 | 50,6 |
| 18 | 101,93 | 63,9 | 47,5 |
| 19 | 85,59 | 58,1 | 41,7 |
| Promedio | 105,551 | 659,947 | 46,1 |
| Desviación Estándar | ±10.8728 | ±4.18854 | ±3.38346 |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 19.

Anexo 2a. Análisis físico-químico del almidón papa variedad Canchan

| | | TRATAMIENTOS | | | | |
|---------|------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | | T | T | T | PROMEDIO | SD |
| HUMEDAD | p. placa (g) | 48,71 | 48,72 | 34,38 | | |
| | p. m.h. (g) | 2,0003 | 2,0005 | 2,0008 | | |
| | p.p+ ms (g) | 50,55 | 50,56 | 36,21 | | |
| | p. ms (g) | 1,84 | 1,84 | 1,84 | | |
| | % HUMEDAD | 8,07 | 8,11 | 8,09 | 8,09 | ±0,02 |
| COLOR | L* | 86 | 86,7 | 84,8 | 85,83 | ±0,96 |

| | | | | | | |
|-----------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | a* | 0,3 | 0,1 | -0,1 | 0,10 | ±0,20 |
| | b* | 0,7 | 0,1 | 0,5 | 0,43 | ±0,31 |
| pH | pH | 7,00 | 7,00 | 6,90 | 6,97 | ±0,06 |
| DENSIDAD APARENTE | p. probeta (g) | 57,29 | 57,29 | 57,29 | | |
| | p(prob+ m) (g) | 74,55 | 74,20 | 74,93 | | |
| | volumen (ml) | 25 | 25 | 25 | | |
| | p. m. (g) | 17,26 | 16,91 | 17,64 | | |
| | DENSIDAD (g/mL) | 0,69 | 0,68 | 0,71 | 0,69 | ±0,01 |
| DENSIDAD EMPACADA | p. probeta (g) | 57,29 | 57,29 | 57,29 | | |
| | p(prob+ m) (g) | 74,55 | 74,20 | 74,93 | | |
| | volumen (ml) | 20 | 20 | 20,5 | | |
| | p. m. (g) | 17,26 | 16,91 | 17,64 | | |
| | DENSIDAD (g/mL) | 0,86 | 0,85 | 0,86 | 0,86 | ±0,009 |
| INDICE DE ABSORCION | p.tubo (g) | 6,06 | 5,95 | 6,02 | | |
| | p. muestra (g) | 0,63 | 0,63 | 0,63 | | |
| | p. gel (g) INDICE DE ABSORCION DE AGUA | 10,76 | 10,17 | 10,79 | | |
| | DE | 10,18 | 9,60 | 10,21 | 10,00 | ±0,35 |
| INDICE DE SOLUBILIDAD | P.TUBO (g) | 6,06 | 5,95 | 6,02 | | |
| | p. muestra (g) | 0,63 | 0,63 | 0,63 | | |
| | p. vaso precipitado (g) | 48,74 | 50,45 | 38,22 | | |
| | volumen (ml) | 11,00 | 10,50 | 11,00 | | |
| | p. vaso despues de 12 horas (g) | 48,76 | 50,46 | 38,24 | | |
| | p. sobrenadante despues 12h (g) | 0,01 | 0,01 | 0,02 | | |
| | INDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA | 2,79 | 1,99 | 3,52 | 2,77 | ±0,77 |
| PODER DE HINCHAMIENTO | p. tubo (g) | 6,06 | 5,95 | 6,02 | | |
| | p. muestra (g) | 0,63 | 0,63 | 0,63 | | |
| | p. vaso precipitado (g) | 48,74 | 50,45 | 38,22 | | |
| | p. gel (g) | 10,76 | 10,17 | 10,79 | | |
| | p. vaso despues de 12 horas (g) | 48,76 | 50,46 | 38,24 | | |
| | p. sobrenadante despues 12h (g) | 0,01 | 0,01 | 0,02 | | |
| | PODER DE HINCHAMIENTO | 19,20 | 18,03 | 19,39 | 18,88 | +0,74 |

Anexo 2b. Rendimiento del almidón

| | TRATAMIENTOS | | | PROMEDIO | SD |
|--------------------|--------------|-------|-------|----------|-------|
| | T | T | T | | |
| Papa entera(kg) | 11 | 7 | 10 | | |
| Papa pelada(kg) | 8,39 | 5,73 | 8,08 | | |
| Cascara(kg) | 2,35 | 1,54 | 2,2 | | |
| Pasta(kg) | 4,42 | 3,46 | 1,88 | | |
| Almidón Húmedo(kg) | 2,25 | 1,5 | 1,94 | | |
| Almidón Seco(kg) | 1,71 | 1,18 | 1,42 | | |
| RENDIMIENTO (%) | 15,55 | 16,86 | 14,20 | 15,53 | ±1,33 |

Resultados expresados como promedio \pm SD, n = 3.

Anexo 3a. Datos análisis físico químico maltodextrina (azúcares reductores).

| N° | TRATAMIENTOS | | P. tubo + muestra (g) | Enrasado tubo(ml) | Lectura 540nm | mg Glucosa/g | PROMEDIO |
|----|--------------|------------|-----------------------|-------------------|---------------|--------------|-------------------|
| | Blanco | | - | - | 0,11 | | |
| 1 | T0 | TESTIGO | 1,0004 | 30 | 1,07 | 170,60 | |
| 2 | T0 | TESTIGO | 1,0004 | 30 | 1,07 | 170,74 | |
| 3 | T0 | TESTIGO | 1,0004 | 30 | 1,07 | 170,45 | 170,60 \pm 0,15 |
| 4 | T1 | 40 °C 60' | 1,0016 | 30 | 0,15 | 36,63 | |
| 5 | T1 | 40 °C 60' | 1,0016 | 30 | 0,14 | 36,34 | |
| 6 | T1 | 40 °C 60' | 1,0016 | 30 | 0,14 | 36,04 | 36,34 \pm 0,29 |
| 7 | T2 | 40 °C 90' | 1,0012 | 30 | 0,18 | 41,00 | |
| 8 | T2 | 40 °C 90' | 1,0012 | 30 | 0,18 | 41,30 | |
| 9 | T2 | 40 °C 90' | 1,0012 | 30 | 0,18 | 41,15 | 41,15 \pm 0,15 |
| 10 | T3 | 40 °C 120' | 1,0011 | 30 | 0,28 | 55,56 | |
| 11 | T3 | 40 °C 120' | 1,0011 | 30 | 0,28 | 55,70 | |
| 12 | T3 | 40 °C 120' | 1,0011 | 30 | 0,27 | 55,26 | 55,51 \pm 0,22 |
| 13 | T4 | 50 °C 60' | 1,0014 | 30 | 0,60 | 102,80 | |
| 14 | T4 | 50 °C 60' | 1,0014 | 30 | 0,60 | 102,95 | |
| 15 | T4 | 50 °C 60' | 1,0014 | 30 | 0,59 | 102,37 | 102,71 \pm 0,30 |
| 16 | T5 | 50 °C 90' | 1,0008 | 30 | 0,82 | 134,30 | |
| 17 | T5 | 50 °C 90' | 1,0008 | 30 | 0,81 | 133,71 | |
| 18 | T5 | 50 °C 90' | 1,0008 | 30 | 0,82 | 134,73 | 134,25 \pm 0,51 |
| 19 | T6 | 50 °C 120' | 1 | 30 | 0,89 | 145,33 | |
| 20 | T6 | 50 °C 120' | 1 | 30 | 0,89 | 145,03 | |
| 21 | T6 | 50 °C 120' | 1 | 30 | 0,89 | 145,62 | 145,33 \pm 0,29 |
| 22 | T7 | 60 °C 60' | 1,0004 | 30 | 0,36 | 67,39 | |

| | | | | | | | |
|----|----|------------|--------|----|------|--------|--------------|
| 23 | T7 | 60 °C 60' | 1,0004 | 30 | 0,35 | 66,80 | |
| 24 | T7 | 60 °C 60' | 1,0004 | 30 | 0,36 | 67,24 | 67,14 ±0,30 |
| 25 | T8 | 60 °C 90' | 1,0015 | 30 | 0,51 | 89,85 | |
| 26 | T8 | 60 °C 90' | 1,0015 | 30 | 0,51 | 89,41 | |
| 27 | T8 | 60 °C 90' | 1,0015 | 30 | 0,51 | 89,71 | 89,66 ±0,22 |
| 28 | T9 | 60 °C 120' | 1,0006 | 30 | 0,64 | 108,85 | |
| 29 | T9 | 60 °C 120' | 1,0006 | 30 | 0,64 | 108,56 | |
| 30 | T9 | 60 °C 120' | 1,0006 | 30 | 0,64 | 108,27 | 108,56 ±0,29 |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3.

Anexo 3b. Datos análisis físico químico maltodextrina (equivalente de dextrosa).

| N° | TRATAMIENTOS | mg Glucosa/g | DE % | PROMEDIO |
|----|---------------|--------------|-------|-------------|
| 1 | T0 TESTIGO | 170,59 | 17,06 | |
| 2 | T0 TESTIGO | 170,74 | 17,07 | |
| 3 | T0 TESTIGO | 170,45 | 17,05 | 17,06 ±0,01 |
| 4 | T1 40 °C 60' | 36,62 | 3,66 | |
| 5 | T1 40 °C 60' | 36,33 | 3,63 | |
| 6 | T1 40 °C 60' | 36,04 | 3,60 | 3,63 ±0,03 |
| 7 | T2 40 °C 90' | 41,004 | 4,10 | |
| 8 | T2 40 °C 90' | 41,29 | 4,13 | |
| 9 | T2 40 °C 90' | 41,15 | 4,11 | 4,11 ±0,01 |
| 10 | T3 40 °C 120' | 55,55 | 5,56 | |
| 11 | T3 40 °C 120' | 55,70 | 5,57 | |
| 12 | T3 40 °C 120' | 55,26 | 5,53 | 5,55 ±0,02 |
| 13 | T4 50 °C 60' | 102,80 | 10,28 | |
| 14 | T4 50 °C 60' | 102,95 | 10,29 | |
| 15 | T4 50 °C 60' | 102,36 | 10,24 | 10,27 ±0,03 |
| 16 | T5 50 °C 90' | 134,29 | 13,43 | |
| 17 | T5 50 °C 90' | 133,71 | 13,37 | |
| 18 | T5 50 °C 90' | 134,73 | 13,47 | 13,42 ±0,05 |
| 19 | T6 50 °C 120' | 145,32 | 14,53 | |
| 20 | T6 50 °C 120' | 145,03 | 14,50 | |
| 21 | T6 50 °C 120' | 145,62 | 14,56 | 14,53 ±0,03 |
| 22 | T7 60 °C 60' | 67,38 | 6,74 | |
| 23 | T7 60 °C 60' | 66,80 | 6,68 | |
| 24 | T7 60 °C 60' | 67,25 | 6,72 | 6,71 ±0,03 |
| 25 | T8 60 °C 90' | 89,85 | 8,99 | |
| 26 | T8 60 °C 90' | 89,41 | 8,94 | |
| 27 | T8 60 °C 90' | 89,71 | 8,97 | 8,97 ±0,02 |

| | | | | | |
|----|----|------------|--------|-------|-------------|
| 28 | T9 | 60 °C 120' | 108,85 | 10,89 | |
| 29 | T9 | 60 °C 120' | 108,56 | 10,86 | |
| 30 | T9 | 60 °C 120' | 108,27 | 10,83 | 10,86 ±0,03 |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3.

Anexo 3c. Datos análisis físico maltodextrina (índice de absorción).

| | TRATAMIENTOS | PESO TUBO | PESO MUESTRA | PESO DEL GEL | INDICE DE ABSORCION DE AGUA | PROMEDIO | |
|----|--------------|------------|--------------|--------------|-----------------------------|----------|------------|
| 1 | T0 | TESTIGO | 6,05 | 0,63 | 6,95 | 6,35 | |
| 2 | T0 | TESTIGO | 5,99 | 0,62 | 6,95 | 6,35 | |
| 3 | T0 | TESTIGO | 6,06 | 0,62 | 6,96 | 6,36 | 6,35 ±0,01 |
| 4 | T1 | 40 °C 60' | 5,93 | 0,62 | 8,71 | 8,11 | |
| 5 | T1 | 40 °C 60' | 5,99 | 0,62 | 8,73 | 8,13 | |
| 6 | T1 | 40 °C 60' | 5,93 | 0,62 | 8,75 | 8,15 | 8,13 ±0,02 |
| 7 | T2 | 40 °C 90' | 5,93 | 0,62 | 8,55 | 7,95 | |
| 8 | T2 | 40 °C 90' | 6,05 | 0,62 | 8,51 | 7,91 | |
| 9 | T2 | 40 °C 90' | 6,05 | 0,62 | 8,52 | 7,92 | 7,93 ±0,02 |
| 10 | T3 | 40 °C 120' | 6,01 | 0,62 | 8,25 | 7,65 | |
| 11 | T3 | 40 °C 120' | 5,94 | 0,62 | 8,27 | 7,67 | |
| 12 | T3 | 40 °C 120' | 6,06 | 0,62 | 8,25 | 7,66 | 7,66 ±0,01 |
| 13 | T4 | 50 °C 60' | 6,06 | 0,62 | 7,55 | 6,96 | |
| 14 | T4 | 50 °C 60' | 5,91 | 0,62 | 7,49 | 6,90 | |
| 15 | T4 | 50 °C 60' | 6,01 | 0,62 | 7,57 | 6,97 | 6,94 ±0,04 |
| 16 | T5 | 50 °C 90' | 5,96 | 0,62 | 7,17 | 6,58 | |
| 17 | T5 | 50 °C 90' | 6,02 | 0,62 | 7,17 | 6,57 | |
| 18 | T5 | 50 °C 90' | 6,01 | 0,62 | 7,13 | 6,53 | 6,56 ±0,03 |
| 19 | T6 | 50 °C 120' | 5,94 | 0,62 | 7,01 | 6,41 | |
| 20 | T6 | 50 °C 120' | 5,93 | 0,62 | 7,06 | 6,46 | |
| 21 | T6 | 50 °C 120' | 5,96 | 0,62 | 7,04 | 6,44 | 6,44 ±0,03 |
| 22 | T7 | 60 °C 60' | 6,01 | 0,62 | 7,94 | 7,34 | |
| 23 | T7 | 60 °C 60' | 6,22 | 0,62 | 7,97 | 7,37 | |
| 24 | T7 | 60 °C 60' | 5,93 | 0,62 | 7,94 | 7,34 | 7,35 ±0,02 |
| 25 | T8 | 60 °C 90' | 6,01 | 0,62 | 7,71 | 7,12 | |
| 26 | T8 | 60 °C 90' | 5,94 | 0,62 | 7,74 | 7,15 | |
| 27 | T8 | 60 °C 90' | 6,01 | 0,62 | 7,78 | 7,18 | 7,15 ±0,03 |
| 28 | T9 | 60 °C 120' | 5,96 | 0,62 | 7,36 | 6,76 | |

| | | | | | | | |
|-----------|-----------|------------|------|------|------|------|------------|
| 29 | T9 | 60 °C 120' | 6,06 | 0,62 | 7,33 | 6,73 | |
| 30 | T9 | 60 °C 120' | 5,96 | 0,62 | 7,37 | 6,78 | 6,76 ±0,02 |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3.

Anexo 3d. Datos análisis físico maltodextrina (índice de solubilidad).

| N° | TRATAMIENTOS | PESO | | PESO VASO PRECIPITADO | VOLUMEN (ml) | PESO DEL VASO DSPUES DE 12 HORAS | PESO SOBRENADANTE DESPUES 12H | INDICE DE SOLUBILIDA D | PROMEDIO |
|----|--------------|--------|---------|--------------------------|-----------------|---|-------------------------------------|------------------------------|-------------|
| | | TUBO | MUESTRA | | | | | | |
| 1 | T0 | 60.571 | 0.6253 | 508.921 | 15 | 512.526 | 0.3605 | 90,24 | |
| 2 | T0 | 59.947 | 0.6254 | 508.921 | 15 | 512.529 | 0.3608 | 90,29 | |
| 3 | T0 | 60.656 | 0.6255 | 534.645 | 15 | 538.249 | 0.3604 | 90,18 | 90,23 ±0,06 |
| 4 | T1 | 59.290 | 0.6251 | 496.613 | 13 | 497.659 | 0.1046 | 22,69 | |
| 5 | T1 | 59.934 | 0.6253 | 500.864 | 13.5 | 501.912 | 0.1048 | 23,59 | |
| 6 | T1 | 5.929 | 0.6251 | 370.203 | 13 | 371.231 | 0.1028 | 22,30 | 22,86 ±0,66 |
| 7 | T2 | 59.284 | 0.6255 | 500.854 | 13 | 502.178 | 0.1324 | 28,66 | |
| 8 | T2 | 60.550 | 0.6253 | 509.462 | 13.5 | 510.798 | 0.1336 | 30,05 | |
| 9 | T2 | 60.579 | 0.6255 | 482.168 | 13.5 | 483.506 | 0.1338 | 30,08 | 29,60 ±0,82 |
| 10 | T3 | 60.048 | 0.6250 | 508.795 | 13 | 510.488 | 0.1693 | 36,70 | |
| 11 | T3 | 59.435 | 0.6251 | 497.878 | 13.5 | 499.566 | 0.1688 | 37,99 | |
| 12 | T3 | 60.581 | 0.6254 | 480.806 | 13.5 | 482.498 | 0.1692 | 38,08 | 37,59 ±0,77 |
| 13 | T4 | 60.579 | 0.6252 | 501.389 | 12.7 | 504.339 | 0.2950 | 62,51 | |
| 14 | T4 | 59.143 | 0.6250 | 508.795 | 13 | 511.764 | 0.2969 | 64,44 | |
| 15 | T4 | 60.064 | 0.6250 | 382.258 | 13 | 385.198 | 0.2940 | 63,82 | 63,59 ±0,98 |
| 16 | T5 | 59.598 | 0.6255 | 501.811 | 13.5 | 505.172 | 0.3361 | 75,54 | |
| 17 | T5 | 60.209 | 0.6251 | 495.234 | 13.7 | 498.593 | 0.3359 | 76,68 | |
| 18 | T5 | 60.063 | 0.6251 | 440.019 | 13.7 | 443.397 | 0.3378 | 77,09 | 76,43 ±0,80 |
| 19 | T6 | 59.440 | 0.6254 | 509.462 | 14 | 5129.669 | 0.3505 | 81,82 | |
| 20 | T6 | 59.338 | 0.6253 | 495.872 | 14 | 499.356 | 0.3484 | 81,35 | |
| 21 | T6 | 59.598 | 0.6251 | 357.993 | 14 | 361.482 | 0.3489 | 81,51 | 81,56 ±0,24 |
| 22 | T7 | 60.064 | 0.6252 | 495.234 | 12.5 | 497.311 | 0.2077 | 43,28 | |
| 23 | T7 | 62.169 | 0.6251 | 501.389 | 14 | 503.451 | 0.2062 | 48,16 | |
| 24 | T7 | 59.284 | 0.6251 | 371.662 | 13.5 | 373.736 | 0.2074 | 46,70 | 46,05 ±2,50 |
| 25 | T8 | 60.063 | 0.6254 | 497.878 | 13.5 | 500.275 | 0.2397 | 54,00 | |
| 26 | T8 | 59.442 | 0.6250 | 501.811 | 14 | 504.188 | 0.2377 | 55,57 | |
| 27 | T8 | 60.048 | 0.6256 | 38.205 | 14.5 | 384.416 | 0.2366 | 57,25 | 55,61 ±1,63 |
| 28 | T9 | 59.632 | 0.6250 | 495.872 | 13.9 | 498.921 | 0.3049 | 70,82 | |
| 29 | T9 | 60.574 | 0.6252 | 496.613 | 14 | 499.676 | 0.3063 | 71,65 | |
| 30 | T9 | 59.632 | 0.6252 | 34.794 | 14 | 350.987 | 0.3047 | 71,24 | 71,24 ±0,41 |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3.

Anexo 3e. Datos análisis físico maltodextrina (poder de hinchamiento).

| N° | TRATAMIENTOS | PESO TUBO | PESO MUESTRA | PESO VASO PRECIPITADO | PESO DEL GEL | PESO DEL VASO DSPUES DE 12 HORAS | PESO SOBRENADANTE DESPUES 12H | PODER DE HINCHAMIENTO | PROMEDIO |
|----|--------------|------------|--------------|-----------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------|
| 1 | T0 | TESTIGO | 6,06 | 0,62 | 50,89 | 6,95 | 51,25 | 0,36 | 29,12 |
| 2 | T0 | TESTIGO | 5,99 | 0,62 | 50,89 | 6,95 | 51,25 | 0,36 | 29,11 |
| 3 | T0 | TESTIGO | 6,06 | 0,62 | 53,46 | 6,96 | 53,82 | 0,36 | 29,12 |
| 4 | T1 | 40 °C 60' | 5,93 | 0,62 | 49,66 | 8,71 | 49,77 | 0,10 | 17,61 |
| 5 | T1 | 40 °C 60' | 5,99 | 0,62 | 50,09 | 8,73 | 50,19 | 0,10 | 17,64 |
| 6 | T1 | 40 °C 60' | 5,93 | 0,62 | 37,02 | 8,75 | 37,12 | 0,10 | 17,63 |
| 7 | T2 | 40 °C 90' | 5,93 | 0,62 | 50,08 | 8,55 | 50,22 | 0,13 | 18,27 |
| 8 | T2 | 40 °C 90' | 6,01 | 0,62 | 50,95 | 8,51 | 51,08 | 0,13 | 18,25 |
| 9 | T2 | 40 °C 90' | 6,01 | 0,62 | 48,21 | 8,52 | 48,35 | 0,13 | 18,25 |
| 10 | T3 | 40 °C 120' | 6,01 | 0,62 | 50,88 | 8,24 | 51,05 | 0,17 | 19,16 |
| 11 | T3 | 40 °C 120' | 5,94 | 0,62 | 49,79 | 8,27 | 49,96 | 0,17 | 19,19 |
| 12 | T3 | 40 °C 120' | 6,05 | 0,62 | 48,08 | 8,25 | 48,25 | 0,17 | 19,17 |
| 13 | T4 | 50 °C 60' | 6,05 | 0,62 | 50,14 | 7,55 | 50,43 | 0,29 | 24,84 |
| 14 | T4 | 50 °C 60' | 5,91 | 0,62 | 50,88 | 7,49 | 51,18 | 0,29 | 24,82 |
| 15 | T4 | 50 °C 60' | 6,01 | 0,62 | 38,23 | 7,57 | 38,52 | 0,29 | 24,83 |
| 16 | T5 | 50 °C 90' | 5,95 | 0,62 | 50,18 | 7,18 | 50,52 | 0,33 | 27,14 |
| 17 | T5 | 50 °C 90' | 6,02 | 0,62 | 49,52 | 7,17 | 49,86 | 0,34 | 27,13 |
| 18 | T5 | 50 °C 90' | 6,01 | 0,62 | 44,01 | 7,13 | 44,34 | 0,34 | 27,15 |
| 19 | T6 | 50 °C 120' | 5,94 | 0,62 | 50,95 | 7,01 | 51,29 | 0,35 | 28,11 |
| 20 | T6 | 50 °C 120' | 5,93 | 0,62 | 49,59 | 7,06 | 49,94 | 0,35 | 28,12 |
| 21 | T6 | 50 °C 120' | 5,96 | 0,62 | 35,79 | 7,04 | 36,15 | 0,35 | 28,13 |
| 22 | T7 | 60 °C 60' | 6,01 | 0,62 | 49,52 | 7,94 | 49,73 | 0,21 | 20,25 |
| 23 | T7 | 60 °C 60' | 6,21 | 0,62 | 50,14 | 7,97 | 50,34 | 0,21 | 20,27 |
| 24 | T7 | 60 °C 60' | 5,93 | 0,62 | 37,16 | 7,94 | 37,37 | 0,21 | 20,25 |
| 25 | T8 | 60 °C 90' | 6,01 | 0,62 | 49,79 | 7,71 | 50,03 | 0,24 | 21,46 |
| 26 | T8 | 60 °C 90' | 5,94 | 0,62 | 50,18 | 7,75 | 50,42 | 0,24 | 21,45 |
| 27 | T8 | 60 °C 90' | 6,01 | 0,62 | 38,21 | 7,79 | 38,44 | 0,24 | 21,46 |
| 28 | T9 | 60 °C 120' | 5,96 | 0,62 | 49,59 | 7,36 | 49,89 | 0,31 | 25,07 |
| 29 | T9 | 60 °C 120' | 6,05 | 0,62 | 49,66 | 7,33 | 49,97 | 0,31 | 25,08 |
| 30 | T9 | 60 °C 120' | 5,96 | 0,62 | 34,79 | 7,37 | 35,09 | 0,31 | 25,08 |

Resultados expresados como promedio \pm SD, n = 3.

Anexo 3f. Datos análisis físico químico maltodextrina (humedad).

| N° | TRATAMIENTOS | P. P | ACA | P. M H. | P.P + M S. | P. MS | HUMEDAD | PROMEDIO |
|----|--------------|------------|-------|---------|------------|-------|---------|------------|
| 1 | T0 | TESTIGO | 34,55 | 2,0005 | 36,47 | 1,92 | 4,17 | |
| 2 | T0 | TESTIGO | 34,55 | 2,0006 | 36,47 | 1,92 | 4,17 | |
| 3 | T0 | TESTIGO | 39,41 | 2,0007 | 41,33 | 1,92 | 4,18 | 4,17 ±0,01 |
| 4 | T1 | 40 °C 60' | 34,93 | 2,0004 | 36,85 | 1,92 | 4,15 | |
| 5 | T1 | 40 °C 60' | 45,42 | 2,0001 | 47,33 | 1,92 | 4,16 | |
| 6 | T1 | 40 °C 60' | 34,93 | 2,0002 | 36,85 | 1,92 | 4,16 | 4,16 ±0,01 |
| 7 | T2 | 40 °C 90' | 34,57 | 2,0006 | 36,49 | 1,92 | 4,17 | |
| 8 | T2 | 40 °C 90' | 40,82 | 2,0000 | 42,74 | 1,92 | 4,17 | |
| 9 | T2 | 40 °C 90' | 34,56 | 2,0001 | 36,48 | 1,92 | 4,16 | 4,17 ±0,01 |
| 10 | T3 | 40 °C 120' | 37,41 | 2,0003 | 39,33 | 1,92 | 4,15 | |
| 11 | T3 | 40 °C 120' | 47,77 | 2,0003 | 49,69 | 1,92 | 4,17 | |
| 12 | T3 | 40 °C 120' | 37,40 | 2,0009 | 39,32 | 1,92 | 4,17 | 4,16 ±0,01 |
| 13 | T4 | 50 °C 60' | 36,22 | 2,0005 | 38,14 | 1,92 | 4,16 | |
| 14 | T4 | 50 °C 60' | 44,39 | 2,0004 | 46,31 | 1,92 | 4,16 | |
| 15 | T4 | 50 °C 60' | 36,22 | 2,0007 | 38,14 | 1,92 | 4,17 | 4,16 ±0,01 |
| 16 | T5 | 50 °C 90' | 35,58 | 2,0001 | 37,49 | 1,92 | 4,17 | |
| 17 | T5 | 50 °C 90' | 35,58 | 2,0006 | 37,50 | 1,92 | 4,15 | |
| 18 | T5 | 50 °C 90' | 49,06 | 2,0002 | 50,98 | 1,92 | 4,15 | 4,16 ±0,01 |
| 19 | T6 | 50 °C 120' | 40,14 | 2,0004 | 42,06 | 1,92 | 4,16 | |
| 20 | T6 | 50 °C 120' | 40,15 | 2,0008 | 42,07 | 1,92 | 4,15 | |
| 21 | T6 | 50 °C 120' | 37,66 | 2,0006 | 39,58 | 1,92 | 4,16 | 4,16 ±0,01 |
| 22 | T7 | 60 °C 60' | 37,04 | 2,0004 | 38,96 | 1,92 | 4,17 | |
| 23 | T7 | 60 °C 60' | 36,81 | 2,0003 | 38,73 | 1,92 | 4,16 | |
| 24 | T7 | 60 °C 60' | 37,04 | 2,0002 | 38,96 | 1,92 | 4,16 | 4,16 ±0,01 |
| 25 | T8 | 60 °C 90' | 37,85 | 2,0004 | 39,77 | 1,92 | 4,15 | |
| 26 | T8 | 60 °C 90' | 45,51 | 2,0004 | 47,42 | 1,92 | 4,17 | |
| 27 | T8 | 60 °C 90' | 37,86 | 2,0005 | 39,77 | 1,92 | 4,16 | 4,16 ±0,01 |
| 28 | T9 | 60 °C 120' | 39,82 | 2,0010 | 41,74 | 1,92 | 4,15 | |
| 29 | T9 | 60 °C 120' | 47,75 | 2,0005 | 49,67 | 1,92 | 4,17 | |
| 30 | T9 | 60 °C 120' | 39,82 | 2,0005 | 41,74 | 1,92 | 4,16 | 4,16 ±0,01 |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3.

Anexo 3g. Datos análisis físico químico maltodextrina (pH)

| N° | TRATAMIENTOS | pH | PROMEDIO |
|----|--------------|---------|-------------|
| 1 | T0 | TESTIGO | 6,00 |
| 2 | T0 | TESTIGO | 5,90 |
| 3 | T0 | TESTIGO | 6,00 |
| | | | 5,97 ±0,058 |

| | | | | |
|----|----|------------|------|-------------|
| 4 | T1 | 40 °C 60' | 5,90 | |
| 5 | T1 | 40 °C 60' | 6,00 | |
| 6 | T1 | 40 °C 60' | 5,90 | 5,93 ±0,058 |
| 7 | T2 | 40 °C 90' | 5,90 | |
| 8 | T2 | 40 °C 90' | 5,90 | |
| 9 | T2 | 40 °C 90' | 5,90 | 5,90 ±0,000 |
| 10 | T3 | 40 °C 120' | 6,00 | |
| 11 | T3 | 40 °C 120' | 5,90 | |
| 12 | T3 | 40 °C 120' | 5,90 | 5,93 ±0,058 |
| 13 | T4 | 50 °C 60' | 6,00 | |
| 14 | T4 | 50 °C 60' | 5,90 | |
| 15 | T4 | 50 °C 60' | 5,90 | 5,93 ±0,058 |
| 16 | T5 | 50 °C 90' | 6,00 | |
| 17 | T5 | 50 °C 90' | 5,90 | |
| 18 | T5 | 50 °C 90' | 6,00 | 5,97 ±0,058 |
| 19 | T6 | 50 °C 120' | 6,00 | |
| 20 | T6 | 50 °C 120' | 5,90 | |
| 21 | T6 | 50 °C 120' | 6,00 | 5,97 ±0,058 |
| 22 | T7 | 60 °C 60' | 5,90 | |
| 23 | T7 | 60 °C 60' | 5,90 | |
| 24 | T7 | 60 °C 60' | 6,00 | 5,93 ±0,058 |
| 25 | T8 | 60 °C 90' | 5,90 | |
| 26 | T8 | 60 °C 90' | 6,00 | |
| 27 | T8 | 60 °C 90' | 6,00 | 5,97 ±0,058 |
| 28 | T9 | 60 °C 120' | 5,90 | |
| 29 | T9 | 60 °C 120' | 5,90 | |
| 30 | T9 | 60 °C 120' | 6,00 | 5,93 ±0,058 |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3.

Anexo 3h. Datos análisis físico maltodextrina (densidad aparente)

| N ° | TRATAMIENTOS | P. PROBETA (g) | (P+M) | VOLUME N | PESO M | DENSIDAD | PROMEDIO |
|-----|--------------|----------------|-------|----------|--------|----------|----------------|
| 1 | T0 TESTIGO | 58,57 | 69,89 | 25 | 11,32 | 0,45 | |
| 2 | T0 TESTIGO | 58,85 | 70,16 | 25 | 11,31 | 0,45 | |
| 3 | T0 TESTIGO | 56,34 | 67,65 | 25 | 11,31 | 0,45 | 0,4525 ±0,0002 |
| 4 | T1 40 °C 60' | 58,86 | 70,16 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 5 | T1 40 °C 60' | 58,86 | 70,17 | 25 | 11,31 | 0,45 | |
| 6 | T1 40 °C 60' | 58,86 | 70,16 | 25 | 11,3 | 0,45 | 0,4521 ±0,0002 |
| 7 | T2 40 °C 90' | 61,97 | 73,28 | 25 | 11,31 | 0,45 | |

| | | | | | | | | |
|----|----|------------|-------|-------|----|-------|------|----------------|
| 8 | T2 | 40 °C 90' | 61,97 | 73,28 | 25 | 11,31 | 0,45 | |
| 9 | T2 | 40 °C 90' | 61,97 | 73,27 | 25 | 11,3 | 0,45 | 0,4523 ±0,0002 |
| 10 | T3 | 40 °C 120' | 58,58 | 69,89 | 25 | 11,31 | 0,45 | |
| 11 | T3 | 40 °C 120' | 58,58 | 69,88 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 12 | T3 | 40 °C 120' | 58,58 | 69,88 | 25 | 11,3 | 0,45 | 0,4521 ±0,0002 |
| 13 | T4 | 50 °C 60' | 66,65 | 77,95 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 14 | T4 | 50 °C 60' | 66,65 | 77,96 | 25 | 11,31 | 0,45 | |
| 15 | T4 | 50 °C 60' | 66,65 | 77,96 | 25 | 11,31 | 0,45 | 0,4523 ±0,0002 |
| 16 | T5 | 50 °C 90' | 58,59 | 69,89 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 17 | T5 | 50 °C 90' | 58,59 | 69,89 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 18 | T5 | 50 °C 90' | 58,59 | 69,9 | 25 | 11,31 | 0,45 | 0,4521 ±0,0002 |
| 19 | T6 | 50 °C 120' | 61,97 | 73,27 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 20 | T6 | 50 °C 120' | 61,97 | 73,28 | 25 | 11,31 | 0,45 | |
| 21 | T6 | 50 °C 120' | 61,97 | 73,28 | 25 | 11,31 | 0,45 | 0,4523 ±0,0002 |
| 22 | T7 | 60 °C 60' | 56,35 | 67,65 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 23 | T7 | 60 °C 60' | 56,35 | 67,65 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 24 | T7 | 60 °C 60' | 56,35 | 67,66 | 25 | 11,31 | 0,45 | 0,4521 ±0,0002 |
| 25 | T8 | 60 °C 90' | 57,29 | 68,59 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 26 | T8 | 60 °C 90' | 57,29 | 68,59 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 27 | T8 | 60 °C 90' | 57,29 | 68,6 | 25 | 11,31 | 0,45 | 0,4521 ±0,0002 |
| 28 | T9 | 60 °C 120' | 58,86 | 70,17 | 25 | 11,31 | 0,45 | |
| 29 | T9 | 60 °C 120' | 58,86 | 70,16 | 25 | 11,3 | 0,45 | |
| 30 | T9 | 60 °C 120' | 58,86 | 70,17 | 25 | 11,31 | 0,45 | 0,4523 ±0,0002 |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 3.

Anexo 3i. Datos de análisis físico maltodextrina (densidad empacada)

| N° | TRATAMIENTOS | P.PROBETA | (P.EMPA+M) | VOLUMEN | PESO M | DENSIDAD | PROMEDIO |
|----|--------------|-----------|------------|---------|--------|----------|----------|
| 1 | T0 | TESTIGO | 58,57 | 69,89 | 18,4 | 11,32 | 0,62 |
| 2 | T0 | TESTIGO | 58,85 | 70,16 | 18,4 | 11,31 | 0,61 |
| 3 | T0 | TESTIGO | 56,34 | 67,65 | 18,2 | 11,31 | 0,62 |
| 4 | T1 | 40 °C 60' | 58,86 | 70,16 | 18,4 | 11,3 | 0,61 |
| 5 | T1 | 40 °C 60' | 58,86 | 70,17 | 18,5 | 11,31 | 0,61 |
| 6 | T1 | 40 °C 60' | 58,86 | 70,16 | 18,5 | 11,3 | 0,61 |
| 7 | T2 | 40 °C 90' | 61,97 | 73,28 | 18,4 | 11,31 | 0,61 |
| 8 | T2 | 40 °C 90' | 61,97 | 73,28 | 18,4 | 11,31 | 0,61 |
| 9 | T2 | 40 °C 90' | 61,97 | 73,27 | 18,3 | 11,3 | 0,62 |

| | | | | | | | | |
|----|----|------------|-------|-------|------|-------|------|--------------|
| 10 | T3 | 40 °C 120' | 58,58 | 69,89 | 18,4 | 11,31 | 0,61 | |
| 11 | T3 | 40 °C 120' | 58,58 | 69,88 | 18,4 | 11,3 | 0,61 | |
| 12 | T3 | 40 °C 120' | 58,58 | 69,88 | 18,4 | 11,3 | 0,61 | 0,614 ±0,000 |
| 13 | T4 | 50 °C 60' | 66,65 | 77,95 | 18,3 | 11,3 | 0,62 | |
| 14 | T4 | 50 °C 60' | 66,65 | 77,96 | 18,3 | 11,31 | 0,62 | |
| 15 | T4 | 50 °C 60' | 66,65 | 77,96 | 18,4 | 11,31 | 0,61 | 0,617 ±0,002 |
| 16 | T5 | 50 °C 90' | 58,59 | 69,89 | 18,3 | 11,3 | 0,62 | |
| 17 | T5 | 50 °C 90' | 58,59 | 69,89 | 18,4 | 11,3 | 0,61 | |
| 18 | T5 | 50 °C 90' | 58,59 | 69,9 | 18,4 | 11,31 | 0,61 | 0,615 ±0,002 |
| 19 | T6 | 50 °C 120' | 61,97 | 73,27 | 18,3 | 11,3 | 0,62 | |
| 20 | T6 | 50 °C 120' | 61,97 | 73,28 | 18,3 | 11,31 | 0,62 | |
| 21 | T6 | 50 °C 120' | 61,97 | 73,28 | 18,4 | 11,31 | 0,61 | 0,617 ±0,002 |
| 22 | T7 | 60 °C 60' | 56,35 | 67,65 | 18,4 | 11,3 | 0,61 | |
| 23 | T7 | 60 °C 60' | 56,35 | 67,65 | 18,3 | 11,3 | 0,62 | |
| 24 | T7 | 60 °C 60' | 56,35 | 67,66 | 18,4 | 11,31 | 0,61 | 0,615 ±0,002 |
| 25 | T8 | 60 °C 90' | 57,29 | 68,59 | 18,4 | 11,3 | 0,61 | |
| 26 | T8 | 60 °C 90' | 57,29 | 68,59 | 18,4 | 11,3 | 0,61 | |
| 27 | T8 | 60 °C 90' | 57,29 | 68,6 | 18,3 | 11,31 | 0,62 | 0,615 ±0,002 |
| 28 | T9 | 60 °C 120' | 58,86 | 70,17 | 18,4 | 11,31 | 0,61 | |
| 29 | T9 | 60 °C 120' | 58,86 | 70,16 | 18,3 | 11,3 | 0,62 | |
| 30 | T9 | 60 °C 120' | 58,86 | 70,17 | 18,3 | 11,31 | 0,62 | 0,617 ±0,002 |

Resultados expresados como promedio \pm SD, n = 3.

Anexo 4a. Rendimiento maltodextrina

| TRATAMIENTOS | P. INICIAL (g) | P. FINAL (g) | %RENDIMIENTO | PROMEDIO |
|--------------|-------------------|--------------|--------------|------------------|
| T1 | 180,00 | 25,40 | 14,11 | |
| T1 | 90,00 | 12,74 | 14,16 | 14,13 \pm 0,03 |
| T2 | 180,00 | 23,10 | 12,83 | |
| T2 | 90,00 | 11,53 | 12,81 | 12,82 \pm 0,02 |
| T3 | 180,00 | 18,10 | 10,06 | |
| T3 | 90,00 | 9,10 | 10,11 | 10,08 \pm 0,04 |
| T4 | 340,00 | 41,60 | 12,24 | |
| T4 | 90,00 | 11,03 | 12,26 | 12,25 \pm 0,01 |
| T5 | 90,00 | 8,60 | 9,56 | |
| T5 | 90,00 | 8,57 | 9,52 | 9,54 \pm 0,02 |
| T6 | 160,00 | 11,40 | 7,13 | |
| T6 | 90,00 | 6,39 | 7,10 | 7,11 \pm 0,02 |

| | | | | |
|----|--------|-------|------|------------|
| T7 | 180,00 | 16,50 | 9,17 | |
| T7 | 180,00 | 16,60 | 9,22 | 9,19 ±0,04 |
| T8 | 360,00 | 22,16 | 6,16 | |
| T8 | 180,00 | 11,00 | 6,11 | 6,13 ±0,03 |
| T9 | 180,00 | 7,70 | 4,28 | |
| T9 | 270,00 | 11,6 | 4,30 | 4,29 ±0,01 |

Resultados expresados como promedio ±SD, n = 2.

Anexo 5a. Análisis estadístico azúcares reductores maltodextrina

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: AZUCARES REDUCTORES

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|-------------|------|
| Modelo corregido | 37221,987 ^a | 8 | 4652,748 | 50534,699 | ,000 |
| Intersección | 203129,467 | 1 | 203129,467 | 2206241,446 | ,000 |
| TEMPERATURA | 31111,688 | 2 | 15555,844 | 168956,025 | ,000 |
| TIEMPO | 5360,979 | 2 | 2680,489 | 29113,485 | ,000 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | 749,321 | 4 | 187,330 | 2034,642 | ,000 |
| Error | 1,657 | 18 | ,092 | | |
| Total | 240353,112 | 27 | | | |
| Total corregido | 37223,645 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = 1.000)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: AZUCARES REDUCTORES

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|-----------|------|
| 60min | Contraste | 6618,778 | 2 | 3309,389 | 35944,128 | ,000 |
| | Error | 1,657 | 18 | ,092 | | |
| 90min | Contraste | 13008,154 | 2 | 6504,077 | 70642,456 | ,000 |
| | Error | 1,657 | 18 | ,092 | | |
| 120min | Contraste | 12234,076 | 2 | 6117,038 | 66438,727 | ,000 |
| | Error | 1,657 | 18 | ,092 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: AZUCARES REDUCTORES

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|-----------|------|
| 40°C | Contraste | 596,771 | 2 | 298,385 | 3240,842 | ,000 |
| | Error | 1,657 | 18 | ,092 | | |
| 50°C | Contraste | 2934,002 | 2 | 1467,001 | 15933,478 | ,000 |
| | Error | 1,657 | 18 | ,092 | | |
| 60°C | Contraste | 2579,526 | 2 | 1289,763 | 14008,451 | ,000 |
| | Error | 1,657 | 18 | ,092 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

AZUCARES REDUCTORES

HSD Tukey^{a,b}

| TEMP | N | Subconjunto | | |
|------|---|-------------|---------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 40°C | 9 | 44,3311 | | |
| 60°C | 9 | | 88,4533 | |
| 50°C | 9 | | | 127,4267 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,092.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = ,05.

AZUCARES REDUCTORES

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto | | |
|--------|---|-------------|---------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 60min | 9 | 68,7289 | | |
| 90min | 9 | | 88,3511 | |
| 120min | 9 | | | 103,1311 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,092.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = ,05.

Azucares Reductores con testigo

AZUCARES REDUCTORES

HSD Tukey^a

| T | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| T1 | 3 | 36,3367 | | | | | | | | | |
| T2 | 3 | | 41,1500 | | | | | | | | |
| T3 | 3 | | | 55,5067 | | | | | | | |
| T7 | 3 | | | | 67,1433 | | | | | | |
| T8 | 3 | | | | | 89,6567 | | | | | |
| T4 | 3 | | | | | | 102,7067 | | | | |
| T9 | 3 | | | | | | | 108,5600 | | | |
| T5 | 3 | | | | | | | | 134,2467 | | |
| T6 | 3 | | | | | | | | | 145,3267 | |
| T | 3 | | | | | | | | | | 170,5967 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 5b. Análisis estadístico equivalente de dextrosa maltodextrina

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: EQUIVALENTE DE DEXTROSA

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|------------|------|
| Modelo corregido | 372,885 ^a | 8 | 46,611 | 17978,393 | ,000 |
| Intersección | 2031,468 | 1 | 2031,468 | 783566,286 | ,000 |
| TEMPERATURA | 311,227 | 2 | 155,614 | 60022,429 | ,000 |
| TIEMPO | 54,076 | 2 | 27,038 | 10429,000 | ,000 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | 7,581 | 4 | 1,895 | 731,071 | ,000 |
| Error | ,047 | 18 | ,003 | | |
| Total | 2404,400 | 27 | | | |
| Total corregido | 372,932 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = 1.000)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: EQUIVALENTE DE DEXTROSA

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|-----------|------|
| 60min | Contraste | 66,127 | 2 | 33,063 | 12753,000 | ,000 |
| | Error | ,047 | 18 | ,003 | | |
| 90min | Contraste | 130,747 | 2 | 65,373 | 25215,429 | ,000 |
| | Error | ,047 | 18 | ,003 | | |
| 120min | Contraste | 121,936 | 2 | 60,968 | 23516,143 | ,000 |
| | Error | ,047 | 18 | ,003 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: EQUIVALENTE DE DEXTROSA

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|----------|------|
| 40°C | Contraste | 6,107 | 2 | 3,053 | 1177,714 | ,000 |
| | Error | ,047 | 18 | ,003 | | |
| 50°C | Contraste | 29,442 | 2 | 14,721 | 5678,143 | ,000 |
| | Error | ,047 | 18 | ,003 | | |
| 60°C | Contraste | 26,109 | 2 | 13,054 | 5035,286 | ,000 |
| | Error | ,047 | 18 | ,003 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

EQUIVALENTE DE DEXTROSA

HSD Tukey^{a,b}

| TEMP | N | Subconjunto | | |
|------|---|-------------|--------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 40°C | 9 | 4,4333 | | |
| 60°C | 9 | | 8,8444 | |
| 50°C | 9 | | | 12,7444 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .003.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

EQUIVALENTE DE DEXTROSA

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto | | |
|--------|---|-------------|--------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 60min | 9 | 6,8667 | | |
| 90min | 9 | | 8,8333 | |
| 120min | 9 | | | 10,3222 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .003.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

EQUIVALENTE DE DEXTROSA CON TESTIGO

EQUIVALENTE DE DEXTROSA

HSD Tukey^a

| T | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| T1 | 3 | 3,6333 | | | | | | | | | |
| T2 | 3 | | 4,1000 | | | | | | | | |
| T3 | 3 | | | 5,5667 | | | | | | | |
| T7 | 3 | | | | 6,7000 | | | | | | |
| T8 | 3 | | | | | 8,9667 | | | | | |
| T4 | 3 | | | | | | 10,2667 | | | | |
| T9 | 3 | | | | | | | 10,8667 | | | |
| T5 | 3 | | | | | | | | 13,4333 | | |
| T6 | 3 | | | | | | | | | 14,5333 | |
| T | 3 | | | | | | | | | | 17,0667 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 5c. Análisis estadístico índice de absorción maltodextrina

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: INDICE DE ABSORCION

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|-------------|------|
| Modelo corregido | 8,648 ^a | 8 | 1,081 | 1758,345 | ,000 |
| Intersección | 1404,580 | 1 | 1404,580 | 2284558,289 | ,000 |
| TEMPERATURA | 7,349 | 2 | 3,675 | 5976,982 | ,000 |
| TIEMPO | 1,232 | 2 | ,616 | 1002,295 | ,000 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | ,067 | 4 | ,017 | 27,051 | ,000 |
| Error | ,011 | 18 | ,001 | | |
| Total | 1413,240 | 27 | | | |
| Total corregido | 8,660 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = .999 (R al cuadrado ajustada = .998)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: INDICE DE ABSORCION

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|----------|------|
| 60min | Contraste | 2,182 | 2 | 1,091 | 1774,482 | ,000 |
| | Error | ,011 | 18 | ,001 | | |
| 90min | Contraste | 2,819 | 2 | 1,410 | 2292,633 | ,000 |
| | Error | ,011 | 18 | ,001 | | |
| 120min | Contraste | 2,415 | 2 | 1,207 | 1963,970 | ,000 |
| | Error | ,011 | 18 | ,001 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: INDICE DE ABSORCION

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| 40°C | Contraste | ,333 | 2 | ,167 | 271,102 | ,000 |
| | Error | ,011 | 18 | ,001 | | |
| 50°C | Contraste | ,419 | 2 | ,209 | 340,645 | ,000 |
| | Error | ,011 | 18 | ,001 | | |
| 60°C | Contraste | ,547 | 2 | ,273 | 444,651 | ,000 |
| | Error | ,011 | 18 | ,001 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

INDICE DE ABSORCION

HSD Tukey^{a,b}

| TEMPERATUR A | N | Subconjunto | | |
|-----------------|---|-------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 50°C | 9 | 6,6467 | | |
| 60°C | 9 | | 7,0856 | |
| 40°C | 9 | | | 7,9056 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .001.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

INDICE DE ABSORCION

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto | | |
|--------|---|-------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 120min | 9 | 6,9511 | | |
| 90min | 9 | | 7,2122 | |
| 60min | 9 | | | 7,4744 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .001.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

Índice de absorción con testigo

INDICE DE ABSORCION

HSD Tukey^a

| T | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| T | 3 | 6,3533 | | | | | | | | | | |
| T6 | 3 | | 6,4367 | | | | | | | | | |
| T5 | 3 | | | 6,5600 | | | | | | | | |
| T9 | 3 | | | | 6,7567 | | | | | | | |
| T4 | 3 | | | | | 6,9443 | | | | | | |
| T8 | 3 | | | | | | 7,1500 | | | | | |
| T7 | 3 | | | | | | | 7,3500 | | | | |
| T3 | 3 | | | | | | | | 7,6600 | | | |
| T2 | 3 | | | | | | | | | 7,9267 | | |
| T1 | 3 | | | | | | | | | | | 8,1300 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 5d. Análisis estadístico índice de solubilidad maltodextrina

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: **INDICE DE SOLUBILIDAD**

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|-----------|------|
| Modelo corregido | 10656,142 ^a | 8 | 1332,018 | 964,763 | ,000 |
| Intersección | 78254,883 | 1 | 78254,883 | 56678,963 | ,000 |
| TEMPERATURA | 8845,113 | 2 | 4422,557 | 3203,198 | ,000 |
| TIEMPO | 1676,101 | 2 | 838,050 | 606,989 | ,000 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | 134,928 | 4 | 33,732 | 24,432 | ,000 |
| Error | 24,852 | 18 | 1,381 | | |
| Total | 88935,877 | 27 | | | |
| Total corregido | 10680,994 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = .998 (R al cuadrado ajustada = .997)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: **INDICE DE SOLUBILIDAD**

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|----------|------|
| 60min | Contraste | 2504,143 | 2 | 1252,072 | 906,859 | ,000 |
| | Error | 24,852 | 18 | 1,381 | | |
| 90min | Contraste | 3303,853 | 2 | 1651,927 | 1196,468 | ,000 |
| | Error | 24,852 | 18 | 1,381 | | |
| 120min | Contraste | 3172,045 | 2 | 1586,022 | 1148,735 | ,000 |
| | Error | 24,852 | 18 | 1,381 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: **INDICE DE SOLUBILIDAD**

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| 40°C | Contraste | 326,349 | 2 | 163,175 | 118,185 | ,000 |
| | Error | 24,852 | 18 | 1,381 | | |
| 50°C | Contraste | 514,435 | 2 | 257,218 | 186,299 | ,000 |
| | Error | 24,852 | 18 | 1,381 | | |
| 60°C | Contraste | 970,244 | 2 | 485,122 | 351,367 | ,000 |
| | Error | 24,852 | 18 | 1,381 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

INDICE DE SOLUBILIDAD

HSD Tukey^{a,b}

| TEMP | N | Subconjunto | | |
|------|---|-------------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 40°C | 9 | 30,016477 | | |
| 60°C | 9 | | 57,630340 | |
| 50°C | 9 | | | 73,861576 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1.381.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

INDICE DE SOLUBILIDAD

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto | | |
|--------|---|-------------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 60min | 9 | 44,164221 | | |
| 90min | 9 | | 53,880708 | |
| 120min | 9 | | | 63,463465 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1.381.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

INDICE DE SOLUBILIDAD CON TESTIGO

INDICE DE SOLUBILIDAD

HSD Tukey^a

| T | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| T1 | 3 | 22,859131 | | | | | | | | | | | | |
| T2 | 3 | | 29,598795 | | | | | | | | | | | |
| T3 | 3 | | | 37,591507 | | | | | | | | | | |
| T7 | 3 | | | | 46,045956 | | | | | | | | | |
| T8 | 3 | | | | | 55,608512 | | | | | | | | |
| T4 | 3 | | | | | | 63,587575 | | | | | | | |
| T9 | 3 | | | | | | | 71,236553 | | | | | | |
| T5 | 3 | | | | | | | | 76,434818 | | | | | |
| T6 | 3 | | | | | | | | | 81,562334 | | | | |
| T | 3 | | | | | | | | | | | | | 90,234814 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 5e. Análisis estadístico poder de hinchamiento maltodextrina

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: **PODER DE HINCHAMIENTO**

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|-------------|------|
| Modelo corregido | 372,362 ^a | 8 | 46,545 | 447821,045 | ,000 |
| Intersección | 13592,331 | 1 | 13592,331 | 130774540,7 | ,000 |
| TEMPERATURA | 313,863 | 2 | 156,931 | 1509868,233 | ,000 |
| TIEMPO | 46,925 | 2 | 23,462 | 225736,941 | ,000 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | 11,574 | 4 | 2,894 | 27839,502 | ,000 |
| Error | ,002 | 18 | ,000 | | |
| Total | 13964,695 | 27 | | | |
| Total corregido | 372,364 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = 1.000)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: **PODER DE HINCHAMIENTO**

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|------------|------|
| 60min | Contraste | 79,733 | 2 | 39,867 | 383563,768 | ,000 |
| | Error | ,002 | 18 | ,000 | | |
| 90min | Contraste | 121,523 | 2 | 60,761 | 584597,398 | ,000 |
| | Error | ,002 | 18 | ,000 | | |
| 120min | Contraste | 124,181 | 2 | 62,091 | 597386,071 | ,000 |
| | Error | ,002 | 18 | ,000 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: **PODER DE HINCHAMIENTO**

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|------------|------|
| 40°C | Contraste | 3,634 | 2 | 1,817 | 17481,392 | ,000 |
| | Error | ,002 | 18 | ,000 | | |
| 50°C | Contraste | 17,129 | 2 | 8,565 | 82401,678 | ,000 |
| | Error | ,002 | 18 | ,000 | | |
| 60°C | Contraste | 37,736 | 2 | 18,868 | 181532,876 | ,000 |
| | Error | ,002 | 18 | ,000 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

PODER DE HINCHAMIENTO

HSD Tukey^{a,b}

| TEMP | N | Subconjunto | | |
|------|---|-------------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 40°C | 9 | 18,350166 | | |
| 60°C | 9 | | 22,264574 | |
| 50°C | 9 | | | 26,696307 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .000.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

PODER DE HINCHAMIENTO

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto | | |
|--------|---|-------------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 60min | 9 | 20,904113 | | |
| 90min | 9 | | 22,284449 | |
| 120min | 9 | | | 24,122486 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .000.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

PODER DE HINCHAMIENTO CON TESTIGO

PODER DE HINCHAMIENTO

HSD Tukey^a

| T | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| T1 | 3 | 17,624068 | | | | | | | | | |
| T2 | 3 | | 18,254694 | | | | | | | | |
| T3 | 3 | | | 19,171736 | | | | | | | |
| T7 | 3 | | | | 20,259442 | | | | | | |
| T8 | 3 | | | | | 21,457742 | | | | | |
| T4 | 3 | | | | | | 24,828828 | | | | |
| T9 | 3 | | | | | | | 25,076538 | | | |
| T5 | 3 | | | | | | | | 27,140910 | | |
| T6 | 3 | | | | | | | | | 28,119184 | |
| T | 3 | | | | | | | | | | 29,115965 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 5f. Análisis estadístico humedad maltodextrina

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: HUMEDAD

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|-------------|------|
| Modelo corregido | ,000 ^a | 8 | 3,981E-5 | ,566 | ,792 |
| Intersección | 467,418 | 1 | 467,418 | 6642250,316 | ,000 |
| TEMPERATURA | 5,185E-5 | 2 | 2,593E-5 | ,368 | ,697 |
| TIEMPO | 7,407E-6 | 2 | 3,704E-6 | ,053 | ,949 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | ,000 | 4 | 6,481E-5 | ,921 | ,473 |
| Error | ,001 | 18 | 7,037E-5 | | |
| Total | 467,419 | 27 | | | |
| Total corregido | ,002 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = .201 (R al cuadrado ajustada = -.154)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: HUMEDAD

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| 60min | Contraste | 8,889E-5 | 2 | 4,444E-5 | ,632 | ,543 |
| | Error | ,001 | 18 | 7,037E-5 | | |
| 90min | Contraste | ,000 | 2 | 7,778E-5 | 1,105 | ,353 |
| | Error | ,001 | 18 | 7,037E-5 | | |
| 120min | Contraste | 6,667E-5 | 2 | 3,333E-5 | ,474 | ,630 |
| | Error | ,001 | 18 | 7,037E-5 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: HUMEDAD

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| 40°C | Contraste | ,000 | 2 | 7,778E-5 | 1,105 | ,353 |
| | Error | ,001 | 18 | 7,037E-5 | | |
| 50°C | Contraste | 8,889E-5 | 2 | 4,444E-5 | ,632 | ,543 |
| | Error | ,001 | 18 | 7,037E-5 | | |
| 60°C | Contraste | 2,222E-5 | 2 | 1,111E-5 | ,158 | ,855 |
| | Error | ,001 | 18 | 7,037E-5 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

HUMEDAD

HSD Tukey^{a,b}

| TEMPERATURA | N | Subconjunto 1 |
|-------------|---|------------------|
| 50°C | 9 | 4,1589 |
| 60°C | 9 | 4,1611 |
| 40°C | 9 | 4,1622 |
| Sig. | | ,682 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 7.04E-005.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

HUMEDAD

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto 1 |
|--------|---|------------------|
| 120min | 9 | 4,1600 |
| 60min | 9 | 4,1611 |
| 90min | 9 | 4,1611 |
| Sig. | | ,958 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 7.04E-005.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

HUMEDAD CON TESTIGO

HUMEDAD

HSD Tukey^a

| TRATAMIENTOS | N | Subconjunto para alfa = 0.05 1 |
|--------------|---|--------------------------------------|
| T1 | 3 | 4,1567 |
| T5 | 3 | 4,1567 |
| T6 | 3 | 4,1567 |
| T8 | 3 | 4,1600 |
| T9 | 3 | 4,1600 |
| T3 | 3 | 4,1633 |
| T4 | 3 | 4,1633 |
| T7 | 3 | 4,1633 |
| T2 | 3 | 4,1667 |
| TESTIGO | 3 | 4,1733 |
| Sig. | | ,325 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 5g. Análisis estadístico pH

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: pH

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|------------|------|
| Modelo corregido | ,012 ^a | 8 | ,001 | ,500 | ,841 |
| Intersección | 952,895 | 1 | 952,895 | 321602,000 | ,000 |
| TEMPERATURA | ,005 | 2 | ,003 | ,875 | ,434 |
| TIEMPO | ,001 | 2 | ,000 | ,125 | ,883 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | ,006 | 4 | ,001 | ,500 | ,736 |
| Error | ,053 | 18 | ,003 | | |
| Total | 952,960 | 27 | | | |
| Total corregido | ,065 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = .182 (R al cuadrado ajustada = -.182)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: pH

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|-------|-------|
| 60min | Contraste | 2,407E-35 | 2 | 1,204E-35 | ,000 | 1,000 |
| | Error | ,053 | 18 | ,003 | | |
| 90min | Contraste | ,009 | 2 | ,004 | 1,500 | ,250 |
| | Error | ,053 | 18 | ,003 | | |
| 120min | Contraste | ,002 | 2 | ,001 | ,375 | ,693 |
| | Error | ,053 | 18 | ,003 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: pH

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|------|------|
| 40°C | Contraste | ,002 | 2 | ,001 | ,375 | ,693 |
| | Error | ,053 | 18 | ,003 | | |
| 50°C | Contraste | ,002 | 2 | ,001 | ,375 | ,693 |
| | Error | ,053 | 18 | ,003 | | |
| 60°C | Contraste | ,002 | 2 | ,001 | ,375 | ,693 |
| | Error | ,053 | 18 | ,003 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

pH

HSD Tukey^{a,b}

| TEMPERATURA | N | Subconjunto 1 |
|-------------|---|------------------|
| 40°C | 9 | 5,9222 |
| 60°C | 9 | 5,9444 |
| 50°C | 9 | 5,9556 |
| Sig. | | ,414 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .003.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

pH

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto 1 |
|--------|---|------------------|
| 60min | 9 | 5,9333 |
| 90min | 9 | 5,9444 |
| 120min | 9 | 5,9444 |
| Sig. | | ,902 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .003.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = .05.

pH CON TESTIGO

pH

HSD Tukey^a

| TRATAMIENTOS | N | Subconjunto para alfa = 0.05 1 |
|--------------|---|--------------------------------------|
| T2 | 3 | 5,9000 |
| T1 | 3 | 5,9333 |
| T3 | 3 | 5,9333 |
| T4 | 3 | 5,9333 |
| T7 | 3 | 5,9333 |
| T9 | 3 | 5,9333 |
| T | 3 | 5,9667 |
| T5 | 3 | 5,9667 |
| T6 | 3 | 5,9667 |
| T8 | 3 | 5,9667 |
| Sig. | | ,881 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 5h. Análisis estadístico densidad aparente maltodextrina

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DENSIDAD APARENTE

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|---------------|------|
| Modelo corregido | 1,185E-7 ^a | 8 | 1,481E-8 | ,278 | ,965 |
| Intersección | 5,521 | 1 | 5,521 | 103517058,778 | ,000 |
| TEMPERATURA | 1,185E-8 | 2 | 5,926E-9 | ,111 | ,895 |
| TIEMPO | 1,185E-8 | 2 | 5,926E-9 | ,111 | ,895 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | 9,481E-8 | 4 | 2,370E-8 | ,444 | ,775 |
| Error | 9,600E-7 | 18 | 5,333E-8 | | |
| Total | 5,521 | 27 | | | |
| Total corregido | 1,079E-6 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = .110 (R al cuadrado ajustada = -.286)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: DENSIDAD APARENTE

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|------|------|
| 60min | Contraste | 3,556E-8 | 2 | 1,778E-8 | ,333 | ,721 |
| | Error | 9,600E-7 | 18 | 5,333E-8 | | |
| 90min | Contraste | 3,556E-8 | 2 | 1,778E-8 | ,333 | ,721 |
| | Error | 9,600E-7 | 18 | 5,333E-8 | | |
| 120min | Contraste | 3,556E-8 | 2 | 1,778E-8 | ,333 | ,721 |
| | Error | 9,600E-7 | 18 | 5,333E-8 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: DENSIDAD APARENTE

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|------|------|
| 40°C | Contraste | 3,556E-8 | 2 | 1,778E-8 | ,333 | ,721 |
| | Error | 9,600E-7 | 18 | 5,333E-8 | | |
| 50°C | Contraste | 3,556E-8 | 2 | 1,778E-8 | ,333 | ,721 |
| | Error | 9,600E-7 | 18 | 5,333E-8 | | |
| 60°C | Contraste | 3,556E-8 | 2 | 1,778E-8 | ,333 | ,721 |
| | Error | 9,600E-7 | 18 | 5,333E-8 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

DENSIDAD APARENTE

HSD Tukey^{a,b}

| TEMPERATURA | N | Subconjunto I |
|-------------|---|------------------|
| 60°C | 9 | ,452178 |
| 40°C | 9 | ,452178 |
| 50°C | 9 | ,452222 |
| Sig. | | ,913 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 5.33E-008.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = 0.05.

DENSIDAD APARENTE

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto I |
|--------|---|------------------|
| 60min | 9 | ,452178 |
| 90min | 9 | ,452178 |
| 120min | 9 | ,452222 |
| Sig. | | ,913 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 5.33E-008.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = 0.05.

DENSIDAD APARENTE CON TESTIGO

DENSIDAD APARENTE

HSD Tukey^a

| TRATAMIENTOS | N | Subconjunto para alfa = 0.05 I |
|--------------|---|--------------------------------------|
| T1 | 3 | ,452133 |
| T3 | 3 | ,452133 |
| T5 | 3 | ,452133 |
| T7 | 3 | ,452133 |
| T8 | 3 | ,452133 |
| T2 | 3 | ,452267 |
| T4 | 3 | ,452267 |
| T6 | 3 | ,452267 |
| T9 | 3 | ,452267 |
| TESTIGO | 3 | ,452533 |
| Sig. | | ,534 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 5i. Análisis estadístico densidad empacada maltodextrina

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DENSIDAD EMPACADA

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|-------------|------|
| Modelo corregido | 5,485E-5 ^a | 8 | 6,856E-6 | ,847 | ,575 |
| Intersección | 10,188 | 1 | 10,188 | 1258419,836 | ,000 |
| TEMPERATURA | 1,373E-5 | 2 | 6,863E-6 | ,848 | ,445 |
| TIEMPO | 2,659E-5 | 2 | 1,329E-5 | 1,642 | ,221 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | 1,454E-5 | 4 | 3,634E-6 | ,449 | ,772 |
| Error | ,000 | 18 | 8,096E-6 | | |
| Total | 10,188 | 27 | | | |
| Total corregido | ,000 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = .273 (R al cuadrado ajustada = -.049)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: DENSIDAD EMPACADA

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| 60min | Contraste | 9,174E-6 | 2 | 4,587E-6 | ,567 | ,577 |
| | Error | ,000 | 18 | 8,096E-6 | | |
| 90min | Contraste | 2,160E-6 | 2 | 1,080E-6 | ,133 | ,876 |
| | Error | ,000 | 18 | 8,096E-6 | | |
| 120min | Contraste | 1,693E-5 | 2 | 8,464E-6 | 1,045 | ,372 |
| | Error | ,000 | 18 | 8,096E-6 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: DENSIDAD EMPACADA

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| 40°C | Contraste | 2,115E-6 | 2 | 1,058E-6 | ,131 | ,878 |
| | Error | ,000 | 18 | 8,096E-6 | | |
| 50°C | Contraste | 3,150E-5 | 2 | 1,575E-5 | 1,946 | ,172 |
| | Error | ,000 | 18 | 8,096E-6 | | |
| 60°C | Contraste | 7,504E-6 | 2 | 3,752E-6 | ,463 | ,636 |
| | Error | ,000 | 18 | 8,096E-6 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

DENSIDAD EMPACADA

HSD Tukey^{a,b}

| TEMPERATURA | N | Subconjunto 1 |
|-------------|---|------------------|
| 60°C | 9 | ,613273 |
| 40°C | 9 | ,614753 |
| 50°C | 9 | ,614817 |
| Sig. | | ,497 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 8.10E-006.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = 0.05.

DENSIDAD EMPACADA

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto 1 |
|--------|---|------------------|
| 60min | 9 | ,612900 |
| 90min | 9 | ,614756 |
| 120min | 9 | ,615187 |
| Sig. | | ,231 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 8.10E-006.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

b. Alfa = 0.05.

DENSIDAD EMPACADA CON TESTIGO

DENSIDAD EMPACADA

HSD Tukey^a

| TRATAMIENTOS | N | Subconjunto para alfa = 0.05 1 |
|--------------|---|--------------------------------------|
| T1 | 3 | ,612098 |
| T3 | 3 | ,614312 |
| T5 | 3 | ,615430 |
| T7 | 3 | ,615430 |
| T8 | 3 | ,615431 |
| T2 | 3 | ,615611 |
| T4 | 3 | ,616731 |
| T6 | 3 | ,616731 |
| T9 | 3 | ,616731 |
| T | 3 | ,617107 |
| Sig. | | ,137 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Anexo 6 a. Análisis estadístico rendimiento almidón

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: RENDIMIENTO

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------|-------------------------------|----|------------------|-------------|------|
| Modelo corregido | 169,184 ^a | 8 | 21,148 | 30211,383 | ,000 |
| Intersección | 1626,401 | 1 | 1626,401 | 2323429,365 | ,000 |
| TEMPERATURA | 101,292 | 2 | 50,646 | 72351,079 | ,000 |
| TIEMPO | 66,036 | 2 | 33,018 | 47168,341 | ,000 |
| TEMPERATURA * TIEMPO | 1,857 | 4 | ,464 | 663,056 | ,000 |
| Error | ,006 | 9 | ,001 | | |
| Total | 1795,591 | 18 | | | |
| Total corregido | 169,190 | 17 | | | |

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = 1.000)

Pruebas univariadas

Variable dependiente: RENDIMIENTO

| TIEMPO | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|----|------------------|-----------|------|
| 60min | Contraste | 24,799 | 2 | 12,399 | 17713,500 | ,000 |
| | Error | ,006 | 9 | ,001 | | |
| 90min | Contraste | 44,760 | 2 | 22,380 | 31971,524 | ,000 |
| | Error | ,006 | 9 | ,001 | | |
| 120min | Contraste | 33,589 | 2 | 16,795 | 23992,167 | ,000 |
| | Error | ,006 | 9 | ,001 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TEMPERATURA dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Pruebas univariadas

Variable dependiente: RENDIMIENTO

| TEMPERATURA | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------|-----------|-------------------|----|------------------|-----------|------|
| 40°C | Contraste | 17,048 | 2 | 8,524 | 12177,452 | ,000 |
| | Error | ,006 | 9 | ,001 | | |
| 50°C | Contraste | 26,293 | 2 | 13,146 | 18780,500 | ,000 |
| | Error | ,006 | 9 | ,001 | | |
| 60°C | Contraste | 24,551 | 2 | 12,276 | 17536,500 | ,000 |
| | Error | ,006 | 9 | ,001 | | |

Cada F prueba los efectos sencillos de TIEMPO dentro de cada combinación de niveles de los otros efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

RENDIMIENTO

HSD Tukey^{a,b}

| TEMPERATURA | N | Subconjunto | | |
|-------------|---|-------------|--------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 60°C | 6 | 6,5400 | | |
| 50°C | 6 | | 9,6300 | |
| 40°C | 6 | | | 12,3467 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .001.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

b. Alfa = .05.

RENDIMIENTO

HSD Tukey^{a,b}

| TIEMPO | N | Subconjunto | | |
|--------|---|-------------|--------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 120min | 6 | 7,1633 | | |
| 90min | 6 | | 9,4983 | |
| 60min | 6 | | | 11,8550 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .001.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

b. Alfa = .05.

RENDIMIENTO

HSD Tukey^a

| TRATAMIENTOS | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | | | | | |
|--------------|---|------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| T9 | 2 | 4,2900 | | | | | | | | |
| T8 | 2 | | 6,1350 | | | | | | | |
| T6 | 2 | | | 7,1150 | | | | | | |
| T7 | 2 | | | | 9,1950 | | | | | |
| T5 | 2 | | | | | 9,5350 | | | | |
| T3 | 2 | | | | | | 10,0850 | | | |
| T4 | 2 | | | | | | | 12,2400 | | |
| T2 | 2 | | | | | | | | 12,8250 | |
| T1 | 2 | | | | | | | | | 14,1300 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2.000.

Anexo 7a. Panel fotográfico

Obtención de almidón



Figura 1. Pelado



Figura 2. Trozado



Figura 3. Trozado



Figura 4. Filtrado



Figura 5. Sedimentado



Figura 6. Secado

Obtención de maltodextrina



Figura 1. Gelatinización



Figura 2. Hidrolisis del almidón

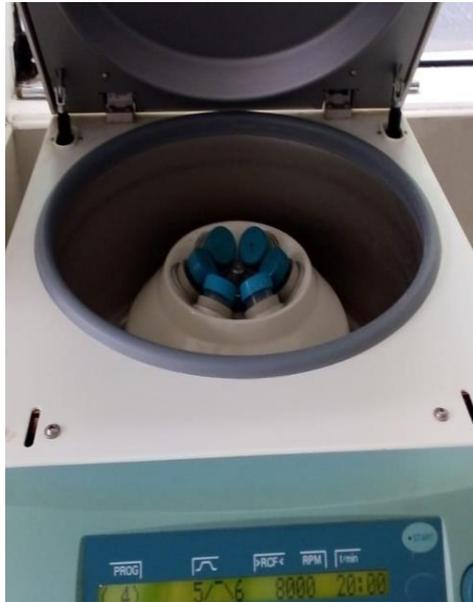


Figura 3. Centrifugado



Figura 4. Liofilizado



Figura 5. Liofilizado



Figura 6. Tamizado

Análisis fisicoquímico



Figura 1. Determinación de pH



Figura 2. Índice de solubilidad



Figura 3. Determinación de azúcares reductores

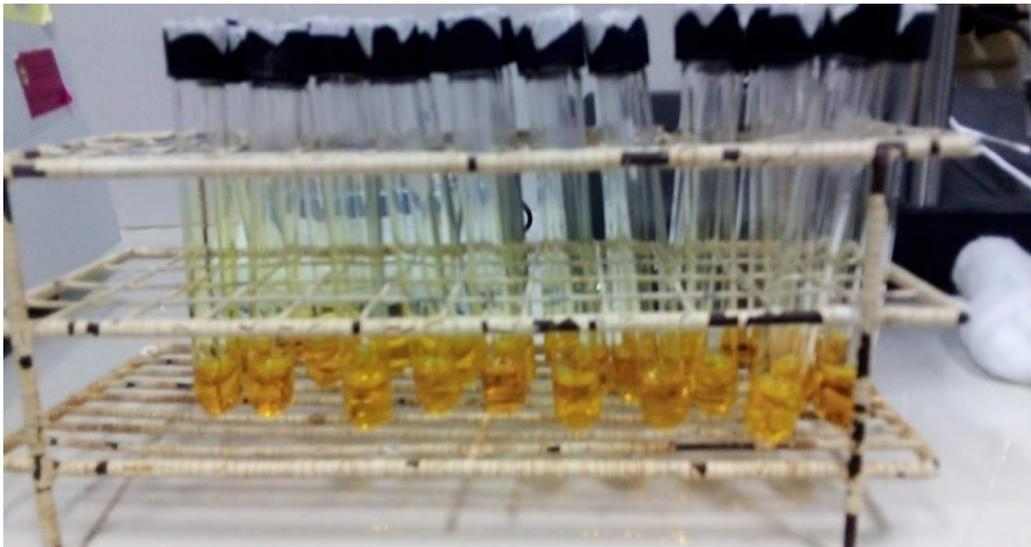


Figura 4. Determinación de equivalente de dextrosa

Anexo 8a. Fichas técnicas



SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado físico y aspecto: Sólido.
Color: Blanco
Sabor: Moderadamente dulce
Punto de inflamación: 280.7 °C
Punto de fusión: 240°C
Densidad: 1.581 g/cm³
BoilingPoint: 527,1 °C atm 760mmHg
pH (sol. 1% / agua): 4.5 – 6.5
Solubilidad: $\leq 98\%$

Datos físicos

Punto de ebullición: La maltodextrina es un polvo higroscópico blanco cremoso, moderadamente dulce en el sabor. Es producido por la hidrólisis parcial del almidón mediante un proceso típico de la enzima con un total de alphaamylase bacteriana seguida de la refinación y secado por aspersión a un nivel de humedad del 3% al 5%. La maltodextrina es una mezcla de glucosa, maltosa, oligosacáridos y polisacáridos.

SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: Estable bajo condiciones normales de uso y almacenamiento.

SECCION 11: INFORMACION TOXICOLOGICA

Rutas de entrada: Contacto con los ojos. Inhalación. Ingestión.

Toxicidad en los animales:

DL50: No disponible.

CL50: No disponible.

Otros efectos tóxicos en seres humanos: Peligroso en caso de contacto cutáneo (irritante), de ingestión y de inhalación.

SECCION 12: INFORMACION ECOLOGICA

No se encontró información.

SECCION 13 :CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICION

Tratamientos de residuos:

Tratar según legislación vigente

Eliminación de envases:

Lavar y descartar según legislación vigente

SECCION 14 :INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

No regulado



FICHA TÉCNICA
MALTODEXTRINA

Código: 7778990063

Formato envase: Cubo 0,5 Kg

Fecha revisión: 27/06/2018

Edición: E-01



DESCRIPCIÓN

Espesante y humectante, con bajo poder edulcorante. Producto soluble en agua e insoluble en grasas, que en galletería aporta una textura más crujiente al producto y mayor resistencia a la humedad.

INGREDIENTES

Maltodextrina.

APLICACIÓN

Elaboración de salsas y aderezos, glaseados, postres congelados, helados, encapsulación, productos horneados y panificación.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

| | | | |
|-------------|-------------------------|--------|-------------------|
| Apariencia: | Polvo | Olor: | Típico |
| Color: | Bianco o amarillo suave | Sabor: | Ligeramente dulce |

Materias extrañas: Ausencia

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Granulometría: ≥ 80% mayor de 40 µm; ≤ 50% mayor de 125 µm; ≤ 10% mayor de 250 µm

Humedad: ≤ 5%

pH: 4,0 - 5,5

Extracto seco: 97,5%

Conductividad: ≤ 150 µS/cm

Densidad: 450 - 600 g/l

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Aerobios mesófilos: ≤ 1000 u.f.c./10g

Mohos y levaduras: ≤ 100 u.f.c./10g

INFORMACIÓN NUTRICIONAL (por 100 g)

| Valor energético: | 390 kcal | 1638 kJ |
|--------------------------|-----------|---------|
| Proteínas: | < 0,02 g | |
| Hidratos de carbono: | 97,5 g | |
| de los cuales azúcares: | 0,8 g | |
| Fibra: | 0 mg | |
| Grasas: | 0 g | |
| de las cuales saturadas: | 0 g | |
| Sal: | < 0,025 g | |

FECHA DE CONSUMO PREFERENTE

24 meses desde la fecha de fabricación.

CONDICIONES DE CONSERVACIÓN

Almacenar en envase original en lugar limpio, fresco, seco y sin olores, alejado de fuentes directas de luz y calor. Temperatura ambiente y humedad relativa máxima 80%. Evitar presión sobre los sacos. Una vez abierto el envase, mantenerlo bien cerrado y en las condiciones de almacenamiento indicadas para conservar las propiedades del producto. Se recomienda buenas prácticas de higiene y manipulación.

MODO DE EMPLEO / DOSIFICACIÓN

Aplicación directa sobre la fórmula a emplear.

ALÉRGICOS

| | |
|---|---|
| Cereales que contengan gluten y derivados (*1): | - |
| Crustáceos y productos derivados: | - |
| Huevos y productos derivados: | - |
| Pescado y productos derivados: | - |
| Cacahuets y productos derivados: | - |
| Soja y productos derivados: | - |
| Leche y productos derivados (incluida lactosa): | - |
| Frutos de cáscara (*2): | - |
| Apio y productos derivados: | - |
| Muestras y productos derivados: | - |
| Granos de sésamo y productos derivados: | - |
| Dióxido de azufre y sulfitos (*3): | - |

-: Ausencia de alérgeno T: Puede contener trazas

(*1) Trigo, centeno, cebada, avena, espelta, kamut e híbridos.

(*2) Almendras, avellanas, nueces, anacardos, pacanas, piñachos, nueces de Brasil, nueces de macadamia o nueces de Australia y sus derivados

(*3) Concentraciones > 10 mg/kg o 10 mg/l expresados como SO₂.

Observaciones: Puede contener trazas por contaminación de: gluten, soja, leche (lactosa), cacahuete, huevo, frutos de cáscara.

OMG's

En base a la información suministrada por sus proveedores ninguno de los ingredientes empleados en la elaboración de su gama de productos, contiene organismos modificados genéticamente (O.M.G.)

Elaborado y revisado: Esther Gayoso
(Dpto. Calidad)

BACK EUROPE ESPAÑA, S.L.

Órbiter, 20 - P.I. Muela d'Espí - 46130 Quera de Poblet (Valencia)

Tel. 96 124 47 24 - Fax 96 133 83 20 - back-europe@back-europe.es - www.back-europe.es - www.deliteba.com