

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS Y SENSORIALES
DE PURÉ DESHIDRATADO DE PAPA NATIVA (*Solanum tuberosum*)
FORTIFICADO CON QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Y OCA (*Oxalis
tuberosa* Mol.).**

**TÉSIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

AUTOR : Br. INCA VASQUEZ, Elder Roger.

ASESOR : Ing. MSc. CHOQUE QUISPE, David.

ANDAHUAYLAS – PERÚ

2015

TÉSIS FINANCIADO POR LA VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACION DE LA UNAJMA

DEDICATORIA

Antes de empezar los agradecimientos valga una mención especial y agradecimiento infinito a mis Padres, Hermogenes Inca y Rayda Vásquez, que me educaron de la mejor manera como persona para que llegara tan lejos como mis sueños, que me inculcaron la fe en Dios, que el valor de una persona está en lo que uno es, no en lo que sabe o lo que posee, y que las mejores cosas en la vida no son las cosas materiales. A ellos que aceptan mis decisiones y nunca se reservan palabras de cariño, aliento, ánimo y consejos. A mis queridas hermanas Yovana, Ana, Edith, Nayda y Rossy Victoria, les agradezco todos los buenos momentos y las pláticas que hemos tenido, su soporte siempre ha sido muy importante para mí. Y por último a Fiorella Jiménez y mi razón de ser Alanís; todos forman parte importante de mi vida.

PRESENTACION

El presente trabajo de investigación, desarrollado para obtener el título profesional en Ingeniería Agroindustrial contempla Evaluar las propiedades tecnofuncionales y sensoriales de Puré deshidratado formulado con papa nativa Yawar Huayco (***Solanum tuberosum***) fortificado con Quinoa variedad Blanca de Junín (***Chenopodium quinoa Willd***) y Oca variedad Zapallo (***Oxalis tuberosa Mol.***).

Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó un Diseño de Mezclas, seguido de comparaciones múltiples.

La investigación tiene por objeto determinar las propiedades tecnofuncionales y la formulación adecuada del Puré deshidratado.

AGRADECIMIENTO

- ✓ A Dios por permitirme llegar hasta esta parte del camino y con su bendición recorrer muchos kilómetros más hasta llegar a la cima, ya que esto recién empieza.
- ✓ A la Universidad Nacional José María Arguedas, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por haberme dado la oportunidad de estudiar estos cinco años.
- ✓ A mi asesor de tesis, Ing. David Choque Quispe, quien desde el primer momento me brindo todas las facilidades para llevar adelante el presente trabajo.
- ✓ Al ex Alcalde del Distrito de Pacucha, Prof. Placido Onzueta Benites, por haberme dado la oportunidad de mostrarme profesionalmente ya que me dio todo el tiempo necesario para realizar las corridas respectivas en el laboratorio, así mismo a su esposa Prof. Solinda Caballero y sus hijos.
- ✓ A mis padres, a mis hermanas y a todas mis amistades.

ÍNDICE TEMÁTICO

	Pag.
RESUMEN	01
CAPITULO I	
1. INTRODUCCIÓN	02
1.1. ANTECEDENTES	03
1.2. LA PAPA NATIVA	06
1.3. QUINUA	09
1.4. OCA	11
1.5. PURÉ DE PAPA	13
1.6. CALIDAD DEL PURÉ	16
1.7. ALIMENTO FORTIFICADO	17
1.8. PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES	19
1.9. EVALUACIÓN SENSORIAL – ACEPTABILIDAD	21
1.10. JUSTIFICACIÓN	25
2. OBJETIVOS	27
3. HIPÓTESIS	27
CAPITULO II - MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	29
2.2. MATERIAL DE ESTUDIO	29
2.3. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN	30

2.4.	MÉTODOS Y TÉCNICAS	31
2.4.1.	Obtención de harina pre-cocida de papa y oca	31
2.4.2.	Formulación de la mezcla de puré deshidratado	34
2.5.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS	
2.5.1.	Determinación de las propiedades tecnofuncionales	35
2.5.2.	Determinación de las características sensoriales	37
2.5.3.	Determinación de la formulación adecuada	39
2.6.	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
CAPITULO III - RESULTADOS Y DISCUSIONES		
3.1.	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES	43
3.1.1.	ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA –IAA	43
3.1.2.	ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA – ISA	47
3.1.3.	DENSIDAD APARENTE (DA)	52
3.1.4.	TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN (TG)	55
3.2.	EVALUACIÓN SENSORIAL	59
3.3.	EVALUACIÓN DE LA FORMULACION ADECUADA	69
	CONCLUSIONES	71
	SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES	72
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
	ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS	Pag.
Tabla 1.1: Composición nutricional de la quinua variedad Blanco Junín.	10
Tabla 2.1: Operativización de variables.	30
Tabla 2.2: Matriz de diseño de las variables de estudio.	31
Tabla 2.3: Formulación para la preparación del puré rehidratado.	38
Tabla 2.4: Escala hedónica de aceptabilidad.	39
Tabla 3.1: Índice de absorción de agua para las formulaciones de puré.	44
Tabla 3.2: Índice de solubilidad en agua para las formulaciones de puré.	48
Tabla 3.3: Resultados del Test Tukey para el ISA.	50
Tabla 3.4: Densidad aparente para las formulaciones de puré.	52
Tabla 3.5: Resultados del test Tukey para la densidad aparente.	53
Tabla 3.6: Temperatura de gelatinización para las formulaciones de puré.	56
Tabla 3.7: Resultados del test Tukey para la TG.	57
Tabla 3.8: Puntuación de la evaluación sensorial del Sabor.	60
Tabla 3.9: Puntuación de la evaluación sensorial del Sabor.	62
Tabla 3.10: Puntuación de la evaluación sensorial del Color.	64
Tabla 3.11: Puntuación de la evaluación sensorial de la Apariencia.	66
Tabla 3.12: Puntuación de la evaluación sensorial de la Consistencia.	68
Tabla 3.13: Composición química de las formulaciones de puré.	70

ÍNDICE DE FIGURAS	Pag.
Figura 1.1: Papa nativa – Variedad Yawar Huayco.	08
Figura 2.1: Flujograma de proceso de obtención de harina de papa y oca.	34
Figura 2.2: Flujograma de la formulación del puré.	35
Figura 3.1: Diagrama de intervalos para el IAA.	45
Figura 3.2: Diagrama de efectos de las variables sobre el IAA.	46
Figura 3.3: Diagrama de interacciones de las variables sobre el IAA.	47
Figura 3.4: Diagrama de intervalos para el ISA.	49
Figura 3.5: Diagrama de efectos de las variables sobre el ISA.	51
Figura 3.6: Diagrama de interacciones de las variables sobre el ISA.	51
Figura 3.7: Diagrama de intervalos para la Densidad aparente.	54
Figura 3.8: Diagrama de efectos de las variables sobre el ISA.	55
Figura 3.9: Diagrama de intervalos para la TG.	58
Figura 3.10: Diagrama de efectos de las variables sobre la TG.	59
Figura 3.11: Superficie de contorno para el sabor del puré.	61
Figura 3.12: Superficie de contorno para el olor del puré.	63
Figura 3.13: Superficie de contorno para el color del puré.	65
Figura 3.14: Superficie de contorno para la apariencia del puré.	67
Figura 3.15: Superficie de contorno para la consistencia del puré.	69

RESUMEN

La Papa nativa, Oca y Quinoa son productos milenarios cultivados en las zonas altoandinas del Perú sobre todo en la provincia de Andahuaylas, las cuales poseen alto valor nutritivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades tecnofuncionales y sensoriales de Puré deshidratado de Papa nativa (***Solanum tuberosum***) de la variedad Yawar Huayco fortificado con Quinoa (***Chenopodium quinoa Willd.***) de la variedad Blanco de Junín y Oca (***Oxalis tuberosa Mol.***) de la variedad zapallo. Se realizaron mezclas de harinas de Papa (HP), oca (HO) y Quinoa (HQ) pre-cocidas tamizadas en malla de 300 micras, cuyas formulaciones oscilaron entre 40 a 70% de HP, de 20 a 40% de HQ y de 10 a 30% de HO, con un total de 09 formulaciones. Se evaluaron las propiedades tecnofuncionales como el Índice de absorción de agua (IAA), Índice de solubilidad en agua (ISA), Densidad aparente (DA), Temperatura de gelatinización (TG), así como las propiedades sensoriales evaluadas por panelistas no entrenado, y a través de un diseño de mezclas se determinó los intervalos de sustitución de HQ y HO para el Puré. Se encontró que el incremento de la cantidad de HP aumenta el IAA, ISA y DA ($p\text{-value}<0.05$), por el contrario el incremento HQ y HO las disminuyen, asimismo la TG disminuye con el incremento de la cantidad de HP. Los atributos sensoriales evaluados como el sabor, olor, color, consistencia y aspecto consideran que la mejor formulación es la que presenta 40% HP, 30% HQ y 30% HO, alcanzando la apreciación de "Me gusta", y que el incremento de sustitución de HQ incide en bajas aceptaciones en el Puré. Finalmente los incrementos de HQ y HP mejoran contenidos proteicos y energéticos.

Palabras clave: Puré, Papa, Quinoa, Oca, formulación, tecnofuncional, sensorial.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Nuestro país es poseedor de diferentes climas así como de diversos pisos altitudinales, ello presenta una flora muy diversa. La Papa nativa y la Oca, se desarrollan por lo general por encima de los 3000 msnm, así como la Quinua; Apurímac presenta centros poblados o distritos que están ubicados a esa altitud, donde se producen estos productos.

Actualmente se está revalorizado la importancia de la Papa y la Quinua, ya sea a través de spots publicitarios o ferias regionales e internacionales, pues el Perú muestra como legado mundial a estos productos, la celebración del Año Internacional de la patata en el año 2008 fue una ocasión para hacer una contribución válida y eficaz al cumplimiento de los objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas.

La conservación de la Papa como tubérculo, es un tanto dificultoso, pues el ciclo de regeneración es espontáneo, por ello se hace necesario plantear formas que permitan conservarlo como alimento mínimamente procesado.

El problema de la baja demanda de la Papa nativa y Oca, puede ser atribuido al desconocimiento de la composición química y propiedades nutritivas y funcionales de los mismos, por lo que en esta investigación se pretende mostrar una nueva presentación de productos a base de Papa, Oca y Quinua de interés para la alimentación que contribuyan a mejorar su demanda y consumo, además de determinar las características físicas de interés para la agroindustria, por otro lado la Papa nativa es un producto estacional, llegando así a la ausencia de estas en el

mercado, sin embargo, el 90 % de Papa a nivel nacional se consume bajo la forma de puré así como en tortillas, ensaladas, horneadas y sopa (SICA, 2005).

La determinación de la composición química de la Papa nativa, la Oca y la Quinoa, así como el producto de transformación como el Puré, permitirá determinar el aporte nutricional de los mismos, en relación a las raciones diarias dietéticas recomendadas, en nutrientes tales como la fibra, grasa, proteína, carbohidratos, minerales y vitamina C, debido a la importancia que representa su consumo en poblaciones indígenas donde se consumen estos productos.

Por lo mencionado, se pretende elaborar y evaluar las propiedades tecnofuncionales y sensoriales de un producto como el puré deshidratado de harina de Papa nativa (***Solanum tuberosum***), harina de Quinoa (***Chenopodium quinoa*** Willd.) de la variedad Blanca de Junín y harina de Oca (***Oxalis tuberosa*** Mol.) de la variedad zapallo.

1.1. ANTECEDENTES

Turcios y Gordón, (2012). En su trabajo de investigación, Desarrollo y evaluación de un Puré concentrado de Guayaba Taiwanesa (***Psidium guajava*** L.) para bebidas. El objetivo del estudio fue desarrollar y evaluar un Puré concentrado de guayaba Taiwanesa, utilizando dos porcentajes de azúcar (28 y 35%) y tres proporciones de Puré de pulpa y Puré de fruta entera (30:70, 50:50 y 70:30). El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial 2.

Fernández, (2008), evaluó la caracterización reológica y optimización de la textura de purés de patata frescos y congelados, efectos del proceso y adición de crioprotectores. El Puré de patata natural, elaborado, congelado (mediante convección forzada de vapores de nitrógeno líquido a - 60 °C) y descongelado por microondas (600 W durante 20 min) según las especificaciones de proceso establecidas en este trabajo, permite disponer de un Puré de patata de alta calidad tanto para el consumidor como para la restauración colectiva evitando el tedioso proceso de su preparación convencional. Complementariamente, la adición de crioprotectores, preferentemente kappa-carragenato o goma xantana en concentración de 1,5 g/kg, permite la elaboración de puré de patata tanto frescos como congelados/descongelados con textura y color óptimos y ajustables a las preferencias del consumidor.

Guidi y Caballero, (2008), desarrollaron un puré de papa nativa fortificado con quinua, utilizando papa de la variedad Waycha e Imilla blanca, presentaron puré de mejor color y textura sin embargo predominó el sabor a quinua tanto en 10 como en 20 %. Las variedades de papa nativa Pinta Boca y Amajaya si bien tuvieron textura adecuada la coloración fue oscura dando un mal aspecto, con respecto al sabor la variedad Amajaya con una mezcla del 10 % con quinua presentó un sabor agradable sin predominancia de la quinua, y no así al usar 20 % de quinua que dominó el sabor de ésta.

Con respecto a la papa nativa de la variedad Zapallo presento problemas de oxidación y coloraciones rojizas y oscuras incluso antes de ser sometido al proceso de deshidratación, se cree que podría haber ocurrido reacciones de Mayllard; con respecto a la textura se observó un poco chiclosa. En los ensayos

preliminares se pudo constatar que la presencia de azúcares en proporciones mayores al 2 % de sólidos totales mostró defectos de pardeamiento (Guidi y Caballero, 2008).

La aplicación del método “add-back”, no permite controlar las dosis máximas de los aditivos, tales como de los bisulfitos y del BHA, así mismo se cree que las reacciones de cambio de color ocurridas en la papa nativa de la variedad Zapallo podrían ser reacciones de Mayllad, sin embargo se deberá seguir investigado. Un aspecto que también se deberá considerar a más detalle es el proceso de reconstitución con agua, leche u otros productos, para ver con que producto se tiene mejor aceptación en la degustación (Guidi y Caballero, 2008).

Quilca, (2007), evaluó la caracterización física, morfológica, organoléptica, química y funcional de Papas nativas para orientar sus usos futuros, en la caracterización física, se encontró que el valor máximo de gravedad específica fue de 1.11, correspondiente a los ecotipos Chaucha Amarilla y Calvache, los cuales presentan un alto contenido de materia seca. Con respecto al tiempo de cocción, la mayoría de los tubérculos presentaron valores de textura mayores en estado fresco, y un peso superior a 90 g, requirieron tiempos de cocción superiores a 40 min. Los tubérculos con peso entre 20 y 80 g, y valores de textura entre 7 – 9 kg, son los que menos tiempo de cocción requirieron (<30 min.) para alcanzar la textura adecuada de consumo.

Los ecotipos nativos que alcanzaron un buen nivel de aceptabilidad, fueron sometidos a análisis químico, para la determinación del contenido de humedad, grasa, proteína, fibra, minerales, ceniza, aminoácidos, amilosa, amilopectina,

azúcares reductores. Además se determinó el comportamiento amilográfico del almidón y tamaño de los gránulos de almidón (Quilca, 2007). La caracterización funcional se realizó en los ecotipos de pulpa y/o cáscara morada, roja amarillo intenso, y con mayor nivel de aceptabilidad. Se determinó el contenido de vitamina C, carotenos, polifenoles y antocianinas (Quilca, 2007).

1.2. LA PAPA NATIVA

Las Papas nativas deben ser consideradas como un cultivo diferente al de las Papas mejoradas. Las Papas nativas tienen mejor calidad culinaria y alto porcentaje de materia seca. Generalmente se cultivan sobre los 3 000 metros sobre el nivel del mar; sus requerimientos de suelos son muy específicos, y son más susceptibles a enfermedades como: roña, carbón, verruga, rancha e insectos como la polilla y el gorgojo. (Túpac Yupanqui, 2001).

La Papa, es una de las plantas de mayor diversidad genética. Existen ocho especies cultivadas y 200 especies silvestres. Sin embargo, hasta la actualidad, la evolución del cultivo sólo ha favorecido a una subespecie, de la especie *Solanum tuberosum andigena*, a partir de la cual se han desarrollado la mayoría de las variedades comerciales conocidas. Las otras siete especies cultivadas en la zona andina son menos desarrolladas y corren riesgo de erosión (Álvarez y Ritva, 2001).

La papa presenta la siguiente posición taxonómica (Túpac Yupanqui, 2001).

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida
Sub clase : Asteridae
orden : Solanales
Familia : Solanaceae
Genero : *Solanum*
Especie : *Solanum tuberosum*
Variedad : Yawar Huayco
Nombre común : Papa, patata

PAPA NATIVA DE LA VARIEDAD YAWAR HUAYCO

Cosio *et al.*, (2005), menciona las siguientes características de la variedad Yawar Huayco.

Especie: *Solanum stenotomun*

Sinonimias: YanaWaman UmaYana Bole, Yana Ch`apiña, Yana Ch`aquillo, Yana Ch`illcas, Yana Ch`urillo, Yana Ch`uruspi, Yana Chachapia, Yana Charcas, Yana Charcawaylla, Yana Chillcas, Yana Chimacu, Yana Chinchero, Yana Choclo, Yana Churenro, Yana Churuspi, Yana Conejito, Yana Cuchillo P`aquí, Yana Imilla, Yana Jerga Suit`u, Yana K`usi, Yana Kanchalli, Yana Kh`ete, Yana Lluttu Runtu, Yana Maqt`illo, Yana Muru Bole, Yana Muru Waman Uma, Yana Muru Wuayro, Yana Oca, Yana Olones, Yana Orcco K`usiYana

P`alta Charcawaylla, Yana P`itiquiña, Yana Paqocha Senqa, Yana Phuña, Yana Phuña Soncco, Yana Phuywan, Yana Puma Maqui, Yana Q`ewillo, Yana Qhachun Waqachi, Yana Qhuchi Aca, Yana Qhuchi Aca, Yana Qompis, Yana Ruck`l, Yana Sawasiray, Yana Sole, Yana Soqo, Yana Suyt`u, Yana T`alaco, Yana Tayan, Yana Thuki Wayna, Yana Thuqui, Yana Trompus, Yana Virundus, Yana Waman, Yana Waqoto, Yana Willcas, Yana Wiraqocha, Yana Wuayro

a. Formas de uso: Consumo habitual: Sancochada sopas, asada y fritas.
(Cosio *et al.*, 2005).

b. Composición

Para Villacres *et al.*, (2012), el aporte promedio de nutrientes de las papas nativa con relación a la RDR (requerimiento diario por ración) es de: Energía 398.56 Kcal/100g, Proteína 10.62g/100g, Grasa 0.68 g/100g, Fibra 5.07 g/100g, Ceniza 2.4 g/100g y Carbohidratos 81.23 g/100g, con un contenido de proteína biológicamente incompleta, es decir contiene una cantidad de aminoácidos esenciales inferior al patrón de referencia.



Figura 1.1: Papa nativa – Variedad Yawar Huayco, (Cosio *et al.*, 2005).

1.3. QUINUA

La quinoa o quinua es conocida como cereal madre en la lengua quechua y fue uno de los alimentos básicos de los Incas durante miles de años unido a su religión y cultura (Martínez, 1989), es uno de los cultivos más difundidos en los países del área andina como Bolivia, Ecuador y Perú (Bravo, 2007), encontrándose la mayor diversidad entre Potosí - Bolivia y Sicuani (Cusco) – Perú (Mujica *et al.*, 2000). Es uno de los cultivos sobre el cual se ha hecho la mayor cantidad de estudios e investigaciones (Bravo, 2007).

Las variedades más comunes son la blanca real (de alto valor nutricional), roja, blanca común, amarilla gris y negra. (Biblioteca de campo, 2002).

El uso principal de la Quinoa es el consumo de semillas que llegan a tener cantidades nutricionales más altas que los de la mayoría de los cereales e, incluso que el huevo y la leche.

La quinua presenta la siguiente posición taxonómica (Carrillo, 1992).

Reino : Plantae
División : Fenerogamas
Clase : Dicotelidoneas
Sub clase : Angiospermas
Orden : Centrospermales
Familia : Chenopodiaceas
Genero : Chenopodium

Especie : Chenopodium quinoa willdenow
 Variedad : Blanca de Junín
 Nombre común : Quinoa

QUINUA VARIEDAD BLANCO DE JUNÍN

Su grano contiene 20 aminoácidos incluyendo los 10 aminoácidos esenciales: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, triptofano, valina y arginina, además de presentar alto contenido de proteínas tal como se muestra en la Tabla (1.1).

También su grano puede contener saponinas, los que confieren un sabor amargo, además de disminuir su digestibilidad; son glucósidos tri-terpénicos, de estructura imperfectamente conocida y es preciso eliminarlas antes de la utilización del grano (Martínez, 1989).

En el Cusco básicamente en la localidad de Antapampa a 3700 msnm, se está cultivando actualmente esta variedad en gran medida, presentando un rendimiento de 2000 kg/ha (Reinaudi, *et al.*, 2002).

Tabla 1.1: Composición nutricional de la Quinoa variedad Blanco Junín.

Contenido	Procedencia				
	Junín	Puno	Ancash	Cusco	Apurímac
Energía (Kcal/100g)	340.00	379.00	---	370.00	344.00
Proteínas (g/100g)	13.71	11.16	12.96	11.30	12.34
Carbohidratos (g/100g)	64.28	68.21	65.54	67.95	63.27
Humedad (g/100g)	12.34	12.50	13.34	12.07	14.44

Grasa (g/100g)	6.20	4.46	6.11	6.47	5.31
Ceniza (g/100g)	3.11	1.78	2.06	2.22	2.97
Fibra (g/100g)	3.46	4.49	3.64	2.87	4.09
Magnesio (mg/100g)	295.20	240.18	257.96	234.98	224.78
Hierro (mg/100g)	4.00	6.79	6.52	7.22	6.55
Cobre (mg/100g)	0.50	0.53	0.46	0.46	0.49
Lisina (mg/100g)	5.80	6.20	6.81	6.15	6.52
Valina (mg/100g)	3.62	3.37	4.41	3.12	3.61
Metionina (mg/100g)	1.98	2.01	2.69	2.65	2.32
Treonina (mg/100g)	4.17	4.28	5.38	3.49	4.99
Leucina (mg/100g)	5.84	6.55	6.40	6.81	6.68
Isoleucina (mg/100g)	5.46	6.50	6.21	7.08	6.25
Arginina (mg/100g)	4.90	6.25	7.50	8.57	6.90

Fuente: Blanco *et al.*, (2002).

1.4. OCA

Según Ferreyra (1986), el género *Oxalis* está muy extendido en nuestro país, forma parte de la vegetación de las lomas costaneras; siendo más frecuente en los niveles medios de los Andes, predominando las hierbas pequeñas provistas de rizomas carnosos que se introducen entre las rocas. En la Ceja de Montaña viven especies arbustivas de flores anaranjadas o amarillentas, hasta la fecha se han detectado 90 especies de *Oxalis* en nuestro territorio.

Oxalis tuberosa Mol. De la familia *Oxalidaceae* es llamada “oca” en Perú, Bolivia, Ecuador, Chile y Argentina. En Venezuela es llamada “Cuiba”, en Colombia “Ibia” y en México “Papa extranjera”. Es una planta herbácea y anual. Posee tallos cilíndricos y suculentos los cuales brotan de la base de la planta, presentando entrenudos más cortos en la parte inferior. Posee inflorescencia axilar dispuesta en dos cimbras de cuatro o cinco flores. Los tubérculos presentan diferentes

aspectos, pudiendo ser elipsoidales, cilíndricos, claviformes, etc. y presentan variedad de colores (Estrella, 1998).

La Oca es originaria del altiplano peruano-boliviano. Su distribución va desde Venezuela hasta Chile y Argentina. Crece en ambientes templado-fríos, entre los 3 000 y 4 000 msnm. Es una planta adaptada al clima de los andes, produce tubérculos de agradable sabor y alto contenido calórico, siendo así uno de los alimentos preferidos del poblador andino. Por todas estas razones es el tubérculo que más se cultiva después de la Papa (Guardia, 2004).

a. Taxonomía

Según Ferreyra (1986) la oca tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	:	Plantae
Clase	:	Dicotiledoneae
Orden	:	Geraniales
Familia	:	Oxalidaceae
Genero	:	Oxalis
Especie	:	Oxalis tuberosa Molina
Variedad	:	Zapallo
Nombre común	:	Oca

b. Composición

Para la parte comestible de la oca, Reyes-García *et al.*, (2009) compilaron (por 100 g de material fresco) valores de energía 61 kcal; humedad 84,1 g; proteína 1,0 g; grasa 0,6 g; fibra 1,0 g; carbohidratos 13,3 g y cenizas 1,0 g (León *et al.*, 2011).

En base seca han sido informados por Espín *et al.* (2001) valores de composición química de proteína 4,60 %; grasa 1,66 %; fibra 2,16 %; carbohidratos 88,19 %; potasio 1,30 %; fósforo 0,14 %; hierro 45,85 ppm; sodio 0,018 %; magnesio 0,0065 %; calcio 0,012 % y cinc 5,95 ppm; con contenidos de vitamina C 34,53 mg/100 g material fresco y una humedad de 77,73 %.

Asimismo, para oca deshidratada de la variedad zapallo han sido tabulados (por 100 g de material) valores de energía 325 kcal; humedad 15,3 g; proteína 4,3 g; grasa 1,1 g; fibra 3,4 g; carbohidratos 75,4 g y cenizas 3,9 g (Reyes-García *et al.*, 2009).

1.5. PURÉ DE PAPA

DEFINICIÓN

El vocablo francés purée llegó a nuestra lengua como puré que significa purificado o refinado. El concepto se emplea para nombrar a la pasta que se realiza a partir de aplastar, machacar y triturar la papa o patata, este es un alimento procesado, que consta de papas que han sido hervidas, puré y luego secos, que se vende en forma de un polvo o copos y se prepara para comer al ser mezclado con agua o leche (Fuentes *et al.*, 2009).

Existe una variante del puré de patatas más industrial que se ofrece como un producto semi-elaborado en forma de copos o de polvo que elimina parte de las tareas más pesadas de la elaboración de la receta y que solo necesita de agua caliente para su preparación justo antes de ser servido. En cualquier caso se considera un producto de inferior calidad (Fuentes *et al.*, 2009).

CARACTERÍSTICAS

La elaboración de los copos o polvos del puré de patatas instantáneo se escaldan las patatas ya cortadas a una temperatura de 70°C y posteriormente se enfría hasta 20°C. De esta forma la estructura de la papa se rompe para que pueda mezclarse fácilmente con los aditivos. Mediante este proceso se añaden monoglicéridos que son los responsables de mejorar los sabores en el paladar, se añaden antioxidantes como el ácido ascórbico (Vitamina C) así como ácido cítrico para que se pueda conservar, y finalmente colorantes así como fosfatos. Se calienta a una temperatura de 150°C de esta forma la masa resultante se convierte en polvo que finalmente se envasa al vacío en una especie de sobres.

Los alimentos vegetales son consumidos, desde el producto fresco al sometido a una preparación convencional como el puré. En el caso de la papa, y especialmente en los países desarrollados, su consumo está pasando del producto fresco a los productos procesados que, tomando como base la papa, permiten obtener alimentos con un alto valor añadido. En respuesta a la creciente demanda de los consumidores hacia alimentos de alta calidad, fáciles de preparar, se han desarrollado nuevas e innovadoras formas de utilización de la papa. La papa es una materia prima excelente para su inclusión en una gran

variedad de platos preparados, y ya que existe relativamente poca variación de color o sabor en los productos procesados de papa, el aspecto más importante de la calidad a considerar es su textura (Abu-Ghannam y Crowley, 2006).

En nuestro mercado, es relativamente reciente la aparición de cremas vegetales que tomando como base la papa y, mezclada con otras especies vegetales, han dado lugar a una variedad de productos refrigerados cuyo consumo a diferentes temperaturas permiten ser una fuente excelente de fibra, minerales y vitaminas indispensables en una dieta sana y equilibrada. La combinación de sabor, textura y apariencia de estos productos influye en la preferencia del consumidor. El entendimiento de cómo estos componentes se relacionan con la aceptabilidad global y de otros factores que determinan las preferencias de esos componentes individualmente podría proporcionar orientación importante en la labor de desarrollo del producto. En los productos referidos, se pone en evidencia el papel coadyuvante que desempeña la papa en las mezclas, siendo igualmente el puré, únicamente de papa, un producto muy aceptado bien como acompañante de una comida preparada o como producto individual.

El puré de patata, utilizado también como ingrediente fundamental para alimentación infantil en forma de copos, presenta ventajas frente a otros alimentos infantiles basados en cereales, especialmente trigo y cereales relacionados, debido a su efecto hipoalergénico.

Por otro lado, los productos a base de puré de papa representan un segmento importante de la comida precocinada tanto para consumo doméstico como para la restauración colectiva. Se comercializan en forma deshidratada, ya sea como

copos de papa secados en tambor o como gránulos de patata fabricados por un proceso “add-back” seguido de un secado por aire (Hadziyev y Steele, 1979). Sin embargo, los purés de patata reconstituidos a partir de copos o gránulos de papa presentan aspectos negativos derivados de su proceso de fabricación. Así, las etapas básicas del proceso de secado provocan un considerable daño en las células de papa, y si además se quiere reducir todavía más el tamaño del copo se provoca mayor daño celular obteniéndose un producto más pegajoso en la reconstitución del puré. A su vez, otro aspecto negativo es la adición de diversos agentes quelantes, emulsificantes y antioxidantes, tales como sulfito, pirofosfato de sodio, BHA y BHT, en la etapa de preparación de los gránulos de patata.

Actualmente, los únicos tipos de Puré de Papa que pueden ser adquiridos comercialmente en el mercado son el Puré de patata que se elabora a partir de copos o escamas desecados que es ampliamente aceptado, y un puré de patata a base de copos de papa deshidratados ya reconstituido con escaso éxito comercial.

1.6. CALIDAD DEL PURÉ

El término calidad implica el grado de excelencia de un producto; es una percepción humana que abarca muchas propiedades o características. El Puré de patata se consume con consistencia blanda y delicada, con humedad claramente perceptible o con una consistencia más dura y seca.

Kramer (1973) sugiere para flujos con fuerzas inferiores a la de la gravedad utilizar el término consistencia en el caso de fluidos no newtonianos y algunos semisólidos como purés, salsas, mermeladas, y utilizar el término viscosidad

para aquellos líquidos que exhiben un comportamiento newtoniano (aceites, jarabes, etc.). Convertir la sensación de textura de los alimentos en propiedades estructurales y reológicas que puedan medirse instrumentalmente, puede proporcionar información trascendental sobre la percepción de la textura, y es esencial para llevar a cabo una eficiente ingeniería de las texturas deseadas de los productos alimenticios (Aguilera, 2005). Las técnicas aplicadas en este estudio para la evaluación de la textura del Puré de Papa comprenden además de su evaluación sensorial, métodos directos fundamentales (ensayos de cizalla dinámica y estacionaria), empíricos (de penetración cónica) e imitativo de la masticación (perfil de textura instrumental), unidos a métodos indirectos como son los estudios estructurales y físico-químicos relacionados.

1.7. ALIMENTO FORTIFICADO

Los alimentos fortificados son productos que tienen suplementos en su contenido natural de nutrientes esenciales. Este alimento es aquel al que se le ha añadido algún componente beneficioso para la salud. (Cruzado y Cedrón, 2012). Muchas empresas están utilizando en la actualidad la fortificación como una estrategia para diferenciar la elaboración de alimentos que pueden ser percibidos como productos de mayor valor. Por esta razón, se fortifican generalmente alimentos a los que se puede agregar valor con poco costo adicional, como los panificados, cereales para desayunos, lácteos, galletitas y pastas. Es muy fácil hoy ir al supermercado de la esquina y encontrar arroz y cereales fortificados o pasar por una dietética y ver pastas fortificadas y/o enriquecidas.

Lo que no autoriza el Código Alimentario es la fortificación de productos cárneos y derivados, helados, alimentos azucarados, bebidas fermentadas, bebidas sin alcohol o polvos para prepararlas (excepto, las bebidas que tengan jugo en su composición), aguas y aguas minerales con o sin gas. Por lo general, los alimentos fortificados tienen una alta rentabilidad para las empresas, ya que el hecho de que lleven esa etiqueta los hace más "vendibles" a un costo agregado realmente bajo para el productor; para los consumidores significa un equilibrio en su dieta, algo sumamente valorado en los tiempos que corren (Cruzado y Cedrón, 2012).

Por otra parte los alimentos enriquecidos, se definen como aquellos a los que se han adicionado nutrientes esenciales con el objeto de resolver deficiencias de la alimentación que se traducen en fenómenos de carencia colectiva. La elaboración de estos alimentos será permitida cuando la autoridad sanitaria determine las adiciones necesarias y sus concentraciones, los tipos de alimentos sobre los que se podrán efectuar, las exigencias de rotulación, las características del expendio y el alcance del mismo. Pero también cuando se haya probado que las deficiencias de alimentación no pueden ser corregidas en forma económica con alimentos normales. En todos los casos las carencias en la alimentación serán establecidas por la comunidad científica, que identificará el problema, los grupos de población afectados y la magnitud del alcance (Cruzado y Cedrón, 2012).

1.8. PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES

Las propiedades tecnofuncionales han adquirido una gran importancia debido al incremento en el uso de harinas en el desarrollo de formulaciones alimentarias. En este sentido, los investigadores han enfatizado la expansión de la utilización de alimentos en forma de harinas como ingredientes funcionales (Rachel, 2012).

Las propiedades tecno-funcionales son propiedades físico-químicas que proporcionan información sobre cómo un ingrediente en particular podría comportarse en una matriz alimentaria. Dichas propiedades se establecen por la composición y estructura molecular de los componentes individuales, como carbohidratos y proteínas, y de las interacciones que se establecen entre ellos. Entre las propiedades tecno-funcionales destacan aquéllas que están relacionadas con el agua, ya que desarrollan un papel importante en los principales cambios que tienen lugar durante el procesado de alimentos. Por lo tanto, se puede decir que las propiedades de hidratación, entre las que destacan la capacidad de absorción de agua y la capacidad de retención de agua, influyen directamente en las características que conforman la matriz del alimento (Rachel, 2012).

1.8.1. ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA), ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA (ISA)

Las propiedades tecnofuncionales como el índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA) y el poder de hinchamiento (PH) de un determinado puré de papa, se ve influenciado por dos factores importantes como: puentes de hidrógeno y enlaces internos débiles

debido a la presencia de grupos fosfato esterificados ionizables que estimulan el hinchamiento por repulsión eléctrica mutua (Whistler y Paschall, 1965). La alteración de puentes de hidrógeno débiles entre las moléculas de almidón gelatinizado (Swinkels, 1985) permite que la masa de almidón se hinche mucho en el interior de la célula, mientras que su expansión está limitada por la pared celular circundante; de esta manera, cuando la solubilidad del almidón se incrementa en el interior de la célula, las células se hinchan debido a la presión ejercida por la relativamente alta cantidad y densidad del almidón hinchado. Estos efectos de hinchamiento podrían desempeñar un papel en las propiedades texturales de las células (Shomer *et al.*, 1993). El poder de hinchamiento y solubilidad en agua está influenciado por la relación amilosa-amilopectina y por las características de éstas en cuanto peso molecular, grado de ramificación, longitud de las ramificaciones, y conformación de moléculas complejas de lípidos, además las proteínas dentro de los gránulos de almidón juega un papel muy importante en el control del poder de hinchamiento de los mismos (Zhang *et al.*, 2005).

1.8.2. TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN

Según Zhang *et al.* (2005) la gelatinización del almidón se refiere al colapso del orden en el interior de los gránulos cuando estos son sometidos a calor en presencia de agua, ocasionando cambios irreversibles, entre los que se encuentra según De la Torre *et al.*, (2008); pérdida de su orden cristalino, aumento en el tamaño de los gránulos, birrefringencia y la solubilización del almidón.

La gelatinización del almidón tiene lugar en exceso de agua y condiciones de humedad limitadas en un intervalo de temperatura, que se conoce como temperatura de gelatinización y depende de la variedad (Álvarez, 1996). Como consecuencia del aporte de calor se rompen los puentes de hidrogeno que mantienen ordenadas las cadenas de amilosa y amilopectina dejando libres los grupos polares hidroxilo. Durante la gelatinización del almidón, parte de la amilosa difunde del gránulo (Smith, 1980) y las regiones de amilopectina cristalina absorben agua, dando lugar a un hinchamiento de los gránulos de almidón. La amilopectina es la máxima responsable del hinchamiento debido a que se encuentra en mayor proporción en el almidón (aproximadamente 75%), y a que presenta menor grado de cristalinidad como consecuencia de su estructura ramificada. Estos cambios van acompañados de un aumento de viscosidad del producto debido a que los gránulos de almidón se adhieren unos a otros (Whistler y Daniel, 1993).

1.9. EVALUACIÓN SENSORIAL - ACEPTABILIDAD

La calidad de un alimento es definida por Kramer como el conjunto de características que diferencian las unidades individuales de un producto y determinan el grado de aceptabilidad de esa unidad por el consumidor (Kramer, 1973). Los atributos sensoriales (aspecto, sabor, aroma y textura) integran la calidad sensorial del alimento, una parte importante y a veces definitiva de la calidad global del mismo. La importancia que se concede a cada atributo de la calidad sensorial depende del tipo de alimento y del propio consumidor. En general, el aspecto (color, tamaño y forma) perceptible con el sentido de la vista,

resulta determinante en el momento de elegir el alimento, pero son los restantes atributos (sabor: sentido del gusto; aroma: sentido del olfato y textura: sentido del tacto) los que determinan finalmente el grado de satisfacción del consumidor y, por tanto, la aceptación o rechazo del mismo.

La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos, la cual es usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones de aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto. En el análisis sensorial descriptivo se emplean personas perfectamente entrenadas. Meilgaard, (1991), aunque si se trata de de una prueba de aceptación es posible emplear jueces semi entrenado o no entrenados (Sancho, 2002 y Fernández 2007).

1.9.1. ESTUDIO PARA MEDIR LA ACEPTABILIDAD DE PRODUCTOS

Los estudios de aceptabilidad son un instrumento auxiliar en el proceso de toma de decisiones, sobre todo en relación con la etapa de desarrollo y la planificación de mercados del producto.

Esta es una cuestión importante ya que uno de los principales objetivos de los estudios de mercado es desarrollar una estrategia para la comercialización de una tecnología dada (producto o proceso) (Austin, 1981).

1.9.2. MUESTREO

El muestreo adecuado es fundamental para garantizar la fiabilidad de los estudios. Sin embargo, la metodología convencional resulta difícil de aplicar en los países en desarrollo debido a la limitada información estadística disponible (Kaynak 1978; Stanton *et. al.*, 1981). Aunque en algunas Áreas metropolitanas se dispone de estadísticas, el periodo de utilidad de las mismas puede ser mínimo debido al rápido crecimiento demográfico y a la movilidad de la población. Debido al elevado costo de mantenerlas actualizadas, los gobiernos por lo general descuidan esta actividad, por lo que los mapas censales oficiales resultan obsoletos. Por consiguiente, no es factible tomar muestras precisas y, los investigadores se ven obligados a emplear técnicas de muestreo estratificado, por cuotas, por área y otras que resulten convenientes sobre la base de mapas y de datos demográficos incompletos. Debido a esto, resulta sumamente difícil calcular el error de la muestra y hacer inferencias demográficas válidas. En base a su experiencia en países de América Latina, Stanton *et. al.*, (1981) destacan que los procedimientos de muestreo por cuotas pueden ser tan divergentes a incontrolables en diferentes países que la comparabilidad de los datos se ve afectada apreciablemente. El problema se ve complicado por otros factores tales como la existencia de casas en que viven varias familias. En las Áreas rurales de los países en desarrollo, los encuestadores a veces aplican procedimientos de trayecto aleatorio en la selección de muestras (Funk, 1963). Aunque estas limitaciones

indican que en los países en desarrollo podría no resultar factible un muestreo totalmente aleatorio, por lo menos debería ser posible garantizar que las unidades de muestra reflejen el medio social seleccionado para los propósitos del estudio.

1.9.3. MÉTODOS DE ENCUESTA

Tradicionalmente, los datos sobre mercado de productos se obtienen por teléfono, correo, o por medio de encuestas y entrevistas directas. Sin embargo, debido a las características sociales en los países en desarrollo, las encuestas y entrevistas directas son el método más apropiado. En muchos casos, las entrevistas personales constituyen el único método para obtener información confiable. Incluso en ese caso, podrían existir obstáculos cuando no es posible entrevistar a parte de la población debido a barreras sociales y culturales. Como señala Kaynak (1978). Las diferencias sexuales entre entrevistador y entrevistado son otro factor que merece mucha atención, ya que pueden llegar a ser una fuente importante de parcialidad en la investigación (Kramer, 1973). Entre otros factores que causan distorsión de los datos cabe mencionar la presencia inevitable de otros individuos (testigos) durante la entrevista y la tendencia de los entrevistados a dar las respuestas que ellos creen que desea escuchar el entrevistador. A la hora de diseñar los cuestionarios de encuesta se debe tratar de eliminar toda distorsión de los datos, en la medida de lo posible. Stanton *et. al.*, (1981) han definido tres enfoques posibles para el diseño de cuestionarios:

- (a) El enfoque "EMIC," que parte del supuesto que las actitudes y el comportamiento de las personas se expresan de manera singular en cada cultura;
- (b) El enfoque "ETIC" que tiene como objetivo la creación de un cuestionario que no se vea afectado por las diferencias culturales y resulte aplicable en cualquier nación.

JUSTIFICACIÓN

Andahuaylas es uno de los departamentos que se destaca en la producción y comercialización de papa por sus condiciones agroecológicas favorables para su cultivo, puesto que la producción óptima de la papa se da en zonas ubicadas entre los 2 500 y 3 000 msnm. En Andahuaylas esta es la actividad rural que más ingresos y empleo genera. Es por ello que el procesamiento industrial de la papa se presenta como una de las mejores alternativas para mejorar las condiciones económicas de la cadena productiva de la papa, en uno de los varios productos como el puré.

Por otra parte al existir más de 2 000 variedades de papas entre nativas y clones de ellas, estas presentan coloraciones o tonalidades que van desde el color blanco hasta el morado, esto se debe a la presencia de componentes denominados funcionales, que entre otras funciones actúan como secuestradores de radicales libres, causantes de la oxidación celular y por ende del envejecimiento y adquisición de males o enfermedades.

Por otro lado en Apurímac y Andahuaylas, sobre todo en los pisos ecológicos comprendidos entre los 2 500 a 3 500 msnm, se producen en cantidades

considerables quinua y oca, la cual es generalmente para el consumo familiar, aunque la quinua últimamente se encuentra en auge de producción, debido a su demanda en el mercado exterior, por su alto contenido nutricional.

La quinua es un producto de alto contenido proteico, y poseedor de aminoácidos esenciales, sobre todo para el desarrollo de los infantes; en el mercado existen diferentes productos procesados de quinua, como granolas, hojuelas, expandidos, extrusados y otros, sin embargo no se observa un producto como una papilla enriquecida con quinua.

De la misma manera, la oca con más de 50 variedades (CCI,1999), y siendo un producto netamente altoandino, poseedor de muchos compuestos bioactivos, como fenoles, antocianinas y carotenoides; su comercialización solo se observa en el mercado local como producto natural, sin embargo no se ha realizado transformación alguna a este producto que se observe en el mercado, y una alternativa sería presentarlo como ingrediente de un puré deshidratado, aportando así sus componentes nutricionales y bioactivos.

Es por ello, que el presente trabajo de investigación tiene como objetivo la evaluación de las propiedades tecnofuncionales y sensoriales de puré deshidratado de papa nativa (*Solanum tuberosum*) fortificado con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

OBJETIVOS

GENERAL

- Evaluar las propiedades tecnofuncionales y sensoriales de Puré deshidratado formulado con papa nativa Yawar Huayco (*Solanum tuberosum*) fortificado con Quinoa variedad Blanca de Junín (*Chenopodium quinoa Willd*) y Oca variedad Zapallo (*Oxalis tuberosa Mol.*).

ESPECÍFICOS

- Determinar las propiedades tecnofuncionales: Índice de absorción de Agua (IAA), Índice de solubilidad de Agua (ISA), Densidad aparente (DA), Temperatura de gelatinización (TG).
- Comparar sensorialmente las formulaciones del Puré rehidratado de Papa nativa (*Solanum tuberosum*) fortificado con harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y harina de Oca (*Oxalis tuberosa Mol*) con un Puré comercial.
- Determinar la formulación adecuada de Papa nativa (*Solanum tuberosum*), Quinoa precocida (*Chenopodium quinoa Willd*) y Oca (*Oxalis tuberosa Mol*), para la elaboración de Puré deshidratado.

2. HIPÓTESIS

GENERAL

- El Puré deshidratado de harina de Papa nativa (*Solanum tuberosum*) fortificado con harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y harina de Oca

(*Oxalis tuberosa* Mol), presenta propiedades tecnofuncionales adecuadas y sensoriales aceptables.

ESPECÍFICOS

- El Puré deshidratado muestra un alto índice de solubilidad y absorción de agua debido a su contenido de Oca, mientras que la temperatura de gelatinización es menor en comparación al Puré de papa con un bajo grado de sinéresis.
- El Puré deshidratado de harina de Papa nativa (***Solanum tuberosum***), harina de Quinoa (***Chenopodium quinoa Willd***) y harina de Oca (***Oxalis tuberosa Mol***), presenta cualidades sensoriales aceptables y similares al Puré comercial.
- La formulación adecuada del Puré deshidratado de harina de Papa nativa (***Solanum tuberosum***) fortificado con harina de Quinoa precocida (***Chenopodium quinoa Willd***) y harina de Oca (***Oxalis tuberosa Mol***), presenta un predominio de sabor a Quinoa, aunque sus propiedades tecnofuncionales son adecuadas.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El desarrollo de la investigación se realizó en los laboratorios de Química y Procesos agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAJMA.

En el laboratorio de Química se realizó la determinación de las propiedades tecnofuncionales, mientras que la elaboración del Puré en sus distintas formulaciones se realizó en el laboratorio de Procesos Agroindustriales.

2.2. MATERIAL DE ESTUDIO

2.2.1. Materias primas

Se empleó 30 kg de Papa nativa de la variedad Yawar Huayco, 20 kg de Oca fresca de la variedad zapallo provenientes del centro experimental INIA – Andahuaylas y 5 kg de harina de Quinoa precocida de variedad Blanca de Junín, en lo referente a la Papa y Oca no deberán presentar magulladura o rasguños algunos, a fin de no alterar las características en evaluación de las distintas formulaciones de puré deshidratado.

2.2.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo referida a las distintas formulaciones propuestas (tabla 2.2) de puré deshidratado, para el desarrollo de la investigación.

2.3. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

De acuerdo a los objetivos propuestos en la investigación, el tipo de investigación es experimental.

El diseño estadístico que corresponde fue un diseño de mezclas (Gutiérrez y de la Vara, 2004), con 09 tratamientos, cuya condición o restricciones se muestran en las ecuaciones (01) y (02)

$$0 \leq X_i \leq 1 \quad (01)$$

$$\sum_{i=1}^q X_i = X_1 + X_2 + \dots + X_q = 1 \quad (02)$$

La operacionalización de variables así como la matriz de consistencia se muestra en la Tabla (2.1) y (2.2) respectivamente.

Tabla 2.1: Operativización de variables.

Variable	Tipo de variable	Indicador(es)	Instrumento
De entrada/Independiente			
% de papa, % de harina de quinua precocida y % de oca	Cuantitativa - discreta	- % en peso	- Balanza
De salida/Dependiente			
Propiedades tecnofuncionales	Cuantitativa	- Índice de absorción de agua - IAA - Índice de solubilidad en agua - ISA - Densidad aparente - DA - Temperatura de	- Medidas instrumentales

		gelatinización - TG	
Propiedades sensoriales	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> - Sabor - Color - Olor - Apariencia - Consistencia 	- Evaluación por panelistas no entrenados

Tabla 2.2: Matriz de diseño de las variables de estudio.

N° de tratamiento	Formulación de mezclas			Variables de salida	
	% papa	% harina de quinua precocida	% oca	Propiedades tecnofuncionales	Propiedades sensoriales
1	50	20	30	R _{PT,1}	R _{PS,1}
2	40	30	30	R _{PT,2}	R _{PS,2}
3	30	40	30	R _{PT,3}	R _{PS,3}
4	60	20	20	R _{PT,4}	R _{PS,4}
5	50	30	20	R _{PT,5}	R _{PS,5}
6	40	40	20	R _{PT,6}	R _{PS,6}
7	70	20	10	R _{PT,7}	R _{PS,7}
8	60	30	10	R _{PT,8}	R _{PS,8}
9	50	40	10	R _{PT,9}	R _{PS,9}

Donde, $R_{i,j}$, corresponde a los valores determinados de los indicadores de cada tratamiento, el subíndice PT significa propiedades funcionales, PS propiedades sensoriales.

2.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.4.1. Metodología para la obtención de harina precocida de Papa y Oca

La obtención del puré deshidratado de papa nativa fortificada con quinua y oca se realizó de la siguiente manera:

HARINA PRE-COCIDA DE PAPA NATIVA

Se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Piñeros (2009) con algunas modificaciones, a partir de papas no peladas, de acuerdo al flujograma mostrada en la figura (2.1), la cual se describe a continuación:

Selección y clasificación: se selecciono papas libres de picaduras de insectos y otros defectos.

Lavado: Se realizó con el fin de eliminar tierra y materiales extraños como piedras y otros, ajenos a la materia prima. El lavado se realizó manualmente por inmersión en agua.

Corte en rodajas: se realizó manualmente con un cuchillo de acero inoxidable, en forma transversal y rodajas considerando espesores de 2 cm los cuales fueron medidos con un vernier.

Cocido o escaldado: El escaldado se realizó con vapor directo en un autoclave de acero inoxidable a 10 psi, por un tiempo promedio de 15 minutos, la relación agua: Papa fue de 1:2.

Enfriado: Una vez extraído del autoclave se llevó al enfriado colocando las papas en bandejas de acero inoxidable, exponiéndolo al ambiente hasta que la papa escaldada logre una temperatura de 18°C.

Reducción de tamaño: Se fraccionaron las rodajas de papa escaldada a través de un rallador casero, con el fin de facilitar el secado y la molienda.

Secado: Se llevó a un secador de bandejas por aire forzado que opera a una velocidad de aire a 1 m/s a una temperatura de 70 °C, con el fin de que no haya ninguna clase de reacción de pardeamiento en el producto, hasta una humedad aproximada entre 4 – 6 %.

Molienda: Se sometido a un proceso de molienda a través de un molino casero, y enseguida se tamizo pasando el producto por una serie de tamices números 20, 30, 40, 50, 60 y 100 para obtener una harina fina pre-cocida en polvo.

HARINA PRE-COCIDA DE OCA

Fue tratado al igual que la papa nativa, con la única diferencia, que el tiempo de cocción en el autoclave fue de 10 min, tal como se considera en la Figura (2.1).

HARINA PRE-COCIDA DE QUINUA

No recibió este tratamiento, debido a que se adquirió bajo la forma de harina pre-cocida de un productor local, específicamente de la empresa Industrias Alimentarias del Pozo.

Papa Nativa Yawar Huayco/Oca
variedad Zapallo

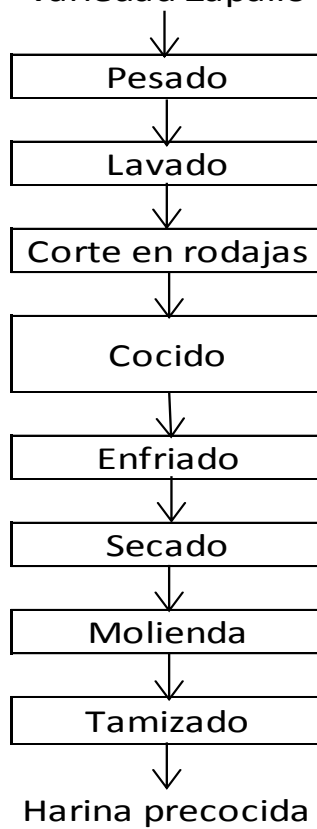


Figura 2.1: Flujograma del proceso de obtención de harina de papa y oca (Piñeros, 2009).

2.4.2. Metodología para la formulación de la mezcla de puré deshidratado

Las harinas obtenidas tanto de papa y oca, se mezclaron con la harina de quinua precocida de acuerdo a las formulaciones propuestas en la tabla (2.2), el Flujograma se muestra en la Figura (2.2).

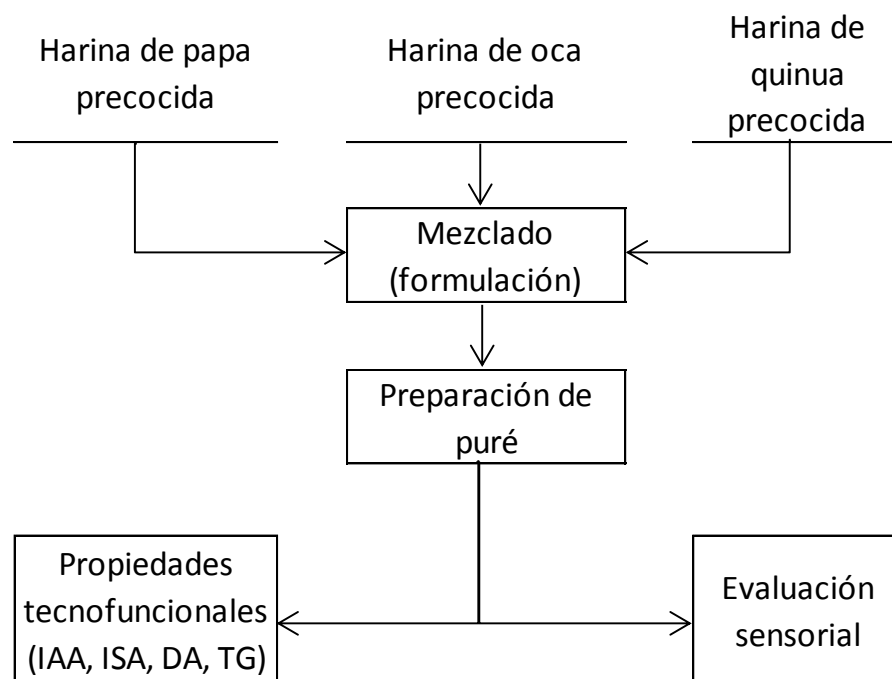


Figura 2.2: Flujograma de la formulación del puré.

2.5. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS

2.5.1. Determinación de las propiedades tecnofuncionales del puré deshidratado

Las características tecnofuncionales, que se evaluaron a la mezcla de puré deshidratado de papa fortificada con quinua y oca fueron:

A. Índice de absorción de agua (IAA) e índice de solubilidad en agua (ISA)

Los índices de solubilidad y absorción de agua se pueden utilizar como un indicativo del grado de modificación de los almidones por tratamientos termomecánicos. El método que se siguió para

la determinación de IAA e ISA, fue tomado de Anderson *et al.* (1999) con algunas modificaciones. La formulación de un puré deshidratada se pasó por una malla de 500 μm para normalizar el tamaño de la muestra, se pesaron 2,5 g de muestra en una balanza analítica, se adicionaron 50 mL de agua destilada y se agito durante 30 min. Se tomó un alícuota de 6 mL de la suspensión formada y se centrifuga a 3 000 *g por 15 min en una centrifuga. El sobrenadante se decantó y se secó a 100 °C durante 24 h, y el gel retenido en los tubos se pesó.

El IAA e ISA, se determinó de acuerdo con las ecuaciones (03), (04) y (05)

$$\text{Peso de muestra (g)} = \frac{\text{Peso seco muestra (g)}}{[\text{Peso seco muestra (g)} + \text{agua(g)}]} * \text{alícuota(g)} \quad (03)$$

$$\text{IAA} = \frac{\text{Peso de gel (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \quad (04)$$

$$\text{ISA(\%)} = \frac{\text{Peso sobrenadante(g)} - \text{Peso seco Sobrenadante (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} * 100 \quad (05)$$

B. Densidad aparente (DA)

La densidad aparente del puré puede ser determinada utilizando la relación entre el peso del puré que ocupa un volumen conocido, se puede determinar en dos formas: como puré suelto y como puré empacado (Smith, 1967).

Densidad aparente del puré suelto

Se pesó la probeta graduada vacía, y se adicionó cuidadosamente con una espátula la muestra de puré

deshidratado a la probeta de 250 mL por medio de un embudo hasta que el volumen total quedo libremente completado, el cálculo se realizó de acuerdo a la ecuación (06).

$$DA \text{ puré suelto } \left(\frac{g}{mL} \right) = \frac{[(\text{peso probeta} + \text{puré suelto}) - \text{peso probeta vacía}]}{250 \text{ mL}} \quad (06)$$

C. Temperatura de gelatinización (TG)

Los gránulos del puré son insolubles en agua fría; cuando se calientan en solución a temperaturas altas alcanzan una temperatura específica en la cual se inicia el hinchamiento de los gránulos. Esta temperatura es llamada temperatura de gelatinización (Grace, 1977). Se pesó 10 g de puré deshidratado a la formulación correspondiente, se disolvió en agua destilada y se completó a 100 mL, enseguida se calentó agua en un vaso de precipitado de 250 mL a 85 °C, y se tomó 50 mL de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 mL, se introdujo el vaso de precipitado con la muestra en el agua a 85 °C, y se agitó con el termómetro constantemente la suspensión de puré hasta que se forma una pasta y la temperatura permanezca estable por unos segundos, se realizó la lectura de la temperatura de gelatinización (Fernández, 2008).

2.5.2. Determinación de las características sensoriales del puré rehidratado preparado

A. Preparación del puré rehidratado

Las mezclas de las 09 formulaciones de puré deshidratado, se prepararon en forma estándar para la evaluación sensorial posterior, esta preparación presentó los ingredientes que se muestran en la tabla (2.3).

Tabla 2.3: Formulación para la preparación del puré rehidratado, para la evaluación sensorial

Formulación	Puré deshidratado (g)	Leche evaporada semidescremada (g)	Agua (g)	Sal de cocina (g)	Total (g)
Comercial*	610,0	232,0	150,0	8,0	1000,0
T _i **	610,0	232,0	150,0	8,0	1000,0

*Se refiere a un producto que se comercializa en el mercado, puré de papa Maggy.

**Se refiere al tratamiento o formulación “i” del puré deshidratado elaborado con papa nativa, quinua y oca.

B. Panelistas

Se consideraron 50 panelistas no entrenados entre varones y mujeres cuyas edades oscilen de 20 a 50 años, los cuales calificaron las formulaciones del puré preparado, además de una muestra comercial, de acuerdo a una escala hedónica, que se muestra en la tabla (2.4). Para la prueba de aceptación, se sirvieron aproximadamente 50 g de puré de cada formulación, en platos de tecnopor, las cuales se colocaron en orden aleatorio.

Estos análisis se realizaron en la plaza de armas de Andahuaylas.

Tabla 2.4: Escala hedónica de aceptabilidad.

Cualidad	Ponderación
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Me es indiferente	3
No me gusta	2
No me gusta nada	1

Fuente: Torricella *et al.*, (2007)

C. Atributos de evaluación

Los atributos sensoriales que se evaluarán fueron: sabor, olor, color, apariencia y consistencia. Estos atributos fueron registrados en una cartilla de evaluación la cual se muestra en el Anexo (01).

2.5.3. Determinación de la formulación adecuada para la elaboración de puré deshidratado

Se realizó considerando los resultados del índice de absorción del agua ya que esta es considerada una propiedad tecnofuncional determinante de los purés (Aguilera, 2009), asimismo las mejores puntuaciones logradas en el análisis sensorial de las formulaciones, asimismo se calculó la composición nutricional y energética para cada formulación, tomando en cuenta sus valores individuales de cada componente papa, oca y quinua.

2.6. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las propiedades tecnofuncionales (ISA, IAA, DA y TG) se aplicó:

A. Análisis de varianza

El planteamiento de hipótesis estadística para el ANOVA será:

Hipótesis nula – H_0 : La media de los resultados de las características tecnofuncionales en los diferentes tratamientos son iguales.

$$\bar{x}_i = \bar{x}_j$$

Hipótesis alterna – H_A : La media de los resultados de las características tecnofuncionales en los diferentes tratamientos son diferentes.

$$\bar{x}_i \neq \bar{x}_j, \text{ al menos dos de ellos.}$$

Nivel de significancia (α)

Para el caso de comparaciones de tratamientos habitualmente se emplea $\alpha = 0.05$ (Gutiérrez y de la Vara, 2004).

Criterio de significancia

Se rechaza H_0 si $\alpha > p\text{-value}$.

B. Comparación múltiple de tratamientos

Se desarrollará a través del Test Tukey (análisis paramétrico), se aplicara en la comparación múltiple entre tratamientos, referidos a las variables de respuesta medibles o paramétricas.

El planteamiento de hipótesis estadística para el test Tukey, será:

Hipótesis nula –H₀: La media de los resultados de las características tecnofuncionales en los diferentes tratamientos son iguales.

$$\bar{x}_i = \bar{x}_j$$

Hipótesis alterna –H_A: La media de los resultados de las características tecnofuncionales en los diferentes tratamientos son diferentes.

$$\bar{x}_i \neq \bar{x}_j, \text{ para algún par } i,j.$$

Nivel de significancia (α)

Para el caso de comparaciones de tratamientos habitualmente se emplea $\alpha = 0.05$ (Gutiérrez y de la Vara, 2004).

Criterio para la prueba de hipótesis

Se rechaza H₀ si $\alpha > p\text{-value}$

El número de comparación entre tratamientos se realizará a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Número de comparaciones} = \frac{T(T - 1)}{2}$$

Para la evaluación de las pruebas ANOVA y Tukey, se utilizó el Software estadístico MINITAB V15 (Minitab Inc. 2006) y Excel vista (Microsoft, 2008). Asimismo las pruebas se desarrollaron por triplicado, a fin de evitar sesgos a la hora de la evaluación, y corroborar la tendencia de los resultados.

Para el análisis sensorial

Se aplicó el test de Friedman (no paramétrico) y el test de Dunnett para lo cual se consideró una muestra comercial de comparación.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES

Las propiedades tecnofuncionales que se determinaron fueron: índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA), Densidad Aparente (DA) y Temperatura de gelatinización (TG).

3.1.1. ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA - IAA

Los resultados del IAA, se muestran en la tabla (3.1), en ella se aprecia que el IAA de las formulaciones oscila entre 0.287 a 0.450 g de gel/g de puré, siendo que las formulaciones con un contenido de 50% de Harina de Papa (HP), 30% de Harina de Quinoa (HQ), 20% de Harina de Oca (HO), tienden a presentar valores menores de IAA. Por otro lado la formulación (T8) con 60% de Harina de papa (HP), 30% de Harina de Quinoa (HQ) y 10% de Harina de Oca (HO), presenta el mayor valor de IAA.

El contenido de almidón en la quinua oscila entre 58.1 a 64.2% de la materia seca (Bruin, 1964), aunque el almidón de quinua tiene una baja solubilidad y bajo poder de hinchamiento, debido a las fuertes fuerzas de unión o los entrecruzamientos dentro del gránulo de almidón (Ruales y Nair, 1994; Ahamed *et al.* 1996). Por otra parte en la papa entre el 60 y 80% de la materia seca es almidón (Fernández, 2008), asimismo en la oca oscila entre el 28 a 46% (Espin, 2001).

Rodríguez *et al.*, (2012), encontró que el valor del IAA de la papa es de 12.03 ± 0.19 g de gel/g de muestra y para la quinua de 12.47 ± 0.12 g de gel/g de muestra, asimismo encontraron que para una mezcla de harina de trigo, harina de quinua y harina de papa, el IAA oscila entre 0.61 a 0,68 g de gel/g de muestra, estos valores son superiores a los encontrados en el presente trabajo, sobre todo debido a que en la formulación de Rodríguez *et al.*, (2012) sustituyen harina de trigo, el cual presenta una alta absorción debido a su alta calidad de sus almidones (ICONTEC, 2002).

El hecho de que las formulaciones tengan harina de papa, este es el gran responsable del IAA, debido a que el almidón de papa se solubiliza y gelatiniza, ocupando todo o parte del citoplasma celular, causando más hinchamiento y separación celular (Hughes *et al.*, 1975).

Tabla 3.1: Índice de absorción de agua para las formulaciones de puré

Tratamiento	Formulación del puré			IAA (g de gel/g de puré)			
	% HP	% HQ	% HO	\bar{X}	\pm	S	CV (%)
T1	50	20	30	0.309	\pm 0.012		10.41
T2	40	30	30	0.291	\pm 0.017		8.09
T3	30	40	30	0.289	\pm 0.001		0.51
T4	60	20	20	0.337	\pm 0.001		0.29
T5	50	30	20	0.287	\pm 0.039		13.57
T6	40	40	20	0.295	\pm 0.010		3.33
T7	70	20	10	0.426	\pm 0.035		35.88
T8	60	30	10	0.450	\pm 0.087		59.62
T9	50	40	10	0.386	\pm 0.041		10.60

\bar{X} , promedio; S, desviación estándar; CV, coeficiente de variabilidad

Asimismo, se aplicó un ANOVA de un factor (el tratamiento), la cual se muestra en el anexo (20), de ella se concluyó que no existe diferencia significativa entre tratamientos ya que $p\text{-value} > 0.05$. esto mismo hecho se puede apreciar en la figura (3.1), donde los intervalos de los tratamientos se superponen unos a otros, el cual es un indicativo de que no existe diferencia significativa entre tratamientos, aunque el tratamiento T8 y T7 presentan alta variabilidad.

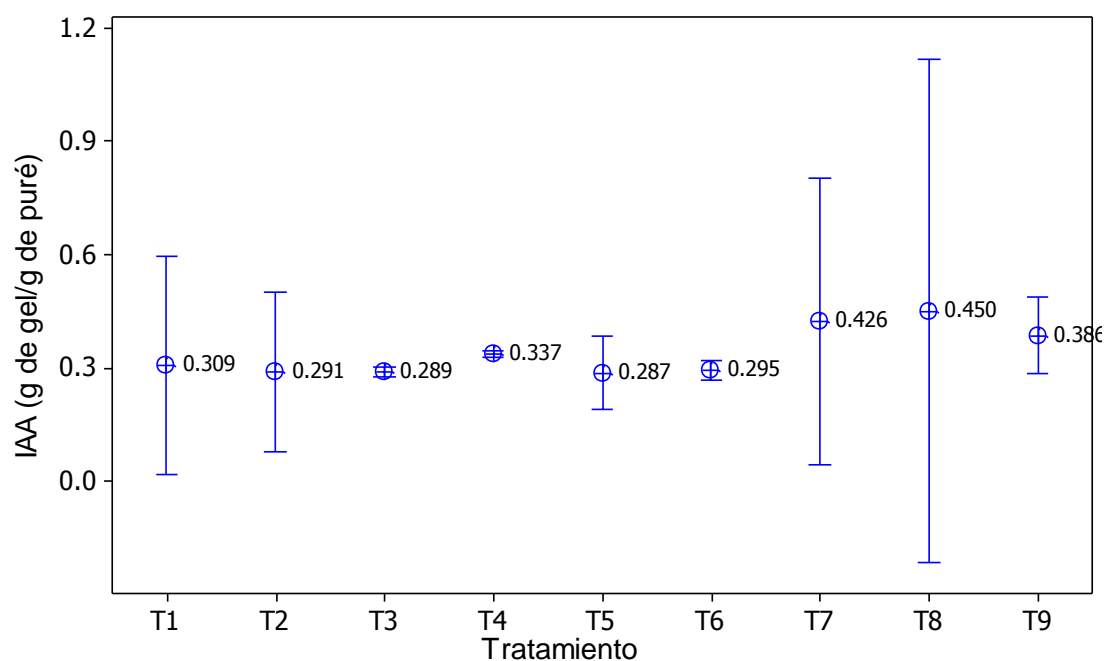


Figura 3.1: Diagrama de intervalos para el IAA.

En la figura (3.2), se muestra el comportamiento de los efectos de las variables sobre el IAA del puré, de ella se aprecia que el incremento de HP influye directamente en el IAA, mientras que en los casos de HQ y HO a medida que aumenta el porcentaje de sustitución, el IAA disminuye es decir presenta una relación inversa, aunque la disminución del IAA es más pronunciado por la HO.

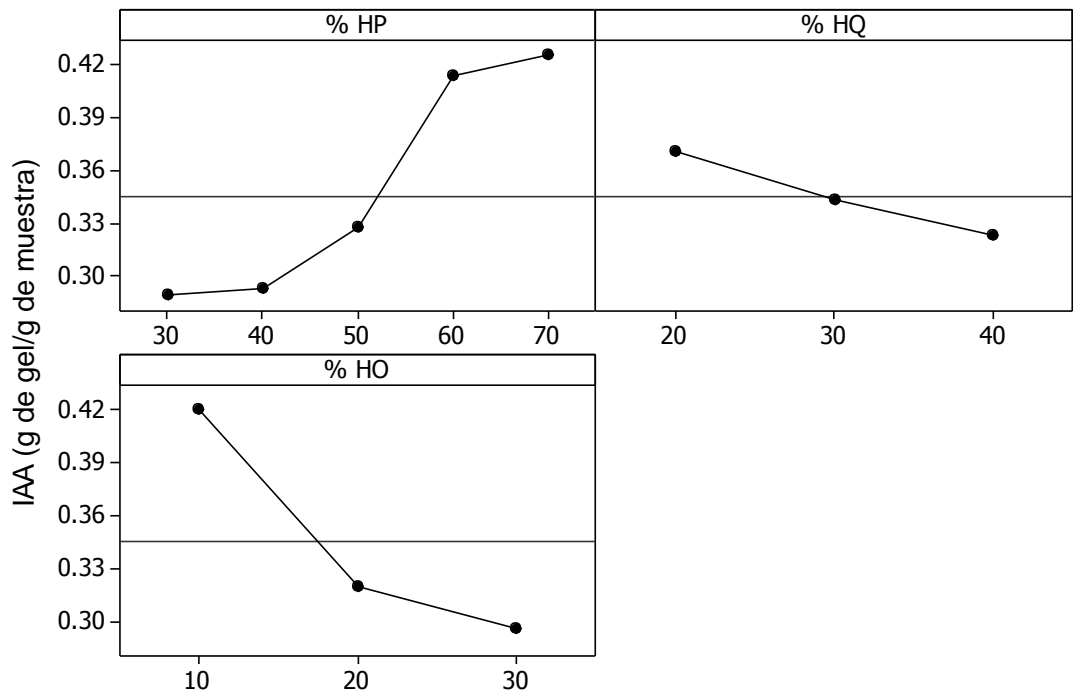


Figura 3.2: Diagrama de efectos de las variables sobre el IAA.

Asimismo se ha evaluado el efecto de las interacciones de las variables sobre el IAA, las cuales se muestran en la figura (3.3), en ella se aprecia que la interacción HP – HQ incrementan el IAA del Puré en todas las combinaciones, en el caso de la interacción HP – HO así como HQ y HO disminuyen el IAA para todos los casos.

Este resultado está de acuerdo con los datos de IAA, demostrando que la harina de Papa afecta significativamente la absorción, esto puede deberse a la relación de amilosa/amilopectina, contenido de fósforo, características moleculares de la amilosa y la amilopectina en términos de peso/distribución, grado de ramificación y conformación del almidón (Kaur *et al.*, 2007).

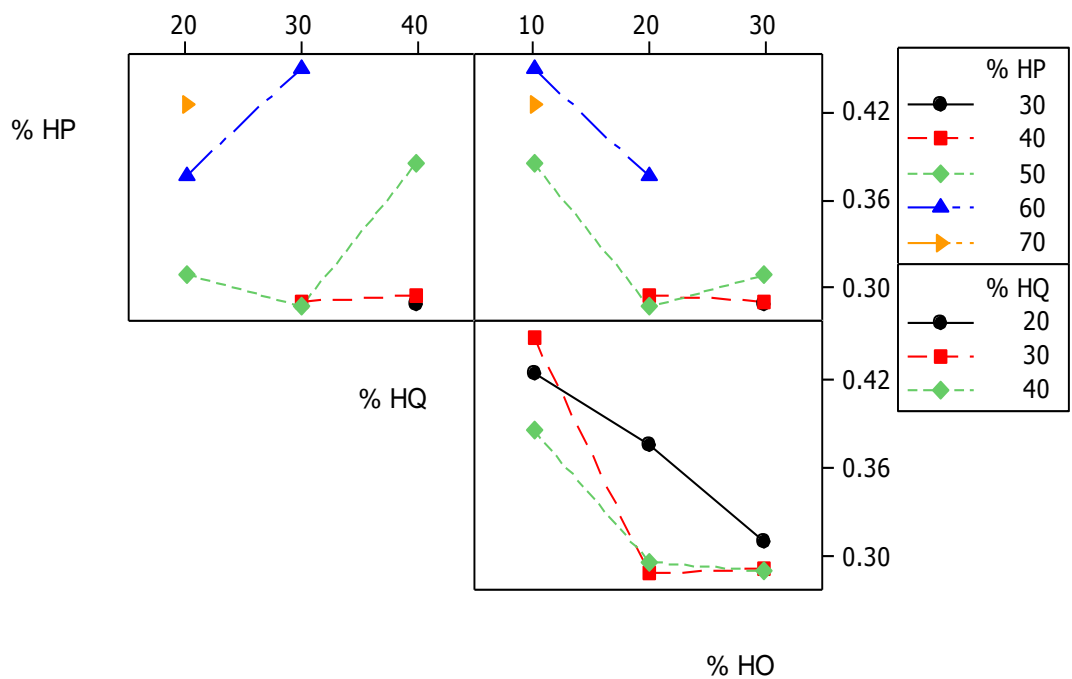


Figura 3.3: Diagrama de interacciones de las variables sobre el IAA.

3.1.2. ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA – ISA

Los resultados se muestran en la Tabla (3.2), en ella se aprecia que el porcentaje de ISA varía de 10.932 a 16.532, se observa que a medida que incrementa el porcentaje de HQ y HO, disminuye el ISA. Esto se debe a que la papa presenta mayor cantidad de almidón soluble, cuando la solubilidad del almidón se incrementa en el interior de la célula, las células se hinchan debido a la presión ejercida por la relativamente alta cantidad y densidad del almidón hinchado. Estos efectos de hinchamiento podrían desempeñar un papel en las propiedades texturales de las células (Shomer *et al.*, 1993).

Por otro lado el tratamiento T9 presenta mayor variabilidad (CV = 10.91), mientras que el tratamiento T6 es el que menor variabilidad presenta.

Tabla 3.2: Índice de solubilidad en agua para las formulaciones de Puré.

Tratamiento	Formulación del puré			ISA (%)			
	% HP	% HQ	% HO	\bar{X}	\pm	S	CV (%)
T1	50	20	30	12.652	\pm	1.460	11.54
T2	40	30	30	12.092	\pm	0.371	3.07
T3	30	40	30	11.392	\pm	1.114	9.78
T4	60	20	20	13.783	\pm	0.866	6.57
T5	50	30	20	11.783	\pm	0.180	1.52
T6	40	40	20	10.932	\pm	0.158	1.44
T7	70	20	10	16.532	\pm	1.365	8.26
T8	60	30	10	11.597	\pm	0.457	3.94
T9	50	40	10	10.382	\pm	1.132	10.91

\bar{X} , promedio; S, desviación estándar; CV, coeficiente de variabilidad

Algunas propiedades fundamentales de los almidones, como su mayor índice de absorción de agua e índice de solubilidad en agua, están relacionadas con el mayor tamaño de sus gránulos (Ratnayake *et al.*, 2001).

Rodríguez *et al.*, (2012), presentan resultados de ISA de 4.48% para la papa y 5.10% para la quinua, y de 2.1% para el trigo, aunque Henao (2004), reporta valores de 13.26% de ISA para el trigo y 8.0 % para la yuca, este valor del ISA depende del contenido de proteínas y almidón soluble es así que ICONTEC (2002), muestra valores del ISA para la yuca que oscilan entre 0.27 a 15.45, el hecho de que el ISA sea mayor a los reportados, se debe al contenido proteico de las harinas de papa

nativa de la variedad Yawar Huayco, quinua y oca, las cuales pueden ser hidrosolubles, así como la fracción de amilosa en las harinas utilizadas ya que son una fracción soluble del almidón (Hena, 2004), por otro lado la amilopectina y sus polímeros se presenta como una mezcla de fracciones solubles y de gel (Manners y Matheson, 1981).

Al aplicar un ANOVA de un factor (el tratamiento), la cual se muestra en el anexo (21), de ella se concluyó que existe diferencia significativa entre tratamientos ya que $p\text{-value} < 0.05$, es decir los tratamientos reportan diferentes valores de ISA para sus formulaciones, el mismo hecho se muestra en la figura (3.4), donde los intervalos de los valores del ISA de las formulaciones no se solapan o superponen en su totalidad.

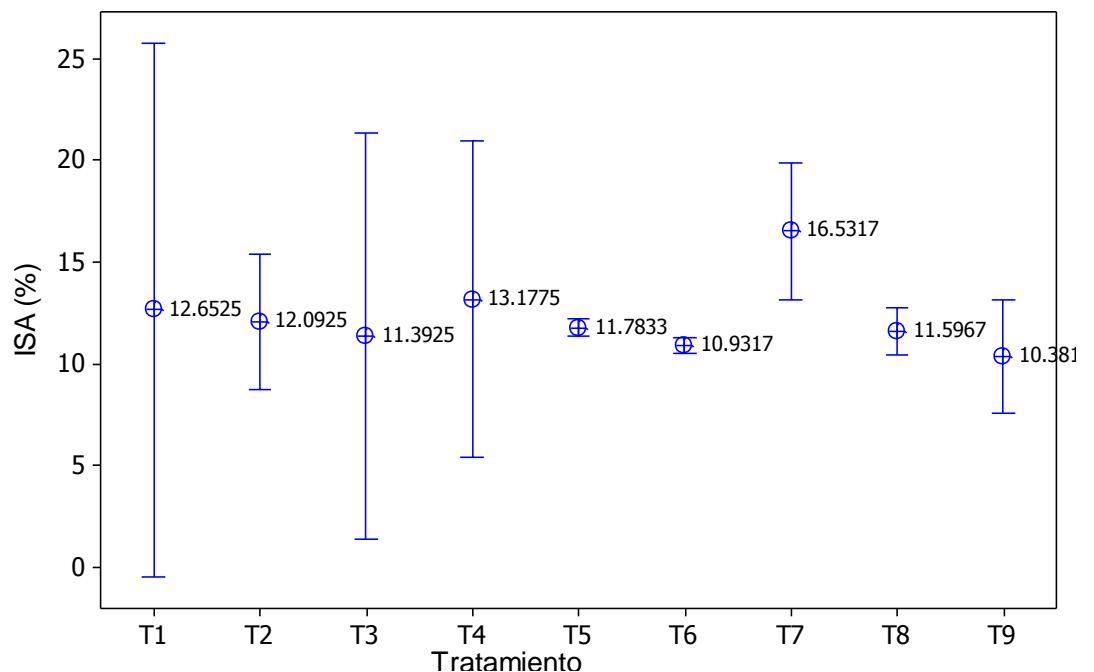


Figura 3.4: Diagrama de intervalos para el ISA.

La diferencia significativa entre pares de tratamientos se evaluó a través de una prueba Tukey, los resultados se muestran en la tabla (3.3), en esta

se aprecia que el tratamiento T7 (70% HP, 20% HQ Y 10% HO) presenta valores diferentes de ISA, asimismo el tratamiento T4 difiere de T6 y T9.

Tabla 3.3: Resultados del Test Tukey para el ISA

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T1									
T2	0.9926								
T3	0.6000	0.9708							
T4	0.9533	0.5437	0.1063						
T5	0.9071	0.9999	0.9994	0.2915					
T6	0.2349	0.6911	0.9980	0.0027*	0.9159				
T7	0.0005*	0.0002*	0.0002*	0.0037*	0.0002*	0.0002*			
T8	0.7813	0.9967	1.0000	0.1846	1.0000	0.9784	0.0002*		
T9	0.0514	0.2407	0.8164	0.0048*	0.4709	0.9934	0.0002*	0.6417	

Los valores reportados son las probabilidades evaluadas (*p-value*) para el test Tukey.

*Indica que existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$)

En la figura (3.5), se muestra el comportamiento de los efectos de las variables sobre el ISA del puré, de ella se aprecia que el incremento de HP influye directamente en el ISA, mientras que en los casos de HQ y HO a medida que aumenta el porcentaje de sustitución, el ISA disminuye es decir presenta una relación inversa, aunque la disminución del IAA es más pronunciado por el porcentaje de sustitución de HQ.

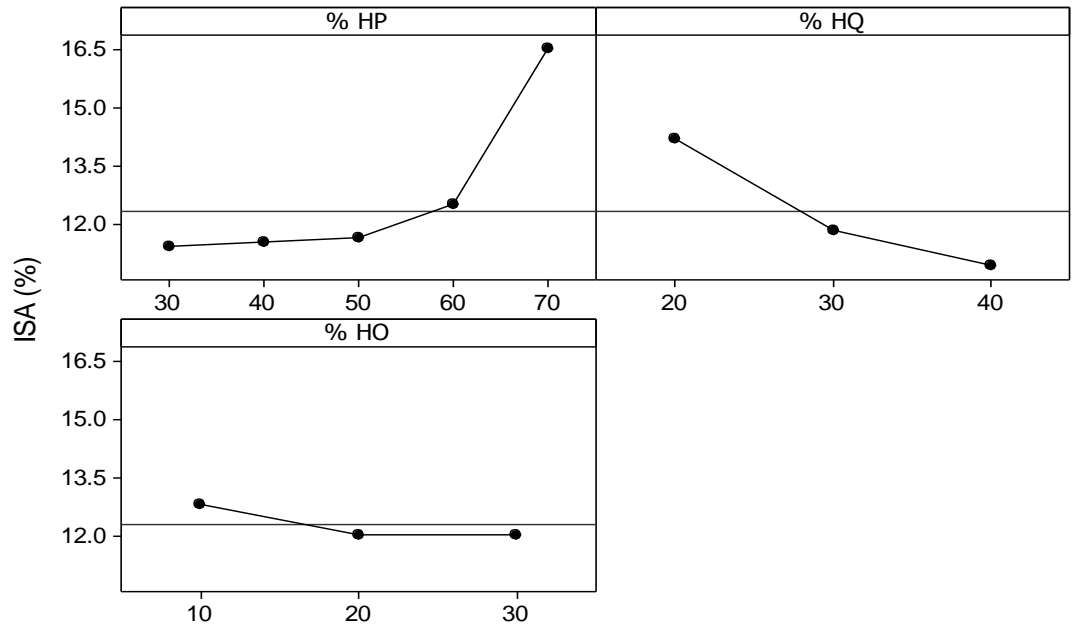


Figura 3.5: Diagrama de efectos de las variables sobre el ISA.

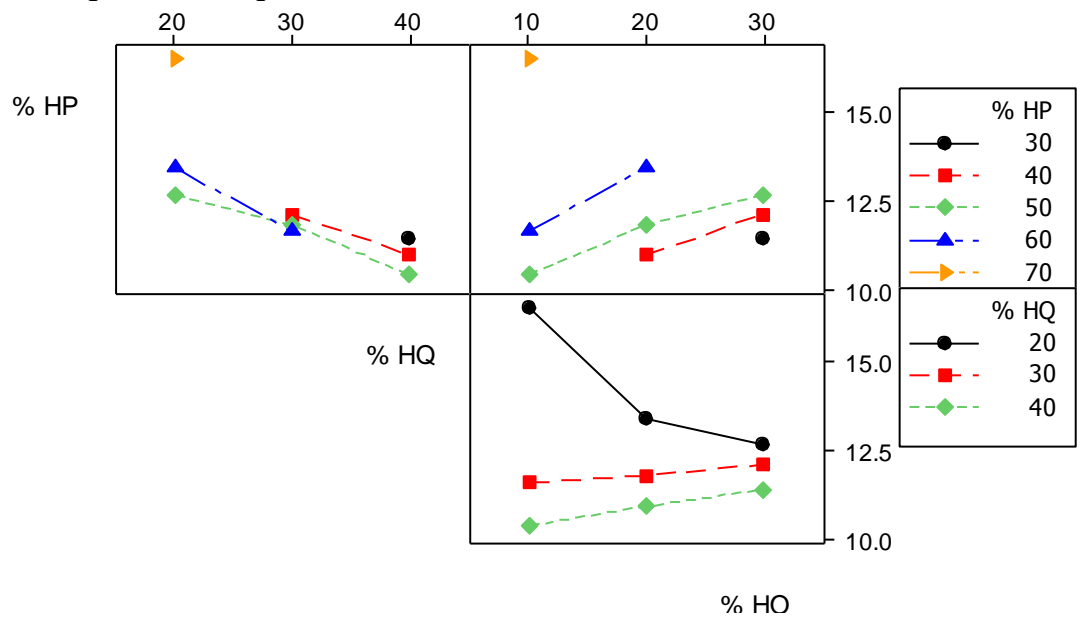


Figura 3.6: Diagrama de interacciones de las variables sobre el ISA.

Por otra parte, se ha evaluado el efecto de las interacciones de las variables sobre el ISA, las cuales se muestran en la figura (3.6), en ella se aprecia que la interacción HP – HQ, disminuyen el ISA del puré en todas las combinaciones, en el caso de la interacción HP – HO así como HQ -

HO incrementan el valor de ISA, aunque para valores del 20% de HQ esta disminuye.

3.1.3. DENSIDAD APARENTE (DA)

Los resultados de la DA se muestran en la tabla (3.4), en ella se observa que la densidad del puré varía entre 0.568 ± 0.007 y 0.646 ± 0.015 g/mL, para Ratnayake *et al.* (2001), el tamaño de los gránulos incide directamente en las propiedades de harinas, así la densidad variara dependiendo de la formulación y esta sobre todo del tamaño de partícula.

Tabla 3.4: Densidad aparente para las formulaciones de puré

Tratamiento	Formulación del puré			DA (g/mL)			
	% HP	% HQ	% O	\bar{X}	\pm	S	CV (%)
T1	50	20	30	0.606	\pm 0.009		1.50
T2	40	30	30	0.599	\pm 0.014		2.36
T3	30	40	30	0.580	\pm 0.009		1.56
T4	60	20	20	0.646	\pm 0.015		2.40
T5	50	30	20	0.617	\pm 0.019		3.07
T6	40	40	20	0.590	\pm 0.010		1.63
T7	70	20	10	0.588	\pm 0.005		0.87
T8	60	30	10	0.568	\pm 0.007		1.22
T9	50	40	10	0.634	\pm 0.007		1.05

\bar{X} , promedio; S, desviación estándar; CV, coeficiente de variabilidad

A través de la evaluación del ANOVA se observa que $p\text{-value} < 0.05$ (anexo 22), es decir existe diferencia significativa entre tratamientos, esto sugiere que más de uno de los tratamientos presenta densidad diferente a otro.

Tabla 3.5: Resultados del test Tukey para la densidad aparente

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1								
T2	0.9984							
T3	0.1791	0.5465						
T4	0.0081*	0.0016*	0.0002*					
T5	0.9544	0.5986	0.0150*	0.1057				
T6	0.7702	0.9918	0.9730	0.0003*	0.1491			
T7	0.6071	0.9573	0.9960	0.0003*	0.0890	1.0000		
T8	0.0113*	0.0565	0.9201	0.0002*	0.0009*	0.3136	0.4600	
T9	0.1250	0.0271*	0.0004*	0.9323	0.7155	0.0035*	0.0020*	0.0002*

Los valores reportados son las probabilidades evaluadas (*p-value*) para el test Tukey.

*Indica que existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$)

A fin de comparar la diferencia significativa entre pares de tratamientos, se aplicó el test Tukey, el cual se muestra en la tabla (3.5), de ella se desprende que el tratamiento T10 (presenta únicamente papa deshidratada precocida) muestra diferencia significativa con los demás tratamientos, así mismo el tratamiento T4 (60% HP, 20% HQ y 20% HO) muestra diferencia significativa con los tratamientos T6, T7 y T8, lo mismo que el tratamiento T9 con los tratamientos T2, T3, T6, T7 y T8. El mismo hecho se muestra en la figura (3.7).

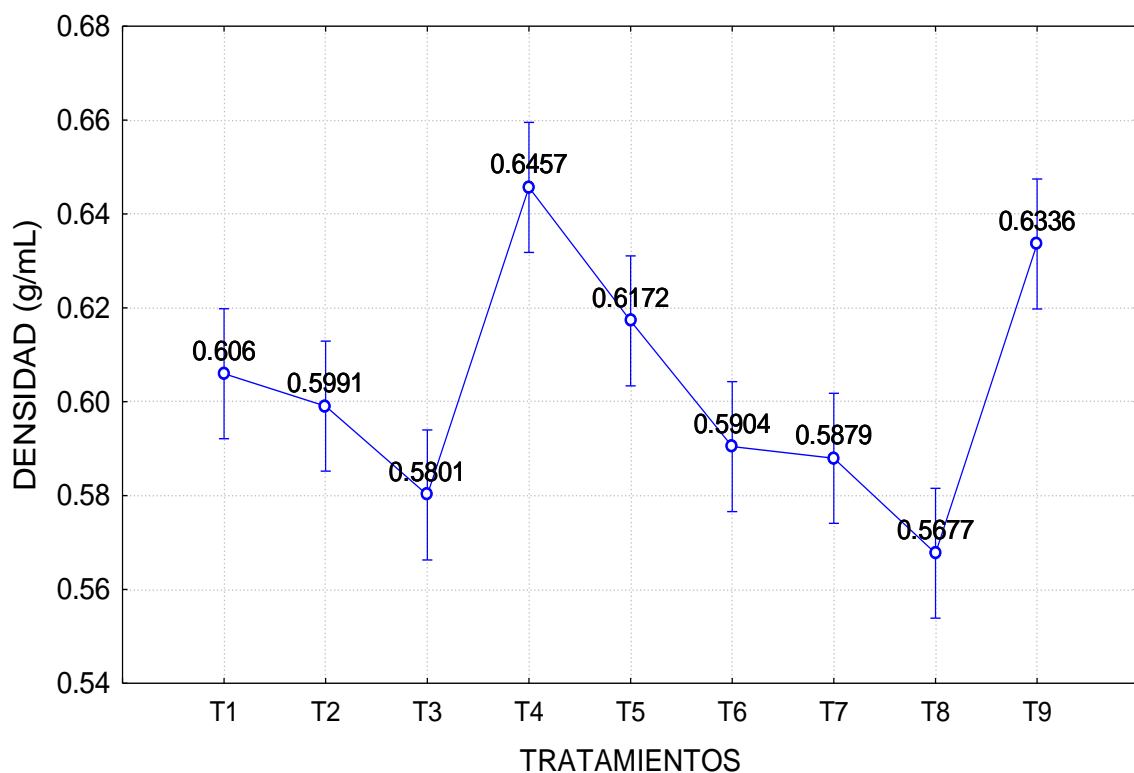


Figura 3.7: Diagrama de intervalos para la Densidad aparente.

En la figura (3.8), se observa claramente que el incremento del porcentaje de HP en las formulaciones, aumenta la densidad aparente de la mezcla, esto es evidente ya que la densidad aparente de la harina de papa precocida es mayor que para las formulaciones (tabla 3.6), sin embargo a medida que se incrementa el porcentaje de HQ y HO la densidad disminuye, teniendo mayor efecto en la disminución el %HQ.

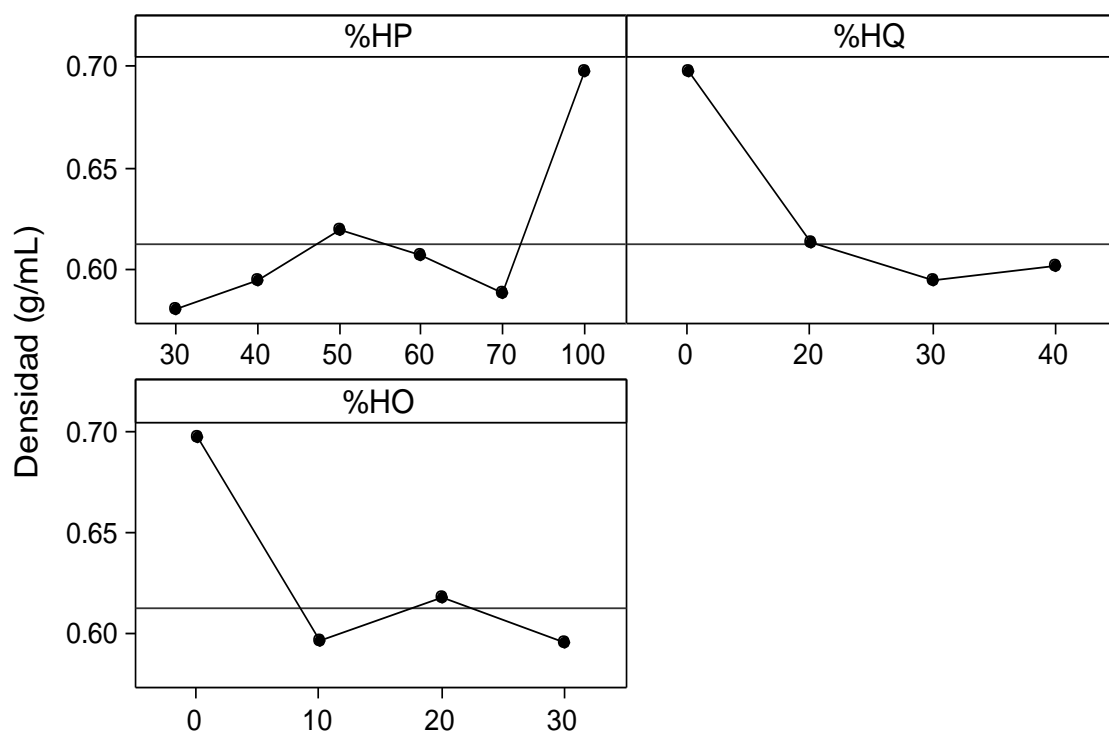


Figura 3.8: Diagrama de efectos de las variables sobre el ISA.

3.1.4. TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN (TG)

En la Tabla (3.6), se aprecia que la temperatura de gelatinización de la harina de papa Yawar Huayco pre-cocida, presenta la menor temperatura de gelatinización (TG) $68.3 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$, y que esta aumenta con el porcentaje de sustitución de HO. La gelatinización causa un incremento en el poder de hinchamiento (Singh *et al.*, 2003); es así que a medida que la temperatura se incrementa la gelatinización del almidón se incrementa siendo esta el principal responsable, de allí que cuanto mayor es el porcentaje de sustitución de HO, mayor será la TG, ya que la oca presenta mayor porcentaje de almidón en comparación a las otras harinas. Durante la etapa de gelatinización, los gránulos de almidón absorben el agua disponible en el medio y se hinchan, mientras que las

cadena de amilosa se lixivian en la fase acuosa intergranular, promoviendo el incremento en la viscosidad (Rosell *et al.*, 2007).

Es así que debido al mayor porcentaje de almidón existente en la oca, este hace que se incremente la temperatura de gelatinización. Tras el calentamiento, el almidón gelatinizado hinchado sigue atrapado dentro de la célula mientras que la pared celular permanece intacta (Davis y Gordon, 1984; Shomer, 1995); parece razonable asumir que la pared celular y el almidón gelatinizado confieren sinérgicamente las propiedades estructurales específicas de las células de papa (Moledina *et al.*, 1978).

Tabla 3.6: Temperatura de gelatinización para las formulaciones de Puré.

Tratamiento	Formulación del puré			TG (°C)			CV (%)
	% HP	% HQ	% O	\bar{X}	\pm	S	
T1	50	20	30	71.0	\pm	1.0	1.4
T2	40	30	30	73.7	\pm	0.6	0.8
T3	30	40	30	74.7	\pm	0.6	0.8
T4	60	20	20	69.3	\pm	1.2	1.7
T5	50	30	20	69.7	\pm	0.6	0.8
T6	40	40	20	68.3	\pm	0.6	0.8
T7	70	20	10	69.0	\pm	1.0	1.4
T8	60	30	10	70.7	\pm	0.6	0.8
T9	50	40	10	69.0	\pm	1.0	1.4

\bar{X} , promedio; S, desviación estándar; CV, coeficiente de variabilidad

La comparación de la diferencia significativa entre formulaciones o tratamientos se evaluó a través de un ANOVA, de donde se puede concluir que los tratamientos muestran diferencia significativa es decir *p-value* < 0.05 (anexo 23).

Con el fin de conocer que tratamientos presentan similitud en la TG, se aplicó el test Tukey, mostrada en la tabla (3.7), en ella se aprecia que T1 no muestra diferencia significativa con T2, T3, T6 y T10, y que T2 es similar todos los tratamientos excepto con T3, este hecho también se puede evidenciar en la figura (3.9).

Tabla 3.7: Resultados del test Tukey para la TG

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1								
T2	0.0155*							
T3	0.0007*	0.8609						
T4	0.2947	0.0002*	0.0002*					
T5	0.5767	0.0003*	0.0002*	0.9999				
T6	0.0155*	0.0002*	0.0002*	0.8609	0.5767			
T7	0.1232	0.0002*	0.0002*	0.9999	0.9868	0.9868		
T8	0.9999	0.0051*	0.0003*	0.5767	0.8609	0.0452*	0.2947	
T9	0.1232	0.0002*	0.0002*	0.9999	0.9868	0.9868	1.0000	0.2947

Los valores reportados son las probabilidades evaluadas (*p-value*) para el test Tukey.
 *Indica que existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$)

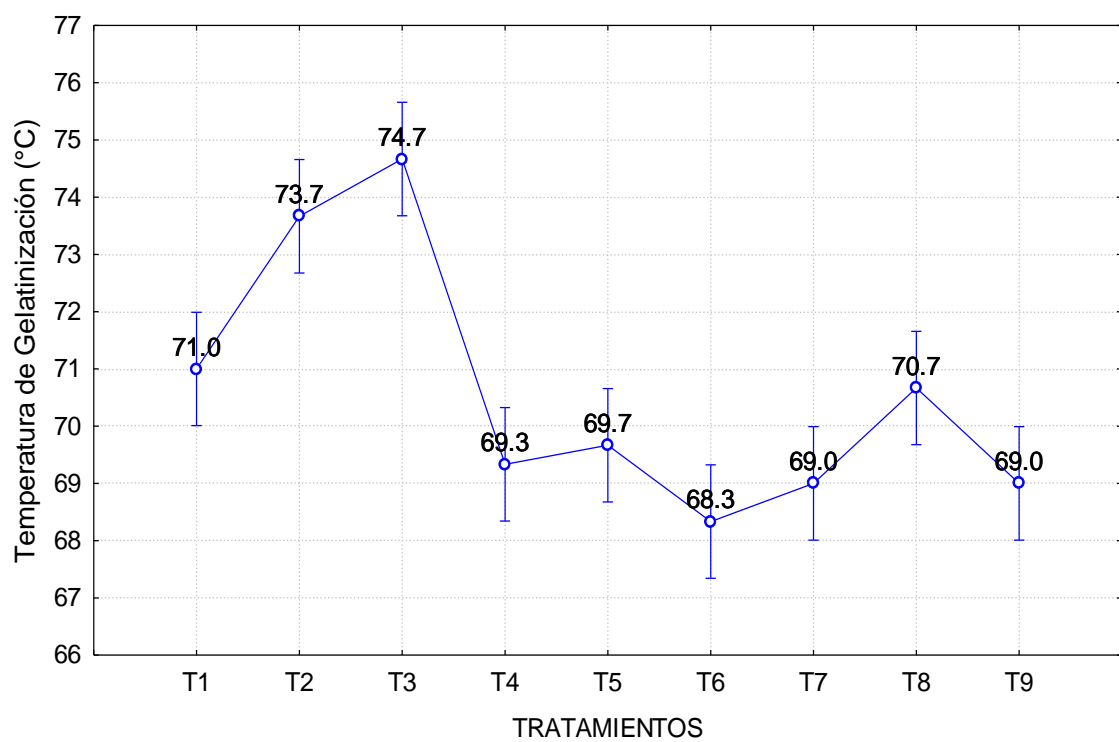


Figura 3.9: Diagrama de intervalos para la TG.

En la figura (3.10), se aprecia que el efecto del incremento del porcentaje de HP disminuye en la TG, mientras que el incremento de sustitución de HQ y HO aumentan la TG, aunque más marcadamente la sustitución de HO.

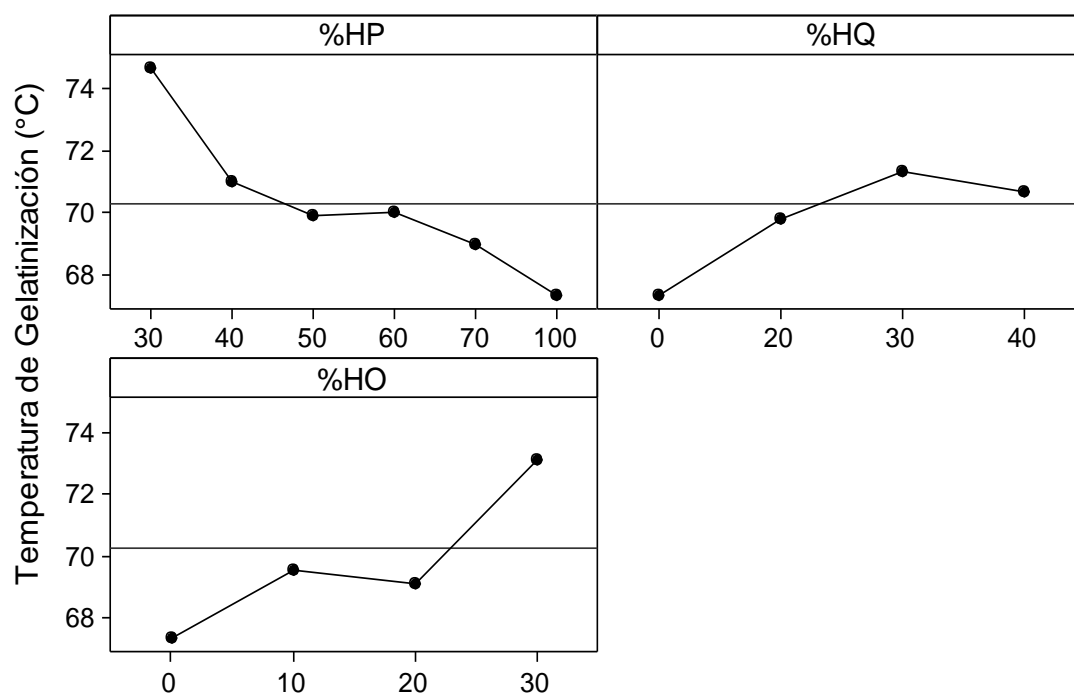


Figura 3.10: Diagrama de efectos de las variables sobre la TG.

3.2. EVALUACIÓN SENSORIAL

Para conocer la preferencia por el puré en los diferentes tratamientos se desarrolló una evaluación sensorial en los aspectos: sabor, olor, color, apariencia y consistencia, considerando 50 panelistas no entrenados. Como patrón de comparación se consideró el puré comercial de marca Maggy.

3.2.1. SABOR

En la tabla (3.8), se presenta los resultados del sabor, al aplicar la prueba Friedman se observa que las formulaciones muestran diferencia significativa con el control (puré comercial), ya que $p\text{-value} < 0.05$.

Por otra parte se aprecia que el tratamiento T2 muestra mejor puntuación 4.1 ± 0.7 , esto quiere decir que tiene mejor preferencia por parte de los panelistas, asimismo es la que presenta menor variabilidad debido a que

CV es de 17.6%, mientras que el tratamiento T9 es el que menor puntuación obtiene.

Tabla 3.8: Puntuación de la evaluación sensorial del Sabor.

Tratamiento	Formulación del puré			Sabor*				Test de Friedman (<i>p-value</i>)**	Test Dunnett (<i>p-value</i>)***
	% HP	% HQ	% HO	\bar{X}	\pm	S	CV (%)		
	Comercial			2.4	\pm	0.8	27.2		
T1	50	20	30	3.1	\pm	0.9	28.5		0.2730
T2	40	30	30	4.1	\pm	0.7	17.6		0.0000
T3	30	40	30	2.5	\pm	0.7	26.1		0.1268
T4	60	20	20	3.0	\pm	0.9	29.5	0.000	0.9992
T5	50	30	20	2.8	\pm	1.1	36.2		1.0000
T6	40	40	20	2.3	\pm	0.5	21.7		0.0121
T7	70	20	10	3.0	\pm	0.9	27.0		0.9605
T8	60	30	10	2.9	\pm	0.9	33.5		1.0000
T9	50	40	10	1.6	\pm	0.8	51.4		0.0000

Datos individuales en el anexo 05

***p-value* obtenido del test Friedman, MINITAB 15 (anexo 06)

****p-value* obtenido del test Dunnett, MINITAB 15 (anexo 07)

Donde: \bar{X} es la media, S es la desviación estándar, CV es el coeficiente de variabilidad

Al aplicar el test Dunnett de comparación múltiple con el control (puré comercial), el cual se muestra en la tabla (3.12), se observa que el tratamiento T2, T6 y T9 muestran diferencia significativa con el puré comercial, ya que *p-value* < 0.05. De estas tres formulaciones (T2, T6 y T9) T2 muestra mejor aceptación incluso que el puré comercial; mientras que lo demás tratamientos no presentan diferencia significativa con el control.

En la figura (3.11), se observa la superficie de contorno para el sabor del puré, en ella se aprecia que para lograr una puntuación de “Me gusta” en cuanto al aspecto sabor, el %HP no debería ser mayor 50%, el % HO no

menor 30% y el %HQ no mayor a 40%, estas condiciones la cumple la formulación T2.

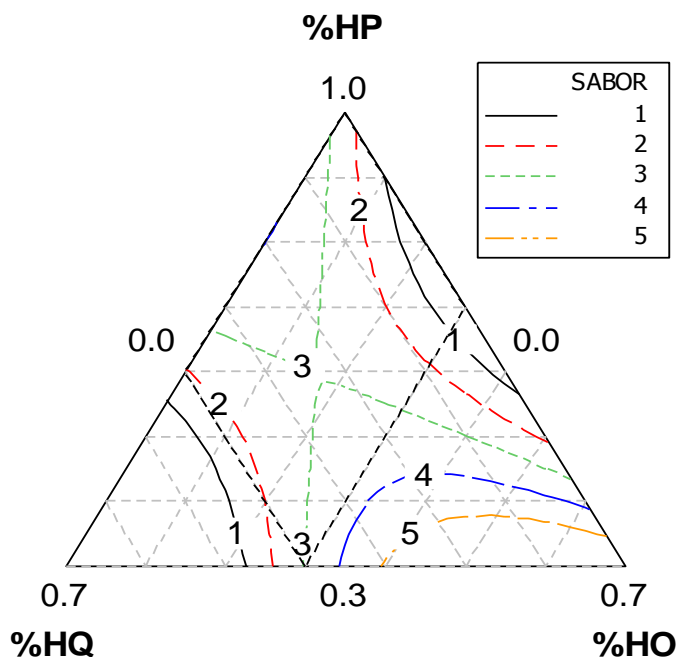


Figura 3.11: Superficie de contorno para el sabor del puré para los tratamientos.

3.2.2. OLOR

Al aplicar el test de Friedman se encuentra que los tratamientos son diferentes entre sí en lo referente al Olor, ya que $p\text{-value} = 0.000$ tabla (3.8), así al aplicar el test Dunnett de comparación múltiple indica que los tratamientos T2 y T9 muestran diferencia significativa con el control (comercial), se aprecia que el tratamiento T2 logra la mejor puntuación 3.7 ± 0.7 , correspondiente a una calificación hedónica de “Me gusta”, mientras que el tratamiento T9 logra apenas un calificativo hedónico de “No me gusta”.

Tabla 3.9: Puntuación de la evaluación sensorial del Sabor.

Tratamiento	Formulación del puré			Sabor*				Test de Friedman (<i>p-value</i>)**	Test Dunnett (<i>p-value</i>)***
	% HP	% HQ	% HO	\bar{X}	\pm	S	CV (%)		
	Comercial			2.9	\pm	0.8	26.6		
T1	50	20	30	2.8	\pm	0.9	30.2	0.000	1.0000
T2	40	30	30	3.7	\pm	0.7	20.2		0.0001
T3	30	40	30	2.9	\pm	0.8	26.4		1.0000
T4	60	20	20	3.1	\pm	0.7	23.8		0.5284
T5	50	30	20	2.9	\pm	0.9	31.5		0.9999
T6	40	40	20	3.0	\pm	0.8	28.6		0.9994
T7	70	20	10	2.8	\pm	1.0	34.3		0.9994
T8	60	30	10	3.0	\pm	0.9	28.6		0.9264
T9	50	40	10	1.6	\pm	0.8	47.5		0.0000

Datos individuales en el anexo 08

***p-value* obtenido del test Friedman, MINITAB 15 (anexo 09)

*** *p-value* obtenido del test Dunnett, MINITAB 15 (anexo 10)

Donde: \bar{X} es la media, S es la desviación estándar, CV es el coeficiente de variabilidad

En la figura (3.9), se observa la superficie de contorno para la mezcla de las harinas pre-cocidas de las formulaciones para el olor del puré, en ella se aprecia que para lograr una puntuación de “Me gusta”, el %HP no debería ser mayor 30%, el % HO debe estar comprendido entre 40% a no más 70%, mientras que el %HQ deberá estar entre 30% y 60%, estos porcentajes de sustitución lo presenta el tratamiento T3, no obstante esta formulación alcanzo una puntuación equivalente a “Me es indiferente”.

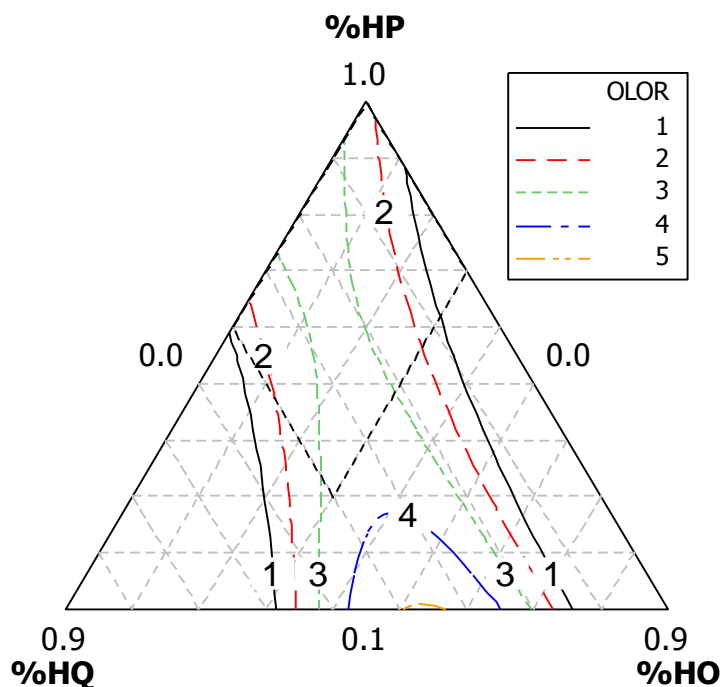


Figura 3.12: Superficie de contorno para el olor del puré para los tratamientos.

3.2.3. COLOR

A través del test de Friedman se encontró que el Color de las formulaciones o tratamientos de puré presentan diferencia significativa, ya que $p\text{-value} < 0.05$, es así que al aplicar el test Dunnett se aprecia que los tratamientos T2, T3, T4 y T9 muestran diferencia significativa con el puré comercial de marca Maggy (tabla 3.10), sin embargo el tratamiento T2, logra una puntuación de 3.7 ± 0.9 equivalente a “Me gusta”, en tanto que la formulación con menor aceptación de color es T9 (50% HP, 40% HQ y 10% HO) con 1.1 ± 0.3 con calificativo “No me gusta nada”, además de lograr baja variabilidad ($CV = 24.1$), esto quiere decir que los

panelistas tuvieron mayor concordancia con esta apreciación para esta formulación.

Tabla 3.10: Puntuación de la evaluación sensorial del Color.

Tratamiento	Formulación del puré			Sabor*			Test de Friedman (<i>p-value</i>)**	Test Dunnett (<i>p-value</i>)***
	% HP	% HQ	% HO	\bar{X}	\pm	S		
	Comercial			2.3	\pm	0.9	37.8	
T1	50	20	30	2.6	\pm	0.9	33.5	0.6680
T2	40	30	30	3.7	\pm	0.9	24.9	0.0000
T3	30	40	30	3.1	\pm	1.0	30.5	0.0004
T4	60	20	20	2.9	\pm	0.9	29.5	0.0240
T5	50	30	20	2.4	\pm	0.9	36.7	1.0000
T6	40	40	20	2.6	\pm	1.1	42.8	0.6680
T7	70	20	10	2.8	\pm	1.3	45.7	0.1269
T8	60	30	10	2.6	\pm	1.0	40.7	0.8189
T9	50	40	10	1.1	\pm	0.3	24.1	0.0000

Datos individuales en el anexo 11

***p-value* obtenido del test Friedman, MINITAB 15 (anexo 12)

*** *p-value* obtenido del test Dunnett, MINITAB 15 (anexo 13)

Donde: \bar{X} es la media, S es la desviación estándar, CV es el coeficiente de variabilidad

En la figura (3.13), se observa la superficie de contorno para la mezcla de las harinas pre-cocidas de las formulaciones para el aspecto color del puré, en ella se aprecia que para lograr una puntuación de “Me gusta”, el %HP no debería ser mayor 40%, el %HO debe estar comprendido entre 20% a no más 50%, mientras que el %HQ deberá estar comprendido entre 30% y 60%, estos porcentajes de sustitución lo presenta el tratamiento T2 y T6, sin embargo solo el tratamiento T2 logra una puntuación de 3.7 ± 0.9 equivalente a “Me gusta”.

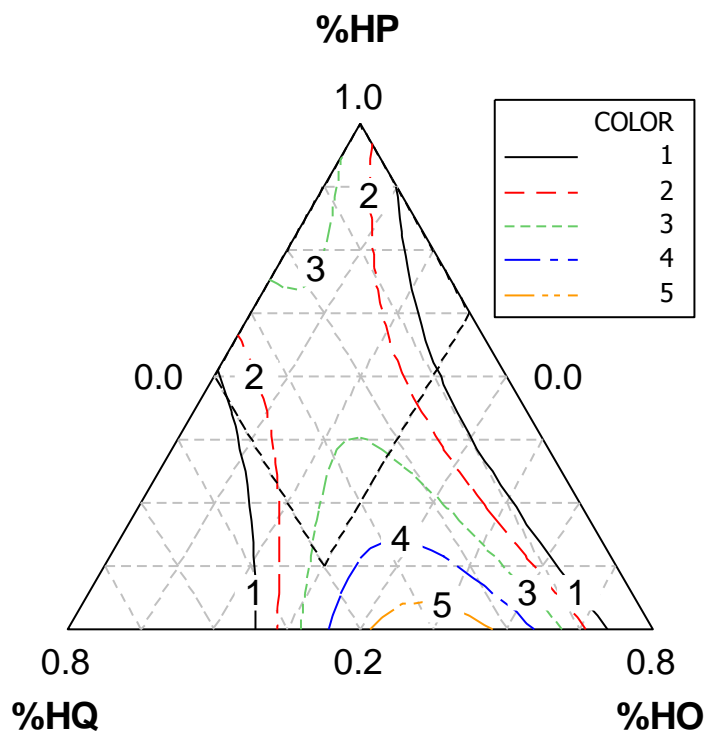


Figura 3.13: Superficie de contorno para el color del puré para los tratamientos.

3.2.4. APARIENCIA

En referencia a la apariencia o aspecto de las formulaciones de puré, se observa en la tabla (3.11) que estas presentan diferencia significativa, ya que $p\text{-value} < 0.05$, evaluados a través del test Friedman, y al aplicar el test Dunnett se logra conocer que el tratamiento T2 y T9 muestran diferencia significativa con el puré comercial o patrón ($p\text{-value} < 0.05$), de estas dos formulaciones T2 presenta la mejor aceptación por parte de los jueces 3.6 ± 0.9 , así como presentar bajo valor de CV en comparación de las otras, mientras que el tratamiento T9 es la que muestra una aceptación equivalente de “No me gusta nada”.

Tabla 3.11: Puntuación de la evaluación sensorial de la Apariencia.

Tratamiento	Formulación del puré			Sabor*				Test de Friedman (<i>p-value</i>)**	Test Dunnett (<i>p-value</i>)***
	% HP	% HQ	% HO	\bar{X}	\pm	S	CV (%)		
	Comercial			3.1	\pm	0.8	25.8		
T1	50	20	30	2.9	\pm	0.9	31.5	0.000	0.8342
T2	40	30	30	3.6	\pm	0.9	23.9		0.0457
T3	30	40	30	3.4	\pm	0.7	22.1		0.5024
T4	60	20	20	2.9	\pm	0.7	25.1		1.0000
T5	50	30	20	3.1	\pm	0.9	29.2		1.0000
T6	40	40	20	3.1	\pm	0.8	26.8		1.0000
T7	70	20	10	3.4	\pm	1.0	28.6		0.2290
T8	60	30	10	2.9	\pm	1.0	35.2		0.8342
T9	50	40	10	1.4	\pm	0.7	49.5		0.0000

Datos individuales en el anexo 14

***p-value* obtenido del test Friedman, MINITAB 15 (anexo 15)

*** *p-value* obtenido del test Dunnett, MINITAB 15 (anexo 16)

Donde: \bar{X} es la media, S es la desviación estándar, CV es el coeficiente de variabilidad

En la figura (3.14), se observa la superficie de contorno para la mezcla de las harinas pre-cocidas de las formulaciones para el aspecto apariencia del puré, en ella se aprecia que para lograr una puntuación de “Me gusta”, el %HP no debería ser mayor a 30%, el %HO debe estar comprendido entre 30% a no más 60%, mientras que el %HQ deberá estar comprendido entre 30% y 50%, estos porcentajes de sustitución lo presenta el tratamiento T3, logrando una puntuación de 3.4 ± 0.8 equivalente a “Me gusta”.

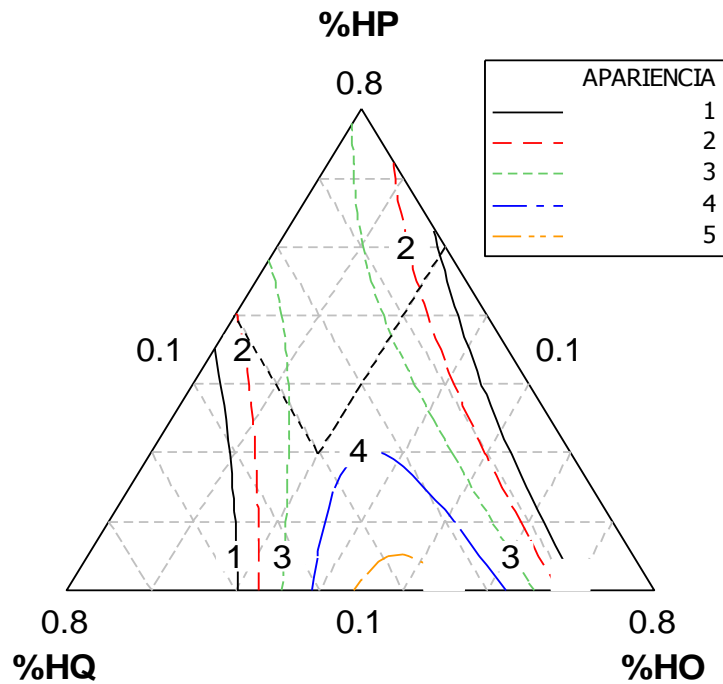


Figura 3.14: Superficie de contorno para la apariencia del puré para los tratamientos.

3.2.5. CONSISTENCIA

En referencia a la consistencia, se aprecia en la tabla (3.12), que los tratamientos muestran diferencia significativa, ya que $p\text{-value} < 0.05$ evaluada a través del test Friedman, es así que T2, T8 y T9 muestran diferencia significativa con el control o puré comercial evaluadas con el test Dunnett; asimismo el tratamiento T2 logra la puntuación para este atributo 3.5 ± 1.0 , similar al tratamiento T8 aunque este muestra menor CV, mientras que T9 logra la menor puntuación. En la figura (3.15), se observa la superficie de contorno para la mezcla de las harinas precocidas de las formulaciones para el aspecto consistencia del puré, en ella se aprecia que para lograr una puntuación de “Me gusta”, el %HP no debería ser mayor a 30%, el %HO debe estar comprendido entre 40% a

80%, mientras que el %HQ debe ser 30% estar comprendido entre 30% y 50%.

Tabla 3.12: Puntuación de la evaluación sensorial de la Consistencia.

Tratamiento	Formulación del puré			Sabor*			Test de Friedman (<i>p-value</i>)**	Test Dunnett (<i>p-value</i>)***
	% HP	% HQ	% HO	\bar{X}	\pm	S		
	Comercial			2.7	\pm	0.8	28.1	
T1	50	20	30	2.7	\pm	0.7	24.4	1.0000
T2	40	30	30	3.5	\pm	1.0	28.0	0.0002
T3	30	40	30	2.8	\pm	0.9	30.7	0.9992
T4	60	20	20	2.7	\pm	0.8	28.4	0.9999
T5	50	30	20	2.8	\pm	0.8	26.7	0.9958
T6	40	40	20	2.7	\pm	0.8	29.9	1.0000
T7	70	20	10	2.8	\pm	1.0	36.4	0.9999
T8	60	30	10	3.5	\pm	0.7	19.7	0.0000
T9	50	40	10	1.6	\pm	0.8	49.2	0.0000

Datos individuales en el anexo 17

***p-value* obtenido del test Friedman, MINITAB 15 (anexo 18)

*** *p-value* obtenido del test Dunnett, MINITAB 15 (anexo 19)

Donde: \bar{X} es la media, S es la desviación estándar, CV es el coeficiente de variabilidad

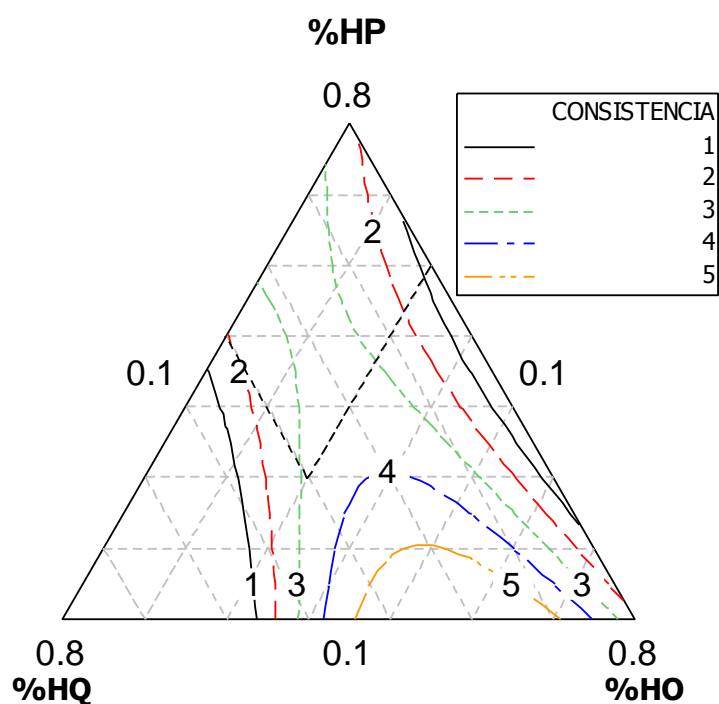


Figura 3.15: Superficie de contorno para la consistencia del puré para los tratamientos.

3.3. EVALUACION DE LA FORMULACION ADECUADA

La formulación adecuada se consideró en base al índice de absorción del agua y la evaluación sensorial. En el primer caso, este parámetro determina la calidad del puré, y se observó que no existencia de diferencia significativa entre los tratamientos, mientras que en la evaluación sensorial se consideró que el tratamiento T2 cuya formulación es 40% de harina de papa pre-cocida de la variedad Yawar Huayco, 30% de harina de quinua de la variedad Blanco de Junín y 30% de harina de oca de la variedad zapallo logra mejor aceptación.

En la tabla (3.13), se presenta el contenido químico de las formulaciones, tomando en cuenta la composición química de cada componente de la mezcla en base seca, en ella se aprecia que el incremento de HP aumenta la energía de

las formulaciones, mientras que formulaciones con mayores valores de HP y HQ mejoran el contenido de proteínas tal como lo presentan la formulación T8 y T9.

Tabla 3.13: Composición química de las formulaciones de puré.

Composición (b.s)	HP	HQ	HO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Energía (Kcal/100 g)	398.6	344.00	325.00	365.6	360.12	354.67	372.94	367.48	362.02	380.29	374.84	369.38
Proteínas (g/100g)	10.62	14.03	4.88	9.58	9.92	10.26	10.15	10.49	10.83	10.73	11.07	11.41
Carbohidratos (g/100g)	81.23	71.91	85.58	80.67	79.74	78.81	80.24	79.31	78.37	79.80	78.87	77.94
Grasa (g/100g)	0.68	6.04	1.25	1.92	2.46	2.99	1.87	2.40	2.94	1.81	2.34	2.88
Fibra (g/100g)	5.07	4.65	3.86	4.62	4.58	4.54	4.74	4.70	4.66	4.86	4.82	4.78
Ceniza (g/100g)	2.4	3.38	4.43	3.20	3.30	3.40	3.00	3.10	3.20	2.80	2.90	2.99
Total	100.00	100.00	100.00	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

CONCLUSIONES

- En referencia a las propiedades tecnofuncionales, se concluye que las formulaciones con un contenido de 40% de Harina de Quinoa (HQ), presentan valores menores de IAA; en referencia al ISA se observa que a medida que incrementa el porcentaje de HQ y HO disminuye el ISA, la densidad del puré varía dependiendo de la formulación, y la temperatura de gelatinización aumenta con el porcentaje de sustitución de HO.
- En la evaluación sensorial evaluada por panelistas no entrenados, se concluye que la mayoría de las formulaciones logra apreciaciones de “Me es indiferente”, mientras que el tratamiento T2 cuya formulación es 40% de harina de papa precocida de la variedad Yawar Huayco, 30% de harina de quinua de la variedad Blanco de Junín y 30% de harina de oca de la variedad zapallo logra una apreciación para el Sabor, Color, Olor, Aspecto y Consistencia de “Me gusta”.
- La formulación adecuada para lograr una buena aceptación del puré consiste en formular mezclas que no sobrepasen el 40% de sustitución de harina de papa de la variedad Yawar Huayco, que el porcentaje de sustitución de harina de quinua de la variedad Blanco de Junín deberá oscilar entre 30 a 50% mientras que la harina de oca de la variedad zapallo deberá alrededor de 30%, logrando así mejores contenidos proteicos y energéticos.

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

- Desarrollar experimentos con otras variedades de papas nativas producidas en la localidad, así como la sustitución de otras materias primas propias de la zona.
- Desarrollar la optimización de los parámetros del proceso de elaboración del puré de papas sustituido.
- Realizar un estudio de mercado para productos como el puré de papas nativas.
- Evaluar las propiedades funcionales del puré así como las propiedades nutritivas del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Ghannam, N.; Crowley, H. (2006). *El efecto de la baja temperatura de blanqueo en la textura de papas enteras*. Journal of Food Engineering, 74 (3).
- Aguilera, J.M. (2005). *Microestructura de los alimentos*. Journal of Food Engineering, 67 (1-2).
- Ahamed, N.T.; Singhal, R.S.; Kulkarni, P.R.; Palb, M. (1996). *Physicochemical and functional properties of Chenopodium quinoa starch*. Carbohydr. Polym. 31:99-103.
- Álvarez, M.; Repo, R. (2001). *Desarrollo de Productos de Papas Nativas Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Eco región Andina (CONDESAN)*. Lima, Perú
- Álvarez, M.D. (1996). *Caracterización reológica de tejidos de de patata tratados térmicamente. Cinéticas de ablandamiento*”. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
- Anderson R.A.; Conway V.F.; Pfeifer V.F.; Griffin E.L. (1999). *Gelatinization of corn grits by roll – and extrusion – cooking*. Cereal Science Today. 1969, Vol. 14, p 4-12.
- Biblioteca del Campo (2002). *Granja integral autosuficiente. Tecnologías apropiadas. Manual práctico ilustrado*. Bogotá - Colombia.
- Blanco T.; Alvarado-Ortiz C.; Muñoz A.; Muñoz C. (2000). *Evaluación de la Composición Nutricional de la Quinoa (Chenopodium quinoa willd) Procedente de los Departamentos de Junín, Puno, Apurímac, Cusco y Ancash*. UNMSM.

- Cajamarca, E. (2010). *Evaluación nutricional de la Oca fresca, endulzada y deshidratada en secador de bandejas*.
- Carrillo, A. (1992). *Anatomía de la semilla de Chenopodium berlandieri ssp. nuttalliae (Chenopodiaceae) Huauzontle*. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Botánica. Montecillo, México.
- Centro Internacional de la Papa (CIP) -Agencia Suiza de Cooperación y Desarrollo (COTESU). (1993). *Taller de planificación por objetivos del proyecto conservación, evaluación y utilización de la biodiversidad de las raíces y tubérculos andinos*. Documento interno. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- Corporación Colombia Internacional – CCI. (1999). *Oca: Un Cultivo Promisorio: Exótica*. Colombia.
- Cosio P.; Álvarez S.; Ponce J.; Camargo J. (2005). *Variabilidad de papas nativas en seis comunidades del Cusco*. ARARIWA. Cusco Perú.
- Cruzado, M.; Cedrón, J.C. (2012). Nutraceuticos, alimentos funcionales y su producción. Rev. De Química PUCP. Vol. 26. Lima, Perú.
- De La Torre, L; Chel, L; Betancur, D. (2008). *Propiedades funcionales de la harina de platano (Musa balbisiana)*. Food Chemistry.
- Elliasson, A.C.; Kim, H.R. (1992). *Changes in rheological properties of hydroxypropyl potato starch pastes during freeze-thaw treatments I. A rheological approach for evaluation of freeze-thaw stability*. Journal of Texture Studies, 23: 279-295.
- Espin, S.; Brito, B.; Rubio, A.; Villacrés, E.; Nieto, C. (2001). *Composición Química, valor nutricional y usos potenciales de siete especies de raíces y tubérculos andinos*. Rev. Acta Científica Ecuatoriana.

- Espín, S.; Brito, B.; Villacrés, E.; Rubio, A.; Nieto, C. y Grijalva, J. (2001). Composición química, valor nutricional y usos potenciales de siete especies de raíces y tubérculos andinos. *Acta Científica Ecuatoriana*. 7(1):49.
- Estrella E. (1998). *El pan de América etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador*, 3ra edición; FUNDACYT.
- Fernández C. (2008). *Caracterización reológica y optimización de la textura de purés de patata frescos y congelados. Efectos del proceso y adición de crioprotectores*. Memoria para optar al grado de doctor. Facultad de veterinaria, Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad Complutense de Madrid.
- Ferreira, R. (1986). *Flora del Perú Dicotiledoneas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Fuentes, C.; Adachi, L.; Meléndez, R.; Pajares, D.; Vera, L.; Vidal, C. (2009). Planta de puré instantáneo de papas nativas en Cajamarca/ Procesamiento de productos agrícolas/papas/productos naturales. 1era Edic. Edit. ESAN. Universidad ESAN. Lima, Perú.
- Grace, M.R. (1977). *Elaboración de la yuca*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma. 116 pp.
- Guardia S.B. (2004). *La flor morada de los Andes*. Perú.
- Gutiérrez, H.; de la Vara, R. (2004). *Análisis y Diseño de Experimentos*. Edit. McGrawHill. México.
- Hadziyev, D.; Steele, L. (1979). *Puré deshidratado de papa, aspectos bioquímicos*. Food Research, 25.

- Henao, S. (2004). *Estudio tecnológico de la utilización de harina de yuca en panificación*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Administración.
- Hoover, R. (2001). *Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review*. Carbohydr. Polym.. 45:253-567.
- ICONTEC. (2002). *Alimentos para animales. Yuca integral seca para consumo animal*. NTC 3528. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá.
- Kramer, A. (1973). *Medida de la textura de alimentos*. Publ. Co., Dordrecht, Holland.
- León, M.; Villacorta, M. Y.; Pagador, S.E. (2011). Composición química de oca (*Oxalis tuberosa*), arracacha (*Arracaccia xanthorrhiza*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*.
- Manners, D.J. y Matheson, N.K. (1981). *The fine structure of amylopectin*. Carbohydrate Research, 90: 99–110.
- Moledina, K.H.; Fedec, P.; Hadziyev, D. y Oraikul, B. (1978). *Ultrastructural changes in potato during potato granule process as viewed by SEM*. Starch/Stärke, 30: 191–199.
- Mujica, A. (1998). *Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillos, México.
- Rachel, T. (2012). *Impacto del procesamiento sobre la pared celular y las propiedades hipoglucémicas y tecnofuncionales de leguminosas*. Tesis

doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias. Madrid, España.

Ratnayake, W., Hoover, R., Shahidi, F., Perera, C., Jane, J., (2001). *Composition, molecular structure, and physicochemical properties of starches from four field pea (Pisum sativum L.) cultivars*. Food Chem. Págs. 189-202.

Reinaudi N.; Grégoire H.; Szlápelis S. (2002). *Cultivo de la quinoa Chenopodium quinoa Willd., variedad Blanca de Junín en la región pampeana*. UNLPam. Argentina

Reyes-García, María; Gómez-Sánchez Prieto, Iván; Espinoza-Barrientos, Cecilia; BravoRebatta, Fernando y Ganoza-Morón, Lizette. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. (8va. ed.). Lima: Ministerio de Salud - Instituto Nacional de Salud. 64 p. <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>

Rodriguez, E.; Lascano, A.; Sandoval, G. (2012). *Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas*. Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica.

Rosell, C.M.; Collar, C.; Haros, M. (2007). *Assessment of hydrocolloid effects on the thermomechanical properties of wheat using the Mixolab*. Food Hydrocoll. 21:452-462.

Ruales, J.; Nair, B.M. (1994). *Properties of starch and dietary fibre in raw and processed quinoa (Chenopodium quinoa, Willd) seeds*. Plant Foods for Human Nutr. 45:223-246.

- Shomer, I.; Rao, M.A.; Bourne, M.C. y Levy, D. (1993). *Impact of temperature and cellulose treatments on rheological behavior of potato-tuber cell-suspensions*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 63 (2): 245-250.
- Shomer, I.; Rao, M.A.; Bourne, M.C. y Levy, D. (1993). *Impacto de la temperatura y tratamiento celular sobre suspensiones reológicas de harina de papa*. Journal of the Science of Food and Agriculture, N° 63.
- Sing R. P.; Heldman D. R. (2009). *Introducción a la ingeniería de los alimentos*. 2a ed. España, Acribia S.A. 551p.
- Singh, N.; Singh, J.; Kaur, L.; Sodhi, N.S.; Gill, B.S. (2003). *Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources*. Food Chem. 81:219-231.
- Smith, R.J. (1967). *Characterization and analysis of starches*. In Whistler, R.L. & Paschall, E. *Starch: Chemistry and Technology*. Vol II. Industrial Aspects. New York, Academia Press. p 593.
- Smith; P. (1980). *Notas en Tecnología de secado industrial*. Alto centro profesional, East Brunswick, NJ.
- Swinkels, J.J.M. (1985). *Composición y propiedades de la harina native comercial*. Rev. Carbohydrate Polymers
- Tapia M. (2008). *Manual de Agricultura Andina*. Editado por IICA; Perú; sin año
- Torricella, R.; Zamora, E.; Pulido, H. (2007). *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de calidad en la industria alimentaria*. Ed.t Universitaria. Cuba.
- Túpac Yupanqui A. (2001). *Postcosecha y comercialización de tubérculos andinos con énfasis en papas nativas y ulluco*. Perú.

- Turcios C.D.; Gordón E.X. (2012). *Desarrollo y evaluación de un puré concentrado de guayaba Taiwanesa (Psidium guajava L.)*. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura. Universidad de Zamorano, Honduras.
- Villacres, E.; Quilca, N.; Monteros, C.; Reinoso, I. (2012). Valoración nutricional y funcional de papas nativas. Estación experimental Santa Catalina. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional.
- Whistler, R.L.; Daniel, J.R. (1993). *Carbohidratos. En: Química de los alimentos*. 2ª ed. Ed por: Fenemma, O.R., Acribia. S.A. Zaragoza. España
- Whistler, R.L.; Paschall, E.F. (1965). *Harina: Química y Tecnología*. Vol 01. Aspectos Fundamentales. Edit. Academic Press, New York, USA.
- Yamamoto, A. (1988). *Potato processing learning from a traditional Andean system*. En: *The Social Sciences at CIP*. Report of the Third Social Science Planning Conference, September 7 -10- 1987. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- Zhang, P; Wistler, L; Bemiller, J; Hamaker, B. (2005). *Harina de platano: producción, propiedades fisicoquímicas y digestibilidad*. Rev. Carbohydrate Polymers.

ANEXOS

ANEXO 01: HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha: _____ Panelista: _____

Marque con una "X" la alternativa que usted considere.

COLOR	Puntuación	Alternativas	Código		
			Patrón	Comercial	T _i
	5	Uniforme			
	4	Pálido			
	3	Manchas			
	2	Manchas grandes			
	1	Colores extraños			

OLOR	Puntuación	Alternativas	Código		
			Patrón	Comercial	T _i
	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me gusta poco			
	2	No agradable			
	1	Mal oliente			

SABOR	Puntuación	Alternativas	Código		
			Patrón	Comercial	T _i
	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Me gusta poco			
	2	No agradable			
	1	Desagradable			

ASPECTO	Puntuación	Alternativas	Código		
			Patrón	Comercial	T _i
	5	Bien lisa			
	4	Lisa			
	3	Con ligeros grumos			
	2	Grumos profundos			
	1	Muy irregular			

CONSISTENCIA	Puntuación	Alternativas	Código		
			Patrón	Comercial	T _i
	5	Firme			
	4	Ligeramente firme			
	3	Blanda			
	2	Dura			
	1	Muy dura			

OBSERVACIONES: _____

ANEXO 02: VALORES EXPERIMENTALES DEL IAA

Formulaciones	PESO DE MUESTRA (g)	Peso de gel	IAA (g de gel/ g puré)
T1-R1	0.2857	0.0818	0.286
T1-R2	0.2857	0.0948	0.332
T1-R3	0.2857	---	---
T2-R1	0.2857	0.0878	0.307
T2-R2	0.2857	0.0783	0.274
T2-R3	0.2857	---	---
T3-R1	0.2857	0.0822	0.288
T3-R2	0.2857	0.0828	0.290
T3-R3	0.2857	---	---
T4-R1	0.2857	0.0965	0.338
T4-R2	0.2857	---	---
T4-R3	0.2857	0.0961	0.336
T5-R1	0.2857	0.0695	0.243
T5-R2	0.2857	0.0907	0.317
T5-R3	0.2857	0.086	0.301
T6-R1	0.2857	0.0812	0.284
T6-R2	0.2857	0.0867	0.303
T6-R3	0.2857	0.0849	0.297
T7-R1	0.2857	0.1033	0.362
T7-R2	0.2857	0.1714	0.600
T7-R3	0.2857	0.0901	0.315
T8-R1	0.2857	0.0896	0.314
T8-R2	0.2857	0.2171	0.760
T8-R3	0.2857	0.0794	0.278
T9-R1	0.2857	0.0981	0.343
T9-R2	0.2857	0.1214	0.425
T9-R3	0.2857	0.1111	0.389

ANEXO 03: VALORES EXPERIMENTALES DEL ISA

	Seco Sobrenadante	Peso muestra	ISA (%)
T1-R1	0.0391	0.286	13.685
T1-R2	0.0332	0.286	11.620
T1-R3	---	0.286	---
T2-R1	0.0353	0.286	12.355
T2-R2	0.0338	0.286	11.830
T2-R3	---	0.286	---
T3-R1	0.0348	0.286	12.180
T3-R2	0.0303	0.286	10.605
T3-R3	---	0.286	---
T4-R1	0.0394	0.286	13.790
T4-R2	---	0.286	---
T4-R3	0.0359	0.286	12.565
T5-R1	0.0338	0.286	11.830
T5-R2	0.0331	0.286	11.585
T5-R3	0.0341	0.286	11.935
T6-R1	0.0312	0.286	10.920
T6-R2	0.0317	0.286	11.095
T6-R3	0.0308	0.286	10.780
T7-R1	0.0441	0.286	15.435
T7-R2	0.046	0.286	16.100
T7-R3	0.0516	0.286	18.060
T8-R1	0.0327	0.286	11.445
T8-R2	0.0346	0.286	12.110
T8-R3	0.0321	0.286	11.235
T9-R1	0.0267	0.286	9.345
T9-R2	0.0331	0.286	11.590
T9-R3	0.0291	0.286	10.210

ANEXO 04: VALORES EXPERIMENTALES DE LA TG

MUESTRA	°C
T1	72
T1	71
T1	70
T2	73
T2	74
T2	74
T3	75
T3	74
T3	75
T4	68
T4	70
T4	70
T5	70
T5	69
T5	70
T6	69
T6	68
T6	68
T7	68
T7	69
T7	70
T8	71
T8	70
T8	71
T9	68
T9	70
T9	69

ANEXO 05: Datos de la evaluación sensorial para el sabor

Juez	Comercial	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	3	4	4	4	4	3	2	3	3	1
2	4	3	3	2	2	2	2	4	4	2
3	4	4	4	4	4	4	2	4	4	1
4	4	4	5	3	4	3	3	4	4	3
5	2	1	5	3	4	1	1	1	4	1
6	3	3	5	2	2	2	3	2	2	1
7	4	3	3	2	2	3	2	2	1	1
8	3	4	4	2	3	4	2	4	4	3
9	1	4	4	2	4	3	2	3	2	2
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
11	2	4	3	2	3	3	3	3	2	1
12	3	3	4	3	3	3	3	3	3	1
13	3	5	3	2	3	5	2	3	3	3
14	3	4	5	2	1	1	3	2	2	2
15	3	3	4	3	3	3	3	3	3	1
16	2	3	4	3	2	2	2	3	2	2
17	3	2	4	1	3	2	2	2	2	1
18	2	3	4	3	3	4	2	3	4	1
19	3	3	4	2	4	3	2	3	2	1
20	3	2	4	3	3	3	3	4	4	1
21	2	1	5	2	2	1	2	2	3	1
22	4	2	5	3	1	1	2	2	2	1
23	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2
24	3	3	4	2	3	2	3	4	2	1
25	3	3	5	3	4	4	2	4	3	1
26	3	4	4	3	3	3	2	3	4	4
27	3	3	5	2	4	4	2	4	4	2
28	4	3	3	2	2	3	2	2	1	1
29	3	4	4	2	3	4	2	4	4	3
30	1	4	4	2	4	3	2	3	2	2
31	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
32	2	4	3	2	3	3	3	3	2	1
33	3	3	4	3	3	3	3	3	3	1
34	3	5	3	2	3	5	2	3	3	3
35	3	4	5	2	1	1	3	2	2	2
36	3	3	4	3	3	3	3	3	3	1
37	2	3	4	3	2	2	2	3	2	2
38	3	2	4	1	3	2	2	2	2	1
39	2	3	4	3	3	4	2	3	4	1
40	3	2	4	3	3	3	3	4	4	1

41	2	1	5	2	2	1	2	2	3	1
42	4	2	5	3	1	1	2	2	2	1
43	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2
44	3	3	4	2	3	2	3	4	2	1
45	3	3	5	3	4	4	2	4	3	1
46	3	4	4	3	3	3	2	3	4	4
47	3	3	5	2	4	4	2	4	4	2
48	4	3	3	2	2	3	2	2	1	1
49	3	4	4	2	3	4	2	4	4	3
50	1	4	4	2	4	3	2	3	2	2

ANEXO 06: Prueba Friedman para el sabor

Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
COMERCIAL	50	5.47
T1	50	6.66
T2	50	8.84
T3	50	4.34
T4	50	5.83
T5	50	5.65
T6	50	4.06
T7	50	6.17
T8	50	5.55
T9	50	2.43

Estadístico = 175.989 **Valor-P = 0.0**

ANEXO 07: Prueba de comparación con el control – Dunnett para el Sabor

Dunnett test; variable SABOR (Spreadsheet3) Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided) Error: Between MS = .66910, df = 490.00		
Cell No.	TRAT	{10} 2.8200
1	T1	0.273043
2	T2	0.000030
3	T3	0.126841
4	T4	0.999184
5	T5	1.000000
6	T6	0.012065
7	T7	0.960494
8	T8	1.000000
9	T9	0.000030
10	COMERCIAL	

ANEXO 08: Datos de la evaluación sensorial para el Olor

Juez	Comercial	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	2	3	4	4	3	4	2	3	3	1
2	2	2	4	3	2	2	2	4	3	1
3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3
4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
5	2	1	3	1	1	1	1	1	4	1
6	4	3	3	3	4	2	4	4	3	1
7	4	3	3	2	3	3	2	1	1	2
8	4	4	3	3	4	4	3	4	4	1
9	2	1	4	3	4	3	4	3	4	2
10	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2
11	2	2	4	2	2	3	3	2	3	1
12	3	2	4	3	3	3	3	3	3	1
13	3	4	5	5	4	4	4	4	3	3
14	3	4	2	2	2	1	3	2	2	2
15	3	4	3	3	3	3	3	3	3	1
16	3	3	4	4	3	3	4	3	3	2
17	2	2	3	2	2	1	1	2	1	1
18	2	3	4	3	3	4	4	3	4	1
19	3	3	4	2	4	4	3	2	3	1
20	4	2	3	3	2	3	3	4	4	1
21	2	2	3	3	2	1	2	2	3	1
22	3	2	4	3	3	2	2	2	3	2
23	2	3	4	3	4	3	3	2	3	3
24	4	3	5	4	3	2	3	4	2	1
25	3	3	3	2	3	4	3	3	4	1
26	3	4	5	3	3	3	2	2	3	2
27	4	3	3	3	4	2	4	4	3	1
28	4	3	3	2	3	3	2	1	1	2
29	4	4	3	3	4	4	3	4	4	1
30	2	1	4	3	4	3	4	3	4	2
31	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2
32	2	2	4	2	2	3	3	2	3	1
33	3	2	4	3	3	3	3	3	3	1
34	3	4	5	5	4	4	4	4	3	3
35	3	2	4	3	3	2	2	2	3	2
36	2	3	4	3	4	3	3	2	3	3
37	4	3	5	4	3	2	3	4	2	1
38	3	3	3	2	3	4	3	3	4	1
39	3	4	5	3	3	3	2	2	3	2
40	4	3	3	3	4	2	4	4	3	1

41	4	3	3	2	3	3	2	1	1	2
42	4	4	3	3	4	4	3	4	4	1
43	2	1	4	3	4	3	4	3	4	2
44	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2
45	3	4	3	3	3	3	3	3	3	1
46	3	3	4	4	3	3	4	3	3	2
47	2	2	3	2	2	1	1	2	1	1
48	2	3	4	3	3	4	4	3	4	1
49	3	3	4	2	4	4	3	2	3	1
50	3	3	5	4	4	4	4	4	4	1

ANEXO 09: Prueba Friedman para el Olor

Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
COMERCIAL	50	5.33
T1	50	5.39
T2	50	7.83
T3	50	5.52
T4	50	6.39
T5	50	5.74
T6	50	5.67
T7	50	5.06
T8	50	6.03
T9	50	2.04

Estadístico = 128.245 **Valor-P = 0.0**

ANEXO 10: Prueba de comparación con el control – Dunnett para el Olor

Dunnett test; variable OLOR (Spreadsheet3)		
Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided)		
Error: Between MS = .69747, df = 490.00		
Cell No.	TRAT	{10} 2.8800
1	T1	0.999998
2	T2	0.000061
3	T3	0.999998
4	T4	0.528395
5	T5	0.999949
6	T6	0.999372
7	T7	0.999372
8	T8	0.926403
9	T9	0.000030
10	COMERCIAL	

ANEXO 11: Datos de la evaluación sensorial para el Color

Juez	Comercial	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	3	2	4	4	3	3	2	2	2	1
2	2	2	4	3	3	1	1	4	2	1
3	2	3	3	3	4	3	3	4	3	1
4	2	4	5	4	3	3	2	4	4	1
5	2	2	5	4	3	1	1	1	2	1
6	2	2	4	5	3	2	3	2	2	1
7	3	2	3	2	2	2	2	1	2	2
8	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
9	2	2	3	2	4	2	2	3	4	1
10	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1
11	3	2	3	3	2	2	3	2	3	1
12	1	2	4	2	2	2	2	2	2	1
13	3	3	5	4	4	3	5	4	4	1
14	2	2	2	3	2	2	3	3	2	1
15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
16	4	3	3	2	3	3	2	2	2	1
17	3	3	5	5	2	1	5	4	3	1
18	1	5	4	2	5	2	2	5	2	1
19	5	1	3	3	3	3	2	1	3	2
20	2	3	3	4	2	5	2	5	5	1
21	2	2	4	3	2	1	2	1	1	1
22	2	3	5	3	3	3	3	2	2	1
23	1	1	3	2	4	2	1	2	1	1
24	2	3	4	3	3	2	2	2	1	1
25	4	4	3	4	3	3	4	4	5	1
26	3	3	4	3	3	3	2	5	3	1
27	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1
28	3	2	3	3	2	2	3	2	3	1
29	1	2	4	2	2	2	2	2	2	1
30	3	3	5	4	4	3	5	4	4	1
31	2	2	2	3	2	2	3	3	2	1
32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
33	4	3	3	2	3	3	2	2	2	1
34	3	3	5	5	2	1	5	4	3	1
35	1	5	4	2	5	2	2	5	2	1
36	2	2	4	3	2	1	2	1	1	1
37	2	3	5	3	3	3	3	2	2	1
38	1	1	3	2	4	2	1	2	1	1
39	2	3	4	3	3	2	2	2	1	1
40	4	4	3	4	3	3	4	4	5	1

41	3	3	4	3	3	3	2	5	3	1
42	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1
43	3	2	3	3	2	2	3	2	3	1
44	1	2	4	2	2	2	2	2	2	1
45	3	3	5	4	4	3	5	4	4	1
46	2	4	5	4	3	3	2	4	4	1
47	2	2	5	4	3	1	1	1	2	1
48	2	2	4	5	3	2	3	2	2	1
49	3	2	3	2	2	2	2	1	2	2
50	2	3	5	5	5	5	5	5	3	1

ANEXO 12: Prueba Friedman para el Color

Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
COMERCIAL	50	4.77
T1	50	5.47
T2	50	8.22
T3	50	6.96
T4	50	6.27
T5	50	4.86
T6	50	5.66
T7	50	5.75
T8	50	5.44
T9	50	1.6

Estadístico = 181.876 **Valor-P = 0.0**

ANEXO 13: Prueba de comparación con el control – Dunnett para el Color

Dunnett test; variable COLOR (Spreadsheet3) Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided) Error: Between MS = .89714, df = 490.00		
Cell No.	TRAT	{10} 2.3400
1	T1	0.668042
2	T2	0.000030
3	T3	0.000405
4	T4	0.023967
5	T5	1.000000
6	T6	0.668042
7	T7	0.126865
8	T8	0.818888
9	T9	0.000030
10	COMERCIAL	

ANEXO 14: Datos de la evaluación sensorial para la Apariencia

Juez	Comercial	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	4	3	4	4	2	4	3	3	2	1
2	2	2	4	3	2	2	2	3	4	1
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
4	3	3	4	5	4	3	4	3	3	2
5	3	3	3	3	2	3	3	2	4	1
6	3	4	3	4	4	3	3	2	3	1
7	3	2	2	2	2	1	1	2	1	2
8	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4
9	3	4	3	3	3	3	3	4	3	1
10	3	4	4	4	4	3	4	3	4	1
11	3	2	3	2	3	4	3	4	3	1
12	2	2	4	3	3	3	3	3	3	1
13	4	5	3	4	4	3	5	4	3	2
14	2	3	4	3	2	2	2	3	2	1
15	4	3	3	3	3	3	4	5	5	1
16	3	3	4	3	3	3	3	4	3	1
17	2	1	4	4	3	4	3	4	3	1
18	3	2	4	2	3	3	3	2	2	1
19	3	2	2	4	2	4	3	2	2	2
20	3	3	4	4	3	2	3	5	5	1
21	4	3	4	4	2	2	3	2	2	1
22	4	3	3	4	2	5	2	4	2	2
23	3	3	5	3	3	3	3	3	2	2
24	3	3	5	3	3	4	4	4	2	1
25	1	2	3	4	3	3	4	5	3	1
26	3	2	2	3	4	3	3	4	3	1
27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2
28	3	2	2	2	2	1	1	2	1	2
29	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4
30	3	4	3	3	3	3	3	4	3	1
31	3	4	4	4	4	3	4	3	4	1
32	3	2	3	2	3	4	3	4	3	1
33	2	2	4	3	3	3	3	3	3	1
34	4	5	3	4	4	3	5	4	3	2
35	2	3	4	3	2	2	2	3	2	1
36	4	3	3	3	3	3	4	5	5	1
37	3	3	4	3	3	3	3	4	3	1
38	2	1	4	4	3	4	3	4	3	1
39	3	2	4	2	3	3	3	2	2	1
40	3	2	2	4	2	4	3	2	2	2

41	3	3	4	4	3	2	3	5	5	1
42	4	3	4	4	2	2	3	2	2	1
43	4	3	3	4	2	5	2	4	2	2
44	3	3	5	3	3	3	3	3	2	2
45	4	3	4	4	2	2	3	2	2	1
46	4	3	3	4	2	5	2	4	2	2
47	3	3	5	3	3	3	3	3	2	2
48	3	3	5	3	3	4	4	4	2	1
49	1	2	3	4	3	3	4	5	3	1
50	3	2	2	3	4	3	3	4	3	1

ANEXO 15: Prueba Friedman para la Apariencia

Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
COMERCIAL	50	5.82
T1	50	5.29
T2	50	7.1
T3	50	6.51
T4	50	5.2
T5	50	5.81
T6	50	5.79
T7	50	6.83
T8	50	4.93
T9	50	1.72

Estadístico = 138.486 **Valor-P = 0.0**

ANEXO 16: Prueba de comparación con el control – Dunnett para la Apariencia

Dunnett test; variable ASPECTO (Spreadsheet3), Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided) Error: Between MS = .77335, df = 490.00		
Cell No.	TRAT	{10} 3.0800
1	T1	0.834156
2	T2	0.045729
3	T3	0.502371
4	T4	0.999961
5	T5	0.999961
6	T6	1.000000
7	T7	0.228973
8	T8	0.834156
9	T9	0.000030
10	COMERCIAL	

ANEXO 17: Datos de la evaluación sensorial para la Consistencia

Juez	Comercial	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	3	2	4	4	2	3	4	3	4	1
2	3	1	4	2	2	2	1	3	3	1
3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3
4	2	3	4	2	3	3	2	2	2	3
5	3	2	5	2	1	2	1	1	4	1
6	1	4	3	1	2	2	3	2	3	1
7	3	2	4	2	2	2	1	2	5	1
8	4	3	4	4	3	3	3	4	4	2
9	4	4	4	2	2	3	2	3	3	1
10	2	2	2	2	2	3	2	1	4	1
11	3	3	3	4	3	4	3	3	4	1
12	2	2	5	2	2	2	2	3	3	1
13	3	3	4	4	3	4	4	4	3	2
14	4	2	2	2	2	3	2	2	3	2
15	3	3	4	4	4	4	4	5	5	1
16	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2
17	2	3	4	4	3	4	3	4	4	1
18	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1
19	4	3	3	3	3	2	3	2	3	3
20	2	3	2	3	4	3	3	4	4	1
21	3	2	3	3	2	2	3	2	4	1
22	3	3	2	4	3	4	3	4	3	3
23	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3
24	2	2	2	3	3	2	3	2	4	1
25	3	3	4	3	2	2	3	5	4	2
26	2	2	4	3	4	3	3	2	4	2
27	3	3	4	3	3	3	3	3	4	2
28	3	3	3	4	3	4	3	3	4	1
29	2	2	5	2	2	2	2	3	3	1
30	3	3	4	4	4	4	4	4	3	2
31	4	2	2	2	2	3	2	2	3	2
32	3	3	4	4	4	4	4	5	5	1
33	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2
34	2	3	4	4	3	4	3	4	4	1
35	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1
36	4	3	3	3	3	2	3	2	3	3
37	2	3	2	3	4	3	3	4	4	1
38	3	2	3	3	2	2	3	2	4	1
39	3	3	2	4	3	4	4	4	3	3
40	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3

41	2	3	4	2	3	3	2	2	2	3
42	3	2	5	2	1	2	1	1	4	1
43	1	4	3	1	2	2	3	2	3	1
44	3	2	4	2	2	2	1	2	5	1
45	4	4	4	3	4	3	3	3	4	2
46	4	4	4	2	2	3	2	3	3	1
47	2	2	2	2	2	3	2	1	4	1
48	3	3	3	4	3	4	3	3	4	1
49	2	2	5	2	2	2	2	3	3	1
50	3	2	3	3	2	2	3	2	4	1

ANEXO 18: Prueba de comparación con el control – Dunnett para la Consistencia

Dunnett test; variable CONSISTENCIA (Spreadsheet3) Probabilities for Post Hoc Tests (2-sided) Error: Between MS = .67776, df = 490.00		
Cell No.	TRAT	{10} 2.7400
1	T1	1.000000
2	T2	0.000243
3	T3	0.999224
4	T4	0.999931
5	T5	0.995829
6	T6	0.999997
7	T7	0.999931
8	T8	0.000042
9	T9	0.000030
10	COMERCIAL	

ANEXO 19: Prueba Friedman para la Consistencia

Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
COMERCIAL	50	5.23
T1	50	5.21
T2	50	7.1
T3	50	5.77
T4	50	5.2
T5	50	5.78
T6	50	5.26
T7	50	5.47
T8	50	7.72
T9	50	2.26

Estadístico = 127.878 Valor-P = 0.0

ANEXO 20: ANOVA para el IAA.

Fuente	gl	Suma cuadrados	Media de cuadrado	F_{cal}	p -value
TRATAMIENTO	8	0.0902	0.0113	0.7930	0.617
Error	14	0.1990	0.0142		
Total	22	0.2892			

Fuente: Elaboración propia, MINITAB 15

ANEXO 21: ANOVA para el ISA.

Fuente	gl	Suma cuadrados	Media de cuadrado	F_{cal}	p -value
TRATAMIENTO	8	76.1692	9.5212	12.0290	0.00005
Error	14	11.0812	0.7915		
Total	22	87.2505			

Fuente: Elaboración propia, MINITAB 15

ANEXO 22: ANOVA para DA.

Fuente	gl	Suma cuadrados	Media de cuadrado	F_{cal}	p -value
TRATAMIENTO	9	0.03931	0.00437	35.91	0.000
Error	20	0.00243	0.00012		
Total	29	0.04174			

Fuente: Elaboración propia, MINITAB 15

ANEXO 22: ANOVA para TG

Fuente	gl	Suma cuadrados	Media de cuadrado	F_{cal}	p -value
TRATAMIENTO	9	145.2	16.1	25.5	0.000
Error	20	12.7	0.6		
Total	29	157.9			

Fuente: Elaboración propia, MINITAB 15

ANEXO 23: PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 01 y 02: Muestras de harinas, listas para las formulaciones.



Fotografía 03 y 04: Muestras separadas para cada evaluación.



Fotografía 05 y 06: Determinación del I.S.A.



Fotografía 07 y 08: Determinación del I.A.A.



Fotografía 09 y 10: Determinación de D.A.



Fotografía 11 y 12: Determinación de T.G.



