



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

TESIS

**OBTENCION Y CARACTERIZACION DE HARINA DE
RAQUIS DE BANANO (*Musa paradisiaca*)**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

Autor (a):

Bach. ODILA NEIRA OJEDA

Asesor:

Ing. WALTER SIMPALO LOPEZ

Línea de Investigación:

DISEÑO Y DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

Pimentel – Perú

2018

TESIS

“Obtención y Caracterización de Harina de Raquis de Banano (*musa paradisiaca*)”

Bach. Odila Neira Ojeda
Autor

Jurado:

Mg. Aurora Vigo Edward Florencio
Presidente del jurado de tesis

MSc. Barba Flores Samanta
Secretario del Jurado de Tesis

Ing. Símpalo López Walter Bernardo
Vocal

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Flor.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan y que me ha inculcado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi padre Estanislao.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora, en segundo lugar, a mi familia, a mi padre Estanislao, mi madre Flor y a todos mis hermanos por su apoyo incondicional que he ayudado mucho emocionalmente y me ha permitido llegar hasta donde estoy ahora.

Así mismo agradezco a la Directora de Escuela de Ing. Agroindustrial de la UCV-Trujillo, por haberme abierto las puertas del laboratorio para poder desarrollar parte de este proyecto, de la misma forma al Ing. Juan Vega de la

UNT por haberme apoyado incondicionalmente para culminar este proyecto. Agradezco a la Universidad Señor de Sipán, en especial a los docentes de la escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior por haberme dado la oportunidad de seguir mis estudios superiores.

RESUMEN

Piura tiene la mayor producción de banano en el peru. Del mismo modo que es potencialmente generadora de residuos post cosecha convirtiéndose en una amenaza constante por las malas prácticas del manejo y la mala disposición de los residuos generados. Ante esta problemática, enfocado en estudiar el raquis de banano para conocer su composición nutricional (proteína, fibra, carbohidratos, etc.) logrando constatar que tiene gran contenido de proteína, fibra y carbohidratos cuyas propiedades podrían ser aprovechadas en procesos de transformación para ser incorporados a la cadena alimenticia, Para ello se procedió a realizar pruebas de acondicionamiento para prevenir el pardeamiento enzimático de la pulpa del raquis de banano, así mismo se realizó pruebas en los tipos de corte para determinar el óptimo tiempo de secado que nos permito mantener su caracterización inicial, el secado se realizó en un secador por bandejas con aire caliente a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C. entre 5:30 a 11 horas.

Posteriormente se determinó el tiempo y la temperatura de secado óptimo para obtener harina de raquis de banano (*musa paradisiaca*). Luego se eligió la harina de raquis con mejor caracterización y apariencia, y se elaboraron galletas en 4 formulaciones diferentes de sustitución de harina de raquis de banano en harina de trigo. Finalmente, estas galletas fueron sometidas a evaluación organoléptica con 10 panelistas semi entrenados permitiéndonos determinar el grado de aceptación de las galletas.

Palabras claves: Banano, raquis de banano, harina, secado, pardeamiento enzimático.

ABSTRACT

Piura has the largest banana production in Peru. In the same way that it is potentially a generator of post-harvest waste, becoming a constant threat due to poor management practices and the bad disposition of the waste generated. Faced with this problem, focused on studying the banana rachis to know its nutritional composition (protein, fiber, carbohydrates, etc.), confirming that it has a high content of protein, fiber and carbohydrates whose properties could be used in transformation processes to be incorporated to the food chain, To do this we proceeded to perform conditioning tests to prevent enzymatic browning of the banana rachis pulp, likewise tests were performed on the types of cut to determine the optimal drying time that we allow to maintain its characterization Initial, the drying was carried out in a dryer by trays with hot air at temperatures of 40°C, 50°C and 60°C. between 5:30 a.m. to 11 p.m.

Later, the optimal drying time and temperature to obtain banana raisin flour (paradisiacal musa) was determined. Then the rachis flour with better characterization and appearance was chosen, and biscuits were elaborated in 4 different formulations of substitution of banana rachis flour in wheat flour. Finally, these cookies were subjected to organoleptic evaluation with 10 semi-trained panelists allowing us to determine the degree of acceptance of cookies.

Key words: Banana, banana rachis, flour, drying, enzymatic browning.

INDICE

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I INTRODUCCION	14
1.1. Realidad Problemática	16
1.2. Formulación del Problema	17
1.3. Objetivo de la Investigación	18
1.3.1. Objetivo General	18
1.3.2. Objetivos Específicos	18
1.4. Justificación e Importancia de la Investigación	18
1.5. Antecedentes	23
1.6. Marco Teórico	23
1.6.1. Bases Teóricas Científicas	23
1.6.2. Definición de Términos básicos	29
II MATERIALES Y METODOS	31
2.1. Tipo y diseño de la Investigación	31
2.1.1. Diseño de la Investigación	31
2.2. Población y muestra	32
2.2.1. Población	32
2.2.2. Muestra	32
2.2.3. Muestreo	32
2.2.4. Criterios de inclusión	32
2.2.5. Criterios de Exclusión	32
2.3. Hipotesis	33
2.4. Variables	33
2.4.1. Variables independientes	33
2.4.2. Variables dependientes	33
2.5. Operacionalización de variables	34
III RESULTADOS	35
3.1. Abordaje metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.1.1. Abordaje metodológico	22

3.1.2	Procedimiento para la recolección de datos	44
3.3	Análisis estadístico e interpretación de datos	50
3.4	Principios Éticos	56
3.4.1.	Criterios de rigor científico	56
IV	ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	57
4.1	Caracterización de la materia prima raquis de banano	57
4.1.1	Secado	58
4.1.2	Tipos de corte	59
4.1.3	Tiempos de secado	62
4.1.4	Acondicionamiento de la materia prima a diferentes temperaturas y concentraciones de ácido cítrico.	63
4.1.5	Acondicionamiento de la materia prima con ácido ascórbico	80
4.1.6	Evaluación organoléptica	96
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
5.1	Conclusiones	125
5.2	Recomendaciones	126
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	127

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Taxonomía del Banano	12
Tabla 2.2	Caracterización físico-química de los subproductos	14
Tabla 3.1	Variables independientes y dependientes	22
Tabla 3.2	Formulaciones de mezcla de harina de trigo y harina de raquis de banano	28
Tabla 3.3	Matriz para evaluación de variables del raquis de banano acondicionada con ácido ascórbico	39
Tabla 3.4	Matriz para evaluación de variables del raquis de banano acondicionada con ácido cítrico.	40
Tabla 3.5	Evaluación organoléptica de galletas	40
Tabla 4.1	Resultados de caracterización de raquis de banano (musa paradisiaca).	39
Tabla 4.2	Resultados de comportamiento de variables proteína y acidez acondicionada con ácido cítrico.	44
Tabla 4.3	Resultados de comportamiento de variables proteína y acidez acondicionada con ácido ascórbico	45
Tabla 4.4	Temperaturas de Secado	47
Tabla 4.5	Temperaturas de secado	47
Tabla 4.6	Medidas de corte Rectángulos	48
Tabla 4.7	Medidas de corte bastones	50
Tabla 4.8	Temperatura – Tiempo de secado	51
Tabla 4.9	Rendimiento del raquis de banano	52
Tabla .10	Modelo actual para 9 runs de raquis de banano en ácido cítrico	53
Tabla 4.11	Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura – Variable Acidez	59
Tabla 4.12	Test de Tukey y Duncan para el factor Ácido Cítrico – Variable Acidez	60
Tabla 4.13	Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura – Variable Proteína	65

Tabla 4.14	Test de Tukey y Duncan para el factor Ácido Cítrico – Variable Proteína	66
Tabla 4.15	Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura – Variable Color	70
Tabla 4.16	Test de Tukey y Duncan para el factor Ácido Cítrico – Variable Color	70
Tabla 4.17	Comportamiento de variables acidez.	71
Tabla 4.18	Comportamiento de variables Proteína	71
Tabla 4.19	Comportamiento de variables Color	71
Tabla 4.20	Matriz para tratamientos de variables en ácido ascórbico.	72
Tabla 4.21	Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura – Variable Acidez	77
Tabla 4.22	Test de Tukey y Duncan para el factor Ácido Ascórbico – Variable Acidez	77
Tabla 4.23	Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura – Variable Proteína	83
Tabla 4.24	Test de Tukey y Duncan para el factor Ácido Ascórbico – Variable Proteína	83
Tabla 4.25	Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura – Variable Color	87
Tabla 4.26	Test de Tukey y Duncan para el factor Ácido Ascórbico – Variable Color	88
Tabla 4.27	Comportamiento de variables acidez.	88
Tabla 4.28	Comportamiento de variables Proteína	88
Tabla 4.29	Comportamiento de variables Color	89
Tabla 4.30	Porcentajes de aceptabilidad y rechazo fórmula 1.	89
Tabla 4.31	Porcentajes de aceptabilidad y rechazo formula 2	92
Tabla 4.32	Porcentajes de aceptabilidad y rechazo formula 3	94
Tabla 4.33	Porcentajes de aceptabilidad y rechazo formula 4	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Descarte de raquis de banano en las mismas parcelas	2
Figura 1.2	Mapa de ubicación del proyecto	3
Figura 2.1	Partes de la planta de Banano	12
Figura 2.2	Racimo de Banano	15
Figura 2.3	Raquis producto de cosecha	16
Figura 3.1	Horno de panadería	27
Figura 3.2	Proceso para obtención de harina de raquis de banano	30
Figura 3.3	Proceso para elaboración de galletas	31
Figura 3.4	Cartilla de evaluación organoléptica para galletas.	36
Figura 4.1	Comportamiento de caracterización de raquis de banano.	42
Figura 4.2	Comportamiento de caracterización de raquis de banano.	43
Figura 4.3	Raquis de banano fresco vs raquis de banano seco acondicionado con ácido cítrico expuesta a una temperatura de 50°C.	44
Figura 4.4	Raquis de banano fresco y raquis de banano seco acondicionado con ácido cítrico expuesta a una temperatura de 50°C.	44
Figura 4.5	Comportamiento de la proteína en raquis de banano fresco y raquis de banano seco, acondicionada con ácido ascórbico expuesta a una temperatura de 50 °C.	46
Figura 4.6	Comportamiento de la proteína en raquis de banano fresco y raquis de banano seco acondicionado con ácido ascórbico expuesta a una temperatura de 50 °C.	46
Figura 4.7	Diseño de Secador	48
Figura 4.8	Corte tipo rectángulos	49
Figura 4.9	Foto de tipo de corte	49
Figura 4.10	Corte tipo bastones	50
Figura 4.11	Foto del tipo de corte	50
Figura 4.12	Escala numérica de pH	54
Figura 4.13	ANOVA con respecto a la variable acidez	54
Figura 4.14	Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable acidez.	55

Figura 4.15	Normal Plot of Residuals – Variable Acidez	56
Figura 4.16	Residual vs Predicted – Variable de acidez.	57
Figura 4.17	Residual vs Run – Variable de acidez.	58
Figura 4.18	Predicted vs Actual – Variable de acidez	59
Figura 4.19	ANOVA con respecto a la variable de proteína.	60
Figura 4.20	Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable de Proteína	61
Figura 4.21	Normal Plot of Residuals – Variable de proteína.	62
Figura 4.22	Residual vs Predicted – Variable de variable proteína.	63
Figura 4.23	Residual vs Run – Variable de proteína.	64
Figura 4.24	Predicted vs Actual – Variable de proteína.	65
Figura 4.25	ANOVA con respecto a la variable de color.	66
Figura 4.26	Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable de color	67
Figura 4.27	Normal Plot of Residuals – Variable de Color	67
Figura 4.28	Residual vs Predicted – Variable de variable color.	68
Figura 4.29	Residual vs Run – Variable de color.	69
Figura 4.30	Predicted vs Actual – Variable de color.	69
Figura 4.31	ANOVA con respecto a la variable acidez	72
Figura 4.32	Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable acidez.	73
Figura 4.33	Normal Plot of Residuals – Variable Acidez	74
Figura 4.34	Residual vs Predicted – Variable de acidez.	75
Figura 4.35	Residual vs Run – Variable de acidez.	76
Figura 4.36	Predicted vs Actual – Variable de acidez	77
Figura 4.37	ANOVA con respecto a la variable de proteína.	78
Figura 4.38	Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable de Proteína	79
Figura 4.39	Normal Plot of Residuals – Variable de proteína	80
Figura 4.40	Residual vs Predicted – Variable de variable proteína.	81
Figura 4.41	Residual vs Run – Variable de proteína.	81
Figura 4.42	Predicted vs Actual – Variable de proteína.	82
Figura 4.43	ANOVA con respecto a la variable de color.	84

Figura 4.44	Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable de color	84
Figura 4.45	Normal Plot of Residuals – Variable de Color.	85
Figura 4.46	Residual vs Predicted – Variable de variable color.	85
Figura 4.47	Residual vs Run – Variable de color.	86
Figura 4.48	Predicted vs Actual – Variable de color.	87
Figura 4.49	Gráficos de evaluación organoléptica de formulación 1.	91
Figura 4.50	Gráficos de evaluación organoléptica de formulación 1.	92
Figura 4.51	Gráficos de evaluación organoléptica de formulación 3.	93
Figura 4.52	Gráficos de evaluación organoléptica de formulación 4.	94

I. INTRODUCCIÓN

La Región Piura es el mayor productor de banano orgánico con una participación del 80% de la producción total, alcanzando aproximadamente 5,285 hectáreas cultivadas al 2015.

Así como es una zona de mayor producción de banano orgánico de exportación, los residuos post cosecha se convierten en una amenaza constante de todos los días por las malas prácticas del manejo y la mala disposición de los residuos generados durante la cosecha que se encuentran entre el 15% al 20% del total de la cosecha de la planta quedando de un 70% a un 80% por utilizar, lo más común en los agricultores es desecharlos en la misma plantación, generando un impacto ambiental negativo muy alto, dichos residuos generan contaminación al convertirse en hospedero de plagas que causan enfermedad a la misma planta, olores putrefactos, etc. Convirtiéndose en una amenaza constante para la producción con destino a exportar.

Con relación a la problemática que vienen enfrentando los productores de banano del valle bajo chira, nos hemos enfocado en estudiar el raquis de banano para conocer su composición nutricional (proteína, fibra, carbohidratos, grasa, calorías) donde se pudo constatar que tiene gran contenido de proteína, fibra y carbohidratos cuyas propiedades podrían ser aprovechadas en realizar procesos de transformación para ser incorporados a la cadena alimenticia, por tal motivo nos preguntamos:

- ¿Podrá utilizarse el raquis de banano para incorporarlos en la alimentación?,
- ¿será posible obtener harina de raquis?

Para dar respuesta a las preguntas planteadas procedió a realizar pruebas de acondicionamiento del raquis de banano con ácido cítrico y ácido ascórbico para prevenir el pardeamiento enzimático de la pulpa del raquis de banano, así mismo se realizó cortes como rectángulos y bastones para determinar un óptimo tiempo de secado que nos permita mantener su caracterización inicial, el secado se realizó en un secador por bandejas con aire caliente a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C.

Posteriormente se determinó el tiempo y la temperatura de secado óptimo para obtener harina de raquis de banano (*musa paradisiaca*). Posteriormente se eligió el raquis seco que fue sometido a tratamiento para secado, con él se elaboraron galletas en 4 formulaciones

diferentes de sustitución de harina de raquis de banano en harina de trigo.

Finalmente, estas fueron sometidas a evaluación organoléptica con 10 panelistas semi entrenados permitiéndonos determinar el grado de aceptación de las galletas.

1.1. Realidad problemática

En el Perú el cultivo del plátano o banano (*Musa paradisiaca*). Tiene una gran importancia social y económica, por ser uno de los productos fundamentales de la canasta familiar principalmente del poblador de la selva y costa. Además, es considerado actualmente como uno de los principales productos agrarios de exportación con bastante futuro. Ubicándose las principales zonas productoras de exportación en la Región Costa Norte del País. Piura es el mayor productor de banano orgánico con una participación del 80% de la producción total, alcanzando aproximadamente 5,285 hectáreas cultivadas al 2015.

En la margen izquierda del río Chira desde el 2010 se viene incrementando el reemplazo los cultivos tradicionales de arroz por cultivos de banano orgánico obteniendo hasta la fecha 272 hectáreas con la unión de 258 pequeños productores, con una producción de 7,570 kg/día de banano orgánico de exportación, adicionalmente se obtienen 432 kg/día de descarte de banano que es distribuido a mercados locales. (Ladines, 2014)

Si bien el esfuerzo de los productores por tener un adecuado manejo agrícola se ve afectado por las malas prácticas del manejo de cosecha y post-cosecha y la mala disposición de los residuos generados ya que estos son entre 15% a 20% del total de la planta quedando de un 70 a un 80% por utilizar lo más común en los agricultores es que los órganos restantes como son: el raquis, las hojas y el pseudotallo sean desechados en la misma plantación generando un impacto ambiental alto, dichos residuos generan contaminación al convertirse en hospedero de plagas que causan enfermedad a la misma planta, olores putrefactos, incremento de insectos y plagas, además generan reducción de espacios y problema de higiene por la acumulación de basura poniendo en riesgo las certificaciones que son la clave para obtener un producto de calidad para el mercado destino.

Teniendo en cuenta que estos residuos post-cosecha tienen un alto contenido de nutrientes como proteínas, carbohidratos, fibra y vitaminas es necesaria la transformación de los desechos orgánicos enfocándola a la alimentación. La cáscara

de banano verde o maduro se ha utilizado para la alimentación animal, Así como manejo artesanal de residuos hojas y pseudotallo utilizado como abono en el mismo campo de cosecha. (Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. (Ms.C. David Ramos AgüeroI, 2013).

El raquis de banano (*musa paradisiaca*) en particular es muy rico en fibra, debido al gran valor nutritivo que estos “contaminantes” poseen. Estos residuos están constituidos en su mayoría por fibras, carbohidratos y proteínas que se podrían aprovechar en la cadena alimenticia (Monsalve, Medina y Ruiz, 2006).

No hay duda de que la industria alimentaria es una actividad que se ha globalizado, a semejanza de las demás ramas industriales. Es por ello que en los últimos años la agroindustria viene enfrentando el desafío de transformar, prolongar la vida útil, innovar y dar valor agregado a productos alimenticios de una creciente de diversidad de frutas y vegetales.



Figura 1.1

Descarte de raquis de banano en las mismas parcelas.

¹

1.2. Formulación del problema

¿Bajo qué parámetros de acondicionamiento en temperatura y tiempo se podrá obtener y caracterizar harina de raquis de banano (*musa paradisiaca*) con fines de uso en la industria alimentaria?

¹ Nota: En la figura 1 se aprecian los raquis de banano (*musa paradisiaca*) como son desechados en las mismas parcelas de cultivo de banano orgánico.

1.3. Objetivo de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Obtener y caracterizar la harina de raquis de banano (*musa paradisiaca*).

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la caracterización física – química del raquis de banano (*musa paradisiaca*).

Evaluar las condiciones del acondicionamiento (con Ac. cítrico y Ac. ascórbico) del raquis de banano (*musa paradisiaca*) para evitar el pardeamiento enzimático en el proceso de secado.

Determinar los parámetros óptimos a temperaturas de 40 – 50 y 60 °C en el secado de raquis de banano (*musa paradisiaca*).

Determinar los parámetros óptimos de corte para la correcta molienda y tamizado de raquis de banano.

Determinar la caracterización física – química en la harina de raquis de banano (*musa paradisiaca*).

Evaluar la aceptabilidad de un producto alimenticio usando harina de raquis de banano (*musa paradisiaca*).

1.4. Justificación e importancia de la Investigación

La harina de trigo es la principal materia prima para alimentos derivados de suma importancia en la alimentación diaria, ante la escasez de este sustancial elemento nutricional se ha recurrido a la inventiva para sustituirla por otros cereales ricos en almidón que proporcionen los mismos y hasta mejores resultados. (Colina, 2013).

En relación a la problemática que vienen enfrentando los productores de banano orgánico del Valle Bajo Chira, Se han realizado investigaciones que giran alrededor

de la industrialización del banano y el aprovechamiento de los subproductos, centrándonos en el valor nutricional de los subproductos generados en la cosecha y post cosecha del banano. Los cuales contienen un alto contenido de fibra, proteína y carbohidratos.

La importancia de fortalecer la cadena productiva del plátano, nos centramos específicamente en el raquis o vástago, es uno de los residuos generados tanto en la cosecha como en la post cosecha del banano siendo el residuo con mayor concentración de minerales, fibra, proteína y carbohidratos que se puede industrializar a fin de obtener productos alimenticios con características sensoriales óptimas para el consumo.

Para el siguiente estudio se plantea efectuar una evaluación para determinar del valor nutricional del “RAQUIS” y mediante un proceso industrial simple, obtener harina, la misma que será sometida a un laboratorio para su respectiva caracterización fisicoquímica, así como la elaboración de un sub producto “galletas integrales” a diferentes formulaciones para obtener un porcentaje adecuado de aceptación para la sustitución de la harina de trigo. Esta investigación contribuirá al fortalecimiento de la cadena productiva del banano orgánico mediante la reducción del impacto ambiental, los problemas de contaminación y la apertura de un posible nuevo mercado.

1.5. Antecedentes

Tesis: Estudio experimental de los desechos agrícolas para obtener harina de raquis o vástago de banano (cavendish) cultivado en las fincas del sauce perteneciente al Cantón Arenillas. Universidad Técnica de Machala. Autor: Cantón Arenillas. - Año: 2013.

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Machala y tiene por objeto, presentar una alternativa de procesamiento e industrialización a los desechos agrícolas del banano en el sitio el Sauce, del Cantón Arenillas, Provincia de El Oro, así mismo este trabajo fue elaborado en los Laboratorios de la Universidad Técnica de Machala, Universidad de Guayaquil y Multi analítica Cía. Ltda. En la primera parte del trabajo, se darán a conocer de manera clara algunas generalidades acerca del

banano. Así mismo, se presentarán los aspectos generales de la materia prima, tales como composición nutricional y beneficios del raquis de banano. Posteriormente, se realizará un estudio del proceso de obtención de la harina de raquis de banano mediante la realización de las debidas pruebas experimentales, el cual incluye la selección de materia prima, obtención de curvas de secado, caracterización de la harina de raquis de banano. Después se determinarán las aplicaciones de esta harina para la formulación de productos tales como galletas, con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de raquis de banano en diferentes porcentajes, con lo cual se quiere dar a conocer un producto rico en fibra. La aceptación de los mismos será medida mediante evaluaciones sensoriales. A pesar de que en el sumario no está indicado el Estudio Financiero, sin embargo, se lo realizó para determinar el costo de producción de la galleta (un paquete de 6 unidades cuesta 1,33 dólares), que es un valor exagerado y poco accesible para la colectividad. (Altamirano Dávila, Enrique Villacís Ruíz, Nadia R., 2013)

Tesis: Utilización de productos deshidratados de remanentes de banano para la elaboración de galletas y panes altos en fibras. Autor: Esteban Francisco Cevallos Perugachi. Año: 2009.

El uso de productos deshidratados de remanentes de banano (raquis, bráctea y cáscara de banano) en la elaboración de panes de avena y galletas dulces, tiene como fin enriquecer a estos últimos con la fibra dietética, para así obtener una diferenciación de los productos como alimentos funcionales. Tras la obtención de los productos deshidratados, se formularon tres mezclas (M1, M2 y M3), para obtener una mayor cantidad de fibra y mejores características organolépticas. Estas mezclas fueron utilizadas en la elaboración de panes de avena y galletas dulces. Para la evaluación de estos alimentos se realizaron pruebas sensoriales a un panel, siendo las variables a evaluar aroma, sabor y textura. Los resultados obtenidos mostraron que no existió una diferencia significativa entre los productos de panadería que contenían las diferentes mezclas. También indicaron que los panes de avena no fueron aceptados (<70 % de aceptación general), mientras que las galletas dulces fueron mucho mejor evaluadas (> 70 % de aceptación). Al producto más aceptado, la galleta dulce, se le analizó el contenido de fibra dietética el cual fue de 7,4%, lo que superaba el nivel de 6% establecido como límite inferior de un alimento enriquecido. Los análisis de

agroquímicos en los productos deshidratados muestras que los contenidos de tridemorf y triazoles fueron menores a 0,1 ppm, mientras que el mancozeb mostró niveles superiores a los permitidos en alimentos de este tipo (80 – 240 ppm). Por lo tanto, el uso de remantes de banano podría ser una alternativa interesante como fuente de fibra, siempre que se garantice la ausencia de pesticidas. (E. Cevallos, M. Weil, Y. Chan, 2009).

Aprovechan residuos de cosecha y post cosecha del plátano en el departamento de caldas. “Obtención industrial de harina de vástago o raquis del plátano”

De acuerdo con el diagnóstico, se evaluó la variedad de plátano más cultivada en el departamento de Caldas: Dominico-Hartón (Mussa AAB Simonds), en lo que respecta a la calidad y volúmenes de los residuos; así mismo, se seleccionaron tecnologías disponibles para efectuar ensayos exploratorios, que permitieron determinar procesos prototipos, y productos a partir de sus residuos entre los principales relacionados con esta investigación tenemos:

Obtención industrial de harina de vástago o raquis del plátano. (Miguel Mazzeo Meneses, Libardo León Agatón, Luis Fernando Mejía Gutiérrez, 2010)

Se efectuó inicialmente una caracterización fisicoquímica de la materia prima vástago obtenidos en el Municipio de Chinchiná (Caldas) para determinar su composición. Comprendiendo ensayos del contenido de humedad, contenido de cenizas, grasa, fibra cruda y proteína, realizados en el laboratorio de bromatología de la Universidad de Caldas. El material de análisis, fue transportado en bolsas de polietileno de baja densidad hasta el lugar de transformación en la Unidad Tecnología de Alimentos (UTA) de la misma Universidad, allí, se diseñó el proceso de obtención de la harina de raquis por validación del proceso de obtención de harina de plátano. (Miguel Mazzeo Meneses, Libardo León Agatón, Luis Fernando Mejía Gutiérrez, 2010).

Tesis: Obtención y caracterización de harina de cáscara de banano maduro tipo cavendish (*Musa paradisiaca*) e identificación de sus posibles usos en la industria alimentaria.

La producción de banano corresponde aproximadamente al 12 % del total de frutas en el mundo. El 20% de la producción mundial de banano se destina al comercio, hecho que lo convierte junto con otras frutas, en el conjunto más importante de productos

frutícolas comercializados en el mundo.

Objetivos:

Producción de Harina de cáscara de banano maduro tipo Cavendish (*Musa Paradisiaca*), como estrategia de aprovechamiento de los subproductos de la industria bananera.

Optimizar el proceso de secado por convección forzada para elaborar harina a partir de cáscara de banano maduro tipo Cavendish. Caracterización al producto optimizado en cuanto a las propiedades tecnológicas y antioxidantes con el fin de determinar su uso potencial en la industria alimentaria.

Metodología: Recolección del banano, Escala de maduración utilizada por Minakata et al. 2013, Limpieza y desinfección.

Secado: Temperatura de secado (55 – 65°C), Tiempo de secado (6 – 8 horas)

Molienda y Tamizado: Pasaron por tamices de 500, 350, 300, 250 y 225 micras

Método de medición de Antioxidantes

Los resultados de las propiedades tecnológicas de hidratación coinciden con Minakata et al. 2013 donde se determinaron valores de capacidad de Volumen de hinchamiento (VH), índice de solubilidad en agua (ISA) y índice de absorción de agua (IAA) de 3 a 3,3 g/g, 5,2 a 6,0 % Y 5,6 a 6,4 gl respectivamente, por lo cual las harinas presentan una buena capacidad para absorber y retener agua, y pocos componentes solubles.

La capacidad antioxidante del producto no fue inhibida con la Temperatura empleada en el proceso de deshidratación (60-65°C), los resultados obtenidos coinciden con Contreras et al. 2010, donde se presentan contenido de antioxidantes de frutas exóticas de Colombia en un rango de 21 a 144 $\mu\text{mol Trolox/g}$ por el mismo método que se empleó en el presente estudio, lo anterior indica que el producto obtenido puede ser aplicado en alimentos con fines nutricionales por encontrarse dentro de los rangos más altos. (Viloria, Camilo Yepes, Catalina., 2014).

Tesis: Desarrollo de un producto de panadería con alto valor nutricional a partir de la harina obtenida del banano verde con cáscara: una nueva opción para el aprovechamiento de residuos de la industria de exportación.

Los seres humanos no llegan a consumir ni un tercio de las frutas y vegetales que se producen en el mundo, situación que se presenta en gran medida por las pérdidas post-cosecha. Uno de los cultivos que presentan un porcentaje elevado de producción de

residuos por la alta exigencia de calidad en las exportaciones es el de banano (cavendish), residuos que han sido aprovechados para la obtención de harina de banano verde con cáscara, como insumo para la preparación de harinas compuestas con alto valor nutritivo con potencial para la industria de panificación. Objetivo. Desarrollar un producto de panadería elaborado con diferentes mezclas de harina de banano verde con cáscara, como opción para el aprovechamiento de los residuos de la industria bananera y alternativa nutricional para poblaciones con diferentes grados de desnutrición. Materiales y métodos. Se desarrolló un pan tajado bajo la aplicación de una formulación convencional a partir de diferentes mezclas de harina de trigo y harina de banano verde con cáscara (10 a 16%); la mejor mezcla se eligió empleando un diseño experimental basado en mezclas de vértices extremos, que obedece a las variaciones de la actividad acuosa respecto a la temperatura y la sustitución adecuada de harina de trigo por harina de banano verde con cáscara, como también a los coeficientes estimados de la superficie de respuesta para las variables dependientes. Resultados. Se determinaron los porcentajes de sustitución de la harina de trigo por harina de banano verde con cáscara para obtener los valores mínimos de actividad acuosa en función de la temperatura (14.5% y 16% de harina de banano verde con cáscara, respectivamente). Conclusión. Los valores obtenidos son un punto de referencia para la estandarización y optimización del desarrollo de un producto de panificación, a partir del aprovechamiento de un alimento con propiedades funcionales obtenido del residuo orgánico de uno de los cultivos más importantes en el mundo y especialmente en Colombia, como lo es el banano. (Gil, 2011).

1.6. Marco Teórico

1.6.1. Bases teóricas científicas

1.6.1.1. Banano.

Los bananos son la fruta más popular del mundo. De hecho, el banano no es un árbol sino una hierba alta que crece hasta 15 metros. Se cree que existen casi 1000 variedades de banano en el mundo, subdivididos en 50 grupos. El banano más popular es la variedad conocida como Cavendish, que se produce para los mercados de exportación. (Guillen, 2014)

Se cultivan bananos en más de 150 países, los cuales producen 105 millones de

toneladas de fruta al año. El cultivo de los bananos para el consumo local, por lo general, se cultiva en sistemas extensivos tradicionales. Los bananos para postre representan 43 millones de toneladas al año y son de gran importancia económica para muchos países en el Sur. Los bananos para cocinar (plátanos y otros) representan 45 millones de toneladas. Los bananos de consumo local, que son un alimento básico para muchos países tropicales, desempeñan un papel importante en cuanto a la seguridad alimentaria. (FAO, 2003)

Se cree que la referencia escrita más antigua sobre el banano es en sánscrito y data de alrededor del año 500 AC. Algunos horticultores consideran que el banano fue la primera fruta de la tierra. Se originó en el sudeste de Asia, en las selvas de Malasia, Indonesia o las Filipinas, donde muchas variedades de bananos silvestres siguen creciendo hoy en día. Se les atribuye a los africanos haberle dado el nombre actual, ya que la palabra banano se deriva del árabe “dedo”.

A finales del siglo decimocuarto se empezó a comerciar los bananos a nivel internacional. El desarrollo posterior de los ferrocarriles y los avances tecnológicos en el transporte marítimo refrigerado permitió que los bananos se convirtieran en la fruta más importante en términos globales.

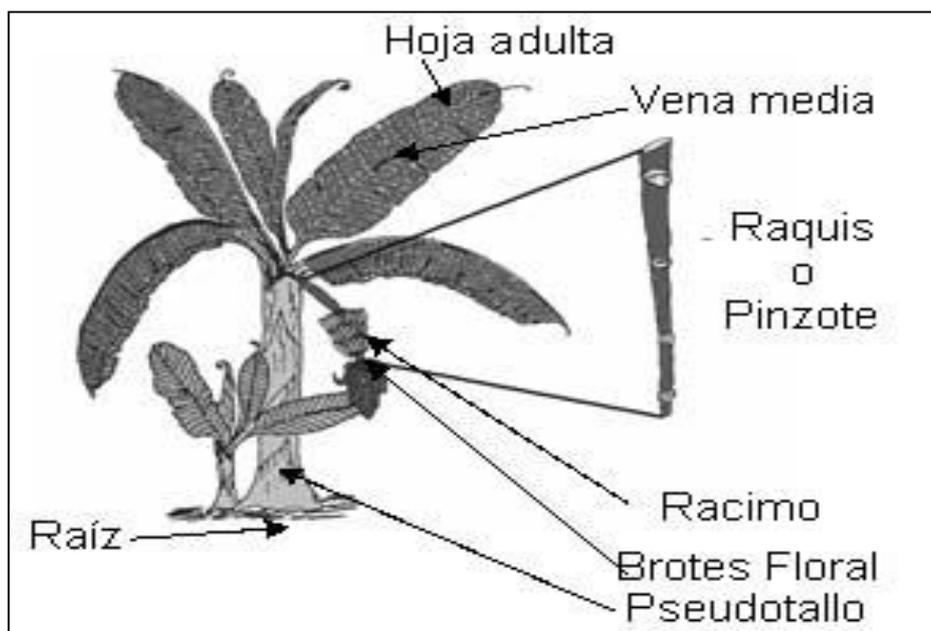


Figura 2.1.- Partes de la planta de Banano

1.6.1.2.Taxonomía.

(Leon, 2012) dice que la clasificación taxonómica de la planta de banano es:

Tabla 1 *Taxonomía del Banano*

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Zingiberales
Familia:	Musáceae
Género:	Musa
Especie:	M. paradisiaca
Nombre Binomial:	Musa x paradisiaca

Fuente: (Leon, 2012)

La planta es herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5 – 7.5 mt de altura, terminado en una corona de hojas.

Existen por lo general de siete a nueve hojas grandes y bien desarrolladas antes de que la inflorescencia y el tallo comiencen a crecer. Las hojas son enormes, algunas ovaladas con abundantes nervios y paralelos, es decir en ángulo recto con el nervio central. Mucho antes de que parezca la inflorescencia van muriendo sucesivamente las hojas más viejas. Los peciolos se secan y se doblan y la hoja encogida cuelga hacia abajo ocultando a menudo el pseudotallo. Algunos campesinos estiman que las hojas secas prestan protección y sombra al falso tallo (pseudotallo). (Leon, 2012)

El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que esta coronado con yemas; estas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo. Cuando un pseudotallo ha producido el racimo del fruto, ya no vale para nada mas, por lo que generalmente se corta y trocea para agregarlo como abono al terreno. (Paredes, 2010).

1.6.1.3.Clima y suelo para el cultivo del banano.

(Paredes, 2010), dice que el cultivo del banano exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. Necesita una temperatura madia de 26 y 27°C, con lluvias

prolongadas y regularmente distribuidas. Son preferibles las llanuras húmedas próximas al mar, resguardadas de los vientos y regables.

Es poco exigente en cuanto a suelo, ya que prospera igualmente en terrenos arcillosos calizos o silíceos con tal que sean fértiles, permeables, profundos, ricos y bien drenados especialmente en materias nitrogenadas.

1.6.1.4.Recolección del banano.

La duración de la plantación es de 6 a 15 años, dependiendo de las condiciones ambientales y de los cuidados del cultivo. La planta que se colocó sobre el terreno de asiento da únicamente frutos imperfectos y los mejores frutos se obtienen de los vástagos nacidos de su pie, que fructifican a los nueve meses de la plantación.

Los frutos se pueden recolectar todo el año y son más o menos abundantes según la estación, se cortan cuando han alcanzado su completo desarrollo y cuando empiezan a amarillear (Paredes, 2010).

1.6.1.5.Contenido nutricional de los productos.

En la siguiente tabla se presenta la caracterización fisicoquímica de los principios subproductos del banano, Se observa que el raquis posee un alto contenido de fibra, materia seca y proteína que podrían ser aprovechados en la elaboración de alimentos. (Botero L. Juan D. Mazzeo M. Miguel H., 2009).

Tabla 1.2. Caracterización físico-química de los subproductos

Análisis	Hojas (%)	Raquis (%)	Cascara Verde (%)	Pseudotallo (%)
Humedad	81.4	78.5	58.1	92
Materia Seca	18.6	31.5	41.9	8
Grasa	1.12	0.1	0.1	0
Nitrógeno	1.18	1.29	1.41	0.33
Proteína	7.38	8.06	8.81	2.06
Cenizas	0.92	3.42	2.23	0.49
Fibra	6.2	23.7	7.7	6.7

Fuente: (Botero L. Juan D. Mazzeo M. Miguel H., 2009)

1.6.1.6.Cosecha del banano

En el proceso de cosecha del fruto se generan diferentes residuos de la planta del banano.

1.6.1.6.1. Racimo.

El fruto se cosecha sin amarillear unos 80 días después de la apertura de la primera mano, los racimos se cortan enteros con un cuchillo bananero de hoja curva, se hace un pequeño corte con un maquete a 1.8 m del pseudotallo. Los 20 cm de tallo se usan como manija para trasladarlo al sitio de acopio o empacadora si el producto se va a exportar. (Jara Roxana , Guaypatin Caseres , 2012).



Figura 1.- Racimo de Banano

1.6.1.6.2. Raquis.

También llamado pinzote o vástago de banano, es parte de la estructura del eje floral (racimo del fruto e inflorescencia), está cubierta de finos pelos verdes en la parte externa en el desmane del producto se utiliza un cuchillo bien afilado para hacer un corte pegado al raquis sin corta la corona del fruto. El pedúnculo una vez separado se lleva a tanques de agua para la siguiente operación. EL principal residuo de esta actividad agrícola es el raquis de banano, está directamente relacionado con la cosecha del banano y representan un desecho sin valor alguno desde que se separa de los frutos. (Callapa, 2012)



Figura 2.3.- *Rachis producto de cosecha*

1.6.1.7. Diagnóstico de la situación actual de los residuos de banano

1.6.1.8. Manejo de los residuos de banano.

Actualmente se vienen realizando varios trabajos de investigación y adaptación de tecnologías para la utilización de residuos del cultivo del banano, como es la producción de pre humus utilizando microorganismos y abono orgánico, conocido como bokashi, fermentado los residuos con microorganismos eficaces. (Higa, 2011)

Las hojas y pseudotallo de banano son fuentes de forraje muy útiles en muchos países tropicales, sobre todo en la época seca. Se pueden triturar y distribuir fresco o se pueden ensilar. El contenido en proteína y minerales es bajo, por lo cual el uso requiere suministrarlos con ingredientes ricos en proteínas. Según.

1.6.1.9. Morfología del Rachis del Banano.

El Rachis o pinzote morfológicamente está constituido por una corteza delgada de 2.5 cm aproximadamente de color verde, cuenta con pelos microscópicos en su superficie, la corteza se distribuye con un espesor constante a lo largo de todo el rachis.

En su parte interna está constituido por largas fibras modernizadas ordenadas de manera longitudinal de color blanco cuando no están en estado de putrefacción, las fibras poseen gran cantidad de humedad. Las características de la corteza facilita la operación de descortezado, pero es posible de las características internas del rachis de banano dificulten las operaciones de trozado y triturado. (Callapa, 2012)

1.6.2. Definición de Térmicos Básicos

1.6.2.1. Harina

La harina es el polvo que se obtiene de la molienda del grano maduro, entero o quebrado, limpio, sano y seco, en el que se elimina gran parte de la cascarilla. El resto se tritura hasta obtener un grano de finura adecuada. (Hernandez, 2016)

1.6.2.2. Banano

El banano no es un árbol, sino una megaforbia, una hierba perenne de gran tamaño. Como las demás especies de Musa, carece de verdadero tronco. (Lopera, 2014).

1.6.2.3. Evaluación

La evaluación es la determinación sistemática del mérito, el valor y el significado de algo o alguien en función de unos criterios respecto a un conjunto de normas. (Gonzales, 2015)

1.6.2.4. Secado

La operación de secado es una operación de transferencia de masa de contacto gas- sólido, donde la humedad contenida en el sólido se transfiere por evaporación hacia la fase gaseosa, en base a la diferencia entre la presión de vapor ejercida por el sólido húmedo y la presión parcial de vapor de la corriente gaseosa. (Cowell, 1980).

1.6.2.5. Formulación

Expresión de una ley física, un principio matemático o una composición química mediante una fórmula. (Oxford, 2015)

1.6.2.6. Caracterización

Desde una perspectiva investigativa la caracterización es una fase descriptiva con fines de identificación, entre otros aspectos, de los componentes, acontecimientos (cronología e hitos), actores, procesos y contexto de una experiencia, un hecho o un proceso (Upegui, 2010).

1.6.2.7. Cinética

- La cinética o cinemática; rama de la dinámica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo originan.
- La cinética en tanto cinemática del sólido rígido, la energía que un cuerpo posee debido a su movimiento;
- La cinética química, estudio de la velocidad de las reacciones químicas.
- La cinética enzimática, estudio de la velocidad de las reacciones químicas que son catalizadas por las enzimas.
- Michaelis-Menten La cinética de modelo que describe la velocidad de reacción de muchas reacciones enzimáticas, solo válido cuando la concentración del sustrato es mayor que la concentración de la enzima. (Menten, 2016)

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Tipo y diseño de la investigación

a). Según su finalidad es aplicativa, se obtuvo harina de raquis de banano y se evaluó parámetros físico químicos. Para la primera etapa acondicionamiento de materia prima para la “obtención de la harina de raquis e banano” según el manejo de variables independientes: tipo de aditivo, % de aditivo. Su finalidad evaluar su dependencia significancia estadística sobre la variable dependiente (nivel de pardeamiento). Para la segunda etapa “obtención de la harina de raquis e banano” Según el manejo de variables independientes: temperatura, tiempo, tipo de corte, es del tipo experimental y su finalidad es aplicativa. Para evaluar posteriormente su dependencia y significancia estadística sobre la variable dependiente (Humedad).

b). Según el tipo de orientación se aplicó y desarrollo (técnico experimental) se sometió el problema directamente a experimentación obteniendo datos.

c). Según el nivel de investigación se empleó el tipo explicativo, ya que su finalidad es explicar el comportamiento de una variable en función de otras(s), con relación de causa – efecto. Requiriendo de control tanto metodológico como estadístico.

d). Según el método de investigación es científico.

e). Según el diseño de la investigación es de carácter experimental, ya que el investigador no solo identifica las características que se estudian, sino que las controla, las altera o manipula con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación.

2.1.1. Diseño de la investigación:

Se utilizó el diseño analítico-experimental usando el modelo factorial 2Fsimple, y se aplicó la metodología de superficie respuesta, en la cual

se obtendrá como respuesta la relación entre temperatura (°C), el tiempo y su efecto sobre la proteína (%) y acidez. La evaluación del secado en la obtención de harina de raquis de banano, serán evaluados a través del paquete estadístico Desing Expert 8.0, incluyendo para la evaluación organoléptica.

2.2. Población y muestra:

2.2.1. Población.

Residuos post cosecha de la asociación productores de banano orgánico de valle bajo Chira, en el departamento Piura, Provincia Sullana, Distritos La Huaca y Marcavelica.

2.2.2. Muestra.

150 kg. De raquis de banano (*musa paradisiaca*).

2.2.3. Muestreo.

Para esta investigación se basó en un muestreo probabilístico múltiple o en etapas.

Primera etapa : Parcelas de producción del Valle Bajo Chira.

Segunda etapa : Local de producción de productores.

Tercera etapa : Planta piloto de la universidad Cesar Vallejo.

2.2.4. Criterios de inclusión.

Nos basamos en las características físicas:

- Largo mínimo 30cm.
- Cortes de un solo trazo en terminales.
- Color verde.
- Apariencia saludable.

2.2.5. Criterios de exclusión.

Factores que limitaron la inclusión de raquis de banano:

- Largo menor a 30 cm.
- Varios cortes en terminales.

- Cortes entre medio.
- Manchas marrón negras.
- Presencia de hongos.

2.3. Hipótesis

Hi: La condición óptima de acondicionamiento y secado para obtener harina de raquis de banano, es con ácido ascórbico 2 gr/l a 60°C para obtener humedad final 14% m/m y retener 8.1% de proteína.

Ho: No es óptima la condición de acondicionamiento y secado para obtener harina de raquis de banano a con ácido ascórbico 2g/l a 60°C no se obtiene una humedad de 14% m/m y tampoco se logra retener un 8.1% de proteína del raquis.

2.4. Variables

2.4.1. Variables independientes

A) Condiciones de acondicionamiento

- Evitar pardeamiento
 - Ac. Ascórbico
 - Ac. Cítrico
- Mejorar el secado
 - Corte bastones
 - Corte rectángulos

B) Condiciones de secado

- Temperatura
- Tiempo

2.4.2. Variables dependientes

- R1) Proteína %
- R2) Acidez %
- R3) Color

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 3.1. Variables independientes y dependientes

	Dimensiones	Indicadores	Rango de evaluación	Instrumento
Variables Independiente	Acondicionamiento	Ac. Cítrico	0 – 3 g/l	Balanza
		Ac. Ascórbico	0 – 3 g/l	
	Espesor	Rectángulos	1 – 5 cm	Vernier
		Bastones	3 – 5 mm	
	Secado	Temperatura	40 - 70 °C	Termómetro
	Tiempo	3 - 10 hr	Cronometro	
	Variables	Índice	Rango de evaluación	Instrumento
Variables Dependientes	Proteína		%	Digestor Kjeldahl
	Acidez		%	Titulación
	Color		eD	Colorímetro Tabla cifrada de color. eD
	% de aceptación		%	Cartilla de evaluación organoléptica

Fuente: Elaboración propia

III RESULTADOS

3.1. Abordaje metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de Datos.

Se aplicó la técnica de la observación y experimentación que se detalla en el siguiente diagrama de flujo.

3.1.1. Abordaje metodológico

A) Obtención de harina de raquis de banano

1. Descripción de los instrumentos utilizados:

Balanza digital. - B a lanza Ohaus, capacidad de 1 gr hasta 30 kg. Se utilizan para pesar sólidos.

Balanza de precisión. - con capacidad para 0.001 y 2.000 kilos, son empleadas, para realizar tareas de investigación y análisis en laboratorios, debido fundamentalmente a que se trata de un modelo ideal para hacer demostraciones de uso, por la precisión y la forma de manejo de la medidora en sí.

Termómetro de mercurio. - Diámetro de 6-7 mm, Es un instrumento de vidrio graduado, el bulbo (con mercurio) que se está unido a un capilar y se encuentra en uno de los extremos, se pone en contacto con el sitio o sustancia de interés.

Se fundamenta en el cambio de volumen del mercurio generado por el calor, que se puede visualizar y seguir en la graduación.

Molino manual. - Marca Corona, apropiado para moler cereales, granos, tubérculos etc. el molino está completamente fabricado en hierro fundido que lo hace más sólido y resistente al desgaste. Está recubierto electrónicamente con estaño puro que se adhiere a l molino mediante una capa uniforme cubriéndolo completamente, eliminando así la posibilidad de contaminación de los alimentos a procesar.

Tamizadora. - Serie, Grainman, de diferentes dimensiones, Tamizadora, se considera útil para la separación de partículas sólidas que tengan sustancialmente iguales largo y {ancho [dimensiones]} de partículas alargadas en forma.

Secador por aire forzado. - El equipo estará construido enteramente de madera recubierto con aislante, con un volumen interior de 0.80 m³, y de 6 bandejas. Contará con una fuente de calor de 200watts y un flujo de aire de 0.56 m³ por minuto.

Selladora de bolsa térmica. - 220 V - 240 V, Potencia 300 W, Tamaños de sellado 200 mm x 2 mm, 52 x 35 x 37 cm, Equipo portátil eléctrico para el sellado de bolsas de plástico utilizado en la preparación de material.

Materiales:

Cuchillo de cocina

Bandeja de plástico

Mesa de acero inoxidable

Bandeja de aluminio

Bolsas polietileno

Reactivos:

Ácido Cítrico

Ácido Ascórbico

Hipoclorito de Sodio

2. Procedimiento

Recolección de materia prima.

En esta etapa se realizó una recolección de los raquis de banano de los campos de cultivo ubicados en los terrenos de la asociación productores de banano orgánico de valle bajo Chira, en el departamento Piura, Provincia Sullana, Distritos La Huaca y Marcavelica.

Selección primaria.

Se realizó la pre selección de los raquis de banano en el campo de cosecha, descartando los que estaban con muchos cortes como los que tenían cortes entre la fibra, manchas negras y marrones.

Recepción.

Se recepciono la materia prima “raquis de banano” en el laboratorio de Ing. Agroindustrial de la UCV Trujillo.

Selección.

Se realizó manualmente en la planta piloto de la UCV Trujillo, se eliminaron los raquis con presencia de manchas oscuras, presencia de hongos y con signos de putrefacción, así mismo se tuvo en cuenta las características físicas

Lavado.

Se procedió a lavar los raquis con agua corriente para eliminar restos de tierra e impurezas adheridas al raquis.

Desinfección.

Se realizó con un tratamiento físico, químico, consistió en la dilución de hipoclorito de sodio al 5% en agua corriente para sumergir los raquis durante 3 min, con la finalidad de eliminar en forma segura la contaminación de la materia prima

Pelado.

Se realizó de forma manual, se procedió al pelado retirando la parte verde (cascara) en forma manual de los raquis utilizando cuchillos comunes de cocina.

Inmersión.

Se sumergió los bloques del raquis de banano en una solución de ácido cítrico a diferentes concentraciones para diferentes muestras de raquis, del mismo modo se efectuó en Ácido Ascórbico, por un lapso de 3 min.

Troceado.

Se procedió a efectuar troceado del raquis con la finalidad de obtener los tamaños y dimensiones adecuados para su correcto secado. Esta actividad se realizó de forma manual utilizando cuchillos simples de cocina.

Secado.

Se llevó a cabo en un secador eléctrico mecánico de tipo experimental con bandejas, permitiendo obtener Temperatura de entrada de aire; Temperatura de salida de aire y Tiempo.

Molienda.

Se realizó en un molino común marca corona permitiéndonos reducir el tamaño de las partículas de nuestra muestra sólida.

Tamizado.

Consistió en hacer pasar el producto molido por un tamiz malla 18 con una luz de paso 1 mm con una eficiencia de pasante de malla de -90%.

Envasado.

El producto obtenido del tamizado fue envasado a temperatura ambiente en bolsas de polietileno tipo ziploc.

B). Procesos para la elaboración de un sub producto de harina de raquis de banano (galletas).**1. Descripción de instrumentos utilizados****Horno**

- Marca Saturnino.
- Rotativo.
- De 60x80.
- Capacidad 18 bandejas



Figura 3.1.- *Horno de panadería*

Balanza Digital:

Balanza Ohaus, capacidad de 1 gr hasta 30 kg. Utilizada para pesar la harinas e insumos para la elaboración de galletas.

Bandejas de inoxidable

Utilizadas para colocar las galletas para hornear.

Mesa de acero inoxidable:

Utilizada para trabajar las mezclas formuladas hasta obtener las galletas.

2. Procedimiento

Recepción de materia prima.

En este proceso se realizó una previa inspección visual de la materia prima, así como insumos que se emplearan para la elaboración de galletas.

Tabla 3.2*Formulaciones de mezcla de harina de trigo y harina de raquis de banana*

Insumos	Formulación 1		Formulación 2		Formulación 3		Formulación 4	
Harina de Trigo	75%	200.0	80%	212.5	90%	225.0	95%	237.5
Harina de Raquis	25%	50.0	20%	62.5	10%	25.0	5%	12.5
Total Harina	100%	250.0	110%	250.0	100%	250.0	100%	250.0
Mantequilla		112.5		112.5		112.5		112.5
Azúcar		87.5		87.5		87.5		87.5
Huevo		1.0		1.0		1.0		1.0
Vainilla		2.5		2.5		2.5		2.5

Fuente: Elaboración propia

Harina de trigo.

Lo más importante de las harinas es el gluten, es una propiedad importante ya que nos permite formar una masa elástica.

Margarina.

Las grasas (mantequilla) desempeña una misión antiglutinante en las masas, constituyendo a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actuando como lubricante.

Cremado.

El cremado se realizó mediante una emulsión donde se integró la mantequilla y el azúcar, batiendo a velocidad media durante 5 minutos aprox, luego se añadió los huevos batiendo durante otros 5 minutos más, luego se agregó la vainilla y se batió hasta obtener una masa consistente sin grumos.

Mezclado.

Se procedió a mezclar las harinas en forma manual, a esta mezcla se le agregó el cremado que está compuesto por: mantequilla, azúcar, sal, huevos y vainilla).

Amasado.

Correspondió al mezclado de los ingredientes, se amasó durante aprox 5 min. Logrando una distribución uniforme de todos los ingredientes.

Reposo.

Correspondió al reposo de la masa por un periodo de tiempo aprox 30 min a temperatura ambiente.

Moldeado.

Se realizó estirando la masa, se recorta la masa en círculos, cuadrados o en moldes según la forma de su preferencia.

Horneado.

Durante el horneado, la masa cruda se convirtió en un producto digerible y de buen sabor, la temperatura elevada para este proceso fue de 180°C por un tiempo aproximado de 30 min.

Enfriamiento.

Se efectuó una vez que se ha finalizado el tiempo de horneado de las galletas integrales, es importante que este proceso se efectuó gradualmente de mayor a menor temperatura hasta llegar a una temperatura ambiente 25 - 30 °C.

Pesado.

Las galletas integrales ya elaboradas fueron pesadas para determinar el rendimiento.

Empacado.

Una vez enfriadas las galletas se colocaron en bolsitas de papel manteca y estas a su vez en bolsitas de polietileno.

Degustación.

Para este proceso “evaluación sensorial” de las galletas elaborados se efectuó con 40 panelistas no entrenados de diferentes edades.

3.1.1.1. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de raquis de banano.

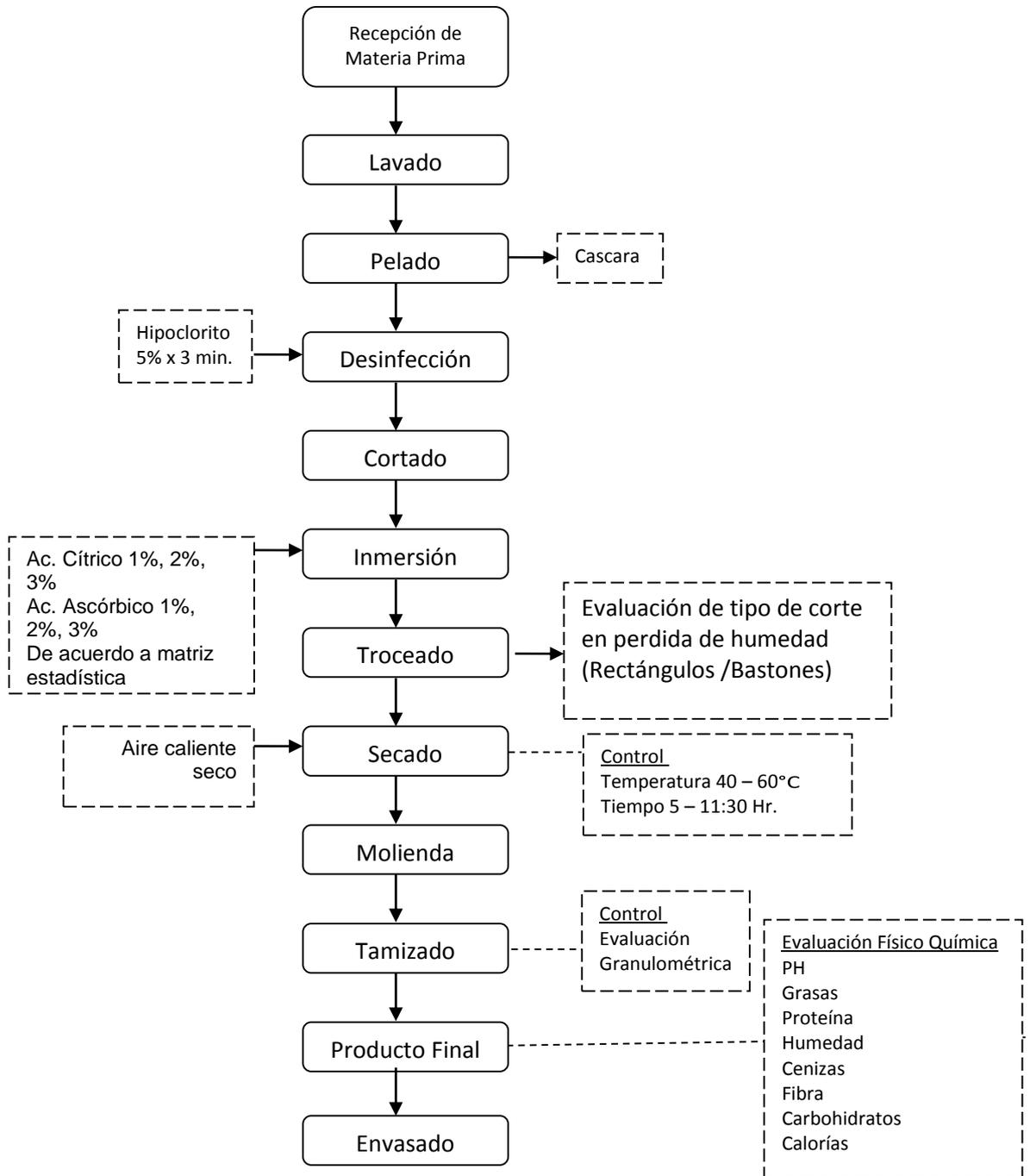


Figura 3.2.- Proceso para obtención de harina de raquis de banano

3.1.1.2. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de galletas

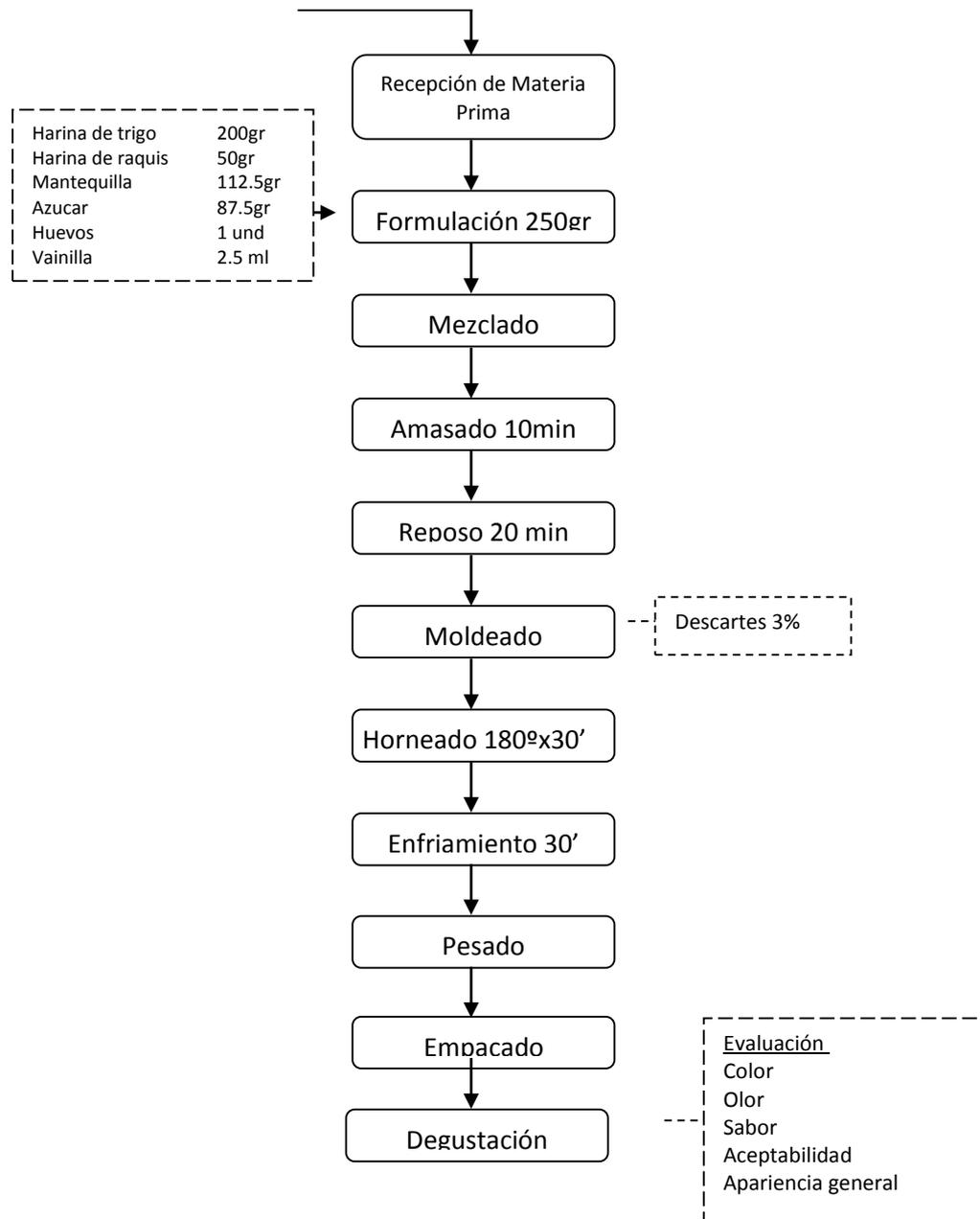


Figura 3.3.- Proceso para elaboración de galletas

3.1.2. Procedimiento para la recolección de datos

El método de recolección de datos se efectuó utilizando formatos de Microsoft Excel, procedimientos y fórmulas para la determinación de los valores numéricos de variables.

A). Determinación del Porcentaje de Proteínas

Referencia Normativa: AOAC OFICIAL METHOD 920.87 (Cap. 32 – Pg. 12).

1. Equipo y Materiales

Equipo de Kjeldald con balones de 800ml de capacidad.

Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg

Bureta de 50ml.

Papel libre de nitrógeno.

Gramallas de zinc P.a. (libre de nitrógeno o perlas de vidrio).

2. Reactivos

Ac. Sulfúrico P.a.

Oxido de mercurio amarillo (HgO)

Solución de Ac sulfúrico 0,1000N.

Solución de NaOH al 50%.

Sulfato de potasio, ó sulfato de sodio.

Indicador rojo de metilo.

Cerina tipo cromatografía.

Sacarosa P.a.

Oxalato de amonio.

NaOH 0,1000N.

3. Procedimiento

- Se pesa 1,0000gr de la muestra se envuelve en papel y se coloca en un balón.
- Se adiciona 0,70gr de catalizador oxido de mercurio anaranjado.
- Se adiciona 15gr de Na₂SO₄ en polvo ó K₂SO₄ en polvo.
- Se adiciona 25ml de H₂SO₄ concentrado, si el peso de la muestra es mayor de 2,2gr aumentar 10ml de H₂SO₄ concentrado

- Se deja en digestión a fuego lento por espacio de 20min, luego se lleva a todo calor, hasta obtener una solución libre de carbono (verde esmeralda limpio) y se deja 15 min más.
- Se enfría y se adiciona 300ml de agua 3-4 granallas de zinc y en seguida con cuidado por las paredes y sin agitar 75 ml de la solución de NaOH al 50%.
- Se conecta al equipo de destilación se agita (la solución debe ponerse amarillo en caso contrario se adiciona más hidróxido de sodio) y se destila recibiendo en un erlenmeyer con la cantidad de 50ml de Ac. Sulfúrico 0,1N (la solución receptora se coloca a la salida del destilador antes de las granallas de zinc, a la solución muestra) y 5-7 gotas del indicador de rojo de metilo
- Se destila unos 150-200ml
- Se titula hasta el viraje del verde al violeta con la solución de NaOH 0,1000N.

B). Determinación de Acidez

1. Normativa Aplicable

Norma Técnica Peruana (205 – 039)

2. Reactivos

Solución de NaOH 0.1N.

Solución indicadora que se prepara disolviendo 1gr de Fenolftaleína en 50ml de alcohol etílico al 95% y llevando el volumen a 100ml con agua destilada.

Agua destilada.

2.1. Materiales

Balanza analítica con sensibilidad de 0.1mg

Frasco erlenmeyer de 300 y 125ml

Bureta graduada al décimo de ml, Embudo de vidrio.

Pipeta volumétrica de 50ml de capacidad

Papel filtro comercial de porosidad media como el Schleiter and shull 389 cinta negra.

3. Procedimiento

- Se pasan 10.0000gr de la muestra.

- En un frasco erlenmeyer de 300ml de capacidad se deslíen los 10.0000gr de la muestra en 100ml de agua destilada.
- Se agita la suspensión contenida en el frasco cada 10 minutos por espacio de 1 hora.
- Se filtra la suspensión hasta obtener un volumen de filtrado que sobre pase los 50ml.
- Se toman los 50ml de filtrado y se colocan en un frasco erlenmeyer de 125ml de capacidad.
- Se agrega 1ml de solución indicadora de fenolftaleína.
- Se titula con la solución 0.1N de NaOH, hasta que se produzca el cambio de colocación (color grosella) el cual deberá persistir por 30segundos.
- Se anota el gasto de solución 0.1N de NaOH.

C). Determinación del color

1. Normativa Aplicable

Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 528 1980-12).

2. Materiales

Balanza analítica con sensibilidad de 0.1mg

Frasco erlenmeyer de 300 y 125ml

Bureta graduada al décimo de ml, Embudo de vidrio.

Pipeta volumétrica de 50ml de capacidad

Papel filtro comercial de porosidad media como el Shleiter and shull 389 cinta negra.

3. Instrumentos

- Colorímetro, con filtro de paso de banda estrecho y transmisión máxima a 440 μ m.
- Matraz Erlenmeyer 125 cm³, con tapa de vidrio.

4. Reactivos

- Alcohol butílico, saturado de agua, químicamente puro

4. Procedimiento

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Pesar 8 g en un matraz Erlenmeyer de 125 cm³, y agregar 40 cm³ de alcohol butílico saturado de agua.
- Agitar el contenido durante 1 minuto y luego dejar en reposo durante un tiempo de 16 h para la sémola y de 15 o 30 minutos para la harina.
- Agitar nuevamente el contenido y filtrar a través de un papel filtro en un tubo de ensayo o directa
- Meter a la cubeta que debe usarse con el colorímetro.
- Medir la transmisión del extracto en el colorímetro, usando un filtro de 440 μ m, y emplear como patrón de calibración el alcohol butílico saturado de agua.
- Las lecturas del colorímetro deben calibrarse con un espectrofotómetro, a fin de obtener una curva de calibración.
- La calibración del colorímetro se realiza usando caroteno y como disolvente butanol saturado de agua, obteniendo la ecuación de regresión siguiente:

D) Evaluación organoléptica de la harina de raquis en la elaboración de galletas.

Para la evaluación organoléptica se ha considerado la elaboración de galletas y se ha elaborado una cartilla para la evaluación de parámetros:

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN	
ANALISIS SENSORIAL DE GALLETAS DE RAQUIS DE BANANO	
TESIS:	OBTENCION, CARACTERIZACION DE HARINA DE RAQUIS DE BANANO
ALUMNA	ODILA NEIRA OJEDA
ESCUELA:	AGROINDUSTRIA Y COMERCIO EXTERIOR
<p>Nota: Para la muestra de galletas que usted va a evaluar, haga un list en el valor mas cercano al que considere mas apropiado.</p>	
Muestra: _____ Evaluador: _____ Còdigo: _____	
Color:	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between;"> Blanco Ambar Negro </div>	
Olor	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between;"> Desagradable Agradable </div>	
Sabor	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between;"> Desagradable Agradable </div>	
Aceptabilidad	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between;"> Nula Acetable </div>	
Apariencia general	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-between;"> Buena Medio Mala </div>	

Figura 3.4.- Cartilla de evaluación organoléptica para galletas.

Posteriormente a la obtención de resultados se utilizó un modelo factorial 2FI utilizando un software Desing Expert 8.0.

E) Diseño Factorial 2F simple

Para esta investigación se aplicó un diseño factorial simple con dos factores A y B, con a y b ($a, b \geq 2$) niveles de pruebas respectivamente.

El efecto de un factor se define como el cambio observado en la variable de respuesta debido a un cambio de nivel de tal factor, en particular, los efectos principales son los cambios en la media de la variable de respuesta que se deben a la acción individual de cada factor.

El objetivo de un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas o características de calidad y determinar una combinación de niveles de los factores en la cual el desempeño del proceso sea mejor que en las condiciones de operación actuales;

Conceptos básicos en diseños factoriales. (Porras, 2000)

Modelo Estadístico

Con un diseño factorial $a \times b$ se pueden estudiar los dos efectos individuales y el efecto de interacción de ambos factores. En términos estadísticos, lo que se afirma es que el comportamiento de la respuesta Y en el experimento con k replicas:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk};$$
$$i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b; k = 1, 2, \dots, n,$$

Donde:

μ es la media general

α_i es el efecto debido al i -ésimo nivel del factor A, β_j es el efecto del j -ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ representa al efecto de interacción en la combinación ij .

ε_{ijk} es el error aleatorio que supone sigue una distribución con media cero y varianza constante. (Porras, 2000)

Para que la estimación de los parámetros en este modelo sea única, se introducen las restricciones:

$$\sum_{i=1}^a \alpha_i = \sum_{j=1}^b \beta_j = \sum_{i=1}^a (\alpha\beta)_{ij} = \sum_{j=1}^b (\alpha\beta)_{ij} = 0.$$

Es decir, los efectos dados en el modelo son desviaciones respecto de la media global.

Como alternativa, suponga que ambos factores son cuantitativos, el comportamiento

de las respuestas se puede describir con el modelo de regresión asociado dado por:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

β_0 representa a la media general

β_1 es el efecto del factor $X_1 = A$, β_2 el efecto del factor $X_2 = B$ y β_{12} representa el efecto de interacción $X_1 X_2 = AB$.

Hipótesis a evaluar y análisis de varianza

En primera instancia se pueden plantear las hipótesis siguientes:

H_0 : Efecto A = 0

H_0 : Efecto B = 0

H_0 : Efecto AB = 0

H_A : Efecto A \neq 0

H_A : Efecto B \neq 0

H_A : Efecto AB \neq 0

Estas hipótesis se prueban mediante la técnica de análisis de varianza. El ANOVA para un diseño factorial a x b con n replicas resulta de descomponer la variación total

$$SCT = SCA + SCB + SCAB + SCE$$

Donde los respectivos grados de libertad de cada una de ellas son:

$$nab - 1 = (a - 1) + (b - 1) + (a - 1)(b - 1) + ab(n - 1).$$

El factor (n -1) en los grados de libertad de la suma de cuadrados del error (SCE) señala que se necesitan al menos dos réplicas del experimento para poder calcular este componente, y por ende poder construir una tabla de ANOVA. (Porras, 2000)

Instrumentos de recolección de datos

Tablas de Excel, formatos, software Desing Expert 8.0

3.3. Análisis estadístico e interpretación de datos

Tablas de datos experimentales, obtenidos por el paquete estadístico Desing – Expert 8.0

3.3.1. Plan estadístico de datos para la obtención de harina

La Metodología utilizada para el análisis estadístico es el de Superficie

Respuesta aplicando el modelo factorial 2f simple, utilizando el software Desing

Expert 8.0.

3.3.1.1. Matriz – Acondicionamiento de raquis con Ácido ascórbico.

Tabla 3.3

Matriz para evaluación de variables del raquis de banana acondicionada con ácido ascórbico

Std	Run	Block	Factor 1 A: Temperatura °C	Factor 2 B: Ácido Ascórbico g/L	Response 1: Proteína %	Response 2: Acidez %	Response 3: Color dE
3	1	Block 1	60	1 g/L			
8	2	Block 1	50	3 g/L			
4	3	Block 1	40	2 g/L			
1	4	Block 1	40	1 g/L			
6	5	Block 1	60	2 g/L			
2	6	Block 1	50	1 g/L			
7	7	Block 1	40	3 g/L			
5	8	Block 1	50	2 g/L			
9	9	Block 1	60	3 g/L			

Fuente: Desing Expert 8.0

3.3.1.2. Matriz – Acondicionamiento de raquis con Ácido cítrico.

Tabla 3.4

Matriz para evaluación de variables del raquis de banana acondicionada con ácido cítrico.

Std	Run	Block	Factor 1 A: Temperatura °C	Factor 2 B: Ácido Cítrico g/L	Response 1: Proteína %	Response 2: Acidez %	Response 3: Color dE
9	1	Block 1	60	3 g/L			
3	2	Block 1	60	1 g/L			
7	3	Block 1	40	3 g/L			
2	4	Block 1	50	1 g/L			
8	5	Block 1	50	3 g/L			
4	6	Block 1	40	2 g/L			
1	7	Block 1	40	1 g/L			
6	8	Block 1	60	2 g/L			
5	9	Block 1	50	2 g/L			

Fuente: Desing Expert 8.0

3.3.1.3. Matriz – Evaluacion Formulaci3n 1.

Tabla 3.5

Matriz para evaluaci3n de variables Formulaci3n N°1

Std	Run	Block	Factor A: Harina de Trigo	Factor B: Harina de Raquis	Response 1: Color eD	Response 2: Olor %	Response 3: Sabor %	Response 4: Aceptabilidad %	Response 3: Apariencia general
3	1	Harina de trigo	75	75					
2	2	Harina de trigo	25	15					
1	3	Harina de trigo	75	15					
6	4	Harina de trigo	25	75					
8	5	Harina de trigo	25	15					
5	6	Harina de Raquis	25	75					
4	7	Harina de Raquis	75	75					
7	8	Harina de Raquis	75	15					
9	9	Harina de Raquis	75	15					

Fuente: Desing Expert 8.0

3.3.1.4. Matriz – Evaluacion Formulaci3n 2.

Tabla 3.6

Matriz para evaluaci3n de variables Formulaci3n N°1

Std	Run	Block	Factor A: Harina de Trigo	Factor B: Harina de Raquis	Response 1: Color eD	Response 2: Olor %	Response 3: Sabor %	Response 4: Aceptabilidad %	Response 3: Apariencia general
8	1	Harina de trigo	20	20					
3	2	Harina de trigo	80	80					
1	3	Harina de trigo	80	20					
6	4	Harina de trigo	20	80					
2	5	Harina de trigo	20	20					
9	6	Harina de Raquis	80	20					
4	7	Harina de Raquis	80	80					
7	8	Harina de Raquis	80	20					
7	8	Harina de Raquis	80	20					

Fuente: Desing Expert 8.0

3.3.1.5. Matriz – Evaluacion Formulación 3.

Tabla 3.7

Matriz para evaluación de variables Formulación N°3

Std	Run	Block	Factor A: Harina de Trigo	Factor B: Harina de Raquis	Response 1: Color eD	Response 2: Olor %	Response 3: Sabor %	Response 4: Aceptabilidad %	Response 3: Apariencia general
3	1	Harina de trigo	90	90					
1	2	Harina de trigo	90	10					
6	3	Harina de trigo	10	90					
2	4	Harina de trigo	10	10					
8	5	Harina de trigo	90	90					
4	6	Harina de Raquis	90	10					
9	7	Harina de Raquis	10	90					
5	8	Harina de Raquis	90	10					

Fuente: Desing Expert 8.0

3.3.1.6. Matriz – Evaluacion Formulación 4.

Tabla 3.8

Matriz para evaluación de variables Formulación N°4

Std	Run	Block	Factor A: Harina de Trigo	Factor B: Harina de Raquis	Response 1: Color eD	Response 2: Olor %	Response 3: Sabor %	Response 4: Aceptabilidad %	Response 3: Apariencia general
	2	1	Harina de trigo	0.5	5				
	3	2	Harina de trigo	95	95				
1	3		Harina de trigo	95	5				
	6	4	Harina de trigo	95	5				
	8	5	Harina de trigo	0.5	95				
	4	6	Harina de Raquis	5	5				
	9	7	Harina de Raquis	95	95				
	7	8	Harina de Raquis	95	5				
	5	9	Harina de Raquis	0.5	95				

Fuente: Desing Expert 8.0

3.3.1.7. Evaluación organoléptica de producto (galletas).

La evaluación organoléptica se realizó a través de pruebas hedónicas en 4 formulaciones y 5 respuestas con 10 panelistas semi entrenados quienes se encargaron de evaluar el color, sabor, olor, aceptabilidad y apariencia general, características consideradas en la norma NTE-0528.1981 y NTP-ISO-5492-2008.

3.3.2. Análisis estadístico es el de Superficie Respuesta aplicando el modelo factorial 2f simple.

El tipo de estudio estadístico es superficie respuesta, cuyo diseño es factorial modelo 2f simple, que nos permitirá obtener resultados de temperatura, tiempo, a base de una matriz experimental donde las variables independientes son la forma del producto, porcentaje de acidez, temperatura y tiempo. Y las variables dependientes Proteína y acidez Se usarán como herramienta de análisis software Desing Expert 8.0.

3.4. Principios Éticos

Se respetará el principio de autonomía de autores, tanto del informe final como del proyecto, ya que no existirá adulteración a la información que pueda dañar la integridad de este.

No se realizará ninguna adulteración de datos obtenidos en la parte experimental.

No se darán datos físicos, que puedan atentar con la salud del consumidor, en un posterior uso del producto obtenido.

3.4.1. Criterios de rigor científico

La información utilizada para la recolección en el proyecto de investigación viene de fuentes confiables y de fuentes reproducibles, así como también de revistas científicas validadas que respaldan la información utilizada para el proyecto, además de tesis que se han encontrado en universidades de grandes reputaciones tanto nacionales como internacionales.

Además, se tendrán en cuenta los procedimientos que permitan obtener datos reproducibles, la cual ayudara a tener una mayor certeza de los procedimientos que se realizara en la parte experimental como es el secado y caracterización para su reproducción sin ninguna alteración en el resultado final.

IV: ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1. Caracterización de la materia prima raquis de banano

Para poder identificar las características físico química de nuestra materia prima producto de investigación (raquis de banano) se efectuaron diversas pruebas al azar de diferentes raquis y de diferentes parcelas del valle bajo chira. En esta etapa se utilizaron 12 muestras de raquis las mismas que se sometieron a parámetros de acondicionamiento entre 0.3% y 1.2% de ácido cítrico y ácido ascórbico respectivamente.

Tabla 4.1

Resultados de caracterización de raquis de banano (musa paradisiaca) y harina de raquis.

Determinación	Unid	Raquis fresco	Harina de Raquis
Humedad	%	70.43%	14.07%
Cenizas	%	7.02%	21.66%
Proteínas	%	6.11%	15.50%
Grasas	%	0.15%	0.74%
Carbohidratos	%	11.50%	28.27%
Fibra	%	4.77%	19.75%

Fuente: Elaboración propia.

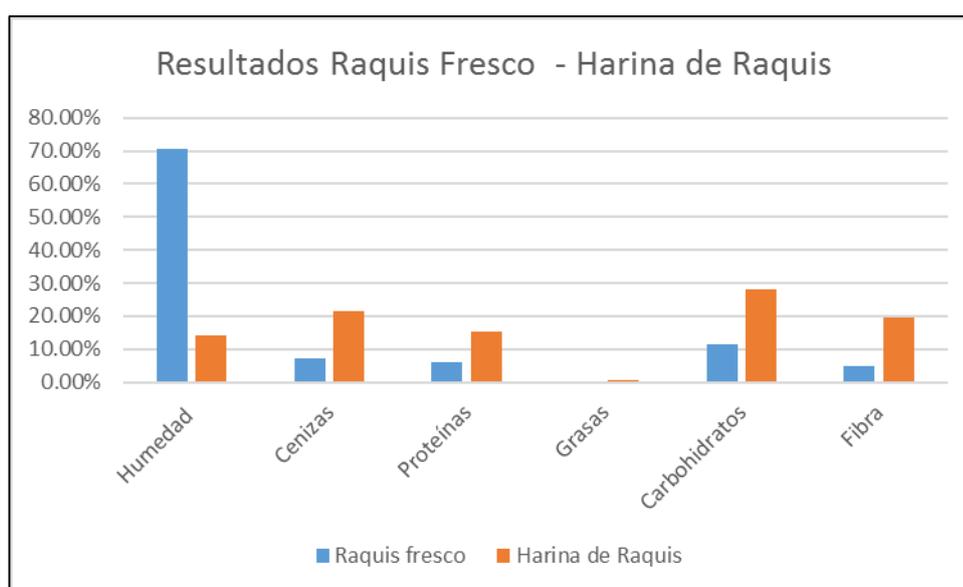


Figura 3.5.- Caracterización de Raquis fresco y Harina de Raquis.

4.1.1. Secado

El proceso de secado se realizó en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo, se realizó en un secador mecánico por bandejas de tipo experimental.

Al inicio del secado se registran los parámetros:

Tabla 4.4
Temperaturas de Secado

Tipo	Temperatura
Temperatura mínima	27°C
Ingreso de aire caliente	60°C
Salida de aire	58°C
Velocidad de aire promedio	9.8 m/s

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 4.4** se observa que se utilizan diferentes temperaturas de secado como la temperatura mínima que usa 27°C, el ingreso de aire caliente que usa 60°C, la salida de aire que usa 58°C y la velocidad de aire promedio que usa 9.8 m/s.

De acuerdo a las condiciones del secador, se definió las temperaturas de trabajo:

Tabla 4.5
Temperaturas de secado

Factor 1 Temperatura
40°C
50°C
60°C

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 4.5** se observa que para el factor 1 que es la Temperatura se utilizó temperaturas de secado de 40°C, 50°C y 60°C.

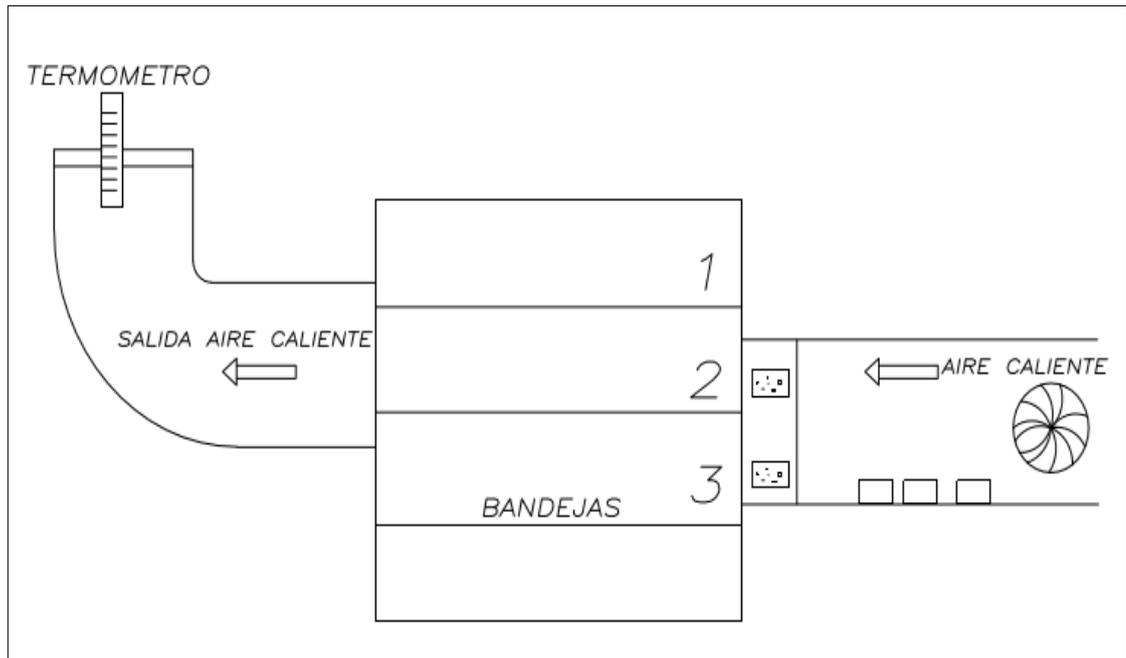


Figura 4.7.- Diseño de Secador

4.1.2. Tipos de corte

Con la finalidad de obtener un secado homogéneo, se procedió a experimentar los tipos de corte en el raquis de banano, en rectángulos y bastones.

A) Rectángulos

Tabla 4.6

Medidas de corte

Alto	Largo	Espesor
3 cm	5 cm	2 mm

Fuente: Elaboración propia.

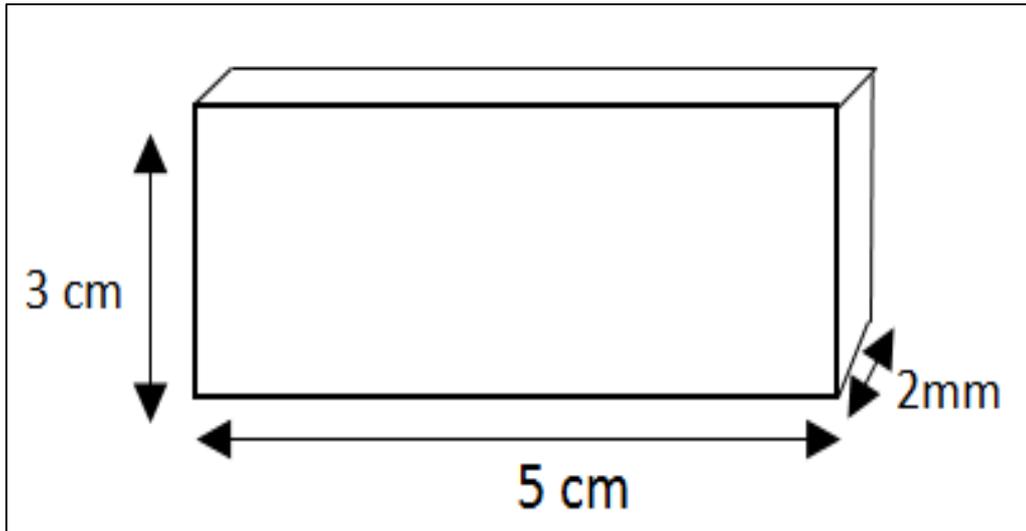


Figura 4.8.- Corte tipo rectángulo

En la **Figura 4.8** se observa que las medidas que tendrá el raquis de banano será 3 cm de alto, 5 cm de largo y 2 mm de espesor, el cual tendrá la forma de un rectángulo.



Figura 4.9.- Foto de tipo de corte

B). Bastones

Tabla 4.7

Medidas de corte

Alto	Ancho	Espesor
5 cm	1.5 mm	2 mm

Fuente: Elaboración propia

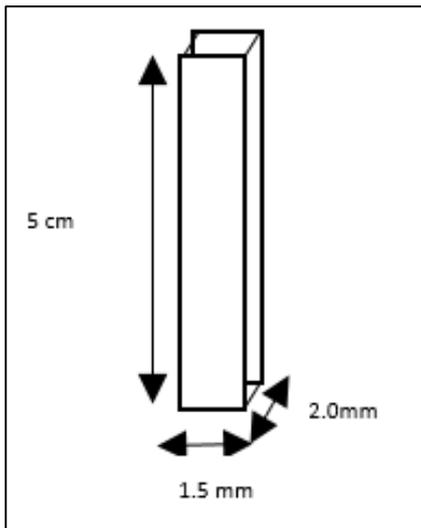


Figura 4.10.- Corte tipo bastones

En la **Figura 4.10** se observa que los bastones tendrán las medidas de 5 cm de alto, 1.5 mm de ancho y 2.0 mm de espesor.



Figura 4.11.- Foto del tipo de corte

4.1.3. Tiempos de secado

El tiempo de secado es muy variable, depende del tipo de alimento y del tamaño y espesor de las piezas que estén siendo sometidas al proceso, así como también depende de la temperatura.

El tiempo de secado para el raquis de banano (*musa paradisiaca*) se determinaron en ensayos inicialmente con rectángulos teniendo una experiencia no favorable con relación a la apariencia ya que por la sobre exposición de tiempo el raquis se pardeo considerablemente.

Caso contrario ocurrió cuando se experimentó con raquis cortados en forma de bastones, lo más delgado posible, el tiempo de secado fue más rápido a 60°C con un tiempo de 5 horas obteniendo como resultado 5% de humedad en el raquis de banano.

Tabla 4.8

Temperatura – Tiempo de secado

Factor 1 Temperatura	Tiempo de secado por tipo de Corte (acondicionado)	
	Bastones	Rectángulos
40°C	11:30	35 hrs
50°C	8:30	32 hrs
60°C	5:00	28 hrs

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 4.8** se observa que a una temperatura de 40°C los bastones de raquis de banano necesitan 11:30 horas para su secado y los rectángulos de raquis de banano necesitan 35 horas. Para una temperatura de 50°C los bastones de raquis de banano necesitan 8:30 horas para secarse y los rectángulos de raquis de banano necesitan 32 horas y a una temperatura de 60°C los bastones de raquis de banano necesitan 5 horas para estar secos y los rectángulos de raquis de banano necesitan 28 horas para su secado.

4.1.3.1. Rendimiento del raquis de banano

El rendimiento resultante de relación de pesos del raquis de banano entero, cascara y pulpa de cada muestra el promedio tenemos un 62% de rendimiento en pulpa húmeda de raquis de banano.

Tabla 4.9*Rendimiento del raquis de banano*

N° prueba	Peso Materia Prima gr	Peso Cascara y descarte gr	Peso Pulpa Húmeda gr	Peso Pulpa Seca gr	% Pulpa húmeda	% Pulpa Seca
1	514.50	164.50	350.00	16.71	68.03%	3.25%
2	703.90	263.90	440.00	21.33	62.51%	3.03%
3	869.11	424.11	445.00	19.58	51.20%	2.25%
4	468.87	228.87	240.00	14.04	51.19%	2.99%
5	424.96	159.96	265.00	15.13	62.36%	3.56%
6	470.94	175.94	295.00	16.18	62.64%	3.44%
7	474.66	179.66	295.00	12.83	62.15%	2.70%
8	481.08	181.08	300.00	15.60	62.36%	3.24%
9	685.85	255.85	430.00	22.49	62.70%	3.28%
10	703.34	263.34	440.00	23.06	62.56%	3.28%
11	674.62	254.62	420.00	22.47	62.26%	3.33%
12	514.47	194.47	320.00	16.32	62.20%	3.17%

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Acondicionamiento de la materia prima a diferentes temperaturas y concentraciones de ácido cítrico.

El ácido cítrico $C_6H_8O_7$ se utilizó como conservante y antioxidante se añadió como aditivo en la materia prima antes del proceso de secado.

4.1.4.1. Diseño de corridas (run) para evaluación de variables.

La siguiente tabla muestra las nueve corridas (run) de evaluación de raquis de banano (*musa paradisiaca*) acondicionadas con ácido cítrico, obteniendo diferentes resultados en la conservación de proteínas, nivel de acidez y color de raquis de banano.

Tabla 4.10

Modelo actual para 9 tratamientos de raquis de banano en ácido cítrico

Std	Run	Block	Factor 1 A: °C	Factor 2 B: Conc. Ac. Cítrico g/L	Resp. 1 Proteínas %	Resp. 2 Acidez %	Resp. 3 Color dE
9	1	Block1	60	3	3.87	3.71	5.76
3	2	Block1	60	1	4.15	3.89	5.76
7	3	Block1	40	3	3.69	3.59	5.75
2	4	Block1	50	1	3.91	4.08	5.78
8	5	Block1	50	3	3.76	3.89	5.76
4	6	Block1	40	2	3.74	3.62	5.77
1	7	Block1	40	1	3.87	3.74	5.78
6	8	Block1	60	2	3.9	3.79	5.77
5	9	Block1	50	2	3.87	3.97	5.77

Fuente: Desing Expert 7.0

4.1.4.1.1. Variable acidez

Para la evaluación de variables se realizaron con 9 corridas, de acuerdo a la matriz ver: **Tabla 4.10** y **Tabla 4.11** se acondiciono el raquis de banano (*musa paradisiaca*) con ácido cítrico y ácido ascórbico y se sometió a diferentes temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C.

Para la determinación de la acidez se utilizó un equipo de titulación manual.

Así mismo para la interpretación de la acidez se utilizó una escala numérica de pH.

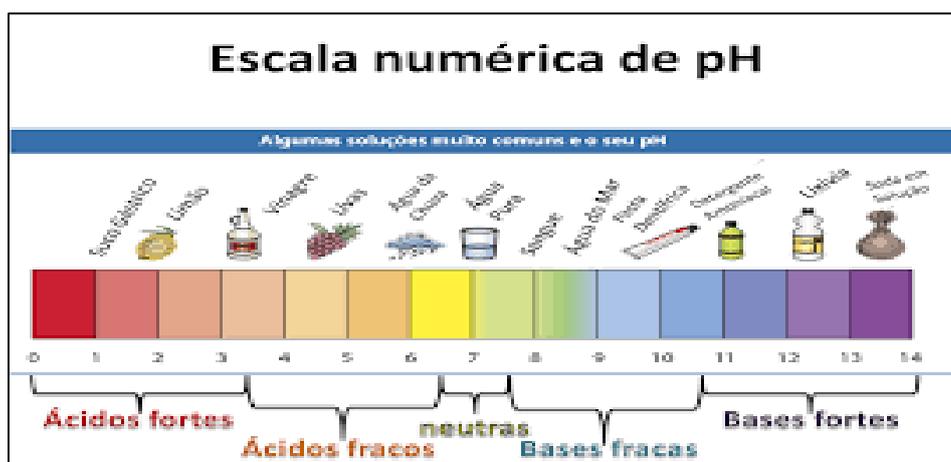


Figura 4.12.- Escala numérica de pH

4.1.4.1.1. Análisis estadístico del acondicionamiento de raquis de banano.

Response	2	Acidez			
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table (Classical sum of squares - Type II)					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F - Value	p- value orob >F
Model	0.21	4	0.053	230.68	<0.0001 Significant
A-Temperatura	0.16	2	0.082	360.05	<0.0001
B-Concentracion Ac. Cítrico	0.046	2	0.023	101.32	<0.0001
Residual	9.11E-04	4	2.28E-04		<0.0004
Cor Total	0.21	8			

Figura 4.13.- ANOVA con respecto a la variable acidez – Con Ac. Cítrico

En la **Figura 4.13**, se muestra el anova con respecto a la variable acidez con concentración de Ac. Cítrico sometido a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C donde el modelo tiene un valor - F de 230,68 lo que implica que el modelo es significativo ya que la probabilidad es menor que el 5%, donde solo hay una posibilidad 0,01% de que un "modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al error. Por lo tanto, los valores de "p" si son menores de 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso A (Temperatura) y B (Concentración Ac. Cítrico) son los términos del modelo los cuales son significativos. Por otro lado, si los valores son superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

Std. Dev	0.015	R-Squared	0.9957
Mean	3.81	Adj. R-Squared	0.9914
C.V. %	0.4	Pred R-Squared	0.9781
PRESS	4.61E-03	Adeq Precision	44.744

Figura 4.14.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable acidez acondicionado con Ac. Cítrico.

En la **Figura 4.14** se observa que el valor de Pred R² es 0.9781 es razonablemente de acuerdo con el R² ajustado de 0.9914. El "Adeq precisión" mide la relación señal a error, donde la proporción de 44.744 indica una señal adecuada.

R-Squared (R²), Coeficiente de determinación, es un dato estadístico usado en el contexto de un modelo estadístico, su principal propósito es predecir futuros resultados, la cual para nuestra evolución se obtiene R² de 99.57% de viabilidad de adaptabilidad de la harina de raquis de banano.

En cuanto al **Adj. R-Squared** (R² Ajustado) obtenemos un 0.9913 refleja el número de factores presentes en el modelo. Puede ser un estadístico útil en experimentos más complejos en los que intervienen varios factores en el diseño, cuando quiere evaluarse

el impacto de aumentar o disminuir el número de términos del modelo.

La **Std. Dev.** La desviación estándar obtenida fue de 0.015 este valor nos indica una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio (mean) de la variable respuesta.

C.V. (Coeficiente de variación). El C.V. obtenido fue 39.62%, este coeficiente nos mide la variabilidad no explicada del modelo o residual de los datos como un porcentaje de la media de la variable respuesta

La **PRESS** (Predicted Residual Sum of Squares – Suma de cuadrados del error de predicción), es una medida del ajuste o adecuación con que es posible que el modelo del experimento presidirá las respuestas en un nuevo experimento (son deseables valores pequeños de PRESS) este valor fue de 0.0046.

El **Pred R-Squared** (R^2 previsto), es una medida de la porción de la variabilidad en una “futura” experiencia, en todo semejante a esta, explicada por el modelo obtenido, para el problema tratado aquí es 0.9781, el cual no es irrazonable, considerando que el modelo explica el 99% de la variabilidad del experimento.

La **Adeq Precisión** (Predicción adecuada) se calcula dividiendo la diferencia entre la respuesta predicha máxima y la respuesta predicha mínima por la desviación estándar promedio de todas las respuestas predichas. Un coeficiente mayor de 4 es deseable por lo tanto la relación de 44.744 indica una señal adecuada.

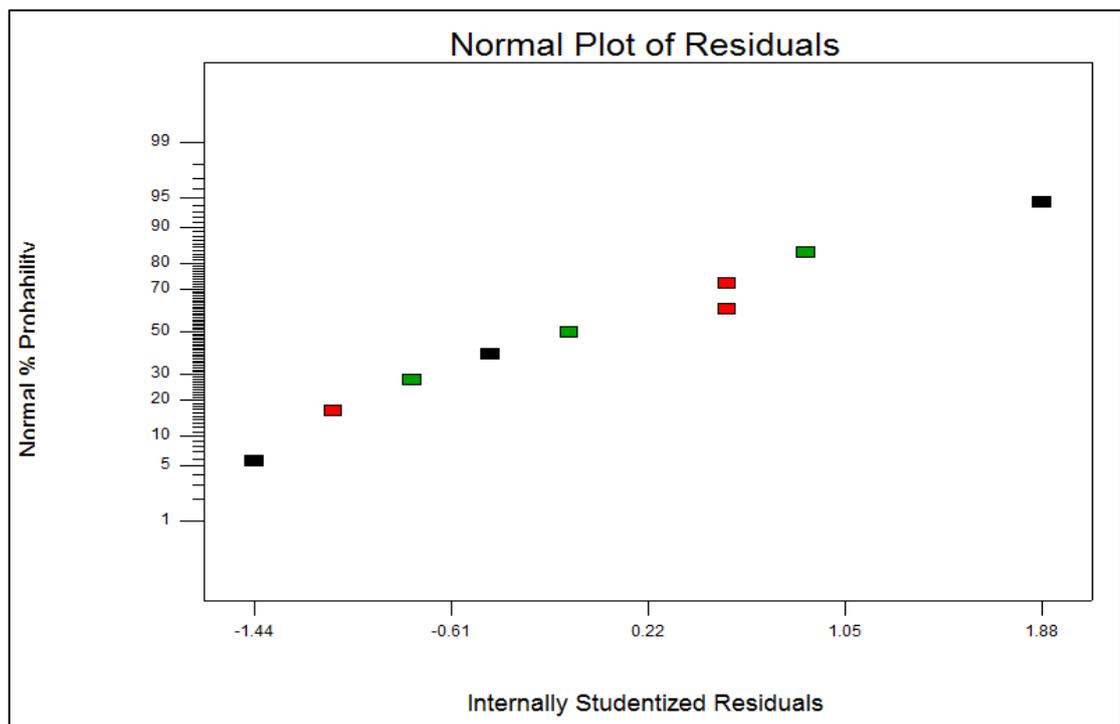


Figura 4.15.- Anova error y % de probabilidad de tratamientos – Variable acidez. Acondicionada con A. Cítrico.

En la **Figura 4.15**, observamos el residual error de tratamientos:

A 40°C apreciamos que la probabilidad promedio es de 46%.

A 50°C apreciamos que la probabilidad promedio es de 50% y

A 60°C la probabilidad promedio es de 53%, por lo cual podemos decir que a 40°C y una la acidez en la harina de raquis de banano es menor.

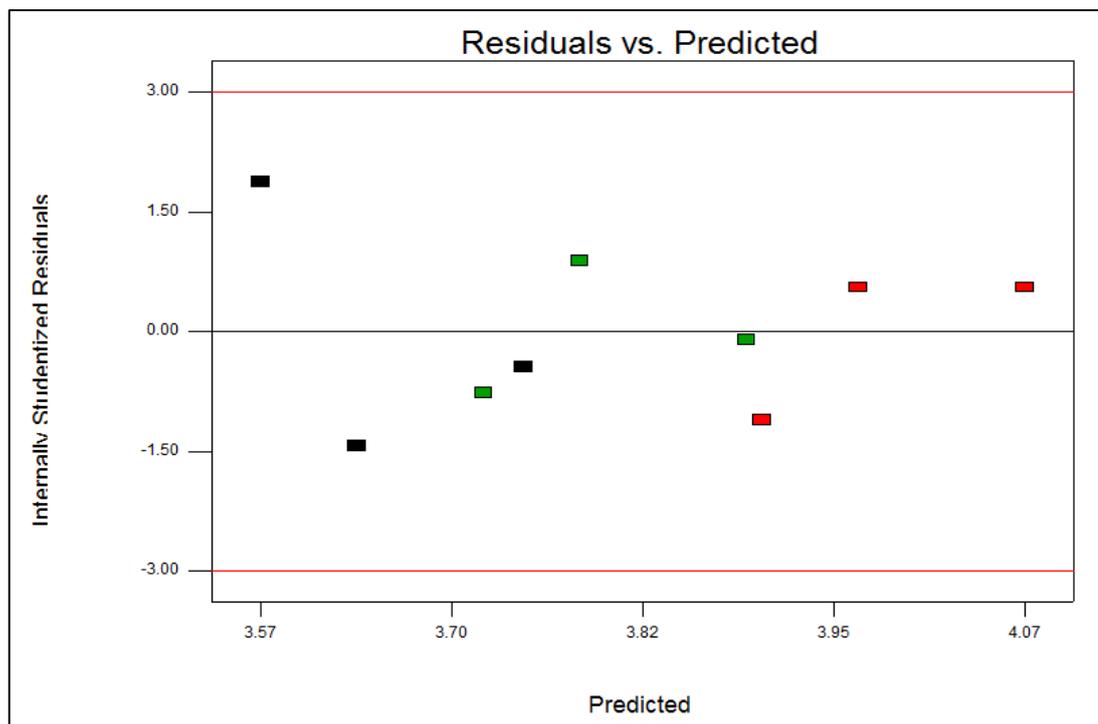


Figura 4.16.- Residual vs Predicted – Variable de acidez

En la **Figura 4.16**, se observa el residual estandarizado frente al valor predicho, el cual se obtiene a partir de la fórmula de optimización ya obtenida en páginas arriba. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual y los valores predichos estos no son iguales generado un valor positivo o negativo, si solo si los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos se apreciarían sobre la línea $Y = 0$.

Durante la ejecución de los tratamientos apreciamos que:

En el primer tratamiento a 40°C la interacción de resultados es más dispersa con obteniendo valores predichos entre 3.5 y 3.7 y valores actuales entre -0.44 y 1.87.

En el segundo tratamiento a 50°C la interacción de resultados es se aproximan más a

la línea $Y = 0$, con valores predichos entre 3.9 y 4.0 y valores actuales entre -1.1 y 0.55.

El tercer tratamiento a 60°C datos se acercan mucho más a la línea $Y = 0$ sus valores predichos se centran entre 3.7 y 3.8 y valores actuales entre -0.1 y 0.8.

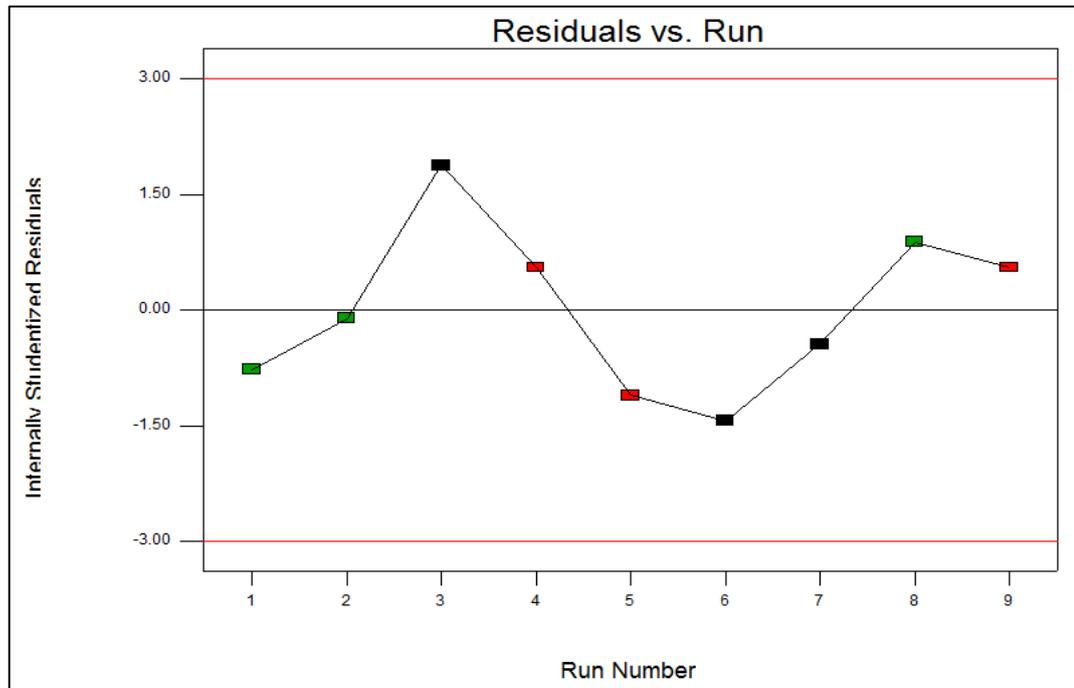


Figura 4.17.- Residual vs Run – Variable de acidez.

En la **Figura 4.17** observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 9 corridas (run).

De los valores obtenidos identificamos que la corrida run 2 (condiciones de tratamiento a 60°) tenemos un valor de -0.11 es el que más se acerca más a $Y=0$.

Asimismo, podemos identificar que las corridas (run) que presentan un valor residual por encima (3, 4, 8, 9 valor actual $>$ valor predicho) o debajo (1, 5, 6 y 7 valor actual $<$ valor predicho) del valor $Y = 0$, solo el run 2 (valor actual cercano a valor predicho) se aproximan al valor $Y = 0$.

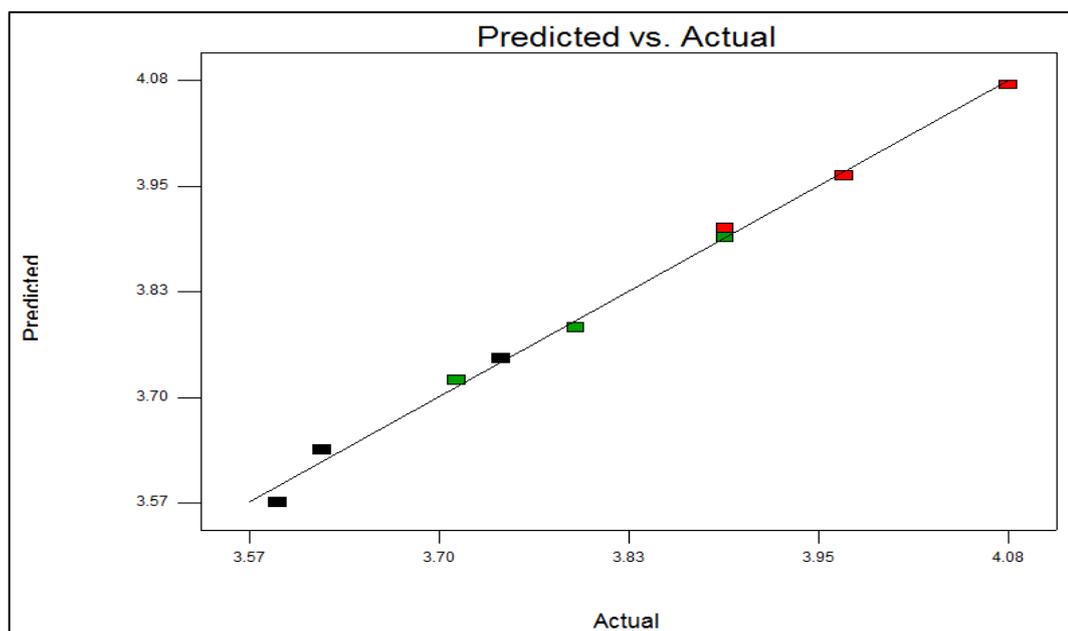


Figura 4.18.- Predicted vs Actual – Variable de acidez.

En la **Figura 4.18**, se visualiza como los valores predichos y los actuales se aproximan lo más posible por ello se encuentran en la posición data.

Pruebas post anova (Tukey y Duncan) para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 4.11

Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura.

TEMPERATURA	N	Subconjunto			
		1	2	3	
Tukey B ^{a,b,c}	40°C	3	3.6500		
	60°C	3		3.7967	
	50°C	3		3.9800	
Duncan ^{a,b,c}	40°C	3	3.6500		
	60°C	3		3.7967	
	50°C	3		3.9800	
Sig.			1.000	1.000	1.000

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.11** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan la acidez del raquis de banano es adecuada a una temperatura de 50°C.

Tabla 4.12*Test de Tukey y Duncan para el factor Concentración Ac. Cítrico.*

CONCENTRACIÓN AC. CÍTRICO	N	Subconjunto		
		40	50	60
Tukey B ^{a,b,c}	3 g/L	3	3.7300	
	2 g/L	3		3.7933
	1 g/L	3		3.9033
Duncan ^{a,b,c}	3 g/L	3	3.7300	
	2 g/L	3		3.7933
	1 g/L	3		3.9033
	Sig.		1.000	1.000

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.12** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan la acidez del raquis de banano es adecuada a una temperatura de 60°C y a una concentración de Ac. Cítrico de 1 g/L.

4.1.4.1.2. Variable Proteína

Las proteínas de la harina de trigo, específicamente las proteínas del gluten le confieren a la masa una funcionalidad única que la diferencia del resto de las harinas de otros cereales, la masa de harina de trigo se comporta desde el punto de vista reológico como un fluido viscoelástico, esta propiedad hace que la masa sea elástica y extensible.

4.1.4.1.2.1. Análisis estadístico de variable proteína

Response	1	Proteínas				
ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]						
	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	0.1301111	4	0.0325278	11.173664	0.0191 significant	
A-Temperatura	0.0651556	2	0.0325778	11.19084	0.023	
B-Concentración Ac Cítrico	6.50E-02	2	3.25E-02	11.156489	0.0231	
Residual	0.0116444	4	0.0029111			
Cor Total	0.1417556	8				

Figura 4.19.- ANOVA con respecto a la variable de proteína.

En la **Figura 4.19**, se observa el anova con respecto a la variable de proteína donde el valor F del modelo es 11,17 el cual implica que el modelo es significativo donde el valor de $p = 0.0191 < 0.05$. Por lo tanto, los valores de "p" menores de 0,0500 indican

que los términos del modelo son significativos. En este caso A (Temperatura) y B (Concentración Ac. Cítrico) son los términos del modelo los cuales son significativos. Por otro lado, los valores superiores a 0.1000 indican los términos de modelo no son significativos.

Std. Dev.	0.0539547	R-Squared	0.9178555
Mean	3.8622222	Adj R-Square	0.8357109
C.V. %	1.3969863	Pred R-Square	0.5841433
PRESS	0.05895	Adeq Precisi	10.195082

Figura 4.20.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable de Proteína.

En la **Figura 4.26** se observa que el valor de "Pred R²" es 0.9178 no es tan cerca al de "Adj R-Squared" el cual es 0.8357 como uno que normalmente se esperaría. Esto puede indicar un gran efecto de bloque o un posible problema con su modelo y / o datos, lo que se debe tener en cuenta son la reducción de modelo, transformación respuesta, valores atípicos, etc. En cuanto a "Adeq precisión" mide la relación señal a residual error, donde una mayor proporción de 4 es deseable. En este caso la proporción es de 10.195 lo que indica una señal adecuada.

R-Squared (R²), Coeficiente de determinación, es un dato estadístico usado en el contexto de un modelo estadístico, su principal propósito es predecir futuros resultados, la cual para nuestra evolución se obtiene R² de 91.78% de viabilidad de adaptabilidad de la harina de raquis de banano.

En cuanto al **Adj. R-Squared (R² Ajustado)** obtenemos un 08357 refleja el número de factores presentes en el modelo. Puede ser un estadístico útil en experimentos más complejos en los que intervienen varios factores en el diseño, cuando quiere evaluarse el impacto de aumentar o disminuir el número de términos del modelo.

La **Std. Dev.** La desviación estándar obtenida fue de 0.0539 este valor nos indica una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio (mean) de la variable respuesta.

C.V. (Coeficiente de variación). El C.V. obtenido fue 1.39%, este coeficiente nos mide la variabilidad no explicada del modelo o residual de los datos como un porcentaje de la media de la variable respuesta.

La **PRESS** (Predicted Residual Sum of Squares – Suma de cuadrados del error de predicción), es una medida del ajuste o adecuación con que es posible que el modelo

del experimento presidirá las respuestas en un nuevo experimento (son deseables valores pequeños de PRESS) este valor fue de 0.0589.

El **Pred R-Squared** (R^2 previsto), es una medida de la porción de la variabilidad en una “futura” experiencia, en todo semejante a esta, explicada por el modelo obtenido, para el problema tratado aquí es 0.5841, el cual no es irrazonable, considerando que el modelo explica el 91.78% de la variabilidad del experimento.

La **Adeq Precisión** (Predicción adecuada) se calcula dividiendo la diferencia entre la respuesta predicha máxima y la respuesta predicha mínima por la desviación estándar promedio de todas las respuestas predichas. Un coeficiente mayor de 4 es deseable por lo tanto la relación de 10.195 indica una señal adecuada.

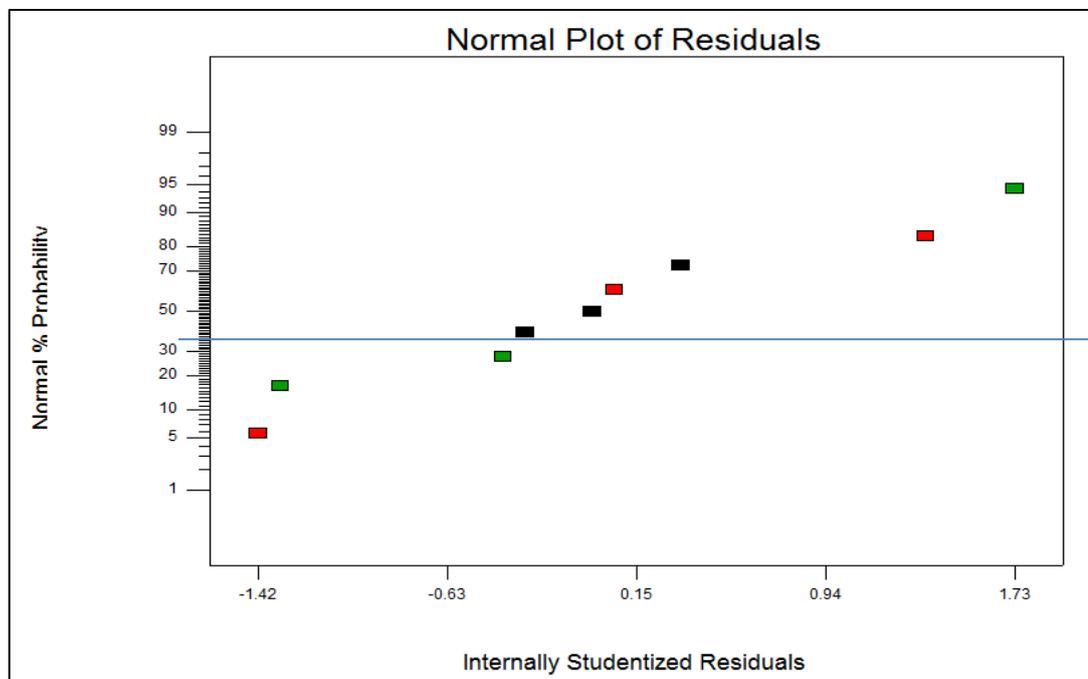


Figura 4.21.- *Normal Plot of Residuals – Variable de proteína*

En la **Figura 4.21** nos permite observar el comportamiento del residual de error de tratamientos.

A 40°C apreciamos que la probabilidad promedio es de 53%

A 50°C apreciamos una probabilidad promedio de 50% y a

60°C apreciamos una probabilidad promedio de 46%, esto nos indica que el tratamiento a 40°C sometiendo el raquis de banano acondicionado con ácido la proteína se degrada más que a temperaturas de 60°C siendo a esta temperatura la ideal para conservar la proteína contenida en el raquis de banano.

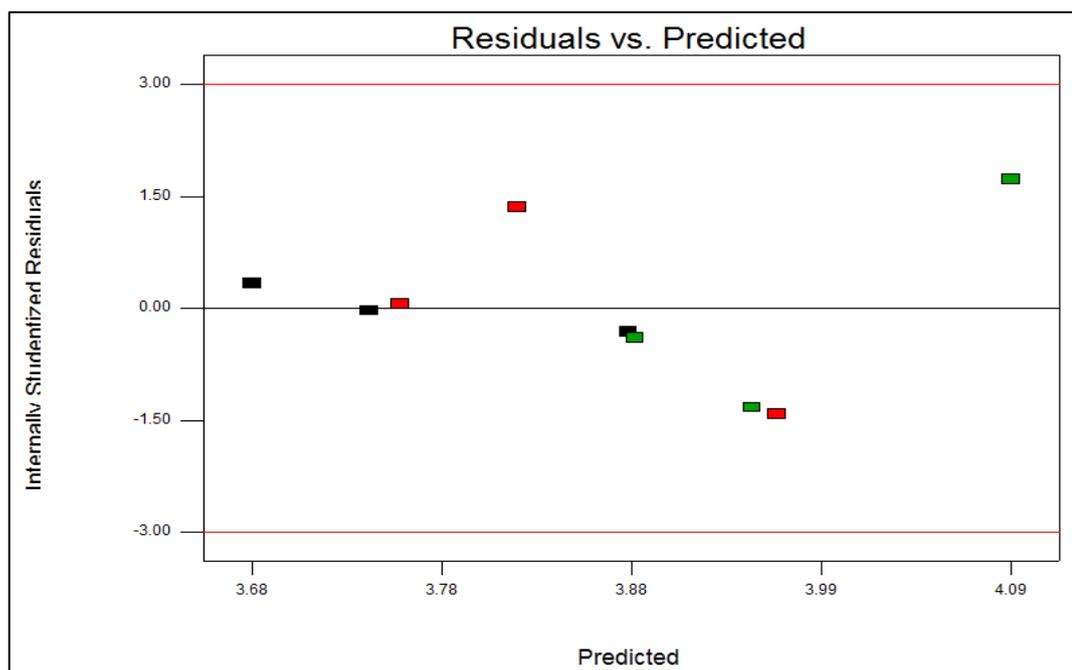


Figura 4.22.- Residual vs Predicted – Variable de variable proteína.

En la **Figura 4.22**, se observa el residual estandarizado frente al valor predicho, el cual se obtiene a partir de la fórmula de optimización ya obtenida en páginas arriba. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual y los valores predichos y actuales no son iguales generando un valor positivo o negativo, si solo si los valores residuales fueras iguales a cero todos los puntos se apreciarían sobre la línea $Y=0$.

Durante la ejecución de los tratamientos apreciamos que:

En el primer tratamiento a 40°C la interacción de resultados en relación a la línea $Y=0$ sus valores son más próximos a la línea con valores predichos entre 3.67 y 3.88 y con valores actuales entre -0.031 y 0.34.

En el segundo tratamiento a 5°C la interacción de valores en relación a la línea $Y=0$ los valores predichos se centran entre valores 3.758 y 3.961 y con valores actuales entre -1.42 y 1.3.

El tercer tratamiento a 60°C los resultados predichos se centran entre valores 3.88 y 4.08 y con valores actuales centrados entre -0.40 y 1.73.

Siendo el tratamiento a 40°C el que más se aproxima a $Y=0$.

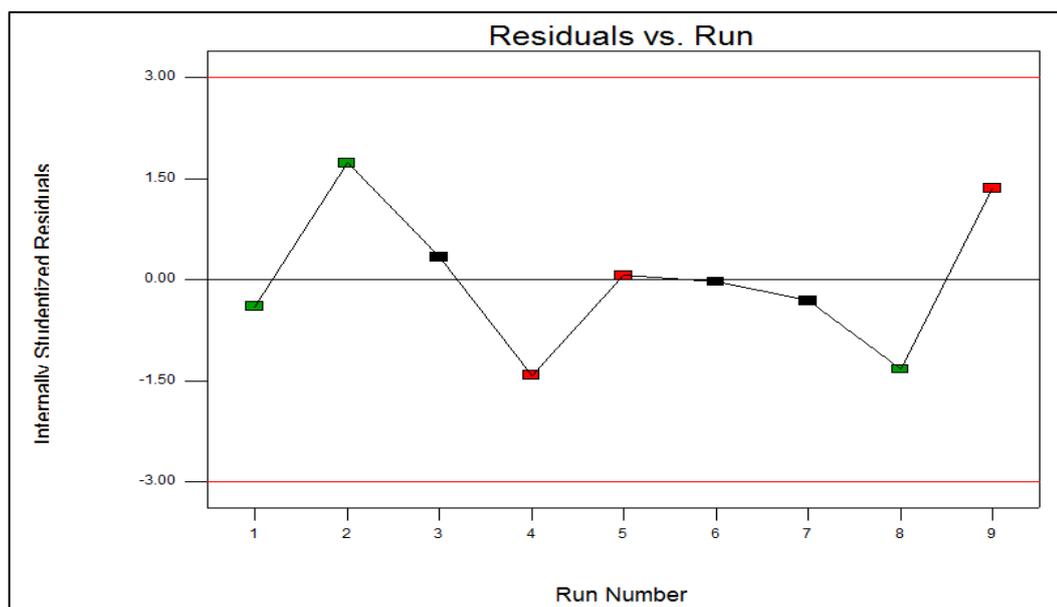


Figura 4.23.- Residual vs Run – Variable de proteína.

En la **Figura 4.23**, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 9 corridas (run). De los valores obtenidos identificamos que las corridas (run) 5 del tratamiento a 50°C y (run) 6 del tratamiento a 40°C con valores de 0.061 y -0.031 respectivamente son los más próximos a $Y=0$. Así mismo muy cerca a $Y=0$ tenemos las corridas 3 y 7 del tratamiento sometido a 40°C, más alejados de $Y=0$ tenemos las corridas 1, 2, 4, 8 y 9.

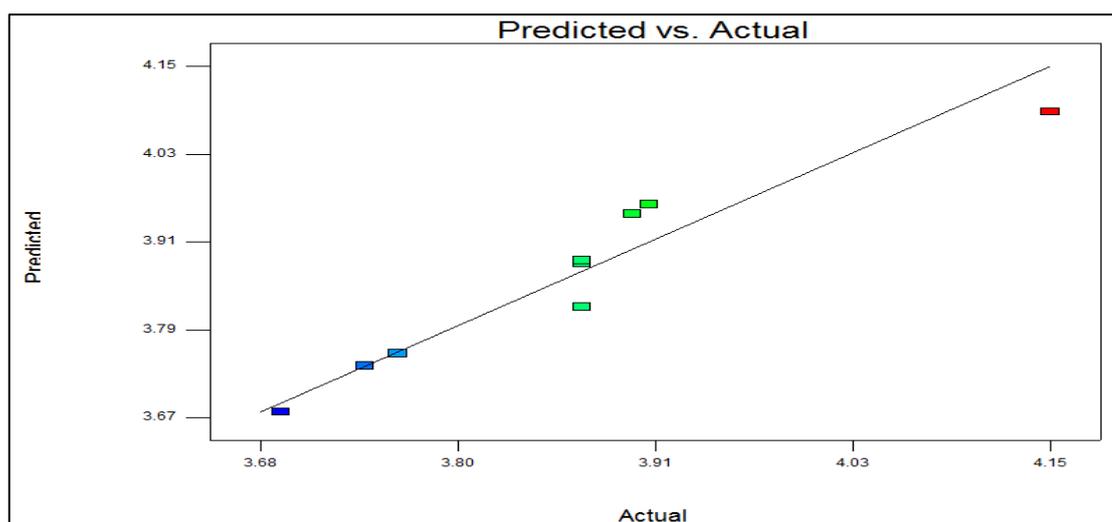


Figura 4.24.- Predicted vs Actual – Variable de proteína.

En la **Figura 4.24** visualizamos como los valores predichos y los actuales se aproximan lo más posible por ello se encuentran en la posición data.

Pruebas post anova (Tukey y Duncan) para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 4.13.- Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura.

TEMPERATURA		N	Subconjunto	
			1	2
Tukey B ^{a,b,c}	40°C	3	3.7667	
	50°C	3	3.8467	3.8467
	60°C	3		3.9733
Duncan ^{a,b,c}	40°C	3	3.7667	
	50°C	3	3.8467	
	60°C	3		3.9733
	Sig.		.144	1.000

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.13** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan la proteína de la harina de raquis de banano es adecuada a una temperatura de 60°C.

Tabla 4.14.- Test de Tukey y Duncan para el factor Concentración Ac. Cítrico.

CONCENTRACIÓN AC. CÍTRICO		N	Subconjunto	
			1	2
Tukey B ^{a,b,c}	3 g/L	3	3.7733	
	2 g/L	3	3.8367	
	1 g/L	3		3.9767
Duncan ^{a,b,c}	3 g/L	3	3.7733	
	2 g/L	3	3.8367	
	1 g/L	3		3.9767
	Sig.		.224	1.000

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.14** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan la proteína de la harina de raquis de banano es adecuada a una concentración de Ac. Cítrico de 1 g/L.

4.1.4.1.3. Variable Color

El color de la harina de trigo, es muy importante para mantener una apariencia agradable ante los consumidores, por tal motivo se ha considerado importante para esta investigación.

4.1.4.1.3.1. Análisis estadístico de variable color

Response	3	Color			
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	0.0008444	4	0.0002111	19	0.0072 significant
A-Temperatura	2.222E-05	2	1.111E-05	1	0.4444
B-Concentración Ac Cítrico	8.22E-04	2	4.11E-04	37	0.0026
Residual	4.444E-05	4	1.111E-05		
Cor Total	0.0008889	8			

Figura 4.25.- ANOVA con respecto a la variable de color.

En la **Figura 4.25** se observa que el modelo tiene un valor F de 19.00 lo que implica que el modelo es significativo, ya que $p = 0.0072 < 0.05$, donde solo hay una posibilidad 0,72% de que un "modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Por lo tanto, cuando los valores de "p" son menores de 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso B (Concentración Ac. Cítrico) es el término del modelo significativo. Por otro lado, los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. En consecuencia, si hay muchos términos en el modelo que son insignificante (sin contar los que permiten la jerarquía), se puede hacer una reducción de modelos y puede mejorar su modelo.

Std. Dev.	0.0033333	R-Squared	0.95
Mean	5.7688889	Adj R-Squat	0.9
C.V. %	0.0577812	Pred R-Squæ	0.746875
PRESS	0.000225	Adeq Precisi	10.733126

Figura 4.26.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable de color

En la **Figura 4.26** se observa que el "Pred R²" es 0.7469 el cual es razonablemente de acuerdo con el "Adj R-Squared" de 0.9000. Además "Adeq precisión" mide la relación señal a ruido, donde una mayor proporción de 4 es deseable, en este caso la proporción es de 10.733 el cual indica una señal adecuada.

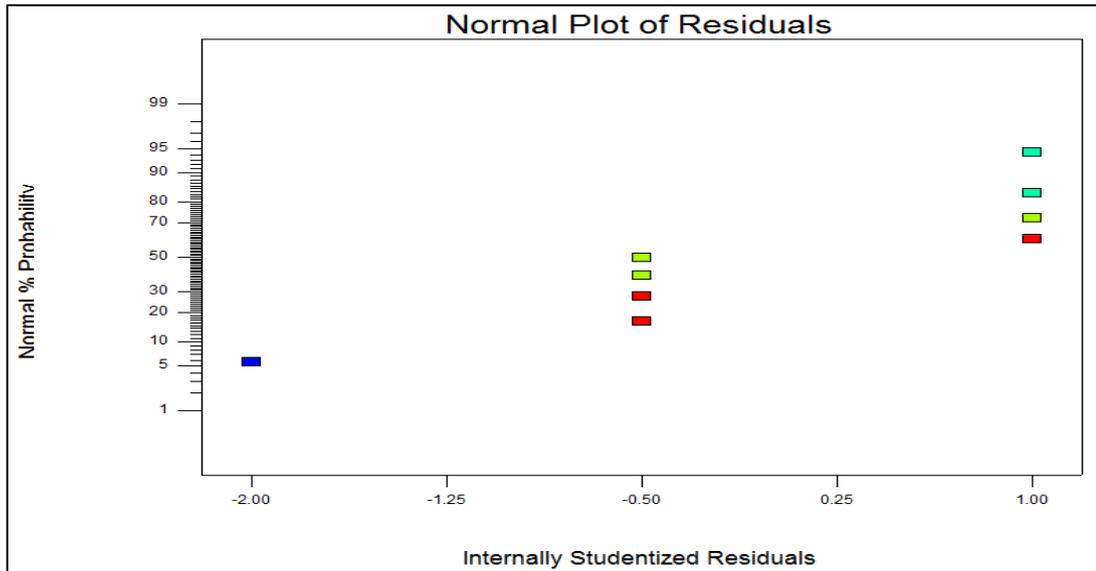


Figura 4.27.- Normal Plot of Residuals – Variable de Color.

En la **Figura 4.27** nos permite analizar la normalidad de los errores, una de las presuposiciones es de la ANOVA; si los puntos se desvían de la línea, entonces es posible que los errores no se distribuyan normalmente, la finalidad es buscar los puntos que estén lo más próximo a la línea de la normal.

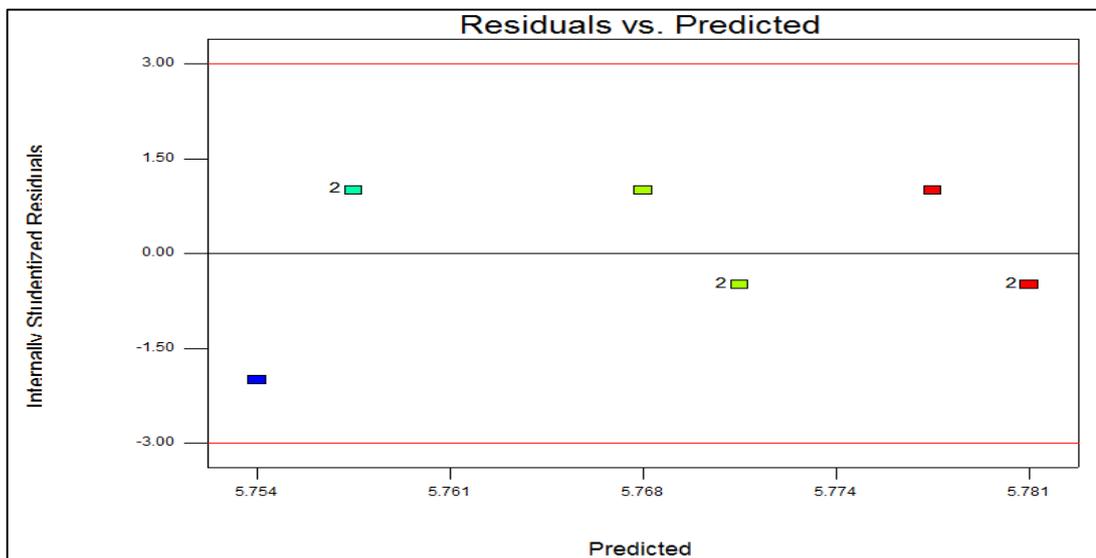


Figura 4.28.- Residual vs Predicted – Variable de variable color.

En la **Figura 4.28**, se observa el residual estandarizado frente al valor predicho, el cual se obtiene a partir de la fórmula de optimización ya obtenida en páginas arriba. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) mayor que el valor predicho (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Además, los valores que se

alejan del valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores predichos y actuales no son iguales generado un valor positivo o negativo, si solo si los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos se apreciarían sobre la línea $Y = 0$.

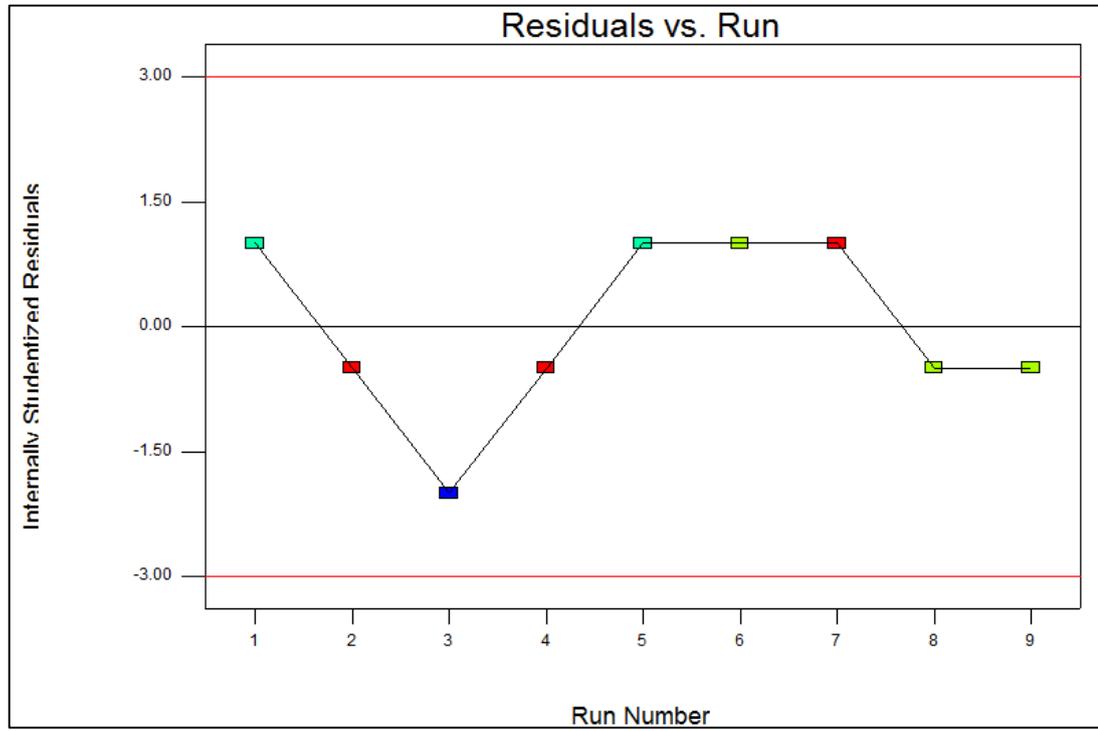


Figura 4.29.- *Residual vs Run – Variable de color.*

En la **Figura 4.29**, observamos podemos identificar que las corridas (run) que presentan un valor residual por encima (1, 5, 6 y 7 valor actual > valor predicho), por debajo (2, 3,4,8,9) valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$., siendo los ubicados en la parte debajo los más cercanos a Y .

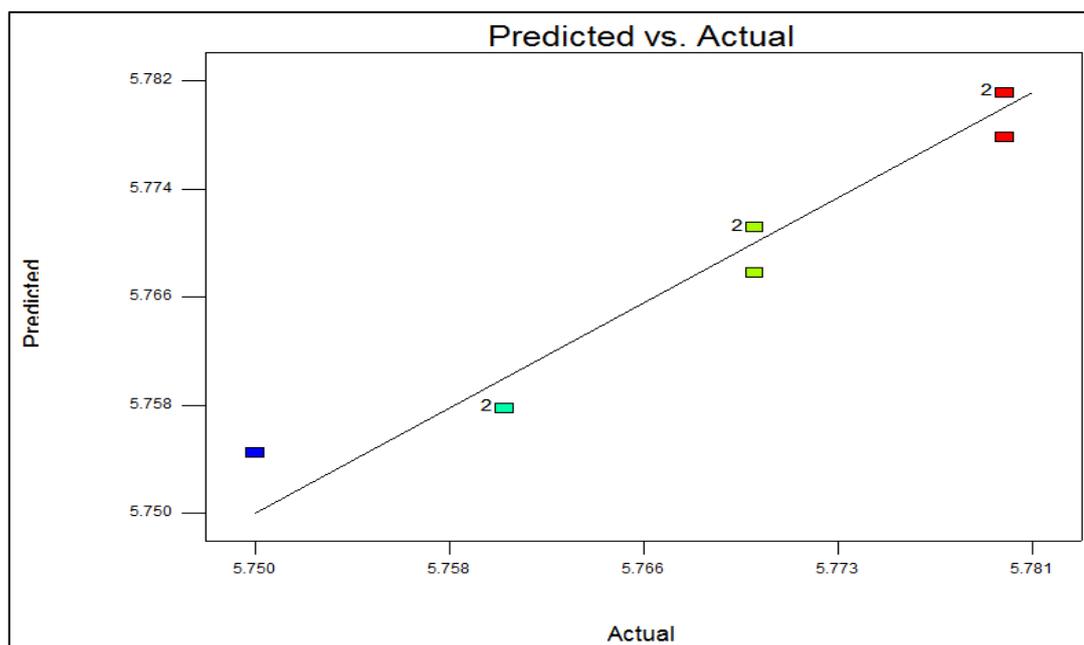


Figura 4.30.- Predicted vs Actual – Variable de color.

En la **Figura 4.30** visualizamos como los valores predichos y los actuales en su mayoría se aproximan a Y, por ello se encuentran en la posición dada.

Pruebas post anova (Tukey y Duncan) para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 4.15

Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura.

TEMPERATURA		N	Subconjunto
			1
Tukey B ^{a,b,c}	60°C	3	5.7633
	40°C	3	5.7667
	50°C	3	5.7700
Duncan ^{a,b,c}	60°C	3	5.7633
	40°C	3	5.7667
	50°C	3	5.7700
	Sig.		.380

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.15** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan el color de la harina de raquis de banano es más claro a una temperatura de 60°C.

Tabla 4.16

Test de Tukey y Duncan para el factor Concentración Ac. Cítrico.

CONCENTRACIÓN AC. CÍTRICO		N	Subconjunto 1
Tukey B ^{a,b,c}	3 g/L	3	5.7567
	2 g/L	3	5.7700
	1 g/L	3	5.7733
Duncan ^{a,b,c}	3 g/L	3	5.7567
	2 g/L	3	5.7700
	1 g/L	3	5.7733
	Sig.		.071

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.16** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan el color de la harina del raquis de banano es más claro a una concentración de Ac. Cítrico de 3 g/L.

4.1.5. Acondicionamiento de la materia prima con ácido ascórbico

El ácido ascórbico $C_6H_8O_6$ se utilizó como un conservante para evitar el pardeamiento acelerado del raquis de banano.

4.1.5.1. Variable acidez

Tabla 4.20

Matriz para tratamientos de variables en ácido ascórbico

Sdt	Run	Block	Factor 1 A: Temperatura °C	Factor 2 B: Concentración Ac. Ascórbico g/L	Response 1 Proteínas %	Response 2 Acidez %	Response 3 Color dE
3	1	Block1	60	1	4.1	3.32	5.76
8	2	Block1	50	3	3.81	3.68	5.76
4	3	Block1	40	2	3.69	3.95	5.76
1	4	Block1	40	1	3.8	4	5.78
6	5	Block1	60	2	3.98	3.52	5.73
2	6	Block1	50	1	3.91	3.84	5.77
7	7	Block1	40	3	3.63	3.87	5.78
5	8	Block1	50	2	3.8	3.79	5.75
9	9	Block1	60	3	3.94	3.06	5.75

Fuente: Desing Expert 7.0

Response	2	Acidez			
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]					
	Sum of		Mean	F	p-value
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F
Model	0.7410667		4 0.1852667	15.857347	0.0101 significant
A-Temperatura	0.6594		2 0.3297	28.219686	0.0044
B-Consentracion Ac Ascort	8.17E-02		2 4.08E-02	3.4950071	0.1325
Residual	0.0467333		4 0.0116833		
Cor Total	0.7878		8		

Figura 4.31.- ANOVA con respecto a la variable acidez – Cons. Ac. Ascórbico

En la **Figura 4.31**, se muestra el Anova con respecto a la variable acidez con concentración de Ac. Ascórbico a diversas temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, donde el modelo tiene un valor de F de 15,86 el cual implica que el modelo es significativo, ya que $p = 0.0101 < 0.05$, donde solo hay una probabilidad de 1,01% "Modelo F-Valor" este podría ocurrir debido al error. Por lo tanto, cuando los valores de "p" son menores de 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso A (Temperatura) es el término del modelo el cual es significativo. Por otro lado, los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. En consecuencia, si hay muchos términos en el modelo que son insignificantes (sin contar los que permiten la jerarquía), se haría una reducción de modelos y puede mejorar su modelo.

Std. Dev.	0.1080895	R-Squared	0.9406787
Mean	3.67	Adj R-Square	0.8813574
C.V. %	2.9452171	Pred R-Square	0.6996858
PRESS	0.2365875	Adeq Precisi	10.633219

Figura 4.32.- Resumen ANOVA variable acidez. Acondicionado con Ac. Ascórbico.

En la **Figura 4.32** se observa que el "Pred R²" es 0.9407 el cual es razonablemente de acuerdo con el "Adj R-Squared" de 0.8814. Además, el "Adeq precisión" mide la relación señal a ruido, donde una mayor proporción de 4 es deseable y en este caso la proporción es de 10.633 el cual indica una señal adecuada.

El **R-Squared** (R²) se interpreta en términos generales como la proporción de la variabilidad en los datos "explicada" por el modelo del análisis de varianza. Por lo tanto, en los datos para probar la aceptabilidad de la harina, el factor explica cerca el 94.07% de la variabilidad de a aceptabilidad del raquis de banano. Evidentemente se debe tener $0 < R^2 \leq 1$, siendo más deseables los valores más grandes.

El **Adj. R-Squared** (R^2 Ajustada) es una variable estadística R^2 común que relaja el número de factores presentes en el modelo. Puede ser un estadístico útil en experimentos más complejos en los que intervienen varios factores en el diseño, cuando quiere evaluarse el impacto de aumentar o disminuir el número de términos del modelo.

La **Std. Dev.** (Desviación estándar) es la raíz cuadrada del cuadrado medio del error y C.V. es el coeficiente de variación, que mide la variabilidad no explicada del modelo o residual de los datos como un porcentaje de la media (mean) de la variable respuesta.

La **Std. Dev.** La desviación estándar obtenida fue de 0.108 este valor nos indica una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio (mean) de la variable respuesta.

C.V. (Coeficiente de variación). El C.V. obtenido fue 2.94%, este coeficiente nos mide la variabilidad no explicada del modelo o residual de los datos como un porcentaje de la media de la variable respuesta

La **PRESS** (Predicted Residual Sum of Squares – Suma de cuadrados del error de predicción), y es una medida del ajuste o adecuación con que es posible que el modelo del experimento presidirá las respuestas en un nuevo experimento (son deseables valores pequeños de PRESS).

El **Pred R-Squared** (R^2 previsto), es una medida de la porción de la variabilidad en una “futura” experiencia, en todo semejante a esta, explicada por el modelo obtenido, para el problema tratado aquí es 0.6997, el cual no es irrazonable, considerando que el modelo explica el 94% de la variabilidad del experimento.

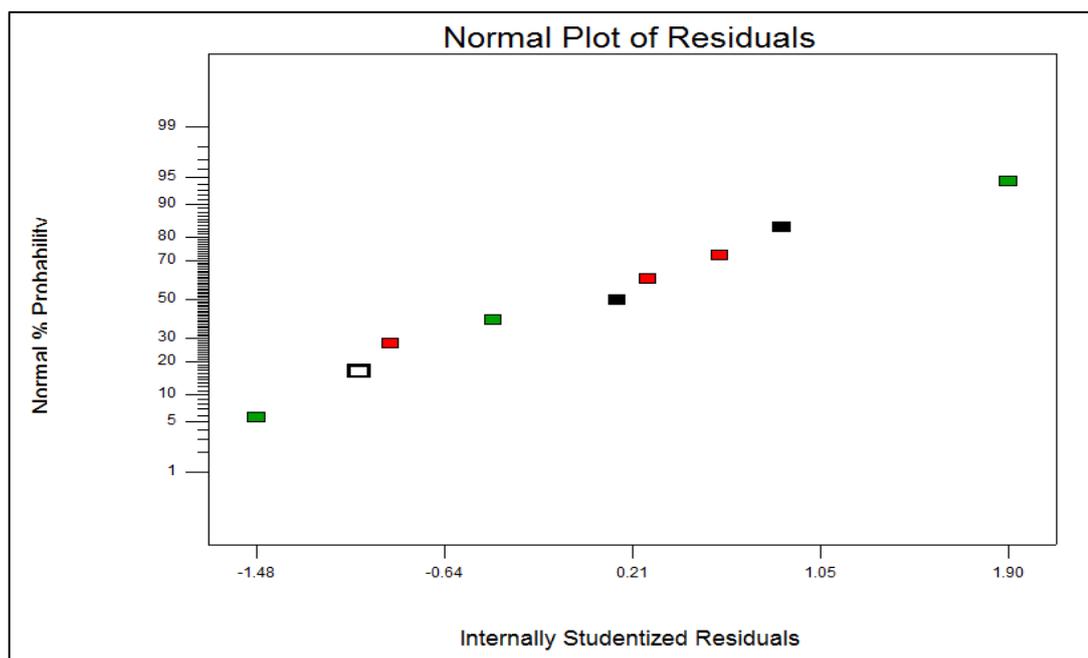


Figura 4.33.- *Normal Plot of Residuals – Variable Acidez*

En la **Figura 4.33** nos permite analizar la normalidad de los errores, una de las presuposiciones es de la ANOVA; si los puntos se desvían de la línea, entonces es posible que los errores no se distribuyan normalmente, la finalidad es buscar los puntos que estén lo más próximo a la línea de la normal. A una temperatura de 40°C tenemos un promedio de probabilidad de 53%, a una temperatura de 50°C tenemos un promedio de probabilidad de 50% y a 60°C tenemos una probabilidad de 46%.

El comportamiento de los tratamientos a 40, 50 y 60 de temperatura y acondicionada con ácido ascórbico, sucede lo inverso cuando acondicionamos el raquis de banano con ácido cítrico.

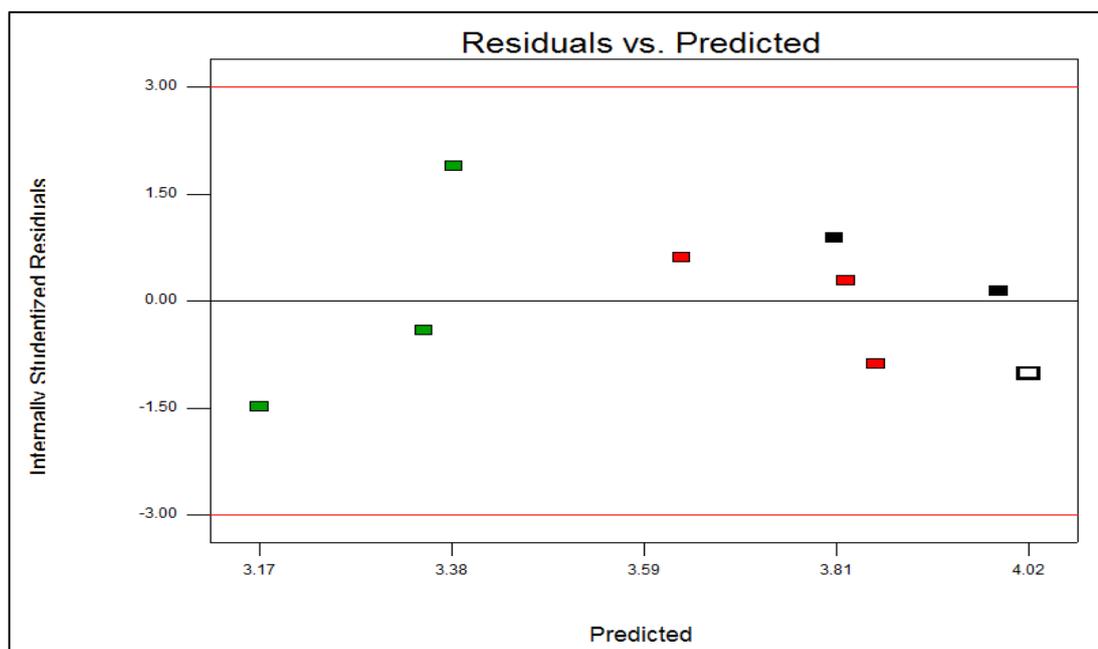


Figura 4.34.- *Residual vs Predicted – Variable de acidez.*

En la **Figura 4.34**, se presenta el residual estandarizado frente al valor predicho, el cual se obtiene a partir de la fórmula de optimización ya obtenida en páginas arriba. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual y los valores predichos y actuales no son iguales generando un valor positivo o negativo, si solo los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos se apreciarían sobre la línea $Y=0$.

En los tratamientos apreciamos que: En el primer tratamiento a 40°C y 50°C la interacción de resultados es casi similar en los valores actuales ubicándose entre -1 y 1.8 y los valores predichos 3.8 y 4, en el tratamiento a 60°C los valores están más dispersos, obteniendo valores predichos entre 3.3 y 3.8 y valores actuales entre -0.8 y 0.6.

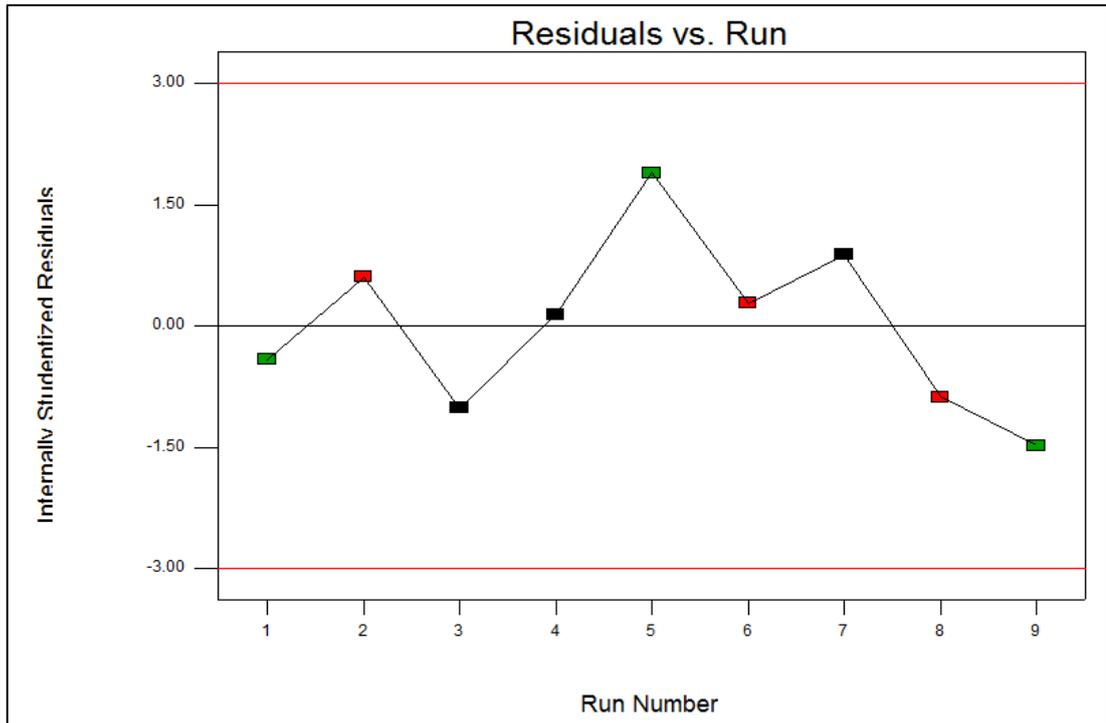


Figura 4.35.- *Residual vs Run – Variable de acidez.*

En la **Figura 4.35**, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 9 corridas (run) observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y predichos porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Además, podemos identificar que las corridas (run) que presentan un valor residual por encima (2, 4, 5, 6, 7 valor actual > valor predicho) o debajo (1, 3, 8, 9 valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$, solo el run 4 (valor actual cercano a valor predicho) se aproximan al valor $Y = 0$.

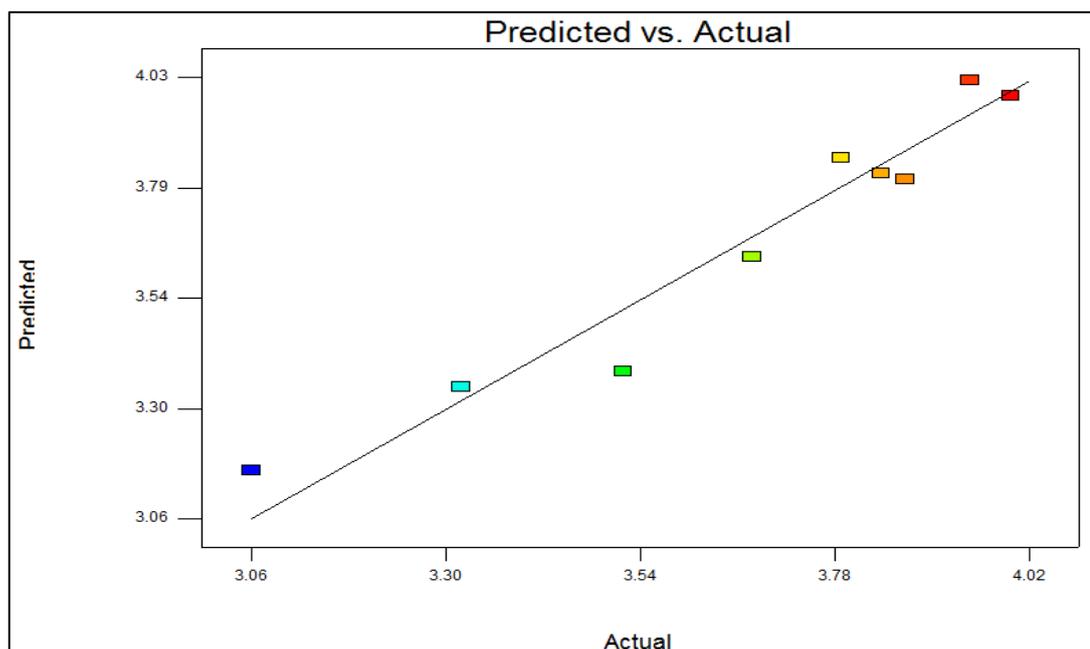


Figura 4.36.- Predicted vs Actual – Variable de acidez.

En la **Figura 4.36**, visualizamos como los valores predichos y los actuales se aproximan lo más posible por ello se encuentran en la posición dada.

Pruebas post anova (Tukey y Duncan) para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 4.21

Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura.

TEMPERATURA		N	Subconjunto	
			1	2
DHS de Tukey ^{a,b,c}	60°C	3	3.3000	
	50°C	3		3.7700
	40°C	3		3.9400
	Sig.		1.000	.246
Duncan ^{a,b,c}	60°C	3	3.3000	
	50°C	3		3.7700
	40°C	3		3.9400
	Sig.		1.000	.126

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.21** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan la acidez de la harina de raquis de banano es menor a una temperatura de 40°C.

Tabla 4.22*Test de Tukey y Duncan para el factor Concentración Ac. Ascórbico.*

CONCENTRACIÓN AC. ASCÓRBICO		N	Subconjunto 1
DHS de Tukey ^{a,b,c}	3 g/L	3	3.5367
	1 g/L	3	3.7200
	2 g/L	3	3.7533
	Sig.		.142
Duncan ^{a,b,c}	3 g/L	3	3.5367
	1 g/L	3	3.7200
	2 g/L	3	3.7533
	Sig.		.074

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.22** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan la acidez de la harina del raquis de banano es menor a una concentración de Ac. Ascórbico de 2 g/L.

4.1.5.2. Variable Proteína

Las proteínas de la harina de trigo, específicamente las proteínas del gluten le confieren a la masa una funcionalidad única que la diferencia del resto de las harinas de otros cereales, la masa de harina de trigo se comporta desde el punto de vista reológico como un fluido viscoelástico, esta propiedad hace que la masa sea elástica y extensible.

4.1.5.2.1. Análisis estadístico del comportamiento de variable proteína A diferentes concentraciones de ácido ascórbico y a diferentes temperaturas.

Response	1	Proteínas				
ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]						
	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	0.1698444	4	0.0424611	92.084337	0.0003 significant	
A-Temperatura	0.1355556	2	0.0677778	146.98795	0.0002	
B-Consentracion Ac Ascor	3.43E-02	2	1.71E-02	37.180723	0.0026	
Residual	0.0018444	4	0.0004611			
Cor Total	0.1716889	8				

Figura 4.37.- ANOVA con respecto a la variable de proteína.

En la **Figura 4.37**, se muestra la suma de cuadrados del modelo donde el valor de F es

de 92,08 lo que implica que el modelo es significativo, ya que $p = 0.0003 < 0.05$. Por lo tanto, cuando los valores de "p" son menores de 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso A (Temperatura) y B (Concentración Ac. Ascórbico) son los términos del modelo los cuales son significativos. Por otro lado, los valores que son superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

Std. Dev.	0.0214735	R-Squared	0.98925705
Mean	3.85111111	Adj R-Square	0.97851411
C.V. %	0.55759227	Pred R-Square	0.94561384
PRESS	0.0093375	Adeq Precisi	27.6989844

Figura 4.38.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable de Proteína

En la **Figura 4.38** se observa que el "Pred R²" es 0.9456 el cual es razonablemente de acuerdo con el "Adj R-Squared" de 0.9785. El "Adeq precisión" mide la relación señal a ruido, donde una mayor proporción de 4 es deseable, en este caso la proporción es de 27.699 lo que indica una señal adecuada.

R-Squared (R²), Coeficiente de determinación, es un dato estadístico usado en el contexto de un modelo estadístico, su principal propósito es predecir futuros resultados, la cual para nuestra evolución se obtiene R² de 91.78% de viabilidad de adaptabilidad de la harina de raquis de banano.

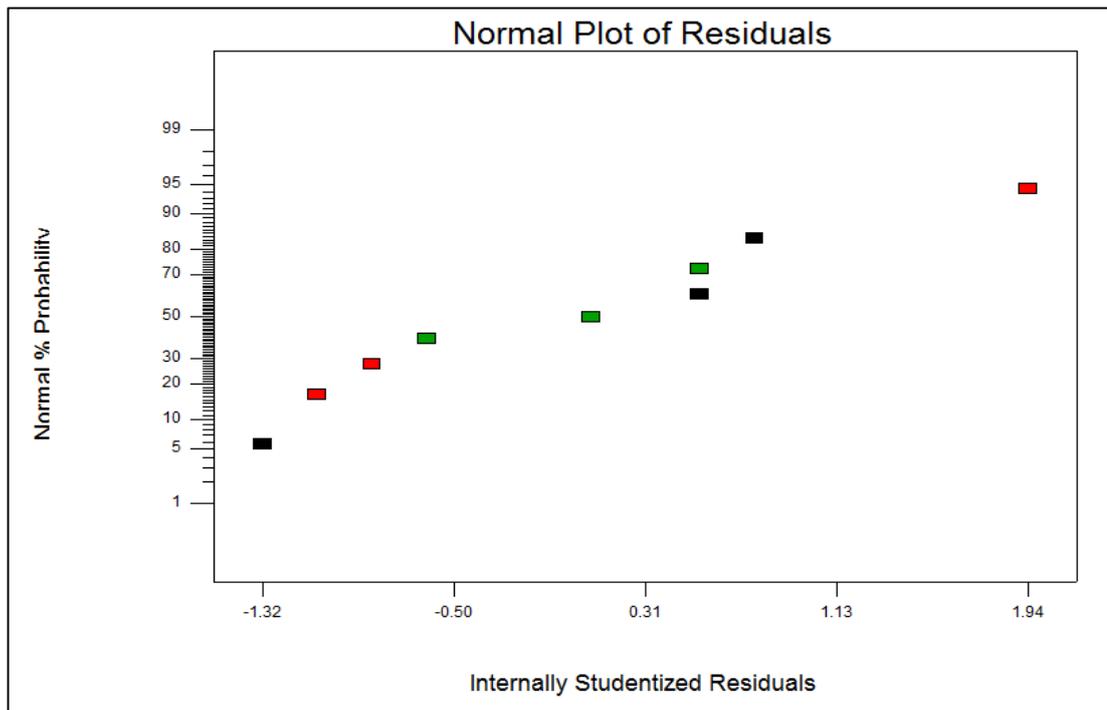
En cuanto al **Adj. R-Squared** (R² Ajustado) obtenemos un 0.9785 refleja el número de factores presentes en el modelo. Puede ser un estadístico útil en experimentos más complejos en los que intervienen varios factores en el diseño, cuando quiere evaluarse el impacto de aumentar o disminuir el número de términos del modelo.

La **Std. Dev.** La desviación estándar obtenida fue de 0.0214 este valor nos indica una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio (mean) de la variable respuesta.

C.V. (Coeficiente de variación). El C.V. obtenido fue 55.75%, este coeficiente nos mide la variabilidad no explicada del modelo o residual de los datos como un porcentaje de la media de la variable respuesta.

La **PRESS** (Predicted Residual Sum of Squares – Suma de cuadrados del error de predicción), es una medida del ajuste o adecuación con que es posible que el modelo del experimento presidirá las respuestas en un nuevo experimento (son deseables valores pequeños de PRESS) este valor fue de 0.009.

Figura 4.39.- *Normal Plot of Residuals – Variable de proteína*



En la **Figura 4.39** nos permite analizar la normalidad de los errores, una de las presuposiciones es de la ANOVA; si los puntos se desvían de la línea, entonces es posible que los errores no se distribuyan normalmente, la finalidad es buscar los puntos que estén lo más próximo a la línea de la normal.

Para un tratamiento de 40°C tenemos un valor promedio de 35% de probabilidad, para una temperatura de 50°C tenemos un valor promedio de 49% de probabilidad y para una temperatura de 60°C tenemos una temperatura promedio de 64% de probabilidad.

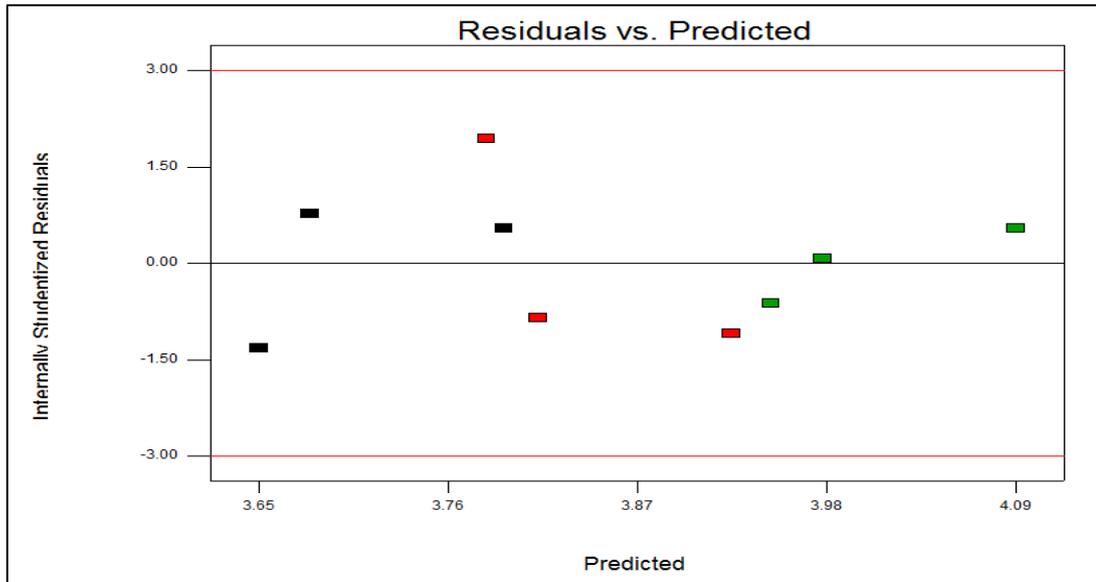


Figura 4.40.- *Residual vs Predicted – Variable de variable proteína.*

En la **Figura 4.40**, se presenta el residual estandarizado frente al valor predicho, el cual se obtiene a partir de la fórmula de optimización ya obtenida en páginas arriba. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual y los valores predichos y actuales no son iguales generado un valor positivo o negativo, si solo si los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos se apreciarían sobre la línea $Y = 0$. En este grafico los tratamientos presentan valores dispersos a la línea $Y=0$, solo en el tratamiento a 60°C el run 5 se acerca a “Y” con un valor residual de 0.078 y un valor actual de 3.9.

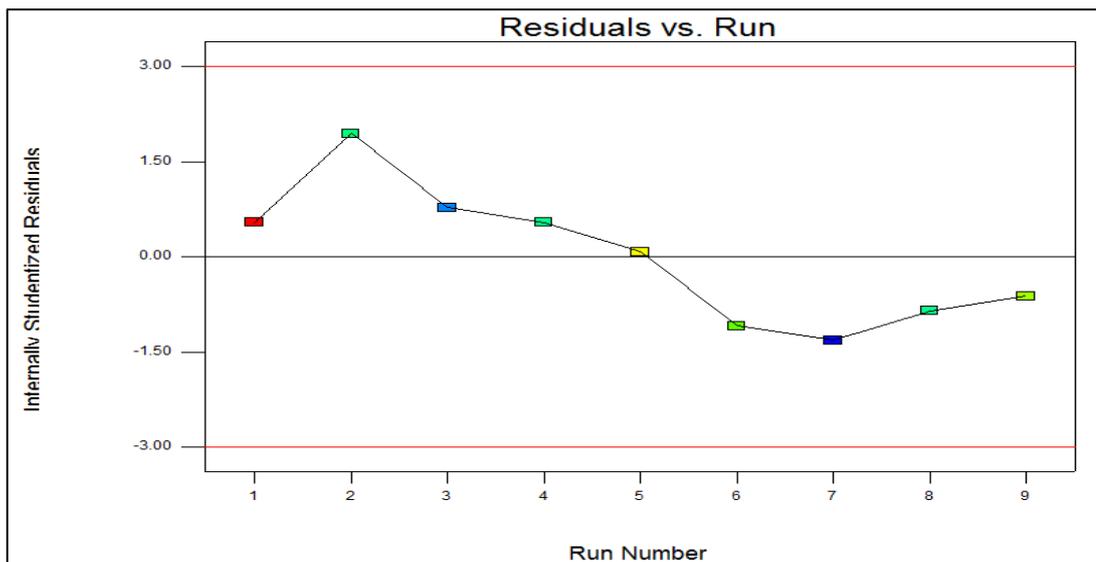


Figura 4.41.- *Residual vs Run – Variable de proteína.*

En la **Figura 4.41**, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor

obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 9 corridas (run) observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y predichos porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Además, podemos identificar que las corridas (run) que presentan un valor residual por encima (1, 2, 3, 4, 5 valor actual > valor predicho), por debajo (6, 7, 8, 9 valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$, y solo el run 5 (valor actual cercano a valor predicho) se aproximan al valor $Y = 0$.

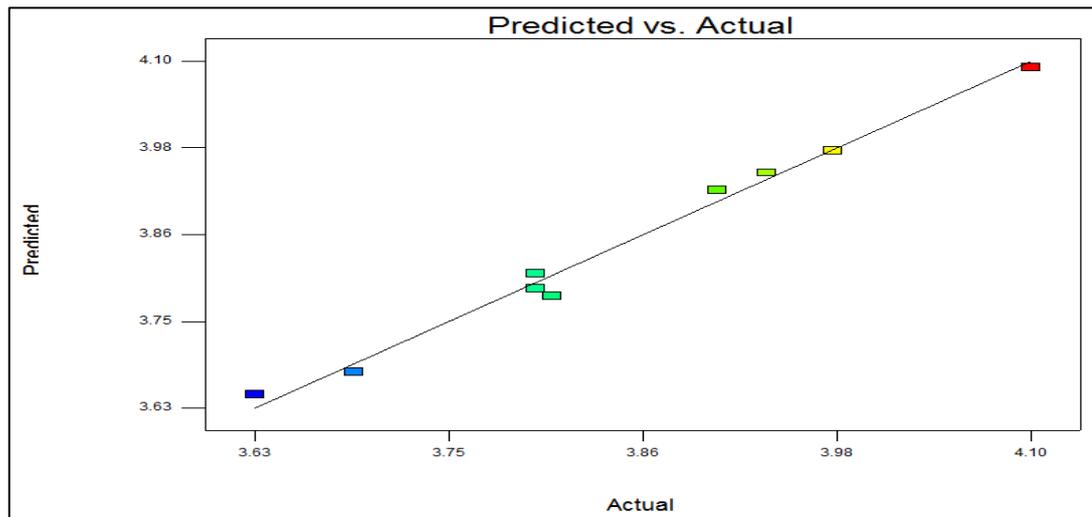


Figura 4.42.- Predicted vs Actual – Variable de proteína.

En la **Figura 4.42**, visualizamos como los valores predichos y los actuales se aproximan lo más posible por ello se encuentran en la posición dada.

Pruebas post anova (Tukey y Duncan) para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 4.23

Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura.

TEMPERATURA		N	Subconjunto		
			1	2	3
DHS de Tukey ^{a,b,c}	40°C	3	3.7067		
	50°C	3		3.8400	
	60°C	3			4.0067
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Duncan ^{a,b,c}	40°C	3	3.7067		
	50°C	3		3.8400	
	60°C	3			4.0067
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.23** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan la proteína de la harina de raquis de banano es mayor a una temperatura de 60°C.

Tabla 4.24*Test de Tukey y Duncan para el factor Concentración Ac. Ascórbico.*

CONCENTRACIÓN AC. ASCÓRBICO		N	Subconjunto	
			1	2
DHS de Tukey ^{a,b,c}	3 g/L	3	3.7933	
	2 g/L	3	3.8233	
	1 g/L	3		3.9367
	Sig.		.308	1.000
Duncan ^{a,b,c}	3 g/L	3	3.7933	
	2 g/L	3	3.8233	
	1 g/L	3		3.9367
	Sig.		.162	1.000

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.24** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan la proteína de la harina del raquis de banano es mayor a una concentración de Ac. Ascórbico de 1 g/L.

4.1.5.3. Variable Color

El color de la harina de trigo, es muy importante para mantener una apariencia agradable ante los consumidores, por tal motivo se ha considerado importante para esta investigación.

4.1.5.3.1. Análisis estadístico del comportamiento de la variable color, a diferentes temperaturas y concentración de ácido ascórbico utilizado para conservar su color original.

Response	3	Color			
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]					
	Sum of	Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F
Model	0.0019333	4	0.0004833	29	0.0033 significant
A-Temperatura	0.0010667	2	0.0005333	32	0.0035
B-Consentracion Ac Ascorf	8.67E-04	2	4.33E-04	26	0.0051
Residual	6.667E-05	4	1.667E-05		
Cor Total	0.002	8			

Figura 4.43.- ANOVA con respecto a la variable de color.

En la **Figura 4.43** se observa que el modelo tiene un valor F de 29,00 lo que implica que el modelo es significativo, dado que el valor de $p = 0.0033 < 0.05$, donde solo hay la oportunidad de que un 0,33% el "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido

al ruido. Por lo tanto, cuando los valores de "p" son menores de 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso A (Temperatura) y B (Concentración Ac. Ascórbico) son los términos del modelo que son significativos. Por otro lado, cuando los valores son superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

Std. Dev.	0.00408248	R-Squared	0.96666667
Mean	5.76	Adj R-Square	0.93333333
C.V. %	0.07087644	Pred R-Square	0.83125
PRESS	0.0003375	Adeq Precisi	16.4316767

Figura 4.44.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la variable de color.

En la **Figura 4.44** se observa que el "Pred R²" es 0.8313 es razonablemente de acuerdo con el "Adj R-Squared" de 0.9333. El "Adeq precisión" mide la relación señal a ruido, donde una mayor proporción de 4 es deseable, en este caso la proporción es de 16.432 lo que indica una señal adecuada.

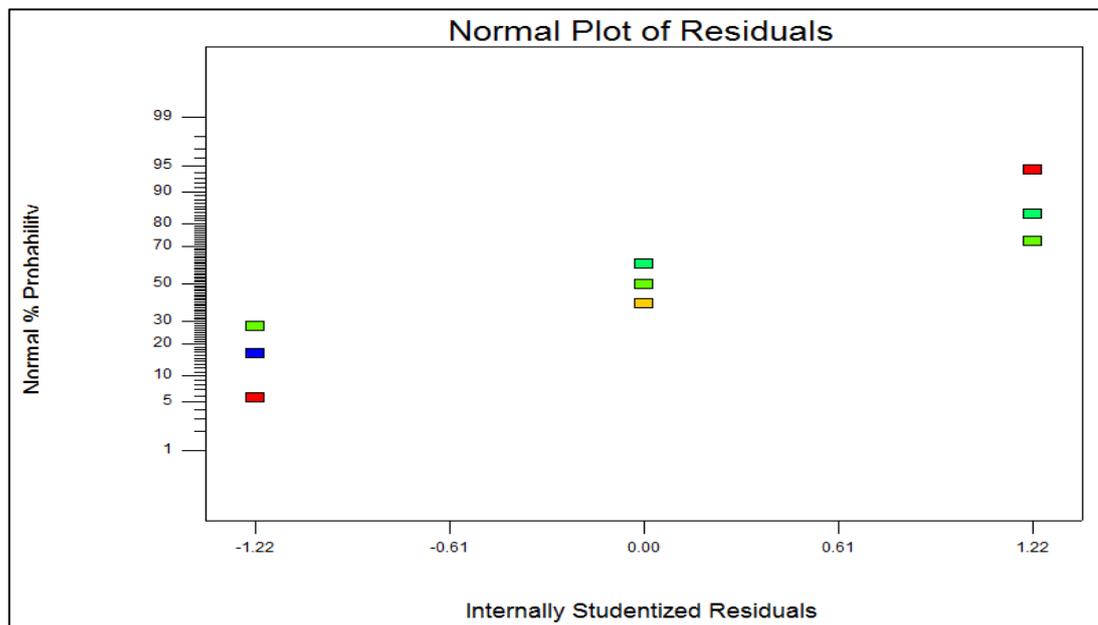


Figura 4.45.- Normal Plot of Residuals – Variable de Color.

En la **Figura 4.45** nos permite analizar la normalidad de los errores, una de las presuposiciones es de la ANOVA; si los puntos se desvían de la línea, entonces es posible que los errores no se distribuyan normalmente, la finalidad es buscar los puntos que estén lo más próximo a la línea de la normal.

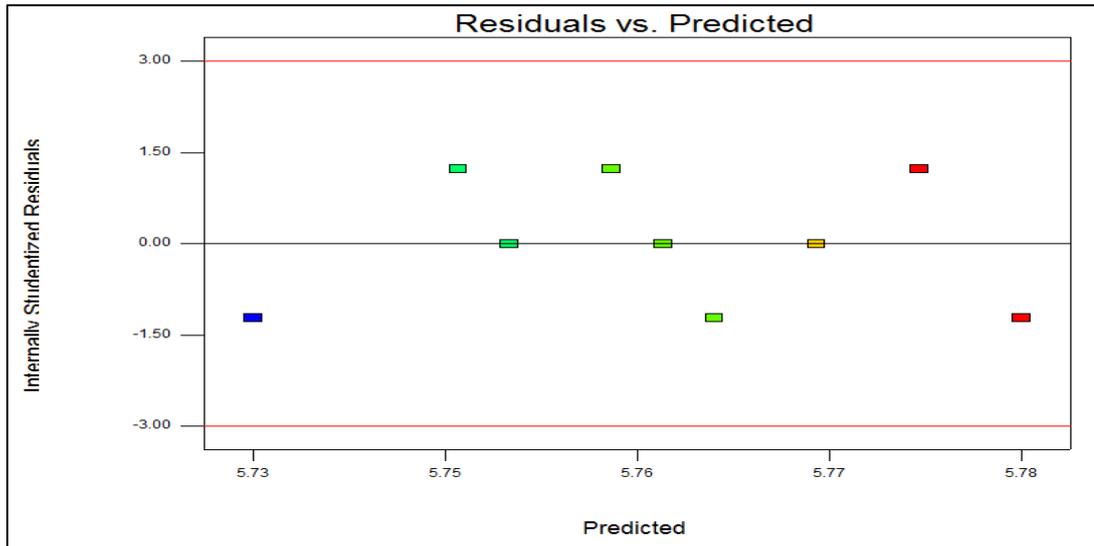


Figura 4.46.- *Residual vs Predicted – Variable de variable color.*

En la **Figura 4.46**, se presenta el residual estandarizado frente al valor predicho, el cual se obtiene a partir de la fórmula de optimización ya obtenida en páginas arriba. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) mayor que el valor predicho (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Los valores se alejan del valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores predichos y actuales no son iguales generado un valor positivo o negativo, si solo si los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos se apreciarían sobre la línea $Y = 0$.

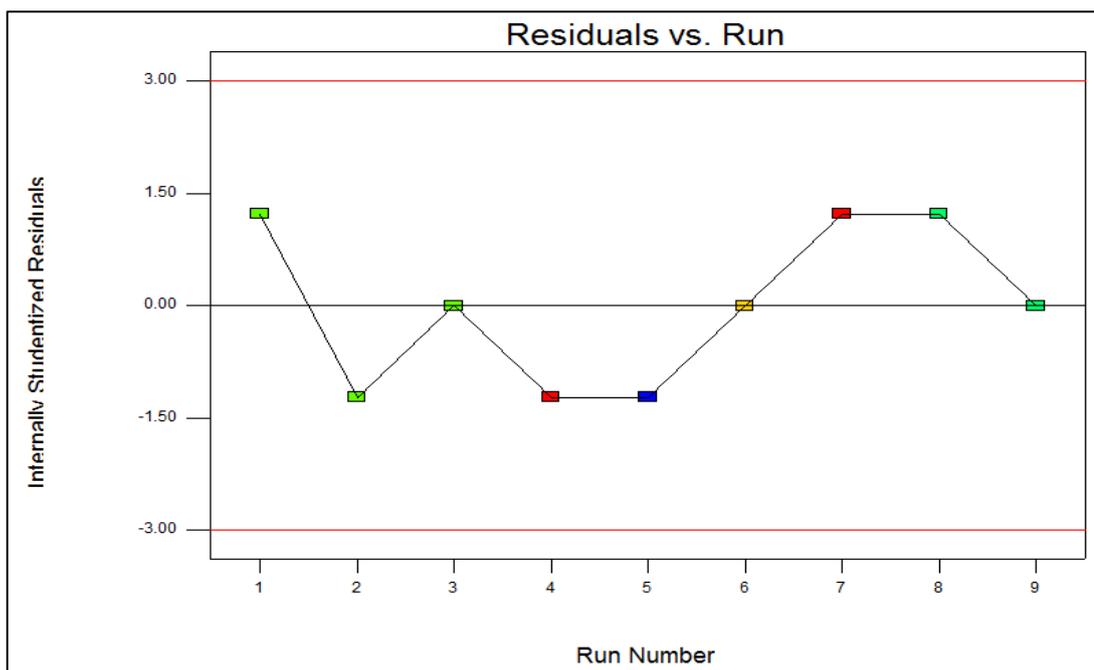


Figura 4.47

Residual vs Run – Variable de color.

En la **Figura 4.47**, observamos podemos identificar que las corridas (run) que presentan un valor residual por encima (1, 7 y 8 valor actual > valor predicho), por debajo (2, 4, 5 valor actual < valor predicho) del valor $Y = 0$. y (3, 6, y 9, siendo ubicados cercanos superpuesto a $Y=0$).

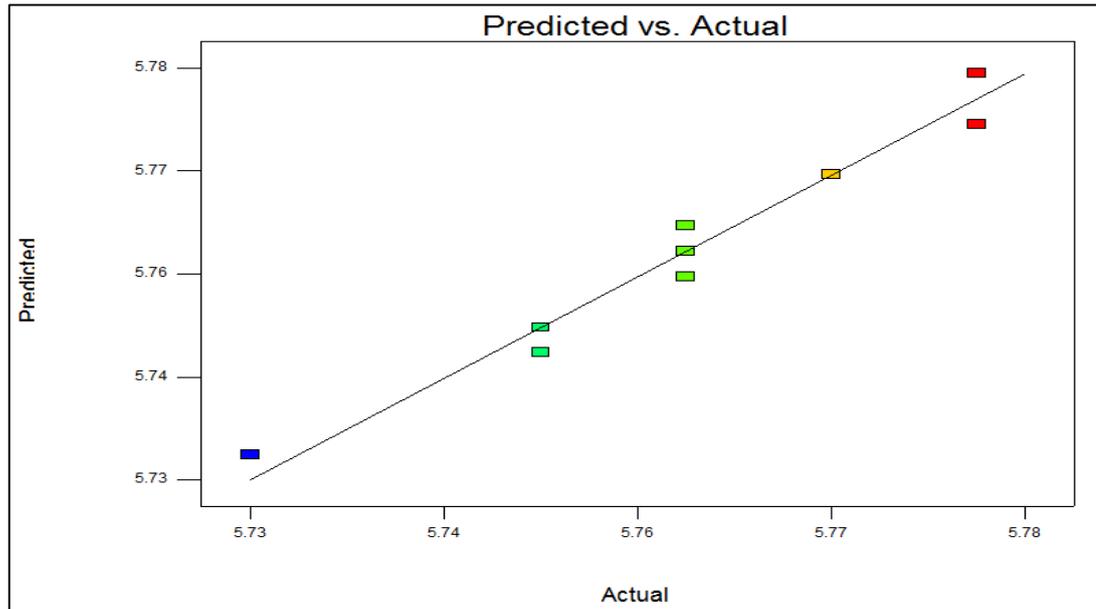


Figura 4.48.- Predicted vs Actual – Variable de color.

En la **Figura 4.48** visualizamos como los valores predichos y los actuales en su mayoría se aproximan a Y , por ello se encuentran en la posición dada.

Pruebas post anova (Tukey y Duncan) para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 4.25

Test de Tukey y Duncan para el factor temperatura.

Temperatura	N	Subconjunto		
		1	2	3
DHS de Tukey ^{a,b,c}	60°C	3	5.7467	
	50°C	3		5.7600
	40°C	3		5.7733
	Sig.		1.000	1.000
Duncan ^{a,b,c}	60°C	3	5.7467	
	50°C	3		5.7600
	40°C	3		5.7733
	Sig.		1.000	1.000

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.25** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan el color de la harina de raquis de banano es menor a una temperatura de 60°C.

Tabla 4.26

Test de Tukey y Duncan para el factor Concentración Ac. Ascórbico.

CONCENTRACIÓN AC. ASCÓRBICO	N	Subconjunto	
		1	2
DHS de Tukey ^{a,b,c}	2 g/L	3	5.7467
	3 g/L	3	5.7633
	1 g/L	3	5.7700
	Sig.		1.000
Duncan ^{a,b,c}	2 g/L	3	5.7467
	3 g/L	3	5.7633
	1 g/L	3	5.7700
	Sig.		1.000

Fuente: Programa Estadístico SPSS v.22

En la **Tabla 4.26** podemos observar que según el test de Tukey y Duncan el color de la harina del raquis de banano es menor a una concentración de Ac. Ascórbico de 2 g/L.

4.1.6. Evaluación organoléptica

La evaluación organoléptica de las galletas elaboradas, se realizó en la Universidad Nacional de Trujillo, con el apoyo del laboratorio de panadería. La evaluación organoléptica se realizó a través de pruebas hedónicas en 4 formulaciones, las respuestas se basaron en las ponderaciones dadas por la NTP 206.006 con la participación de 10 panelistas semi entrenados quienes se encargaron de evaluar color, olor, sabor, aceptabilidad y apariencia general, características consideradas en la NTP 206.006 y NTP 205.027.

Los datos obtenidos se tabularon de acuerdo a las etapas de formulación que se realizaron para determinar la mejor formulación por su mayor aceptación.

4.1.6.1. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 1 – Variable Color.

Response 1		COLOR			
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Block	55.555556	1	55.555556		
Model		0	0		
Residual	3.50E+02	7	5.00E+01		
Lack of Fit	287.5	5	57.5	1.84	0.3885 not significant
Pure Error	62.5	2	31.25		
Cor Total	405.55556	8			

Figura 4.49.- ANOVA – Formulación 1 - Variable de color.

En la figura 4.49 se muestra los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos.

Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Y el valor de "Falta de ajuste F" de 1.84 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el valor puro. Existe un 38.85% de probabilidad de que una "falta de ajuste F-valor" este grande pueda ocurrir debido a la falta de ajuste no significativa.

Std. Dev.	7.07106781	R-Squared	0
Mean	17.7777778	Adj R-Squared	0
C.V. %	39.7747564	Pred R-Squared	-0.62400794
PRESS	568.402778	Adeq Precision	1.5

Figura 4.50.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 1. – Color

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de la Respuesta que el modelo actual. La Adeq Prec. de 1,50 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo.

4.1.6.2. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 1 – Variable Olor

Response 2		OLOR				
ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Block	0.1388889	1	0.138888889			
Model		0				
Residual	1.39E+02	7	1.98E+01			
Lack of Fit	126.25	5	25.25	4.04	0.2102 not significant	
Pure Error	12.5	2	6.25			
Cor Total	138.88889	8				

Figura 4.51.- ANOVA – Formulación 1 - Variable de Olor.

El valor de "Falta de ajuste F" de 4.04 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el valor puro. Error. Existe un 21.02% de probabilidad de que una "falta de ajuste de valor F" este grande pueda ocurrir debido al ruido La falta de ajuste no significativa es buena: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	4.4521263	R-Squared	0
Mean	16.1111111	Adj R-Squared	0
C.V. %	27.6338874	Pred R-Squared	-0.66916917
PRESS	231.597222	Adeq Precision	0.11911838

Figura 4.52.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 1. – Olor.

"Adeq Precisión" mide la relación señal a ruido. Una relación de 0,12 indica una insuficiencia. Señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.3. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 1 – Variable Sabor.

Response 3 SABOR					
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]					
	Sum of		Mean	F	p-value
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F
Block	15.022222	1	15.02222222		
Model		0	0		
Residual	3.55E+02	7	5.07E+01		
Lack of Fit	330.2	5	66.04	5.2832	0.1668 not significant
Pure Error	25	2	12.5		
Cor Total	370.22222	8			

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 1 - Variable de Sabor.

El valor de "Falta de ajuste F" de 5.28 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el valor puro. Error. Existe un 16.68% de probabilidad de que una "falta de ajuste F-valor" este grande pueda ocurrir debido al ruido La falta de ajuste no significativa es buena: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	7.12	R-Squared	0
Mean	16.56	Adj R-Squared	0
C.V. %	43.03	Pred R-Squared	-0.6946
PRESS	601.93	Adeq Precision	0.774

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 1. – Sabor.

"Adeq Precisión" mide la relación señal a ruido. Una relación de 0,774 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.4. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 1 – Variable Aceptabilidad.

Response 4 ACEPTABILIDA					
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]					
	Sum of		Mean	F	p-value
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F
Block	18.05	1	18.05		
Model	0	0	0		
Residual	55.95	7	7.992857143		
Lack of Fit	51.45	5	10.29	4.57333333	0.1891 not significant
Pure Error	4.5	2	2.25		
Cor Total	74	8			

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 1 - Variable de Aceptabilidad.

El valor de "Falta de ajuste F" de 4.57 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el valor puro. Error. Existe un 18,91% de probabilidad de que se produzca una "falta de ajuste F-valor" de este tamaño. La falta de ajuste no significativa es buena: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	2.82716415	R-Squared	0
Mean	21.333333	Adj R-Squared	0
C.V. %	13.252332	Pred R-Squared	-0.565386
PRESS	87.583333	Adeq Precision	2.1384549

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 1. – Aceptabilidad.

"Adeq Precisión" mide la relación señal a ruido. Una relación de 2.14 indica una señal inadecuada y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.5. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 1 – Apariencia General.

Response 5 APARIENCIA GENERAL						
ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Block	1.25		1	1.25		
Model		0	0			
Residual	248.75	7	35.54			
Lack of Fit	198.75	5	39.75	1.59	0.4294	not significant
Pure Error	50	2	25			
Cor Total	250	8				

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 1 - Variable de Apariencia General.

El valor de "Falta de ajuste F" de 1.59 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el valor puro. Error. Existe un 42,94% de probabilidad de que una "falta de ajuste de valor F" este grande pueda ocurrir debido. La falta de ajuste no significativa es buena: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	5.961184	R-Squared	0
Mean	17.666667	Adj R-Squared	0
C.V. %	33.742551	Pred R-Squared	-0.641039
PRESS	408.20833	Adeq Precision	0.2668917

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 1. – Apariencia General.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precisión" mide la relación señal a ruido. Una relación de 0.27 indica una inadecuada señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.6. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 2 – Variable Color.

Response		2 OLOR			
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Block	429.355556	1	429.355556		
Model	0	0			
Residual	912.2	7	130.3142857		
Lack of Fit	907.7	5	181.54	80.6844444	0.0123 significant
Pure Error	4.5	2	2.25		
Cor Total	1341.55556	8			

Figura 4.57.- ANOVA – Formulación 2 - Variable de color.

El valor de "Falta de ajuste F" de 80.68 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 1.23% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

4.1.6.7. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 2 – Variable Olor

Response		1 COLOR			
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Block	74.7555556	1	74.7555556		
Model	0	0			
Residual	540.8	7	77.2571429		
Lack of Fit	515.8	5	103.16	8.2528	0.1116 not significant
Pure Error	25	2	12.5		
Cor Total	615.55556	8			

Figura 4.51.- ANOVA – Formulación 2 - Variable de Color.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos.

Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

El "valor F de falta de ajuste" de 8.25 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el valor puro.

error. Existe un 11.16% de probabilidad de que una "falta de ajuste de valor F" este grande pueda ocurrir debido al error y la falta de ajuste no significativa es buena, queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	8.78960425	R-Squared	0
Mean	13.7777778	Adj R-Square	0
C.V. %	63.7955147	Pred R-Square	-0.64927987
PRESS	891.930556	Adeq Precisi	1.39979658

Figura 4.52.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 2. – Color.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precision" mide la relación señal al error. Una relación de 1,40 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.8. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 2 – Variable Sabor.

Response						
ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Block	35.5555556	1	35.5555556			
Model	0	0				
Residual	520	7	74.2857143			
Lack of Fit	320	5	64	0.64	0.7029	not significant
Pure Error	200	2	100			
Cor Total	555.555556	8				

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 2 - Variable de Sabor.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos.

Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo.

El valor de "Falta de ajuste F" de 0.64 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el valor puro.
 error. Existe un 70.29% de probabilidad de que una "falta de ajuste F-valor" este grande pueda ocurrir debido a la falta de ajuste no significativa es buena, queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	8.61891607	R-Squared	0
Mean	17.7777778	Adj R-Square	0
C.V. %	48.4814029	Pred R-Square	-0.64529915
PRESS	855.555556	Adeq Precisi	0.98449518

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 2. – Sabor.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.
 "Adeq Precisión" mide la relación señal a ruido. Una relación de 0,98 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.9. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 2 – Variable Aceptabilidad.

Response						
4 ACEPTABILIDAD						
ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Block	2.22222222	1	2.22222222			
Model	0	0				
Residual	720	7	102.857143			
Lack of Fit	557.5	5	111.5	1.37230769	0.4724	not significant
Pure Error	162.5	2	81.25			
Cor Total	722.222222	8				

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 2 - Variable de Aceptabilidad.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos.
 En este caso no hay términos modelo significativos.
 Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

El valor de "Falta de ajuste F" de 1.37 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el valor puro.
 error. Existe un 47.24% de probabilidad de que una "falta de ajuste F-valor".

Std. Dev.	10.1418511	R-Squared	0
Mean	19.4444444	Adj R-Square	0
C.V. %	52.1580911	Pred R-Square	-0.62229938
PRESS	1168.05556	Adeq Precisi	0.20916501

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 2. – Aceptabilidad.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precisión" mide la relación señal a ruido. Una relación de 0,21 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.10. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 2 – Apariencia General.

Response		5 APARIENCIA GENERAL				
ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Block	80	1	80			
Model	0	0				
Residual	448	7	64			
Lack of Fit	398	5	79.6	3.184	0.2561	not significant
Pure Error	50	2	25			
Cor Total	528	8				

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 2 - Variable de Apariencia General.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos.

En este caso no hay términos modelo significativos.

Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía),

La reducción del modelo puede mejorar su modelo.

El valor de "Falta de ajuste F" de 3.18 implica que la falta de ajuste no es significativa en relación con el valor puro.

error. Existe un 25,61% de probabilidad de que se produzca una "falta de ajuste F-valor" de este tamaño.

Std. Dev.	8	R-Squared	0
Mean	18.6666667	Adj R-Square	0
C.V. %	42.8571429	Pred R-Square	-0.72011409
PRESS	770.611111	Adeq Precisi	1.59099026

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 2. – Apariencia General.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual. "Adeq Precision" mide la relación el error. Una relación de 1,59 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.11. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 3 – Variable Color.

Response		1 COLOR			
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Block	420.138889	1	420.138889		
Model	0	0			
Residual	1096.75	7	156.678571		
Lack of Fit	1092.25	5	218.45	97.0888889	0.0102 significant
Pure Error	4.5	2	2.25		
Cor Total	1516.88889	8			

Figura 4.49.- ANOVA – Formulación 3 - Variable de color.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos.

En este caso no hay términos modelo significativos. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes la reducción del modelo puede mejorar su modelo.

El "valor F de falta de ajuste" de 97.09 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 1.02% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	12.5171311	R-Squared	0
Mean	15.8888889	Adj R-Square	0
C.V. %	78.7791469	Pred R-Square	-0.56578781
PRESS	1717.27778	Adeq Precisi	2.33025878

Figura 4.50.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 3. – Color

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precision" mide la relación señal a ruido. Una relación de 2,33 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.12. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 3 – Variable Olor

Response						2 OLOR	
ANOVA for selected factorial model							
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	Prob > F	
Block	366.938889	1	366.938889				
Model	0	0					
Residual	1145.95	7	163.707143				
Lack of Fit	1141.45	5	228.29	101.462222	0.0098	significant	
Pure Error	4.5	2	2.25				
Cor Total	1512.88889	8					

Figura 4.51.- ANOVA – Formulación 3 - Variable de Olor.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo. El valor de "Falta de ajuste F" de 101.46 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 0.98% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	12.7948092	R-Squared	0
Mean	17.8888889	Adj R-Square	0
C.V. %	71.5237782	Pred R-Square	-0.56376805
PRESS	1792	Adeq Precisi	2.13047072

Figura 4.52.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 3. – Olor.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precisión" mide la relación señal a ruido. Una relación de 2,13 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.13. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 3 – Variable Sabor.

Response 3 SABOR
ANOVA for selected factorial model
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Block	381.355556	1	381.355556			
Model	0	0				
Residual	1698.2	7	242.6			
Lack of Fit	1693.7	5	338.74	150.551111	0.0066	significant
Pure Error	4.5	2	2.25			
Cor Total	2079.55556	8				

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 3 - Variable de Sabor.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos.

En este caso no hay términos modelo significativos.

Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo.

El valor de "Falta de ajuste F" de 150.55 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 0.66% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	15.575622	R-Squared	0
Mean	20.7777778	Adj R-Square	0
C.V. %	74.9628865	Pred R-Square	-0.57099347
PRESS	2667.86111	Adeq Precisi	1.78415325

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 3. – Sabor.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precision" mide la relación señal a ruido. Una relación de 1,78 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.14. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 3 – Variable Aceptabilidad.

Response 4 ACEPTABILIDAD
ANOVA for selected factorial model
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Block	432.45	1	432.45		
Model	0	0			
Residual	1707.55	7	243.935714		
Lack of Fit	1705.55	5	341.11	341.11	0.0029 significant
Pure Error	2	2	1		
Cor Total	2140	8			

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 1 - Variable de Aceptabilidad.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo. El "valor F de falta de ajuste" de 341.11 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 0.29% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	15.6184415	R-Squared	0
Mean	19	Adj R-Square	0
C.V. %	82.2023236	Pred R-Square	-0.563351
PRESS	2669.5	Adeq Precisi	1.8947101

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 3. – Aceptabilidad.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual. "Adeq Precision" mide la relación señal a ruido. Una relación de 1,89 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.15. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 3 – Apariencia General.

Response						
5 APARIENCIA GENERAL						
ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	Prob > F
Block	605	1	605			
Model	0	0				
Residual	1291	7	184.428571			
Lack of Fit	1283	5	256.6	64.15	0.0154	significant
Pure Error	8	2	4			
Cor Total	1896	8				

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 3 - Variable de Apariencia General.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos.

En este caso no hay términos modelo significativos.

Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo.

El valor de "Falta de ajuste F" de 64.15 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 1.54% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	13.5804481	R-Squared	0
Mean	20.6666667	Adj R-Square	0
C.V. %	65.7118458	Pred R-Square	-0.56433428
PRESS	2019.55556	Adeq Precisi	2.57736603

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 3. – Apariencia General.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual."Adeq Precisión" mide la relación señal a ruido. Una relación de 2,58 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.16. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 4 – Variable Color.

Response						1 COLOR	
ANOVA for selected factorial model							
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F		
Block	420.138889	1	420.138889				
Model		0					
Residual	1096.75	7	156.678571				
Lack of Fit	1092.25	5	218.45	97.0888889	0.0102	significant	
Pure Error	4.5	2	2.25				
Cor Total	1516.88889	8					

Figura 4.57.- ANOVA – Formulación 4 - Variable de color.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos.

Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo.

El "valor F de falta de ajuste" de 97.09 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 1.02% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	12.5171311	R-Squared	0
Mean	15.8888889	Adj R-Square	0
C.V. %	78.7791469	Pred R-Square	-0.56578781
PRESS	1717.27778	Adeq Precisi	2.33025878

Figura 4.52.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 4. – Color.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precision" mide la relación señal a ruido. Una relación de 2,33 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.17. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 4 – Variable Olor.

Response						2 OLOR	
ANOVA for selected factorial model							
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	Prob > F	
Block	366.938889	1	366.938889				
Model		0	0				
Residual	1145.95	7	163.707143				
Lack of Fit	1141.45	5	228.29	101.462222	0.0098	significant	
Pure Error	4.5	2	2.25				
Cor Total	1512.88889	8					

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 4 - Variable de Olor.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos.

Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo.

El valor de "Falta de ajuste F" de 101.46 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 0.98% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	12.7948092	R-Squared	0
Mean	17.8888889	Adj R-Square	0
C.V. %	71.5237782	Pred R-Square	-0.56376805
PRESS	1792	Adeq Precisi	2.13047072

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 4. – Olor.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precision" mide la relación señal a ruido. Una relación de 2,13 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.18. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 4 – Variable Sabor.

Response						3 SABOR	
ANOVA for selected factorial model							
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	Prob > F	
Block	381.355556	1	381.355556				
Model	0	0					
Residual	1698.2	7	242.6				
Lack of Fit	1693.7	5	338.74	150.551111	0.0066	significant	
Pure Error	4.5	2	2.25				
Cor Total	2079.55556	8					

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 4 - Variable de Sabor.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo. El valor de "Falta de ajuste F" de 150.55 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 0.66% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	15.575622	R-Squared	0
Mean	20.777778	Adj R-Square	0
C.V. %	74.9628865	Pred R-Square	-0.57099347
PRESS	2667.86111	Adeq Precisi	1.78415325

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 4. – Sabor.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precision" mide la relación señal a ruido. Una relación de 1,78 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.19. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 4 – Variable Aceptabilidad.

Response						4 ACEPTABILIDAD	
ANOVA for selected factorial model							
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	Prob > F	
Block	432.45	1	432.45				
Model	0	0					
Residual	1707.55	7	243.935714				
Lack of Fit	1705.55	5	341.11	341.11	0.0029	significant	
Pure Error	2	2	1				
Cor Total	2140	8					

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 4 - Variable de Aceptabilidad.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo. El "valor F de falta de ajuste" de 341.11 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 0.29% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	15.6184415	R-Squared	0
Mean	19	Adj R-Square	0
C.V. %	82.2023236	Pred R-Square	-0.563351
PRESS	2669.5	Adeq Precisi	1.8947101

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 4. – Aceptabilidad.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual.

"Adeq Precision" mide la relación señal a ruido. Una relación de 1,89 indica una insuficiencia. Señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

4.1.6.20. Análisis estadístico de la elaboración de galletas con formulación 4 – Apariencia General.

Response					
5 APARIENCIA GENERAL					
ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Block	605	1	605		
Model	0	0			
Residual	1291	7	184.428571		
Lack of Fit	1283	5	256.6	64.15	0.0154 significant
Pure Error	8	2	4		
Cor Total	1896	8			

Figura 4.52.- ANOVA – Formulación 4 - Variable de Apariencia General.

Los valores de "Prob> F" menores a 0.0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso no hay términos modelo significativos. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), La reducción del modelo puede mejorar su modelo. El valor de "Falta de ajuste F" de 64.15 implica que la falta de ajuste es significativa. Sólo hay un 1.54% de probabilidad de que una "Falta de ajuste F-valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. La falta significativa de ajuste es mala: queremos que el modelo se ajuste.

Std. Dev.	13.5804481	R-Squared	0
Mean	20.6666667	Adj R-Square	0
C.V. %	65.7118458	Pred R-Square	-0.56433428
PRESS	2019.55556	Adeq Precisi	2.57736603

Figura 4.53.- Resumen de información en ANOVA con respecto a la formulación 4. – Apariencia General.

Un "Pred R-Squared" negativo implica que la media general es un mejor predictor de su Respuesta que el modelo actual. "Adeq Precision" mide la relación señal a ruido. Una relación de 2,58 indica una insuficiencia. señal y no debemos usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

Evaluación de color: La aceptación del color de la formulación 1 (75% de harina de trigo + 25% de harina de raquis de banano), en su mayoría su color varía entre ámbar y negro, teniendo un mayor resultado entre valores > 6.00 y <7.00 con un 40%, así mismo el resto de resultados se ubican en los valores 5.00, 7.00 y 8.00 con un 20%.

Evaluación de olor: La aceptación del olor se ubica entre los rangos de 5 a 9 variando con un mayor porcentaje entre valores > 6.0 y < 7.0 con un 40%, seguido por los valores entre >5.0 y <6.0 y >6.0 y <7.0 con un 20% en cada rango, así mismo entre los valores > 8.0 y < 9.0 y >9.0 y <10.0 con una aceptabilidad del 10%.

Evaluación de sabor: La aceptación mayor del sabor de las galletas se ubica en una aceptabilidad media comprendida entre los rangos de valores > 5.0 , < 6.0 y > 7.0 y < 8.0 con un 40% y 30% respectivamente, seguido por el valor entre > 8.0 y < 9.0 con un 20% y seguido un 10% ubicado entre > 4.0 y < 5.0 .

Evaluación de aceptabilidad: La aceptabilidad de las galletas se centró con mayor porcentaje entre los valores > 6.0 y < 7.0 con un 40% seguido por un 20% entre valores > 7.0 y < 8.0 y > 8.0 y < 9.0 , indicando que la aceptabilidad del producto de la formulación 1 se aproxima al rechazo siendo el valor negativo los valores comprendidos entre 10.

Evaluación de apariencia general: La aceptabilidad de la apariencia general en las galletas elaboradas se centró con mayor porcentaje entre los valores > 6.0 y < 7.0 con un 50% seguido por un 30% entre valores > 7.0 y < 8.0 indicando que la aceptabilidad de la apariencia general del producto de la formulación 1 se aproxima a una aceptación media.

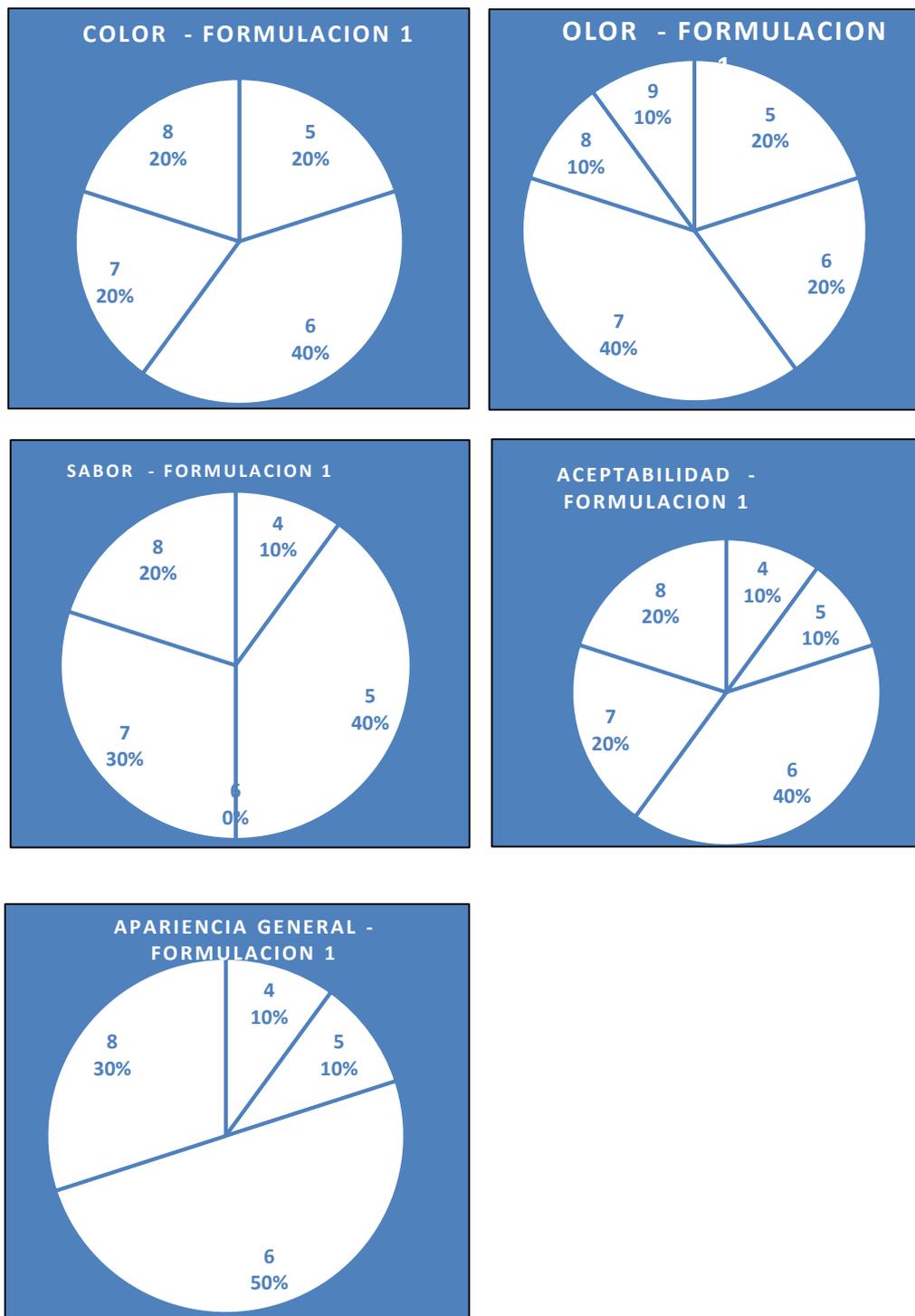


Figura 4.49.- Gráficos de evaluación organoléptica de formulación 1

4.1.6.21. Evaluación de formulación 2

Tabla 4.31

Porcentajes de aceptabilidad y rechazo.

Formulación 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Color				10%	40%	40%				
Olor						30%	50%	20%		
Sabor						30%	40%	20%		
Aceptabilidad						10%	70%	20%		
Apariencia general				20%	20%	30%		10%		

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de color: La aceptación del color de la formulación 2 (80% de harina de trigo + 20% de harina de raquis de banano), en su mayoría su color se centra entre valores que varían desde > 5.00 y < 7.00 con un 40%, así mismo un 10% de los resultados se ubican en los valores > 4.00 y < 5.00 con un 10%, esto indica que el color en la formulación 2 se acerca al color ámbar y blancos.

Evaluación de olor: La aceptación del olor se ubica entre los rangos de 6 a 8 variando con un mayor porcentaje entre valores > 7.0 y < 8.0 con un 50%, seguido por los valores entre > 6.0 y < 7.0 con un 30% y un 20% entre los valores > 8.0 y < 9.0 .

Evaluación de sabor: La aceptación mayor del sabor de las galletas se ubica entre los rangos de 6 a 8 variando con un mayor porcentaje entre valores > 7.0 y < 8.0 con un 40%, seguido por los valores entre > 6.0 y < 7.0 con un 30% y un 20% entre los valores > 8.0 y < 9.0 .

Evaluación de aceptabilidad: La aceptabilidad de las galletas se centró mayormente entre los rangos de 6 a 8 variando con un mayor porcentaje entre valores > 7.0 y < 8.0 con un 70%, seguido por los valores entre > 8.0 y < 9.0 con un 20% y un 10% entre los valores > 6.0 y < 7.0 .

Evaluación de apariencia general: La aceptabilidad de la apariencia general en las galletas elaboradas se centró con mayor porcentaje entre los valores > 6.0 y < 7.0 con un 30% seguido por un 20% entre valores > 4.0 , < 5.0 y > 5 , < 6.0 respectivamente y un 10% entre valores > 8 y < 9 , indicando que la aceptabilidad de la apariencia general del producto de la formulación 2 se aproxima a una aceptación media.

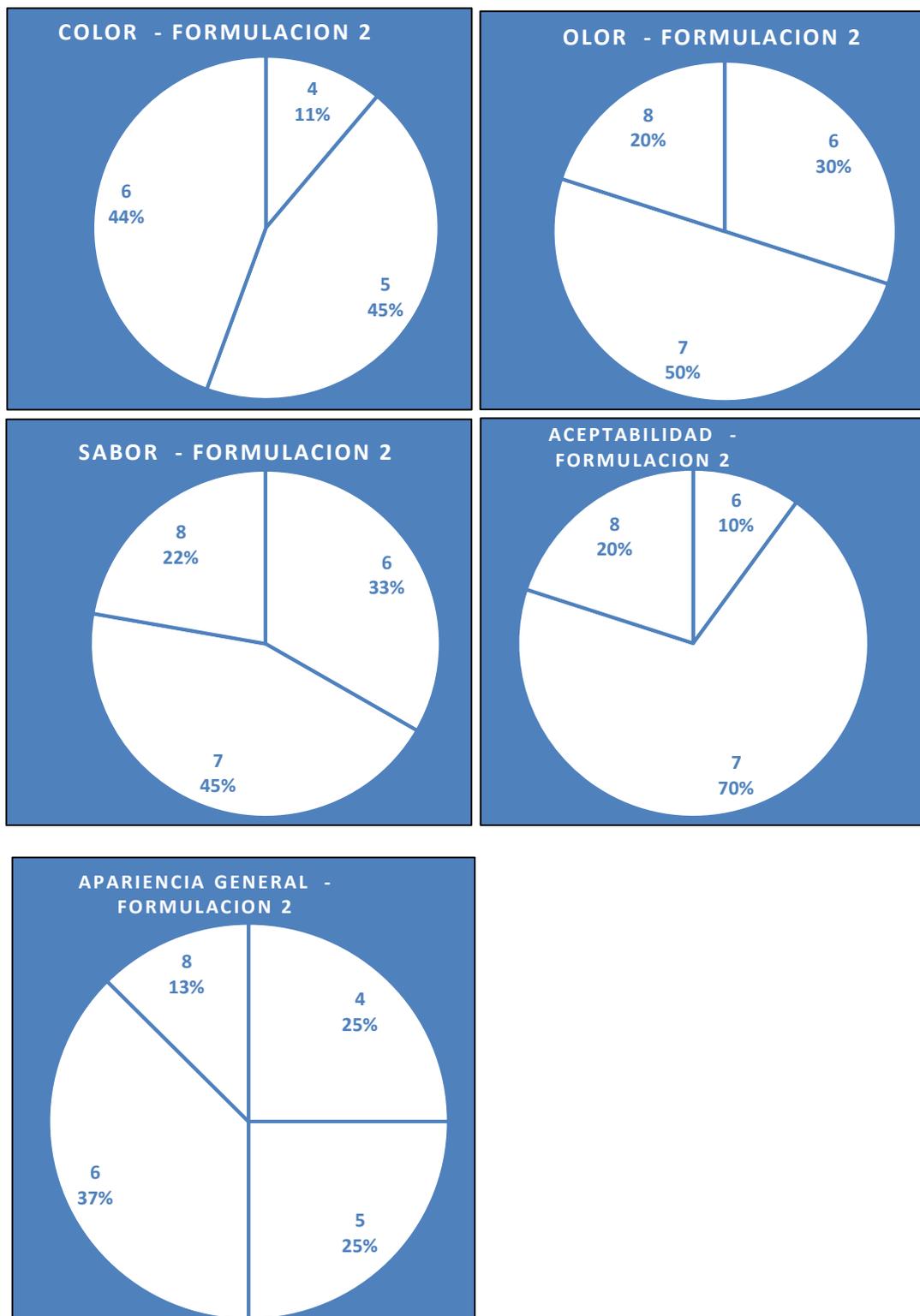


Figura 4.50.- Gráficos de evaluación organoléptica de formulación

4.1.6.22. Evaluación de formulación 3

Tabla 4.32

Porcentajes de aceptabilidad y rechazo.

Formulación 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Color		10%	10%	40%	30%		10%			
Olor							60%	40%		
Sabor							10%	20%	30%	40%
Aceptabilidad						10%	10%	50%	30%	
Apariencia general		10%	60%	30%						

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de color: El color de la formulación 3 (90% de harina de trigo + 10% de harina de raquis de banano), en su mayoría su color se centra entre valores que varían desde > 4.00 y <5.00 con un 40%, seguido mismo un 30% de los resultados se ubican en los valores >5.00 y <6.00 con un 30%, y entre los rangos > 2.00 y <3.00 y >3.00 y < 4.00 respectivamente un 10% en cada rango. esto indica que el color en la formulación 3 se acerca al color ámbar y blancos.

Evaluación de olor: La evaluación de olor de las galletas, con mayor aceptación se ubica entre rangos > 7 y <8 con un 60%, seguido por los rangos entre >8.0 y <9.0 con un 40%. Esto indica que la aceptación es buena.

Evaluación de sabor: La mayor aceptación de del sabor de las galletas se ubica entre los rangos de >10 con un porcentaje 40% seguido por los rangos >9.0 y <10.0 con un 30%, seguido por los valores entre >7.0 y <8.0 con un 20% y un 10% entre los valores > 7.0 y < 8.0 .

Evaluación de aceptabilidad: El mayor porcentaje de aceptabilidad de las galletas se centró entre los rangos de >8 y < 9 con un 50% seguido por un 30% entre valores > 9.0 y < 10.0 por ultimo un 10% entre >6 y < 7 .

Evaluación de apariencia general: La apariencia general en las galletas elaboradas se centró con mayor porcentaje entre los valores > 3.0 y < 4.0 con un 60% seguido por un 30% entre valores >4.0 , <5.0 y finalmente un 10% entre >2 , <3.0 .

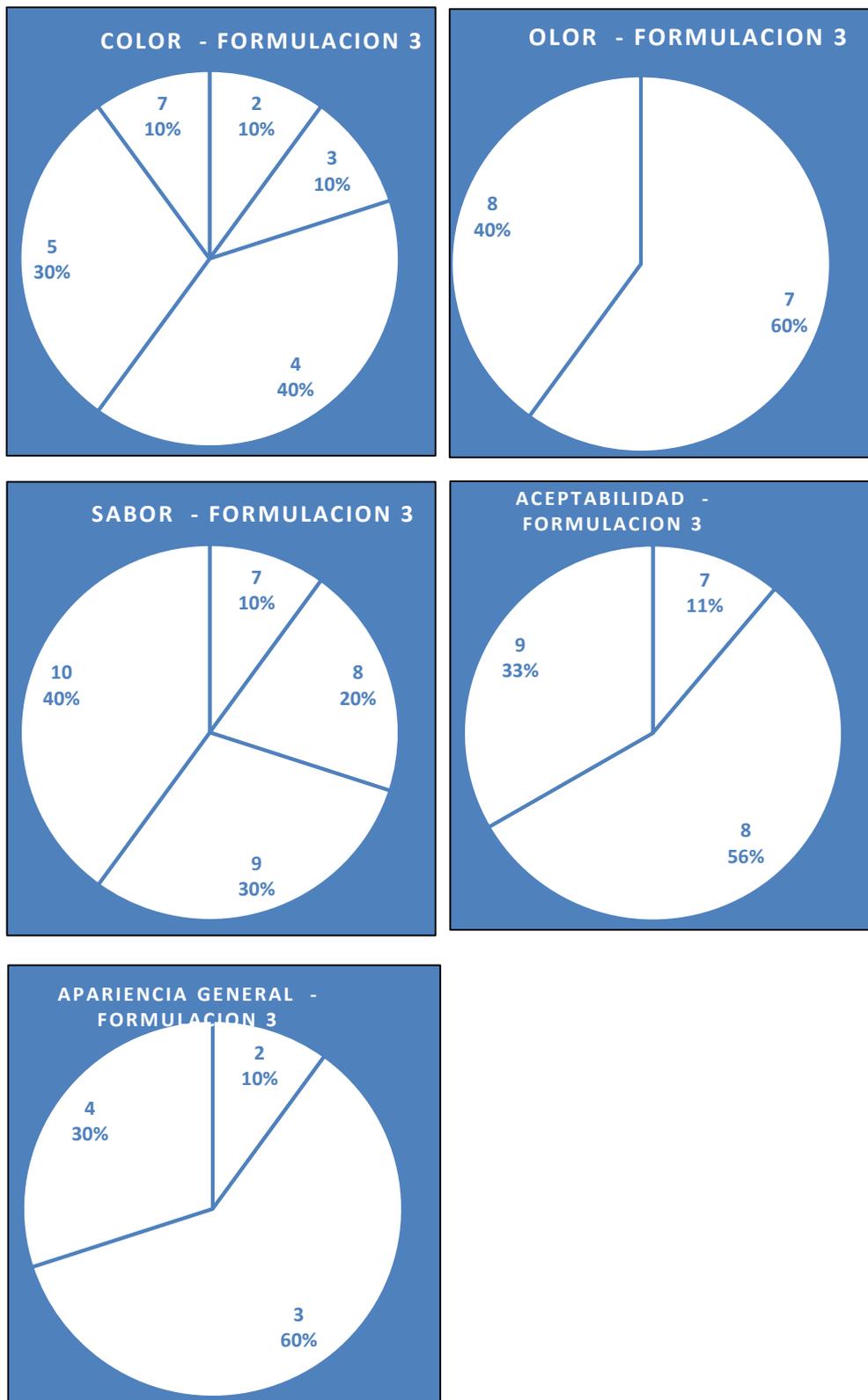


Figura 4.51.- Gráficos de evaluación organoléptica de formulación 3

4.1.6.23. Evaluación de formulación 4

Tabla 4.33

Porcentajes de aceptabilidad y rechazo.

Formulación 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Color	10%	20%	50%	20%						
Olor							10%	50%	30%	10%
Sabor								30%	60%	10%
Aceptabilidad							20%	60%	20%	
Apariencia general	20%	50%	30%							

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de color: El color de la formulación 4 (95% de harina de trigo + 5% de harina de raquis de banano), en su mayoría la aceptación del color se centra entre valores que varían desde > 3.00 y < 4.00 con un 50%, seguido mismo un 20% de los resultados se ubican en los valores > 4.00 y < 5.00 con un 20%, y entre los rangos > 2.00 y < 3.00 un 20%, finalmente un 10% entre rango > 1.00 y < 2.00 se acerca al color blancos.

Evaluación de olor: La evaluación de olor de las galletas, con mayor aceptación se ubica entre rangos > 7 y < 8 con un 50%, seguido por los rangos entre > 8.0 y < 9.0 con un 30%. Esto indica que la aceptación es buena.

Evaluación de sabor: La mayor aceptación de del sabor de las galletas se ubica entre los rangos > 7.0 y < 8.0 con un 60%, seguido por los valores entre > 8.0 y < 9.0 con un 30% esto indica una buena aceptación del público panelista

Evaluación de aceptabilidad: El mayor porcentaje de aceptabilidad de las galletas se centró entre los rangos de > 8 y < 9 con un 60% seguido por un 20% entre valores > 7.0 y < 8.0 y rangos entre > 9.0 y < 10.0 respectivamente.

Evaluación de apariencia general: La apariencia general en las galletas elaboradas se centró con mayor porcentaje entre los valores > 2.0 y < 3.0 con un 50% seguido por un 30% entre valores > 3.0 , < 4.0 y finalmente un 20% entre > 2 , < 3.0 indicando que la aceptación de la apariencia general de las galletas es muy buena.

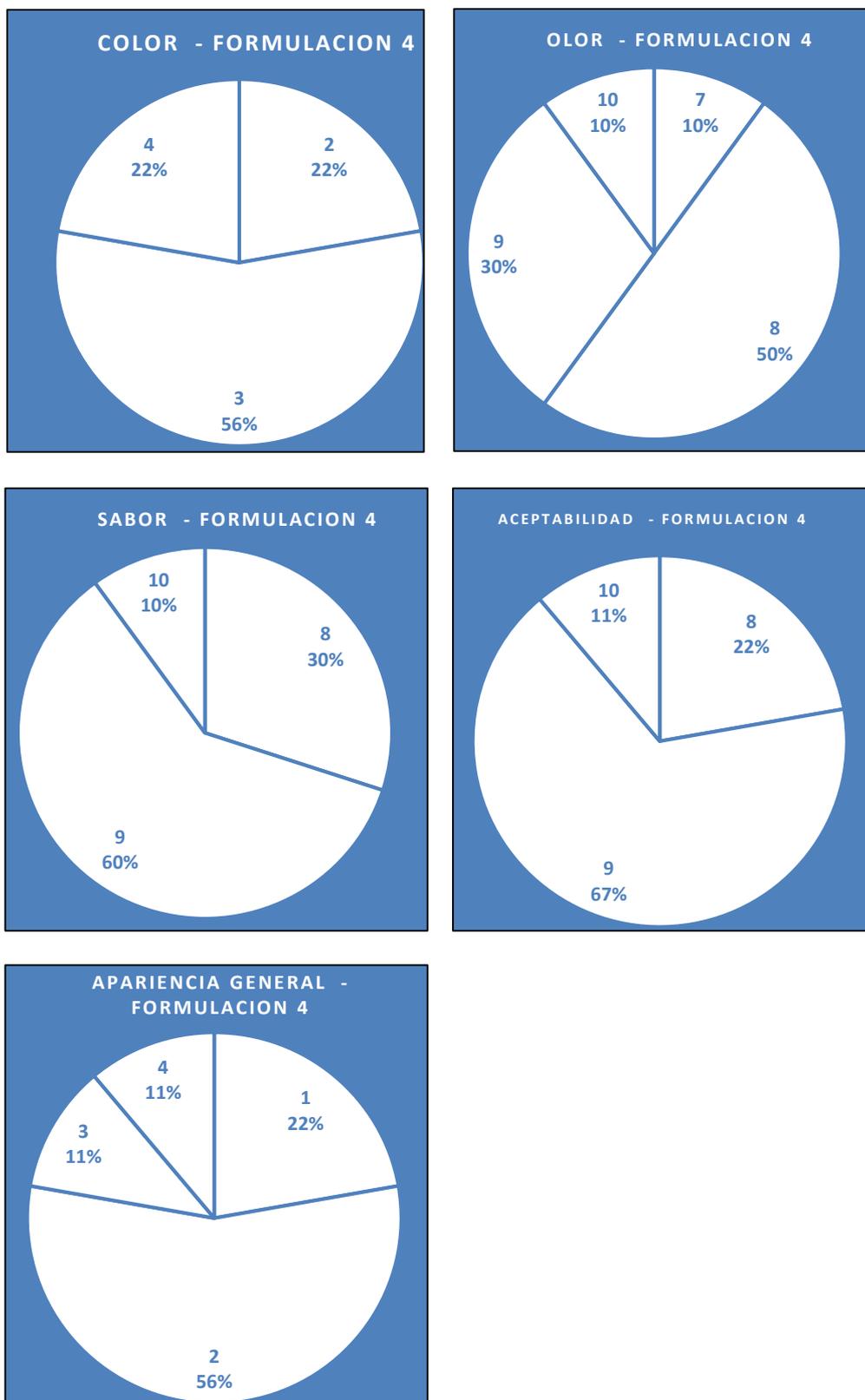


Figura 4.52.- Gráficos de evaluación organoléptica de formulación 4

4.2. Discusión de resultados

De acuerdo con los ensayos realizados en la materia prima tenemos que las plantas de plátano absorben los nutrientes de forma distinta algunas en mayor proporción y otras en menor proporción, esto se refleja en los resultados realizados a la materia prima producto de investigación raquis de banano (tabla 8).

La evaluación previa para determinar los tiempos de secado, se hicieron en dos lotes de muestras con los diferentes tipos de cortes efectuados (rectángulos y cubos) para llegar a un porcentaje de humedad recomendado para harinas tomando como referencia 10% de humedad para la harina de raquis, es perjudicial para su conservación por tratarse de un material hidroscopio, para conservar la buena apariencia de la harina y su caracterización físico química se ha determinado que la harina de raquis de banano debe tener un máximo de 5% de humedad, este porcentaje de humedad se logra a 50 °C durante 8:30 horas de secado.

El acondicionamiento del raquis de banano para esta investigación comparando el acondicionamiento con ácido cítrico y ácido ascórbico a diferentes concentraciones. De acuerdo a los resultados y análisis de datos obtenidos en esta investigación, la acidez es menor (acercándose a ácidos fracos) sometiendo el raquis de banano a una temperatura de secado de 50 °C con las diferentes formulaciones, caso contrario ocurre en el acondicionamiento con ácido ascórbico la acidez es menor sometiendo a una temperatura de secado de 40 °C.

La variación de los porcentajes de proteínas en las diferentes concentraciones y temperaturas, tenemos que, acondicionando el raquis de banano con ácido cítrico y ácido ascórbico, sometiéndolo a una temperatura de secado de 60 °C y acondicionando con ácido cítrico a una concentración de 1 gr/L, la proteína se conserva con más porcentaje y caso contrario ocurre con una temperatura de 40 °C y una concentración de ácido cítrico de 3 gr/L la proteína es menor esto se aprecia en ambos casos.

La variación del color en las diferentes concentraciones y temperaturas, tenemos que, acondicionando el raquis de banano con ácido cítrico a una concentración de 3 gr/L en las diferentes temperaturas ensayadas de 40 °C, 50 °C y 60 °C el color se mantiene similar a la de la materia prima. Caso contrario ocurre cuando sometemos el raquis de banano a diferentes connotaciones de ácido ascórbico y diferentes temperaturas con

una concentración de 2 gr/L a diferentes temperaturas de ensayo 40°C, 50°C y 60°C el color es ligeramente más oscuro al color de la materia prima sin tratar.

La harina de raquis de banano que se eligió para la elaboración de un producto para la evaluación organoléptica fue la harina acondicionada con 2gr/L de ácido cítrico sometida a 50°C por un tiempo de 8:30 horas, la humedad de las harinas según

De las formulaciones realizadas para elaboración de galletas se tiene se tiene que las formulaciones 3 y 4 son las de mayor aceptación del público panelista, formulación con un 70% de aceptación.

V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, concluimos:

- Las condiciones de acondicionamiento del raquis de banano para evitar el pardeamiento enzimático se da utilizando 2gr/L de ácido cítrico.
- El mejor acondicionamiento del tipo de corte para un secado uniforme se determinó en cubos de 1.5mm * 2mm *5 cm.
- El parámetro de secado por bandejas óptimo para la harina de raquis de banano se da a 50°C por un tiempo de 8:30 horas, obteniendo un porcentaje de humedad optima promedio de 6.38%.
- Se logró caracterizar la materia prima y harina raquis de banano, teniendo como resultado en la harina de raquis de banano un porcentaje considerable de nuestra principal variable proteína del 6.44%, a comparación de la materia prima con un 6.74% teniendo una pérdida de 5.5% de proteína en el proceso.
- Se elaboraron galletas con 4 formulaciones diferentes: formulación 1 75% harina de trigo y 25% de harina de raquis, formulación 2 80% harina de trigo y 20% de harina de raquis de banano, formulación 3 90% de harina de trigo y 10% de harina de raquis de banano y por ultimo 95% de harina de trigo y 5% de harina de raquis de banano.

De las 4 formulaciones obtuvimos que un 70% de los panelistas no entrenados se inclinaron por la aceptación de las formulaciones 3 y 4.

5.2. Recomendaciones

- Se debe seleccionar minuciosamente los raquis de banano para la obtención de harina, teniendo mucho cuidado que no tenga cortes, que no tenga golpes, ya que esto hace que la pulpa del raquis se pardee rápidamente.
- No se debe exponer la materia prima acondicionada más de 10 minutos al ambiente ya que acelera el pardeamiento.
- Inmediatamente se termina el proceso de secado pasar el producto seco a un molino para tener una mejor apariencia en la harina (más fina), ya que se trata de una materia prima higroscópica pasado 12 horas de secado si no se protege del aire del ambiente gana humedad por lo tanto la molienda no funciona correctamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altamirano Dávila, Enrique Villacís Ruíz, Nadia R. (2013). *Estudio experimental de los desechos agrícolas para obtener harina de raquis o vástago de banano (cavendish) cultivado en las fincas de El Sauce perteneciente al cantón Arenillas*. Machala.
- Botero L. Juan D. Mazzeo M. Miguel H. (1 de Setiembre de 2009).
http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector4_10.pdf. Obtenido de
<http://vip.ucaldas.edu.co>
- Callapa, R. (10 de julio de 2012). <http://es.escrib.com/doc/88813352/149/FIG-26/fibra-de-raquis-de-banano>. Obtenido de web. <http://es.escrib.com>
- Colina, M. (02 de Junio de 2013). <http://www.estampas.com/cocina-y-sabor/130602/los-profesionales-del-pan>. Obtenido de <http://www.estampas.com>
- Cowell, B. J. (1980). *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. 2° ed. 1998: Acribia SA.
- E. Cevallos, M. Weil, Y. Chan. (09 de 11 de 2009). www.tierratropical.org . Obtenido de
<http://tierratropical.org/es/editions/edition-6-2-2010/use-of-dehydrated-banana-waste-products-in-the-elaboration-of-high-fiber-cookies-and-breads/>:
www.earth.ac.cr
- FAO. (2003). <http://www.fao.org/docrep/007/y5102s/y5102s04.htm>. Obtenido de
<http://www.fao.org>
- Gil, M. A. (15 de Mayo de 2011). <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v6n1/v6n1a09.pdf>.
Obtenido de <http://sciELO.org.co>
- Gonzales, J. (12 de Junio de 2015). <https://prezi.com/bocb6ssjkofr/evaluacion-conceptos-y-sus-determinantes/>. Obtenido de <https://prezi.com>
- Guillen, J. G. (11 de julio de 2014). <https://prezi.com/dkkdlq9qtwvb/los-bananos-son-la-fruta-mas-popular-del-mundo-de-hecho-el/>. Obtenido de <https://prezi.com>
- Hernandez, G. (Febrero de 2016). <http://www.canimolt.org/harina/definicion>. Obtenido de
<http://www.canimolt.org>
- Higa, T. (2011). <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>. Obtenido de <http://www.fao.org>
- Jara Roxana , Guaypatin Caseres . (Abril de 2012). <http://repositorio.unemi.edu.ec>.
Obtenido de <http://repositorio.unemi.edu.ec>

- Ladines, M. R. (2014). Plan de exportación asociación agrícola del Chira. *Del Chira Exportador*, 4.
- Leon, M. (15 de julio de 2012). Obtenido de www.despace.espol.edu.ec.
- Lopera, L. (30 de junio de 2014). https://prezi.com/0z_pmr23uefz/musa-paradisiaca-banano/. Obtenido de <https://prezi.com>
- Menten, M. (Abril de 2016). *Cinetica*. Obtenido de Wikipedia Enciclopedia Libre: <https://es.wikipedia.org>
- Miguel Mazzeo Meneses, Libardo León Agatón, Luis Fernando Mejía Gutiérrez. (2010). Aprovechamiento Industrial de Residuos de Cosecha y Poscosecha del Plátano en el Departamento de Caldas. *Educacion en Ingenieria*, 129, 135.
- Ms.C. David Ramos AgüeroI, Dra.C. Elein Terry AlfonsoII. (13 de Diciembre de 2013). *Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007: <http://www.scielo.sld.cu>
- Oxford. (17 de Abril de 2015). <http://www.oxforddictionaries.com/es/definicion/espanol/formulacion>. Obtenido de <http://www.oxforddictionaries.com>
- Paredes, M. D. (2010). <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/848/1/AL445%20Ref.%203359.pdf>. Obtenido de <http://repositorio.aut.edu.ec>
- Porras, L. (2000). *Diseños Factoriales con dos Factores*. Proyectos del Sur Ediciones.
- Upegui, S. (2010). *CENTRO DE DESARROLLO VIRTUAL*. Obtenido de CEDEVI: www.ucn.edu.co
- Viloria, Camilo Yepes, Catalina. (14 de Setiembre de 2014). <https://prezi.com/gtzyt187lfzz/obtencion-y-caracterizacion-de-harina-de-cascara-de-banano-m/>. Obtenido de <https://prezi.com>