



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FELIX LÓPEZ**

CARRERA AGROINDUSTRIAS

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**INFLUENCIA DE VARIEDADES DE PLÁTANO DESHIDRATADO
A DIFERENTES HUMEDADES Y VELOCIDAD DE EXTRUSIÓN
EN LA CALIDAD DE UN TIPO DE SNACK**

AUTORES:

**EDGAR ESTUARDO CEPEDA MAYANZA
JESÚS ALBERTO MOREIRA VIDAL**

TUTOR:

ING. DENNYS LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mg.P.A

CALCETA, MAYO 2015

DERECHOS DE AUTORÍA

Edgar Estuardo Cepeda Mayanza y Jesús Alberto Moreira Vidal, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....

EDGAR E. CEPEDA MAYANZA

.....

JESÚS A. MOREIRA VIDAL

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Dennys Lenin Zambrano Velásquez certifica haber tutelado la tesis **INFLUENCIA DE VARIEDADES DE PLÁTANO DESHIDRATADO A DIFERENTES HUMEDADES Y VELOCIDADES DE EXTRUSIÓN, EN LA CALIDAD DE UN TIPO DE SNACK**, que ha sido desarrollada por Edgar Estuardo Cepeda Mayanza y Jesús Alberto Moreira Vidal, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial ,de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López .

.....
ING. DENNYS LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mg.P.A

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **INFLUENCIA DE VARIEDADES DE PLÁTANO DESHIDRATADO A DIFERENTES HUMEDADES Y VELOCIDADES DE EXTRUSIÓN, EN LA CALIDAD DE UN TIPO DE SNACK**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Edgar Estuardo Cepeda Mayanza y Jesús Alberto Moreira Vidal, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. EDITH MOREIRA CHICA, Mg.P.AI

MIEMBRO

.....
ING.MARIA ANGELINA VERA VERA Mg.P.A

MIEMBRO

.....
ING. JULIO VINICIO SALTOS SOLORZANO, Mg.P.A

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque sin el ningún sueño es posible.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis padres que me han conducido por la vida con amor y paciencia por el cual hoy ven forjado un anhelo, una ilusión y un deseo. Gracias; por enseñarme lo que han recogido a su paso por la vida, por compartir mis horas grises, mis momentos felices, ambiciones, sueños e inquietudes. Gracias; por ayudarme a salir adelante en la adversidad, por guiarme por el sendero del bien y encaminarme por la vida con la seguridad de una profesión. Para Ustedes queridos padres que Dios los bendiga y los guarde para siempre.

A mi esposa y a mis hijos en agradecimiento al apoyo y comprensión que me brindaron en todo momento, estimulando esta fase de mi vida de estudiante y alentando con su conducta el logro de mis aspiraciones. Por el tiempo que a ustedes pertenecía y que generosamente me concedieron con Amor.

A cada una de las personas que contribuyeron de una u otra manera en mi formación académica por lo cual he logrado concluir mis estudios con éxito.

.....
EDGAR E. CEPEDA MAYANZA

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la fuerzas necesarias para llegar a cumplir esta meta tan anhelada luchando día a día, por su protección incondicional y por ayudarme a vencer obstáculos que se presentaron en mi camino.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis padres quienes me dieron todo su apoyo y consejos incondicionales en todo momento a lo largo del camino para lograr esta meta y sueño muy importante para mí.

A mis familiares quienes de alguna u otra manera me apoyaron para que siga adelante con mis estudios.

A la empresa Cereales Andinos quien ayudó para que se lleve a cabo la creación de este proyecto y a la vez hacer realidad tan preciado sueño

.....
JESUS A. MOREIRA VIDAL

DEDICATORIA

Primeramente a Dios porque sin el todo sueño es imposible de cumplir, a mis familiares y amigo con quienes he compartido cada momento de esta etapa estudiantil y que de alguna manera motivaron y me brindaron su apoyo en los momentos más difíciles en especial a mis padres, mi esposa y mis hijos quienes fueron mi motivación para cumplir este sueño, gracias por su comprensión y sus sabios consejos, que me brindaron a lo largo de mi carrera que hoy culmino con éxito.

.....
EDGAR E. CEPEDA MAYANZA

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres, quienes me dieron la vida, quienes me enseñaron a ir por el camino correcto, quienes me dieron su apoyo, lo cual me llevo a lograr un nuevo éxito en mi vida profesional.

A la empresa “Cereales Andinos”, donde me dio la oportunidad de aplicar este tema y a la misma vez desarrollarla.

A mis familiares y amigos quienes gracias a ellos pude alcanzar esta meta gracias a su apoyo y consejos para llegar a vencer obstáculos presentes a lo largo del camino.

.....
JESÚS A. MOREIRA VIDAL

CONTENIDO

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO	ix
CONTENIDO DE CUADROS.....	xi
CONTENIDO DE FIGURA.....	xii
CONTENIDO DE GRAFICOS.....	xii
CONTENIDO DE ANEXO.....	xii
RESUMEN.....	xiv
PALABRAS CLAVES.....	xiv
ABSTRACT	xv
KEY WORDS.....	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	16
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. JUSTIFICACIÓN	17
1.3. OBJETIVOS	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4. HIPÓTESIS	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. NOMBRE CIENTÍFICO DEL PLÁTANO	20
2.1.1. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL PLÁTANO.....	20
2.2. NORMA DEL CODEX STAND 205-1997 PARA EL PLÁTANO.....	20
2.2.1. REQUISITOS MINIMOS.....	21
2.3. EXTRUIDO.....	21
2.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS EXTRUIDOS	21
2.3.2. PRUEBAS FÍSICAS.....	21
2.4. PRODUCTOS ALIMENTICIOS ELABORADOS POR EL MÉTODO DE EXTRUSIÓN.....	22
2.5. SNACKS.....	22

2.5.1.	GENERALIDADES DE LOS SNACKS.....	23
2.5.2.	PRINCIPALES TIPOS DE APERITIVOS	24
2.6.	EXTRUSIÓN.....	25
2.6.1.	VENTAJAS DE LA EXTRUSIÓN	25
2.7.	FUNCIONES DE LOS EXTRUSORES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	26
2.8.	VARIABLES INDEPENDIENTES DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN A ESCALA DE PLANTA PILOTO	27
2.8.1.	INGREDIENTES.....	27
2.8.2.	TIPO DE EXTRUSOR	27
2.8.3.	HUMEDAD	28
2.8.4.	FLUJO DE ALIMENTACIÓN.....	28
2.8.5.	VELOCIDAD DE TORNILLO	28
2.8.6.	DIAMETRO DE LA BOQUILLA.....	28
2.8.7.	MÉTODOS DE EXTRUSIÓN.....	28
2.9.	CLASIFICACIÓN DE LOS EXTRUSORES.....	29
2.9.1.	EXTRUSORES DE UN SOLO TORNILLO	29
2.9.2.	EXTRUSORES DE DOBLE TORNILLO DE ROTACIÓN OPUESTA	30
2.10.	REQUISITOS DE CALIDAD PARA LOS EXTRUIDOS.....	30
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		32
3.1.	UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3.	BLOQUES EN ESTUDIO.....	32
3.4.	FACTORES EN ESTUDIO	32
3.4.1.	NIVELES	33
3.5.	TRATAMIENTOS.....	33
3.6.	DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL	34
3.6.1.	DISEÑO EXPERIMENTAL	34
3.6.2.	UNIDAD EXPERIMENTAL	34
3.6.3.	VARIABLES	34
3.7.	MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.7.1.	DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DEL SNACK DE PLÁTANO.....	37
3.7.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	38
3.8.	MÉTODOS	38
3.8.1.	MÉTODO DE ENSAYO PARA EL INDICE DE EXPANSIÓN.....	38

3.8.2. MÉTODO DE ENSAYO PARA ANÁLISIS DE ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA E ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA.	39
3.8.3. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE DENSIDAD APARENTE	40
3.8.4. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD MEDIANTE LA TERMOBALANZA	40
3.8.5. MÉTODO DE ENSAYO PARA IDENTIFICAR LA PREFERENCIA SENSORIAL CON PANELISTAS NO ENTRENADOS.....	40
3.8.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	41
3.8.7. TRATAMIENTO DE DATOS.....	41
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1. SUPUESTO DE NORMALIDAD	42
4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA VARIABLES NO PRAMETRICAS.....	46
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1. CONCLUSIONES.....	67
5.2. RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	73

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 2.1. Requisitos bromatológicos	31
Cuadro 2.2. Requisitos Microbiológicos	31
Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos.	33
Cuadro 3.2. Codificación de las variables a medir.	35
Cuadro 3.3. Esquema de ANOVA interacción A*B.....	35
Cuadro 3.4. Esquema de ANOVA para los bloques.....	35
Cuadro 3.5. Esquema de ANOVA para tratamientos	36
Cuadro 4.1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para las Variables en estudio	42
Cuadro 4.2. Prueba de homogeneidad de Varianzas.....	43
Cuadro 4.3. ANOVA de bloque con arreglo A*B	44
Cuadro 4.4. Prueba de diferencias honestamente significativas para el Factor A según Tukey.....	44
Cuadro 4.5. Prueba de diferencias honestamente significativas según Tukey	45
Cuadro 4.6. ANOVA de Kruskal-Wallis para el Factor A	47
Cuadro 4.7. ANOVA de Kruskal-Wallis para el Factor B	52
Cuadro 4.8. ANOVA de Kruskal-Wallos entre Factores A*B	54
Cuadro 4.9. Codificación entre Factores A*B.....	55
Cuadro 4.10. ANOVA de Kruskal-Wallis entre bloques	66
Cuadro 4.11. ANOVA de Kruskal-Wallis entre categorías de tratamientos.....	61
Cuadro 4.12. Organización de los resultados de la prueba de categorías tipo preferencia usando la prueba de Baske.....	66
Cuadro 4.13. Codificación de los productos sensoriales	66

CONTENIDO DE FIGURA

Figura 3.1. Diagrama de flujo para elaboración del snack de plátano.	37
---	----

CONTENIDO DE GRAFICOS

Gráfico 4.1. Regresión Polinómica del IAA respecto a la humedad (Factor A).....	45
Gráfico 4.2. Incidencia del Factor A en la humedad del producto.....	48
Gráfico 4.3. Regresión polinómica de la humedad del producto respecto a la humedad del plátano (Factor A)	49
Gráfico 4.4. Incidencia del Factor A en la densidad Aparente del producto.....	50
Gráfico 4.5 Regresión Polinómica del IAA respecto a la Humedad del plátano (Factor A).....	51
Gráfico 4.6. Incidencia del Factor B en la Densidad Aparente del producto	53
Gráfico 4.7. Incidencia de la interacción de los Factores A*B en la Densidad Aparente del producto.....	55
Gráfico 4.8. Incidencia de los bloques en la Humedad del producto	57
Gráfico 4.9. Incidencia de los Bloques en la Densidad Aparente del producto.....	58
Gráfico 4.10. Incidencia de los Bloques en el indice de Expansión del producto.....	59
Gráfico 4.11. Incidencia de los Bloques en el indice de Solubilidad en Agua del producto.....	60
Gráfico 4.12. Incidencia de los Tratamientos en la Humedad del producto	62
Gráfico 4.13. Incidencia de los Tratamientos en la Densidad Aparente del producto	63
Gráfico 4.14. Incidencia de los Tratamientos en el indice de Expansión del producto.....	64

CONTENIDO DE ANEXO

ANEXO 1: Prueba de basker y kramer “valor critico de diferencia entre suma de categorías	74
ANEXO 2: Regresión lineal del valor crítico en 12 productos con 80 panelistas	75
ANEXO 3: Recepción y lavado del plátano.....	76
ANEXO 4: Deshidratado del plátano.....	76
ANEXO 5: Triturado del plátano.....	77
ANEXO 6: Análisis de humedad	77
ANEXO 7: Procesos de extrusión	78
ANEXO 8: Empacado del producto extruido	78
ANEXO 9: Panelistas no entrenados en análisis de preferencia sensorial del producto... ..	79
ANEXO 10: Panelistas no entrenados en análisis de preferencia sensorial del producto. ..	79
ANEXO 11: Muestras de peso del gel para el IAA.....	80

ANEXO 12: Muestras del peso seco de sobrenadante para el ISA.....	80
ANEXO 13: Resultados del Índice de Solubilidad en Agua.....	81
ANEXO 14: Resultados del índice de expansión del producto.....	82
ANEXO 15: Resultados de Densidad Aparente del producto	83
ANEXO 16: Resultados del Índice de Absorción en Agua del producto.....	84
ANEXO 17: Resultados del porcentaje de humedad del producto extrudido	85
ANEXO 18: Test de preferencia sensorial.....	86

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue estudiar características físicas y sensoriales de snacks extruidos elaborados con plátano variedad barraganete y snacks extruidos con plátano variedad dominico. Para ello se elaboró un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con dos Factores, Factor A (13%, 15% y 17% de Humedad), Factor B (200rpm y 220rpm, como velocidad de extrusión), dando como resultado 12 tratamientos. Se evaluaron las siguientes variables, densidad (Densidad Aparente), humedad (Porcentaje de humedad del Snack), IAA (Índice de Absorción de Agua), ISA (Índice de Solubilidad en Agua), IE (Índice de Expansión). Los resultados de las variables estudiadas se efectuaron mediante el software estadístico SPSS v.21 libre. Los resultados correspondientes al Bloque predominaron significativamente al bloq₂ (plátano variedad dominico) en la humedad con una media de 7.1%, IE 4.2 mm y el ISA 28.1667%. En cuanto a los resultados logrados en el Factor A, prevalece significativamente el nivel a₂ (15%) en la densidad con una media de 0.0475g/cm³, humedad 7.1583% y el IAA, 2.7758g, y en el Factor B prevalece significativamente el nivel b₂ (220rpm) en la densidad con una media de 0.0611g/cm³. También se evaluaron parámetros sensoriales mediante la prueba de preferencias tipo categorías obteniendo como mejor producto T₁₁ (bloq₂*a₃*b₁) con una media de 2,39. En la interacción entre Bloques y Factores (Tratamientos), prevalecieron significativamente los tratamientos T₁₁ (bloq₂*a₃*b₁) en lo que a IE respecta con una media de 4.5667mm, y T₁₂ (bloq₂*a₃*b₂) para la densidad con una media de 0.470g/cm³.

PALABRAS CLAVES

Snack, Extrusión, Calidad, Variedad, Humedad, Velocidad.

ABSTRACT

The objective of this research was to study physical and sensory characteristics of snacks made from banana-extruded of the variety Barraganete and snacks of the variety dominico. A Random Blocks Design was applied with two factors (DBCA), Factor A (13%, 15% and 17% of moisture), Factor B (200rpm and 220rpm), such as extrusion speed given 12 treatments. We evaluated the following variables, density (bulk density), humidity (percentage of humidity of the Snack), WAI (water absorption index), WIR (rate of solubility in water), IE (Expansion index). The results of the variables studied were carried out using the SPSS statistical software v.21. Results of the block were significantly shown by bloq2 (banana variety dominico) in moisture with an average of 7.1%, IE 4.2 mm and the WIR 28.1667%. In terms of the results achieved in the Factor A, significantly prevails level a2 (15%) in the density with a mean of 0.0475 g/cm³, humidity 7.1583% and the WAI, 2.7758g, and in the B Factor prevails significantly level b2 (220rpm) in the density of 0.0611 g/cm³. Sensory parameters were evaluated using the preferences type test categories with the best product T11 (bloq2 * a3 * b1) with an average of 2.39. In the interaction between blocks and factors (treatments), prevailing the T11 treatments (bloq2 * a3 * b1) regarding IE with an average of 4.5667 mm, and T12 (bloq2 * a3 * b2) for the density with a mean of 0.470 g/cm³.

KEY WORDS

Snack, Extrusion, Quality, Variety, Humidity, Speed.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Korneva *et al.*, (2013), define que en el Ecuador se reporta un total de 144.981 hectáreas sembradas con plátano, las principales variedades cultivadas son Dominico, que se utiliza para el consumo local y barraganete que se exporta en su mayoría. INEC, (1995) citado por Toapanta *et al.*,(s.f), comunica que la mayor parte se encuentra en el Carmen Provincia de Manabí y parte en Santo Domingo de los Tsáchilas, existiendo 40.000 hectáreas sembradas como monocultivo, las cuales han ido incrementándose estos últimos años.

Rendón y Ayllón (2009), afirman que el plátano industrializado presenta varias alternativas para su comercialización, entre ellas el plátano deshidratado, troceado para molienda, harina y algunas variedades de snack como chifles y patacones, sin embargo esa gama de productos puede ampliarse a otras presentaciones similares a los cereales de consumo amplio en la población; no obstante Vílchez *et al.*, (2012), especifica que el proceso de extrusión de este alimento presenta inconvenientes técnicos durante el proceso por lo que es necesario conocer el acondicionamiento de la materia prima, y velocidad de extrusión para alcanzar la calidad del snack deseada.

Pérez *et al.*, (2007), sostiene que la humedad es un factor muy importante para el acondicionamiento de la materia prima, según Zúñiga, (2005), la extrusión tiene efectos contrapuestos sobre el valor nutritivo de los alimentos agrediendo a los ácidos grasos poliinsaturados, pérdida parcial de vitaminas termolábiles y como beneficio se incluyen una mejor biodisponibilidad mineral, la destrucción de factores antinutricionales y el aumento de la digestibilidad de los alimentos, todo lo cual va a depender de las condiciones técnicas de la extrusión como son, el grado de humedad de la materia prima, y velocidad de extrusión, siendo la humedad el

factor de mayor incidencia según lo menciona Pantoja *et al.*, (2011), sin embargo en Ecuador no se ha fomentado la investigación y transferencia de tecnología para la elaboración de un extruido de plátano deshidratado, como se ha hecho con otros cultivos y cereales para darle valor agregado en la línea de extruidos y que reúnan la calidad necesaria en cuanto a sus propiedades físicas. Ante esta situación se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo obtener la calidad óptima de un snack a base de plátano deshidratado condicionando su humedad y velocidad para el proceso de extrusión?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La evolución de la agroindustria en el Ecuador ha incrementado las posibilidades de crecimiento para muchos cultivos, en especial el plátano, donde pequeños y grandes agricultores hacen de este su sustento, sin embargo la carencia de industrialización y bajo precio conlleva a que no tengan un beneficio apropiado de sus cultivos, lo cual se optimizaría con el mejoramiento técnico para la elaboración de un snack extruido, con ello se incentiva al cultivo permanente de este fruto y a la vez una forma de cómo industrializarlo.

Una de las alternativas que se busca es manufacturar y a la vez darle valor agregado al plátano, debido a que la materia prima solo es aprovechada en la alimentación de las personas en forma gastronómica y muy poco industrialmente, para lograr lo anterior se pretende obtener un snack extruido a partir del plátano deshidratado, condicionando el contenido de humedad y velocidad de extrusión debido a que estos factores son necesarios para el proceso de extrusión con el propósito de conseguir un producto en óptimas condiciones.

El Snack en el consumidor cumple la función de mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa, el mismo que debe estar sujeto a la normativa NTE INEN 2 561:2010, que establece los requisitos básicos que debe cumplir este producto en

el Ecuador, el cual según Zúñiga (2005), afirma que cuando el material pasa por estas fases ha sido cocido totalmente, permitiendo así la digestibilidad de los nutrientes, reducir los componentes antinutricionales, debido a que el calor y la presión producida en el extrusor provocan la destrucción de microorganismos tales como las bacterias, mohos y levaduras, además la continua presión y el cocimiento con el repentino alivio de la presión al salir el producto del extrusor, causan la expansión del mismo al romper las paredes celulares, dando como resultado un producto texturizado, altamente apetitoso y durable.

Debido a los acontecimientos antes mencionados y carencia de información en cómo elaborar un snack de plátano deshidratado, nace esta investigación con fines de un aporte potencial al aprovechamiento de la materia prima para su industrialización, por lo cual el método de extrusión es una de las técnicas más utilizadas en la producción de alimentos de tipo snack, por ello esta investigación servirá como fuente de apertura para el proceso de extrusión.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de un snack extruido a partir de dos variedades de plátano deshidratado condicionando la humedad y velocidad de extrusión.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las características físicas del producto extruido en función de las dos variedades de plátano.
- Identificar las características físicas del producto extruido en función del contenido de humedad de la masa a extruir y velocidad de extrusión.
- Determinar la preferencia sensorial del snack con panelistas no entrenados.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos una de las dos variedades de plátanos o los dos factores utilizados para la elaboración de un snack extruido influyen significativamente sobre la calidad del snack.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. NOMBRE CIENTÍFICO DEL PLÁTANO

Mazzeo *et al.*, (2010), establece que el plátano pertenece a la familia de las musáceas, *Musa Cavendish* (bananos) y *Musa paradisiaca* (plátanos), dentro de las especies de plátanos se encuentra la especie *Musa paradisiaca AAB* perteneciente a la variedad dominico, mientras que Cruz *et al.*, s.f, afirma que la especie *Musa Paradisiaca L* pertenece a la variedad barraganete.

2.1.1. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL PLÁTANO

✓ Variedad barraganete

Aguirre *et al.*, (s.f), certifica que el plátano variedad barraganete deshidratado posee 12.6% de humedad, 3.23% de lípidos, 4.03% de proteína, 4.07% de cenizas y un 17.14% de fibras, además según datos de Soto (2010), manifiesta que el plátano barraganete posee un total de 68,13% de almidón totales, 47.07 de almidón disponibles y un 21.06 de almidón resistente.

✓ Variedad dominico

Mazzeo *et al.*, (2010), certifica que el plátano variedad dominico posee 10% de humedad, 1% de lípidos, 7-12% de proteína, 2.5% de cenizas y un 1% de fibras.

2.2. NORMA DEL CODEX STAND 205-1997 PARA EL PLÁTANO

Esta norma se aplica a las variedades comerciales de bananos (Plátanos) obtenidos de *Mussa spp* (AAA), de la familia Musaceae, en estado verde, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado.

2.2.1. REQUISITOS MÍNIMOS

Estar enteros, sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo, exentos de plagas que dañen el aspecto general del producto, además libre de cualquier materia extraña visible, exentos de humedad externa anormal, de olor y/o sabor extraños, de daños causados por bajas temperaturas, de magulladuras, de malformaciones o curvaturas anormales de los dedos, sin pistilos, ser de consistencia firme, estar con el pedúnculo intacto, no estar doblados ni dañados por hongos o desecados, alcanzar el grado apropiado de madurez fisiológica de conformidad con las características peculiares de la variedad, soportar el transporte y la manipulación y llegar en estado satisfactorio al lugar de destino, de forma que puedan madurar satisfactoriamente.

2.3. EXTRUIDO

NTE INEN 2 561:2010, establece que los extruidos son los productos que se obtienen a partir de un proceso en el que el grano, harina o subproducto de éstos ya controlados son forzados a fluir, bajo una o más variedades de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una placa/boquilla diseñada para dar forma o expandir los ingredientes, se los conoce como snack.

2.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS EXTRUIDOS

Según Salas. s.f, manifiesta que los métodos incluyen determinaciones físicas, grado de gelatinización del almidón o grado de cocción, desnaturalización de proteínas, inactivación de enzimas y modificación de lípidos.

2.3.2. PRUEBAS FÍSICAS

La expansión, según Salas, s.f, señala que es expresada como una relación entre el área de la sección transversal del producto moldeado en forma de tubo y el área de orificio de salida del dado.

Los niveles del índice de expansión, se manifiestan como nivel bajo, para Índice de expansión menor a 1.5, para nivel medio, Índices entre 1.6 a 2, para nivel alto Índices mayor a 2 Kameko (2005) citado por Galarza (2011).

Índice de absorción de agua (WAI), es el peso del gel obtenido por gramo de muestra seca, fue originalmente desarrollado como una medida de la energía de esponjamiento o hinchamiento del almidón (Salas, s.f.)

Índice de solubilidad en agua (WSI), expresado como un porcentaje de los sólidos secos originales, es la cantidad de materia seca recuperada después de evaporar el sobrenadante de la determinación de la absorción de agua (Salas, s.f.)

2.4. PRODUCTOS ALIMENTICIOS ELABORADOS POR EL MÉTODO DE EXTRUSIÓN

Zúñiga, (2005), comunica que el principal atractivo de la extrusión es la posibilidad de aumentar la variedad de alimentos en la dieta por la producción de una gran cantidad de productos de diferentes formas, texturas, colores y sabores a partir de materias primas básicas, entre los productos posibles de fabricar se encuentran:

Cereales para desayuno, productos tipo botana o “snack”, alimentos para mascotas, alimentos para peces, proteína vegetal texturizada, alimentos infantiles y almidones precocidos y modificados.

2.5. SNACKS

Alimento que puede comerse en lugar de, o entre comidas; disminuye el hambre temporalmente y proporcionan una mínima cantidad de energía para el cuerpo. Varios alimentos pueden ser considerados como snack siendo los más populares; las papas fritas, frituras de maíz, pretzels, nueces y snack extruidos Maga (2000) citado por Estévez *et al.*, (2011).

El término snack o botanas define una comida ligera, usualmente una ración individual que debe ser fácil de manipular, estar lista para comer, ser accesible y de tamaño pequeño que debe mitigar momentáneamente la sensación de hambre. Un proceso industrial versátil para obtenerlos es la extrusión, que generalmente se realiza a partir de cereales Hurtado *et al.*, (2001) citado por Pérez *et al.*, (2007).

Zamorano *et al.*, (2010) informa que los snack son productos fáciles de manipular que no requieren preparación, es así, como la oferta de alimentos llamados "Snack" o bocadillos, que se definen como productos fáciles de manipular, constituidos en porciones individuales, que no requieren preparación y satisfacen el apetito en corto plazo y los cuales no debieran superar el 10 % del total de calorías requeridas en un día.

2.5.1. GENERALIDADES DE LOS SNACKS

El cambio constante del ritmo de vida, la intersección de la mujer al campo laboral, el incremento drástico de la población urbana, entre otros factores, ha impulsado el desarrollo de productos de fácil preparación, tales como los alimentos precocidos, congelados y productos de consumo final como snack o aperitivos Guy, (2002) citado por Espín, (2010).

Los snacks deben cumplir varias condiciones tales como ser fáciles de manipular, listos para comer, ser de ración individual y lo más importante es que deben satisfacer al hombre Pacheco *et al.*, (1997) citado por Espín, (2010).

La fabricación de snacks es un sector que sobresale en la industria de alimentos, las ventas anuales de snacks han venido de la mano con el incremento de la población y con el cambio en los patrones de vida diaria. A pesar de ser una de las industrias más dinámicas, los fabricantes han enfrentado luchas constantes por cambiar el nombre mal asignado a estos productos como "alimentos chatarras",

por considerarlos altos en grasa y carbohidratos, razón por la que día a día se buscan innovaciones CORPEI (2008) citado por Espín, (2010).

2.5.2. PRINCIPALES TIPOS DE APERITIVOS

Guy (2002) citado por Espín (2010), comunica que de acuerdo a los cambios que sufren las materias primas durante el procesamiento, los aperitivos se clasifican en las siguientes categorías.

Aperitivos vegetales de corte natural. Se basa en el corte fino, en fresco, de un vegetal que se somete a fritura formando un producto crujiente.

Productos formados de pasta a partir de un derivado de papa. Son productos crujientes formados a partir de la extrusión o laminado de pasta de papa y su posterior fritura.

Productos formados de pasta a partir de derivados de maíz. Estos productos se forman mediante la extrusión a laminado y corte de la pasta de maíz y su posterior fritura u orneo, obteniendo un producto crujiente.

Productos intermedios o aperitivos aglomerados. Estos productos difieren de los productos descritos anteriormente por una etapa extra de secado de la pasta después del moldeado en trozos.

Aperitivos expandidos directamente. Las materias primas se funden en el interior del extrusor y se expanden directamente a medida que salen del troquel.

Aperitivos co-extruidos. Las materias primas sufren dos extrusiones simultáneas a través de un único troquel. Por lo general, su aplicación resulta difícil en la industria alimentaria debido a los grandes cambios en las características reológicas de fluidos con almidón Guy, (2002) citado por Espín, (2010).

2.6. EXTRUSIÓN

La extrusión es una operación que consiste en dar forma o plastificar un material a presión a través de un dado, en la extrusión se combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeo, el objetivo principal de este proceso es ampliar una gama de alimentos, partiendo de ingredientes básicos hasta conseguir alimentos de distintas formas y color (García, 2009; Fellows (1994) citado por Espín (2010)).

Las aplicaciones que tiene esta operación son innumerables, los subsectores más importantes son los macarrones o pasta, los snacks de cereales listos para comer, los panecillos, bases de sopas, productos derivados de la conversión de almidón, soya texturizada, alimentos para mascotas y otros animales y algunos productos dulces Acuña *et al.*, (1992) citado por Espín (2010).

La extrusión es un proceso continuo, versátil y muy utilizado en la transformación de alimentos, en los alimentos extruidos ocurren modificaciones químicas y cambios estructurales como la gelatinización del almidón (Van den Eijnde *et al.*, (2005) citado por Ferreira *et al.*, (20014)).

2.6.1. VENTAJAS DE LA EXTRUSIÓN

Guy (2002) citado por Espín (2010), comunica que la extrusión es una operación que ha alcanzado popularidad y es ampliamente usada por las siguientes razones.

Versatilidad: Es un proceso extremadamente flexible, con solo cambiar la proporción de los ingredientes minoritarios y las condiciones durante la extrusión es factible la producción de una amplia gama de productos.

Mejores características de los productos: Se puede producir una variedad de formas, texturas y colores que con otros métodos de producción no es posible.

Nuevos productos: La extrusión puede modificar las proteínas animales y vegetales, almidones y otras materias primas para producir una gran variedad de nuevos tipo de snacks.

Menores gastos: Es el proceso industrial de cocción más económico y productivo que se usa, posee una gran capacidad de producción, con poca energía y vapor por tonelada de producción.

Alta calidad del producto: La extrusión con cocción, es un tratamiento térmico a elevada temperatura y corto tiempo (HTST) que destruye componentes anti nutricionales, reduce la contaminación microbiana, inactiva enzimas, minimiza la degradación de nutrientes y mejora la digestibilidad de proteínas y almidones.

No genera efluentes: El proceso de extrusión no genera desechos.

2.7. FUNCIONES DE LOS EXTRUSORES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Los extrusores en la industria alimentaria realizan las funciones de mezclar y homogenizar materias primas, además cumple la función de cocer para, la desnaturalización de proteínas, gelatinización de carbohidratos, (principalmente almidón), producción de sabores y colores y reducción de factores anti nutricionales, crear textura a través de presión, flujo e intercambio de calor, crear formas y secar el producto, cabe mencionar que el cocimiento por extrusión, específicamente en alimentos, ha sido definido como el procesos por el cual materiales húmedos y proteicos son plastificados y cocidos en un tubo por una combinación de presión, calor y esfuerzo mecánico Harper (1981) citado por Zúñiga (2005).

2.8. VARIABLES INDEPENDIENTES DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN A ESCALA DE PLANTA PILOTO

Cueva (2012), manifiesta que en el proceso de extrusión de alimentos interactúan un gran número de variables independientes que tienen distintos efectos sobre el producto final, estas variables pueden determinarse a través de distintos diseños experimentales o también a partir de otros estudios científicos anteriores.

2.8.1. INGREDIENTES

La mezcla de ingredientes del proceso se va a definir a través de un cómputo químico de aminoácidos para determinar la proporción óptima de ingredientes, posteriormente se analizará las características físicas y organolépticas para redefinir las proporciones (Cueva, 2012).

2.8.2. TIPO DE EXTRUSOR

Según Cueva (2012), en el desarrollo del producto se utiliza un extrusor de un solo tornillo a escala de planta piloto marca BRABENDER 20DN modelo No 825602 que presenta las siguientes características:

- Capacidad mínima: 1Kg
- Diámetro del barril: 1,9 cm
- Puntos de calentamiento: 3 puntos de calentamiento a lo largo del tornillo y una chaqueta de enfriamiento en la zona de alimentación.
- Margen de temperatura: 20°C-400°C.
- Velocidad de tornillo: 0-240rpm, regulable durante el proceso de alimentación.
- Relación de compresión del tornillo: 1:1 a 1:5.
- Diámetro de la boquilla: 3mm a 4mm.
- Se debe acoplar una tolva en la zona de alimentación del tornillo para garantizar una alimentación a saturación en el proceso de extrusión.

- Cortador: existe un cortador de cuchillas planas de velocidad regulable acoplado al extrusor, esto permite regular la longitud del snack expandido.

2.8.3. HUMEDAD

Las humedades de las muestras antes de ingresar al extrusor deben ser ajustadas entre 14-16%, debido que a bajas humedades se obtiene un mayor grado de expansión (Cueva, 2012).

2.8.4. FLUJO DE ALIMENTACIÓN

El flujo de alimentación de la muestra que ingresa al extrusor es a saturación, esto quiere decir continuo, cada muestra debe ser de 500g como mínimo (Cueva, 2012).

2.8.5. VELOCIDAD DE TORNILLO

La velocidad en que gira el tornillo al interior del extrusor debe ser entre 160rpm-240rpm (Cueva, 2012).

2.8.6. DIAMETRO DE LA BOQUILLA

El diámetro de la boquilla en la zona de descarga del extrusor es de 3mm utilizado generalmente para la elaboración de snacks expandidos (Cueva, 2012).

2.8.7. METODOS DE EXTRUSIÓN

El proceso de extrusión se puede efectuar el acondicionamiento de la harina de la extrusión por medio de vapor o sin vapor y según sea el caso dará dos métodos en Húmedo y seco

✓ Proceso de extrusión en seco

El proceso de extrusión en seco consiste básicamente en la producción de calor (140°C-145°C) causada por la fricción bajo presión (30-40 atmósferas), cuando el producto es forzado por un tornillo sin fin a través de una serie de restricciones

dentro de cámaras de compresión. Este proceso toma menos de 30 segundos, de modo que los nutrientes no se dañan ni se destruyen, la extrusión seca emplea niveles de humedad por debajo del 20%, este procedimiento riguroso, corta y muele, para que las paredes de las células se rompan, aumentando así la disponibilidad de nutrientes Brauna (2002) citado por Zúñiga (2005).

✓ **Proceso de extrusión en húmedo**

El proceso de extrusión en húmedo, consiste en el mismo procedimiento que la extrusión en seco, solamente que cuando el grano molido entra en la cámara de acondicionamiento donde la presión es baja, se inyecta vapor de agua y de allí se traslada directamente al barril de extrusión donde también se agrega vapor de agua, en la extrusión en húmedo es muy importante conseguir que el producto a procesar esté bien molido, que se pueda regular la temperatura de las diferentes secciones del proceso para conseguir la máxima calidad nutritiva del producto, y que el agua y el vapor sean adecuados para conseguir el nivel de humedad necesarios, la presión y la superficie de apertura de la matriz idóneos para que el producto salga con la máxima calidad y el mínimo costo Brauna (2002) citado por Zúñiga (2005).

2.9. CLASIFICACIÓN DE LOS EXTRUSORES

La clasificación de los extrusores se basa en diferentes criterios, por ejemplo, sobre la humedad del producto a extruirse, si el extrusor es de un solo tornillo o de doble tornillo, Tribelhorn y Harper (1980); Hauck y Ruber (1989) citado por Zúñiga (2005).

2.9.1. EXTRUSORES DE UN SOLO TORNILLO

Miller (1994) citado por Zúñiga (2005), comunica que el canal del tornillo no está dividido, es continuo a lo largo del tamaño del tornillo, en lugar de ser empujado por las aletas del tornillo, el producto es arrastrado por el canal del tornillo por el movimiento relativo del mismo y la superficie del barril, la presión y el flujo son

generados por el corte, el flujo de arrastre resultante es de más o menos la mitad de la capacidad volumétrica del tornillo, la mitad del producto es dejado atrás.

2.9.2. EXTRUSORES DE DOBLE TORNILLO DE ROTACIÓN OPUESTA

Miller (1994) citado por Zúñiga (2005), comunica los extrusores de doble tornillo de rotación opuesta tienen dos tornillos que se unen fuertemente como engranajes y rotan uno contra el otro. Por lo tanto, cada tornillo está dividido en una serie de cámaras separadas las cuales se mueven hacia el dado mientras que el tornillo rota, llevando el producto en ellas en un desplazamiento positivo.

2.10. REQUISITOS DE CALIDAD PARA LOS EXTRUIDOS

Según NTE INEN 2 561:2010, la elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura característicos, se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas, no se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia, estos productos se pueden comercializar solos o en mezcla de productos, además deben cumplir con los requisitos expuestos a continuación.

Cuadro 2.1. Requisitos bromatológicos

REQUISITO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad, %	5	NTE INEN 518
Grasa, %	40	NTE INEN 523
Índice de peróxidos meq O ₂ /Kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 527
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2074	

Fuente: NTE INEN 2 561:2010

Cuadro 2.2. Requisitos Microbiológicos

REQUISITO	N	C	M	M	MÉTODO DE ENSAYO
Recuento estándar en placa ufc/ g	5	2	10 ³	10 ⁴	NTE INEN 1529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1529-10
E coli ufc/g	5	0	<10	-	NTE INEN 1529-7

Fuente: NTE INEN 2 561:2010

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta investigación se efectuó en las instalaciones de la empresa “Cereales Andinos” S.A, por la facilitación de los equipos y maquinarias utilizados para la elaboración del Snack, la cual se encuentra ubicada en la parroquia Llano Grande de la ciudad de Quito y en los laboratorios de Bromatología, Microbiología y Química de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ESPAM MFL, situada en el sitio “El Limón”, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se aplicó primeramente fue exploratoria por motivo de carencia de información referente al tema propuesto, después se aplicó una investigación descriptiva por el cual se van a especificar cada una de las etapas para llevar a cabo la investigación, después, de tipo experimental debido a que se ejecutó bajo condiciones controladas para obtener datos confiables y bibliográfica debido a que se procederá a obtener información de fuentes primarias y secundarias.

3.3. BLOQUES EN ESTUDIO

- Bloque 1: Variedad barraganete
- Bloque 2: Variedad dominico

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores que se manejaron para el estudio de la calidad de un snack extruido a base de plátano deshidratado fueron:

Factor A: Contenido de Humedad del plátano deshidratado

Factor B: Velocidades de extrusión

3.4.1. NIVELES

Para el factor A se utilizaron 3 niveles:

- a1 = 13%
- a2 = 15%
- a3 = 17%

Para el factor B se utilizaron 2 niveles:

- b1= 200 rpm
- b2= 220 rpm

3.5. TRATAMIENTOS

La combinación de bloques por cada factor dieron como resultado los siguientes tratamientos (Cuadro 3.1.).

Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN
T ₁	bloq ₁ a ₁ b ₁	Bloque 1* 13% CH* 200rpm
T ₂	bloq ₁ a ₁ b ₂	Bloque 1* 13% CH* 220rpm
T ₃	bloq ₁ a ₂ b ₁	Bloque 1* 15% CH* 200rpm
T ₄	bloq ₁ a ₂ b ₂	Bloque 1* 15% CH* 220rpm
T ₅	bloq ₁ a ₃ b ₁	Bloque 1* 17% CH* 200rpm
T ₆	bloq ₁ a ₃ b ₂	Bloque 1* 17% CH* 220rpm
T ₇	bloq ₂ a ₁ b ₁	Bloque 2* 13% CH* 200rpm
T ₈	bloq ₂ a ₁ b ₂	Bloque 2* 13% CH* 220rpm
T ₉	bloq ₂ a ₂ b ₁	Bloque 2* 15% CH* 200rpm
T ₁₀	bloq ₂ a ₂ b ₂	Bloque 2 * 15% CH* 220rpm
T ₁₁	bloq ₂ a ₃ b ₁	Bloque 2* 17% CH* 200rpm
T ₁₂	bloq ₂ a ₃ b ₂	Bloque 2* 17% CH* 220rpm

Fuente: Elaborado por los autores

3.6. DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

3.6.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

En la siguiente investigación se elaboró un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en arreglo bifactorial A*B y para cada tratamiento se efectuaron tres réplicas.

3.6.2. UNIDAD EXPERIMENTAL

Por cada tratamiento se utilizó 1.5 kg de masa a extruir y se aplicó 3 réplicas, teniendo en cuenta que se contó con 36 unidades experimentales y para cada unidad experimental se utilizó 0.5 kg, el cual se depositaron en fundas de polietileno de alta densidad para garantizar impermeabilidad a la humedad ambiental quedando de manifiesto que se utilizó 18 kg de muestra.

3.6.3. VARIABLES

✓ **Variables independientes**

- Variedades de plátano
- Humedad de masa a extruir
- Velocidad de extrusión

✓ **Variables dependientes**

- Densidad Aparente.
- Porcentaje de Humedad del Snack.
- Índice de Absorción de Agua.
- Índice de Solubilidad en Agua.
- Índice de Expansión.
- Aceptación sensorial.

Cuadro 3.2. Codificación de las variables a medir.

VARIABLES	CODIGO
Densidad Aparente	Densidad
Porcentaje de Humedad del Snack	Humedad
Índice de Expansión	IE
Índice de Solubilidad en Agua	ISA
Índice de Absorción de Agua	IAA

Fuente. Elaborado por los autores

Cuadro 3.3. Esquema de ANOVA interacción A*B

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L
Factor (A)	2
Factor (B)	1
AxBxBL	2
Error	12
Total	17

Fuente. Elaborado por los autores

En caso de existir diferencia significativa entre los factores, los autores plantearon realizar un análisis entre bloques y tratamientos, el mismo que se detalla a continuación:

Cuadro 3.4. Esquema de ANOVA para los bloques

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L
Total	11
Bloques	1
Error	10

Fuente. Elaborado por los autores

Cuadro 3.5. Esquema de ANOVA para tratamientos

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L
Total	35
Tratamientos	11
Error	24

Fuente. Elaborado por los autores

3.7. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DEL SNACK DE PLÁTANO

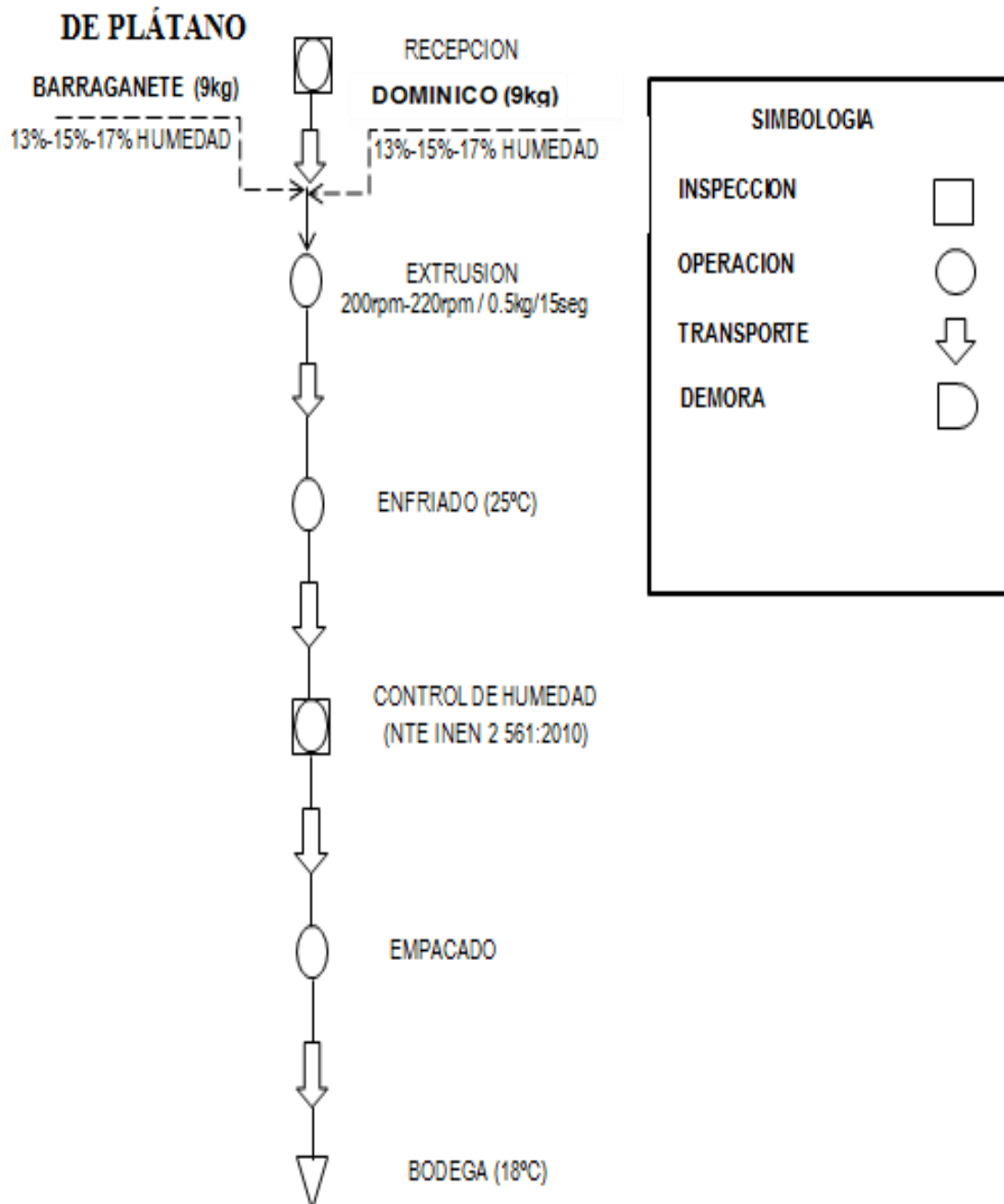


Figura 3.1. Diagrama de flujo para elaboración del snack de plátano.
Fuente. Elaborado por los autores

3.7.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DEL SNACK DE PLÁTANO

Recepción: Se recibieron los plátanos deshidratados de las diferentes variedades tomando como referencia la norma técnica Colombiana NTC2799 con un 15% de humedad tal como se muestra en Anexo 5 y Anexo 6, luego se acondicionó en las diferentes humedades propuestas 13%, 15% y 17% de humedad para su posterior proceso de extrusión.

Extrusión: El plátano deshidratado de diferentes tratamientos con sus respectivas réplicas se depositó en la tolva del extrusor ver Anexo 7, para que pase por el embudo, luego en el tornillo del extrusor, se procedió a extruir a una velocidad de 200rpm y 220rpm para cada réplica y así formar el snack extruido.

Enfriado: Una vez que se formó el snack extruido se lo dejó enfriar a 25°C por un lapso de 3 minutos, para así facilitar la manipulación del mismo y así impedir que el snack adquiera humedad.

Control de Humedad: A cada una de los tratamientos con sus respectivas réplicas, se procedió a realizar el respectivo análisis de humedad de acuerdo al método establecido por Pérez *et al.*, (2007), el cual es uno de los requisitos que establece la norma técnica NTE INEN 2 561:2010

Empacado: Una vez que se realizó el control de calidad se procede a empacar 1.2kg de cada tratamiento en fundas de polietileno de alta densidad ver Anexo 8, bien sellado para así garantizar la impermeabilidad de la humedad ambiental.

Bodega: El snack extruido por ser un producto de carácter higroscópico, es necesario que se lo almacene en una bodega fresca y libre de humedad.

3.8. MÉTODOS

3.8.1. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ÍNDICE DE EXPANSIÓN

Según lo expuesto por Harper (1981) citado por Martínez y Paul (1992), se considera una expansión de por lo menos 1.5mm, y para ser aceptable Aguirre (2003) citado por Carrasco *et al.*, (2011), manifiesta que debe tener un índice de 2,40. Para determinar el índice de expansión, se encendió el soplete para calentar

el tornillo de extrusor rápidamente hasta las temperaturas definidas para el proceso entre 120-130°C, una vez que el calentamiento llegó a la temperatura determinada, se apagó el soplete, logrando que la temperatura se mantiene sólo por fricción interna, luego se accionó la rotación del tornillo del extrusor, una vez ya en rotación el tornillo se procedió a colocar las muestras en la tolva ya condicionadas para el proceso a 200 rpm, esperando de 5 a 10 segundos cada muestra, una vez que se terminaron las muestras a 200 rpm así mismo se colocó las muestras a 220 rpm, luego se tomó la medida del extruido, seguido se definió el diámetro de la boquilla del extrusor y finalmente se interpretó los datos en la siguiente formula realizada por Vílchez *et al.*, (2012).

$$IE = \frac{\text{Diametro promedio de la muestra (cm)}}{\text{Diametro de la boquilla (cm)}} \quad [3.1]$$

3.8.2. MÉTODO DE ENSAYO PARA ANÁLISIS DE ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA E ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA.

El método para determinar IAA y el ISA se llevó a cabo por datos tomados de Anderson *et al.*, (1969), citado por Sandoval *et al.*, (2012), con algunas modificaciones. El extruido se lo trituro hasta llegar a una granulometría de 0.8-1.2 mm con malla N°30 para normalizar el tamaño y peso de la muestra, luego se pesaron en tubos de centrífuga 1.25 gramos de la muestra triturada utilizando una balanza analítica, luego se adicionó 5ml de agua destilada a 60°C y se incubó en baño maría con agitación cada 10 minutos durante 30 minutos, luego se centrifugó a 2500 rpm, por 30 min, en una centrífuga, luego se separó el sobrenadante del gel y se tomó el peso del gel obtenido, después se tomó 5ml del sobrenadante para secarlo a 70°C, por 24 h. El IAA, ISA, se determinaron de acuerdo a las siguientes ecuaciones.

$$IAA = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \quad (3.2)$$

$$ISA = \frac{\text{Peso seco sobrenadante (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * 100 \quad (3.3)$$

3.8.3. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente se determinó de acuerdo a Muller (1978) citado por Carrasco *et al.*, (2011) con ciertas modificaciones, primero se prepararon las 36 muestras a analizar luego se tomó la primer muestra el cual se llevó a colocarla en una probeta de 100ml dando unos golpes leves para que toda la muestra compacte y ocupe espacios vacíos hasta llegar a su volumen final de la probeta (100ml), luego se procedió a pesar la muestra, y finalmente se aplicó la siguiente formula.

$$DA = \frac{\text{masa (g)}}{\text{Volumen (cm}^3\text{)}} \quad (3.4)$$

3.8.4. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD MEDIANTE LA TERMOBALANZA

El porcentaje de humedad, se realizó mediante la técnica que manifiestan Pérez *et al.*, (2007), con ciertas modificaciones para el acoplamiento de la materia a analizar primeramente se utilizó una termobalanza, con un porta muestras de aluminio, el cual se le añadió 5 gramos de muestra a temperatura ambiente, luego la termobalanza automáticamente empezó el procedimiento hasta llegar una temperatura de 130°C y al cabo de unos 10 minutos el equipo mostró el resultado.

3.8.5. MÉTODO DE ENSAYO PARA IDENTIFICAR LA PREFERENCIA SENSORIAL CON PANELISTAS NO ENTRENADOS.

Para identificar la preferencia sensorial se contó con 80 panelistas no entrenados número en el cual Liria (2007), manifiesta que para análisis de preferencia sensorial se debe tener una muestra entre 75 a 150 panelistas no entrenados, para ello a los diferentes tratamientos, se los colocó con letras mayúsculas de

izquierda a derecha para identificarlos, luego los panelistas ordenaron los tratamientos según su preferencia con 1 para la muestra que considere más crocante y del dos en adelante la reducción del nivel de crocancia, siendo 12 en nivel de menor crocancia ver (Anexo 12.).

3.8.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se efectuaron las siguientes pruebas:

- Se realizaron a todas las variables dependientes las siguientes pruebas: de normalidad (Smirnov Kolmogororov), homogeneidad (Levene) y homocedasticidad (Bartlett), en caso de que éstas variables cumplan con todos los parámetros indicados se procederá a realizar las pruebas que se indican en los siguientes puntos y en caso de no ser así, se llevarán a efecto las pruebas no paramétricas.
- Análisis de varianza (ANOVA): Permite comparar los resultados de las variables.
- Coeficiente de variación (CV): Nos permite analizar la variabilidad de los datos obtenidos con respecto a las variables.
- Prueba de Tukey: Permite determinar la magnitud de las diferencias entre tratamientos. Se analizará el 5% de probabilidad, de acuerdo a los grados de libertad (gl.) del error.

3.8.7. TRATAMIENTO DE DATOS

El análisis de los datos se efectuó por medio del programa SPSS 21 Versión Libre y Office Excel 2007.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. SUPUESTO DE NORMALIDAD

Para determinar la normalidad de los datos se procedió a realizar los supuestos del ANOVA (Cuadro 4.1). A continuación se detalla la prueba de normalidad (Kolmogorov Smirnov), con su respectivo estudio de hipótesis.

H_0 = Los datos analizados no difieren de la distribución normal

H_1 = Los datos analizados difieren de la distribución normal

Contraste de la hipótesis si $P < 0.05$

Cuadro 4.1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para las Variables en estudio

		Humedad	Densidad A	IE	ISA	IAA
N		36	36	36	36	36
Parámetros normales ^{a,b}	Media	7.4667	0.0575	3.9250	0.3053	3.1175
	Desviación típica	0.57570	0.01696	0.45000	0.03828	0.59338
	Absoluta	0.199	0.282	0.165	0.190	0.095
Diferencias más extremas	Positiva	0.199	0.282	0.165	0.190	0.072
	Negativa	-0.123	-0.151	-0.117	-0.151	-0.095
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.195	1.691	0.990	1.139	0.567
Sig. asintót. (bilateral)		0.115NS	0.007*	0.281NS	.149NS	0.904NS

* Difieren de la distribución Normal Sig. 0.05.

NS no difieren de la distribución Normal.

Fuente: Elaborado por los autores

Debido al valor de probabilidad de Kolmogorov Smirnov 0.115 para la variable humedad, 0.281 para la variable IE, 0.149 para la variable ISA, y 0.904 para la variable IAA, siendo estos valores mayor que la significancia de la prueba (0.05), por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0), lo que quiere decir que las variables mencionadas proviene de una distribución normal, a excepción de la variable Densidad Aparente ya que debido al valor de probabilidad de Kolmogorov Smirnov 0.007 siendo este menor que la significancia del valor P 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la alternativa.

Para los datos cuya distribución se presentan de forma normal se procede a la prueba de Levene (Homogeneidad), la misma que a continuación se detalla con su respectivo estudio de hipótesis.

H_0 = Las variables en estudio no difieren de la homogeneidad.

H_1 = Las variables en estudio difieren de la homogeneidad

Contraste de la hipótesis si $P < 0.05$

Cuadro 4.2. Prueba de homogeneidad de Varianzas.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Humedad	3.429	11	24	0.006**
IE	2.930	11	24	0.013*
ISA	2.614	11	24	0.024*
IAA	1.930	11	24	0.086NS

* Difieren de la Homogeneidad al 0.05

**Difieren de la Homogeneidad al 0.01

NS No difieren de la Homogeneidad

Fuente: Elaborado por los autores

Debido al valor de probabilidad del Estadístico de Levene (Ver Cuadro 4.2), 0.086 para la variable IAA, siendo este mayor que la significancia del valor $P < 0.05$, por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0), concluyendo que las varianzas de las variables son iguales, mientras que las variable Humedad con 0.006, IE con 0.013, ISA con 0.024, siendo estos valores menor que la significancia $P < 0.05$; concluyendo que las varianzas de las variables mencionadas no son iguales, quedando de manifiesto que debido a los datos obtenidos de la distribución normal y prueba de homogeneidad solo se aplicó pruebas paramétricas a la variable Índice de Absorción de Agua, el cual se detalla a continuación.

Cuadro 4.3. ANOVA de bloque con arreglo A*B

Variable dependiente: IAA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Factor_A	2.140	2	1.070	6.190	0.007**
Factor_B	0.141	1	0.141	0.814	0.376NS
BLOQUE	0.997	1	0.997	5.766	0.063NS
Factor_A * Factor_B	0.007	2	0.004	0.021	0.979NS
Factor_A * Factor_B * bloq	4.891	5	0.978	5.659	0.001**
Error	4.148	24	0.173		
Total corregida	12.323	35			

*Diferencias significativas al 0.05

**Diferencias altamente significativas al 0.01

NS no hay diferencias

Fuente: Elaborado por los autores

En el cuadro (Cuadro 4.3), se observa diferencias altamente significativas en el Factor A (0.007), de la misma manera en la interacción Factor A*B*bloq, lo que indica que se debe realizar las pruebas de Diferencias Honestamente significativas (DHS) para el Factor A y la interacción entre el Factor A* Factor B*bloq (Ver Cuadro 4.4 y 4.5).

Cuadro 4.4. Prueba de diferencias honestamente significativas para el Factor A según Tukey

Factor_A	N	DHS de Tukey ^{a,b} IAA	
		Subconjunto 1	Subconjunto 2
a2	12	2.7758	
a3	12		3.2483
a1	12		3.3283
Sig.		1.000	0.885

Fuente: Elaborado por los autores

Debido a la prueba (DHS) de Tukey en el (Cuadro 4.4), muestra al nivel a_2 del Factor A en primera categoría estadística, debido a que presentó una media de 2.7758g con menor IAA.

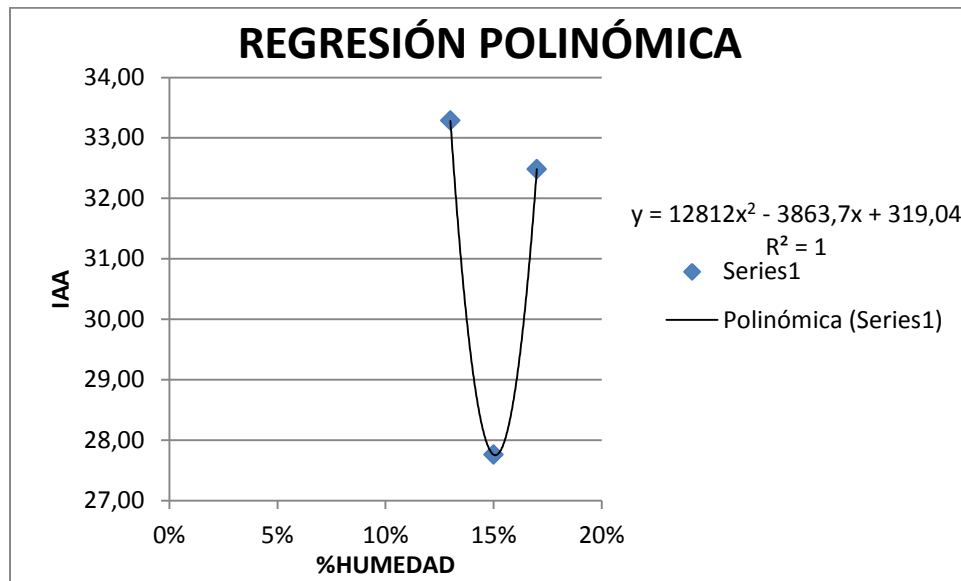


Gráfico 4.1. Regresión Polinómica del IAA respecto a la humedad (Factor A)

Fuente: Elaborado por los autores

En el (Gráfico 4.1), se determina que el IAA con respecto a la Humedad (Factor A), se comporta de manera polinómica, esto quiere decir que la humedad de la masa de plátano a extraer tiene cambios muy significativos a valores diferentes al 15%.

Cuadro 4.5. Prueba de diferencias honestamente significativas según Tukey

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
bloq1*A2*B2	3	2.2500	
bloq1*A2*B1	3	2.2867	
Bloq2*A3*B1	3	2.7567	2.7567
bloq1*A1*B2	3	2.9633	2.9633
bloq1*A1*B1	3	3.1100	3.1100
bloq2*A3*B2	3	3.1400	3.1400
bloq2*A2*B2	3	3.1767	3.1767
bloq1*A3*B2	3	3.2667	3.2667
bloq2*A2*B1	3	3.3900	3.3900
bloq2*A1*B2	3		3.5333
bloq2*A1*B1	3		3.7067
bloq1*A3*B1	3		3.8300
Sig.		,084	0.124

Fuente: Elaborado por los autores

Mediante la prueba (DHS) de Tukey (Cuadro 4.5), se puede observar que ubicó en primera categoría estadística como mejores tratamientos al $\text{bloq}_1 * a_2 * b_2$ con una media de 2.2500g y al $\text{bloq}_1 * a_2 * b_1$ con una media de 2.2867g, por lo que Gujska y Khan (1991) citado por Rodríguez *et al.*, (2014) sostienen que un IAA bajo, indica una disponibilidad de agua restringida para el granulo de almidón debido a una estructura más compacta, además Ding *et al.*, (2005) citado por Ocaña (2013), manifiestan que un producto con bajo IAA conlleva a mayor crocancia, ya que el comportamiento de un alimento sometido a una suspensión acuosa se denomina propiedad funcional, la misma que influye sobre las características sensoriales de los alimentos, principalmente sobre la textura. Además Revelo (2010) citado por Ocaña (2013) manifiesta que juega un papel importante en el comportamiento del alimento en su fase de almacenamiento.

4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA VARIABLES NO PRAMÉTRICAS

Para analizar las pruebas no paramétricas se procedió, a realizar un ANOVA de Kruskal-Wallis para el Factor A, Factor B, entre Factores A*B, entre Bloques y la interacción entre el Factor_A*Factor_B*Bloque.

Cuadro 4.6. ANOVA de Kruskal-Wallis para el Factor A

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Humedad es la misma entre las categorías de Factor_A.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,016	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Densidad es la misma entre las categorías de Factor_A.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,009	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de IE es la misma entre las categorías de Factor_A.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,503	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de ISA es la misma entre las categorías de Factor_A.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,578	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Fuente: Elaborado por los autores

Debido al valor de probabilidad de ANOVA Kruskal-Wallis (Cuadro 4.6), 0.503, 0.578, para la variable IE e ISA respectivamente, siendo estos valores mayores que la significancia de la prueba ($P < 0.05$), lo que indica que los niveles de humedad usados en la investigación no realizaron cambios significativos a estas variables. En cuanto a las variables humedad y densidad con valores de 0.016 y 0.009 respectivamente, indicaron que el factor A, a los niveles utilizados tiende a modificar significativamente estas variables.

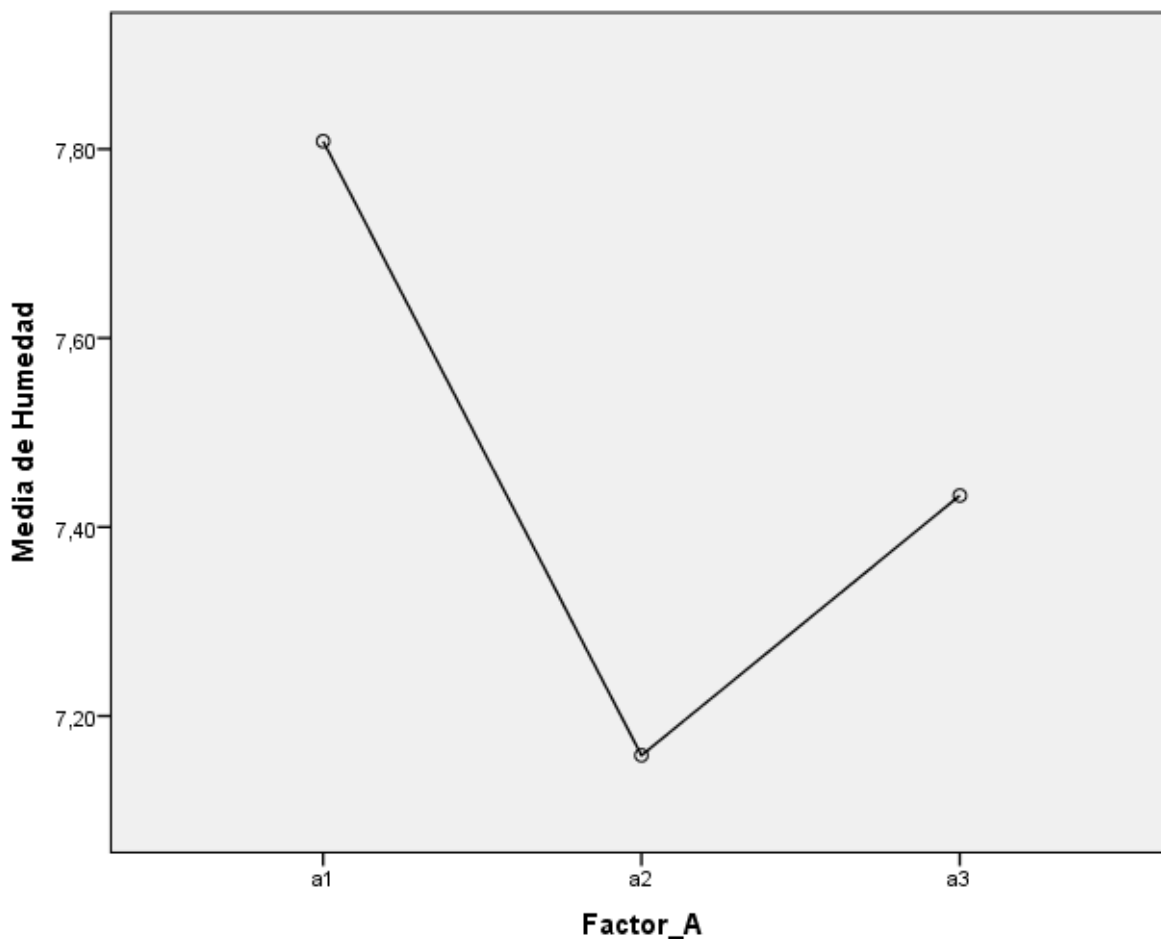


Gráfico 4.2. Incidencia del Factor A en la humedad del producto.
Fuente: Elaborado por los autores

En función a lo que se observa en el (Gráfico 4.2) presenta las medias de la incidencia del Factor A (Humedad de masa a extraer) donde los resultados muestran al nivel a_2 (15%) en lo que a humedad del producto respecta con una media de 7.15% siendo la más baja.

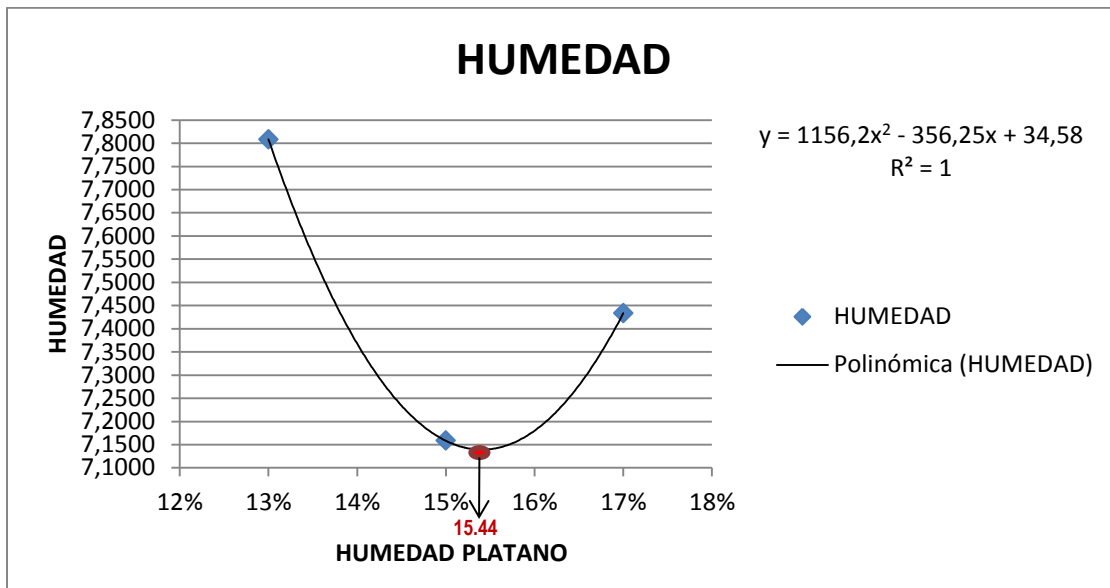


Gráfico 4.3. Regresión polinómica de la humedad del producto respecto a la humedad del plátano (Factor A)
Fuente: Elaborado por los autores

El (Gráfico 4.3), muestra que la Humedad del producto con respecto al Factor A, se comporta de manera polinómica, esto quiere decir que la humedad de la masa de plátano a extraer tiene cambios muy significativos a valores diferentes al 15.44%.

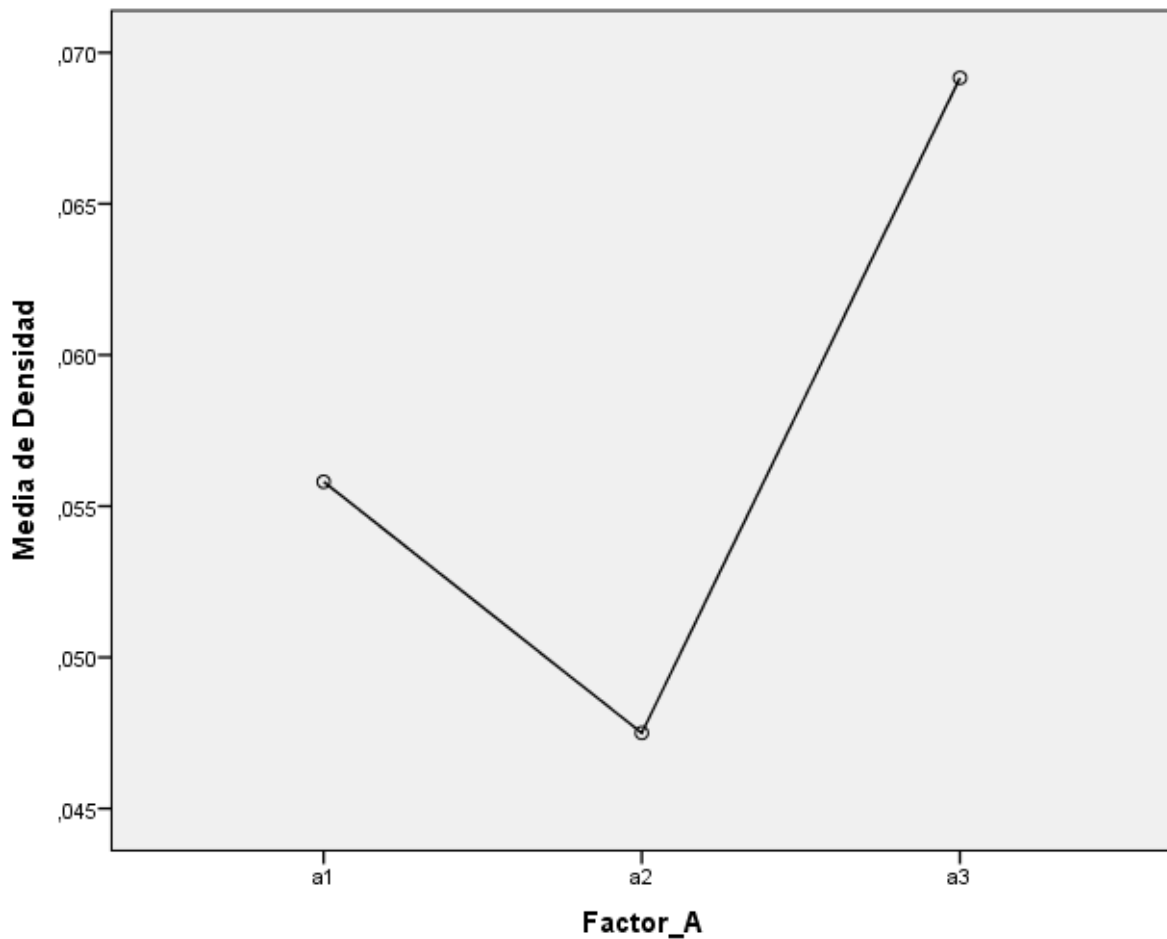


Gráfico 4.4. Incidencia del Factor A en la densidad Aparente del producto.
Fuente: Elaborado por los autores

Los resultados del (Gráfico 4.4), presenta las medias de la incidencia del Factor A (Humedad de masa a extruir) en la densidad aparente del producto, donde los resultados a partir de cada nivel muestran al nivel a_2 (15%) con la menor densidad 0.0475g/cm^3 , según Ocaña (2013) declara que para obtener una densidad baja se debe considerar una humedad baja en el proceso de extrusión, en el (Gráfico 4.5.), se muestra detalladamente el comportamiento del Factor A en la densidad aparente del producto.

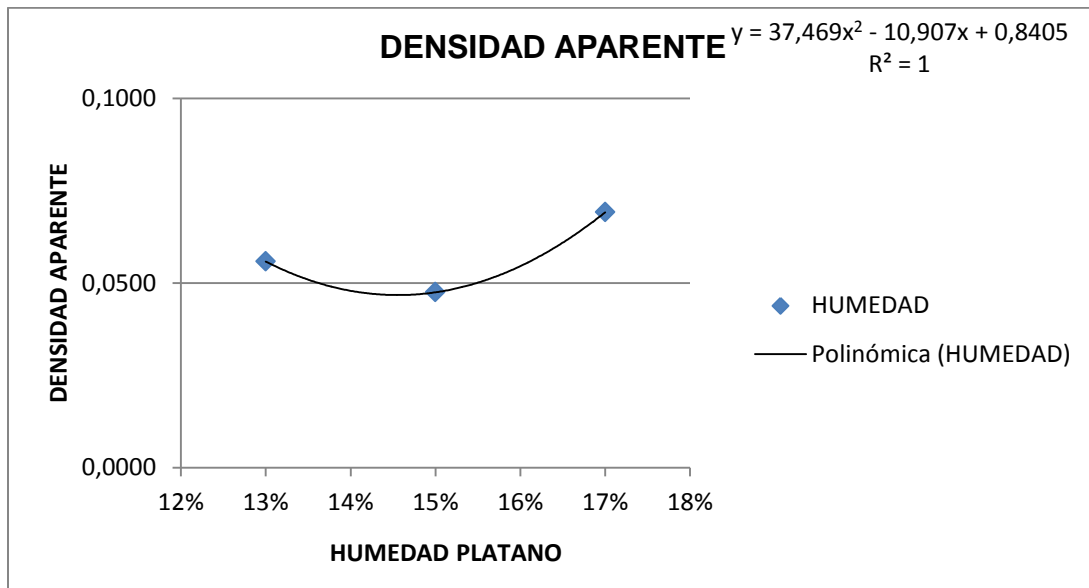


Gráfico 4.5 Regresión Polinómica de la densidad respecto a la Humedad del plátano (Factor A)
Fuente: Elaborado por los autores

En el (Gráfico 4.5) se muestra que la Densidad del producto con respecto al Factor A, se observa que se comporta de manera polinómica, esto quiere decir que la humedad del producto extruido tiene cambios muy significativos a valores diferentes al 15% de humedad de la masa a extruir.

Cuadro 4.7. ANOVA de Kruskal-Wallis para el Factor B

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Humedad es la misma entre las categorías de Factor_B.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,949	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Densidad es la misma entre las categorías de Factor_B.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,040	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de IE es la misma entre las categorías de Factor_B.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,067	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de ISA es la misma entre las categorías de Factor_B.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,725	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Fuente: Elaborado por los autores

Debido al valor de probabilidad de ANOVA Kruskal-Wallis (Cuadro 4.7), 0.949, 0.067, 0.725, para la variable Humedad, IE e ISA respectivamente, siendo estos valores mayores que la significancia de la prueba (P 0.05), lo que indica que los niveles de velocidad de extrusión usados en la investigación no realizaron cambios significativos a estas variables. En cuanto a la variable Densidad con valor 0.040 indica que el factor B a los niveles utilizados tiende a modificar significativamente estas variables.

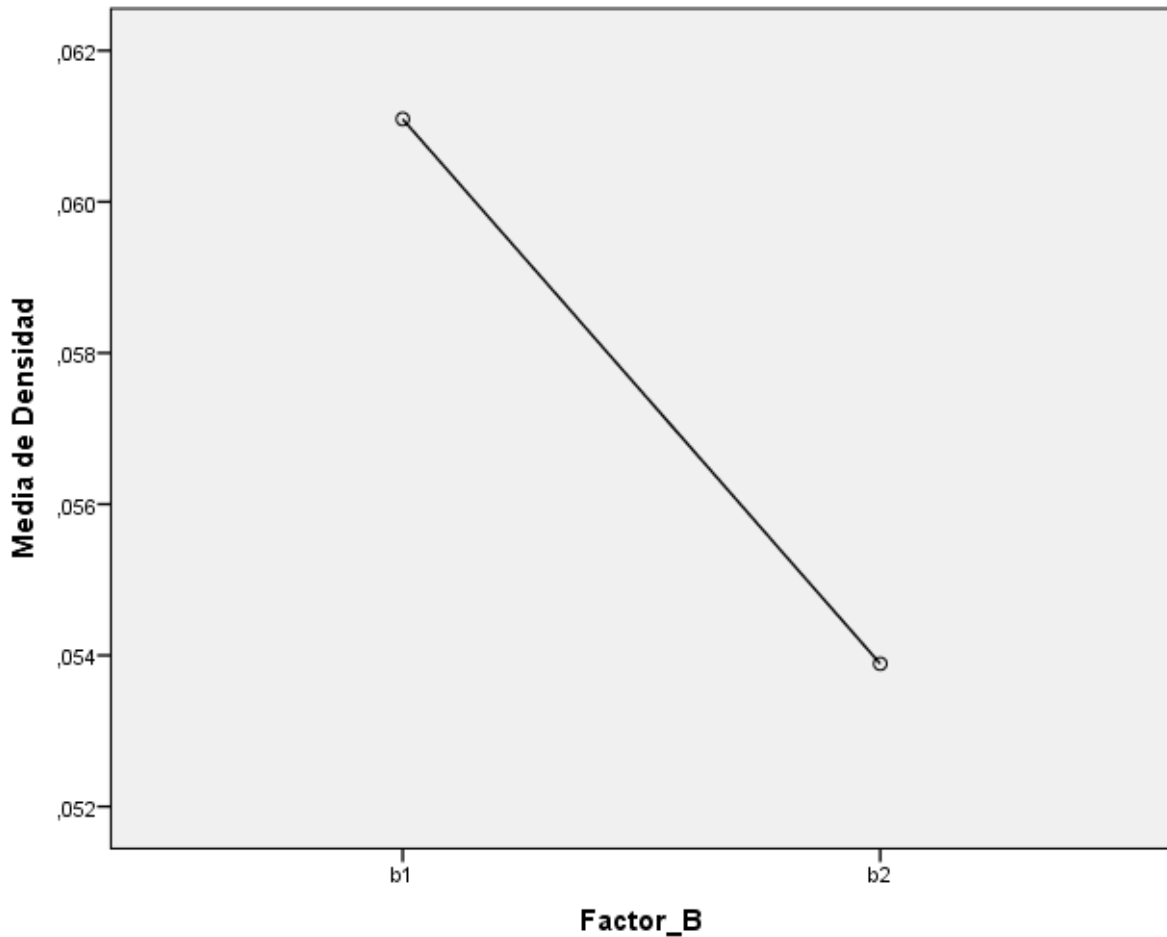


Gráfico 4.6. Incidencia del Factor B en la Densidad Aparente del producto
Fuente: Elaborado por los autores

El (Gráfico 4.6), presenta las medias de la incidencia del Factor B (Velocidad de extrusión) en la Densidad Aparente del producto, donde los resultados a partir de cada nivel muestran al nivel b_2 (220rpm) con la menor Densidad con relación al producto, con una media de 0.0539g/cm^3 .

Cuadro 4.8. ANOVA de Kruskal-Wallis entre Factores A*B

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Humedad es la misma entre las categorías de AxB.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,052	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Densidad es la misma entre las categorías de AxB.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,005	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de IE es la misma entre las categorías de AxB.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,352	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de ISA es la misma entre las categorías de AxB.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,714	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Fuente: Elaborado por los autores

Debido al valor de probabilidad de ANOVA Kruskal-Wallis (Cuadro 4.8), 0.52, 0.352, 0.714, para la variable Humedad, IE e ISA respectivamente, siendo estos valores mayores que la significancia de la prueba (P 0.05), lo que indica que la interacción entre los factores A*B usados en la investigación no realizaron cambios significativos. En cuanto a la variable Densidad (0.005) indica que dichas interacciones tienden a modificar significativamente esta variable.

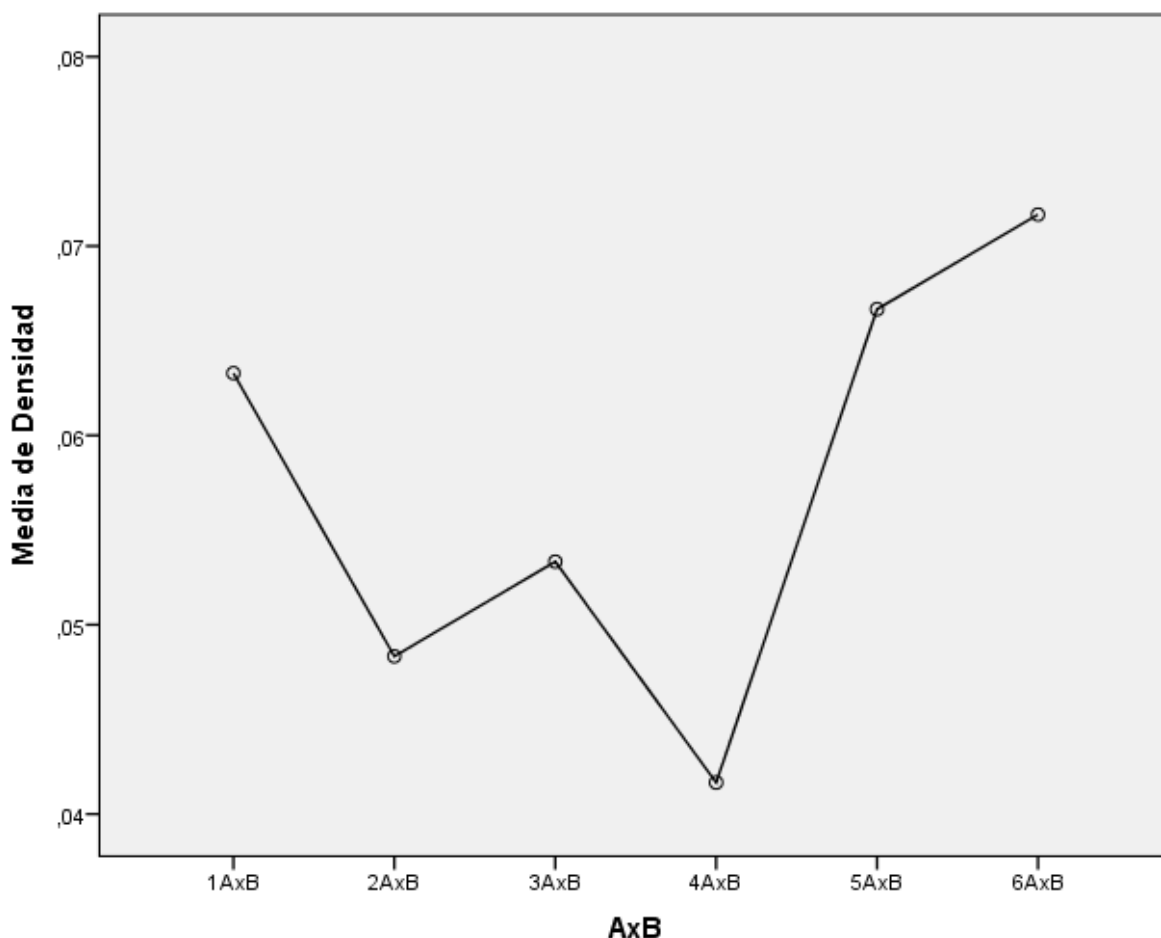


Gráfico 4.7. Incidencia de la interacción de los Factores A*B en la Densidad Aparente del producto
Fuente: Elaborado por los autores

Cuadro 4.9. Codificación entre Factores A*B

Codificación de Factor AxB	
Código	Definición
1AxB	a_1*b_1
2AxB	a_1*b_2
3AxB	a_2*b_1
4AxB	a_2*b_2
5AxB	a_3*b_1
6AxB	a_3*b_2

Fuente: Elaborado por los autores

El (Gráfico 4.7), presenta las medias de la incidencia de la interacción entre Factores A*B en la Densidad Aparente del producto, donde los resultados a partir de cada interacción muestran al 4A*B (a_2*b_2), con la menor Densidad respectivamente, con una media de 0.0417g/cm^3

Cuadro 4.10. ANOVA de Kruskal-Wallis entre bloques

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Humedad es la misma entre las categorías de BLOQUE.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Densidad es la misma entre las categorías de BLOQUE.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de IE es la misma entre las categorías de BLOQUE.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,001	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de ISA es la misma entre las categorías de BLOQUE.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Fuente: Elaborado por los autores

Debido al valor de probabilidad de ANOVA Kruskal-Wallis (Cuadro 4.10), 0.000, 0.007, 0.001, 0.000 para la variable Humedad, Densidad, IE e ISA respectivamente, siendo estos valores menores que la significancia de la prueba (P 0.05), lo que nos indica que los Bloques planteados en la presente investigación difieren entre sí.

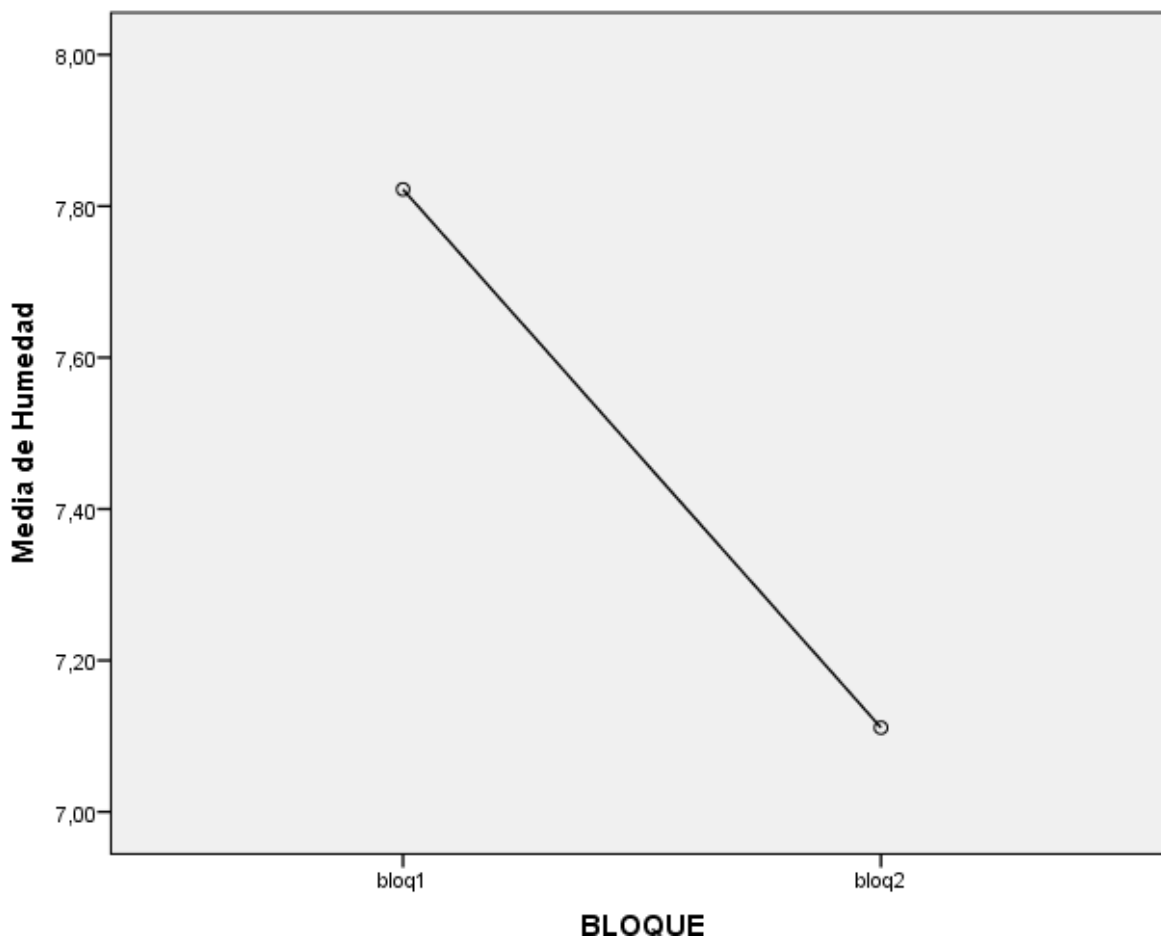


Gráfico 4.8. Incidencia de los bloques en la Humedad del producto
Fuente: Elaborado por los autores

El (Gráfico 4.8.), presenta las medias de la incidencia de los bloques en la Humedad del producto, pretendiendo llegar al requerimiento de la norma NTE INEN 2 561:2010, se puede decir que el mejor bloque en lo que a Humedad respecta es el bloq₂ con menor Humedad con una media de 7.1%.

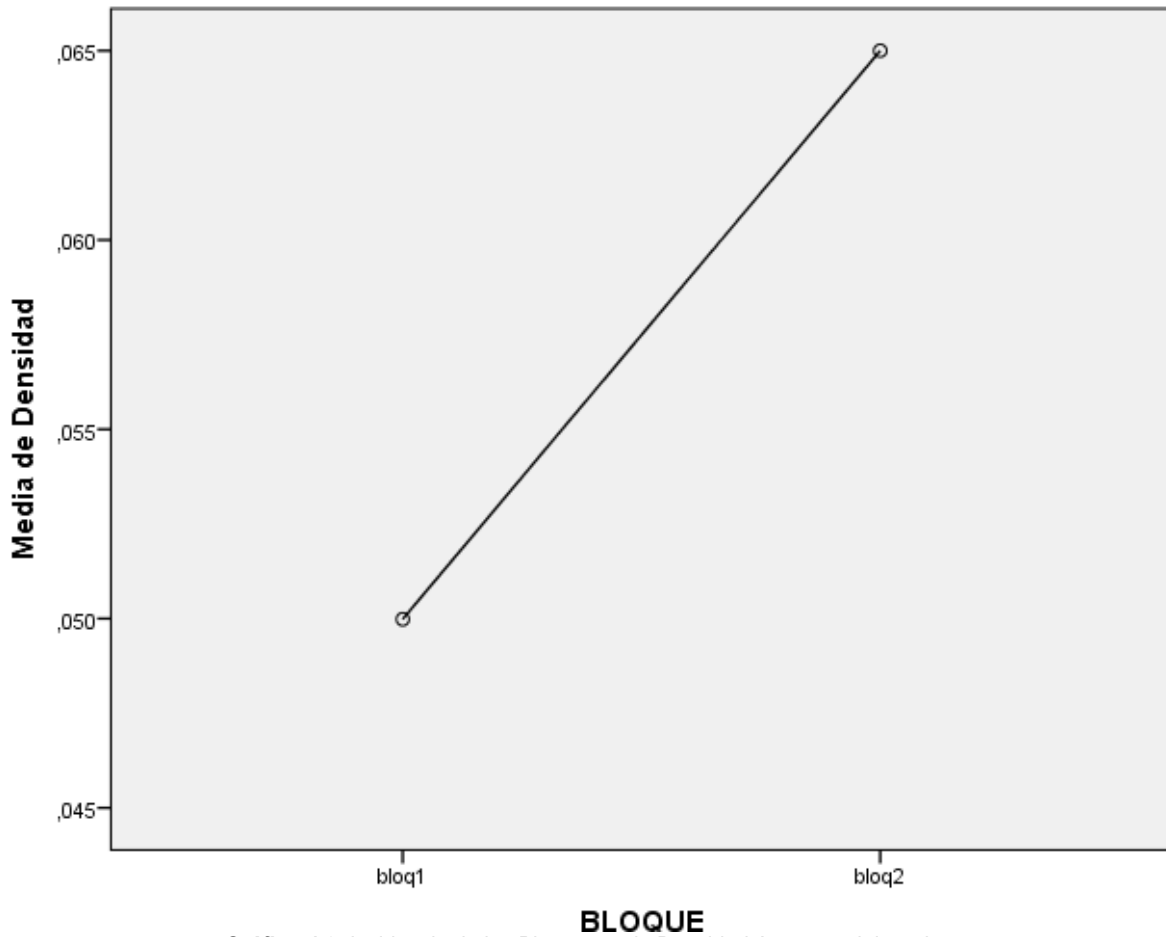


Gráfico 4.9. Incidencia de los Bloques en la Densidad Aparente del producto
Fuente: Elaborado por los autores

El (Gráfico 4.9), presenta las medias de la incidencia de los bloques en la Densidad Aparente del producto donde ubica al bloq₁ con la menor Densidad con una media de 0.051g/cm³.

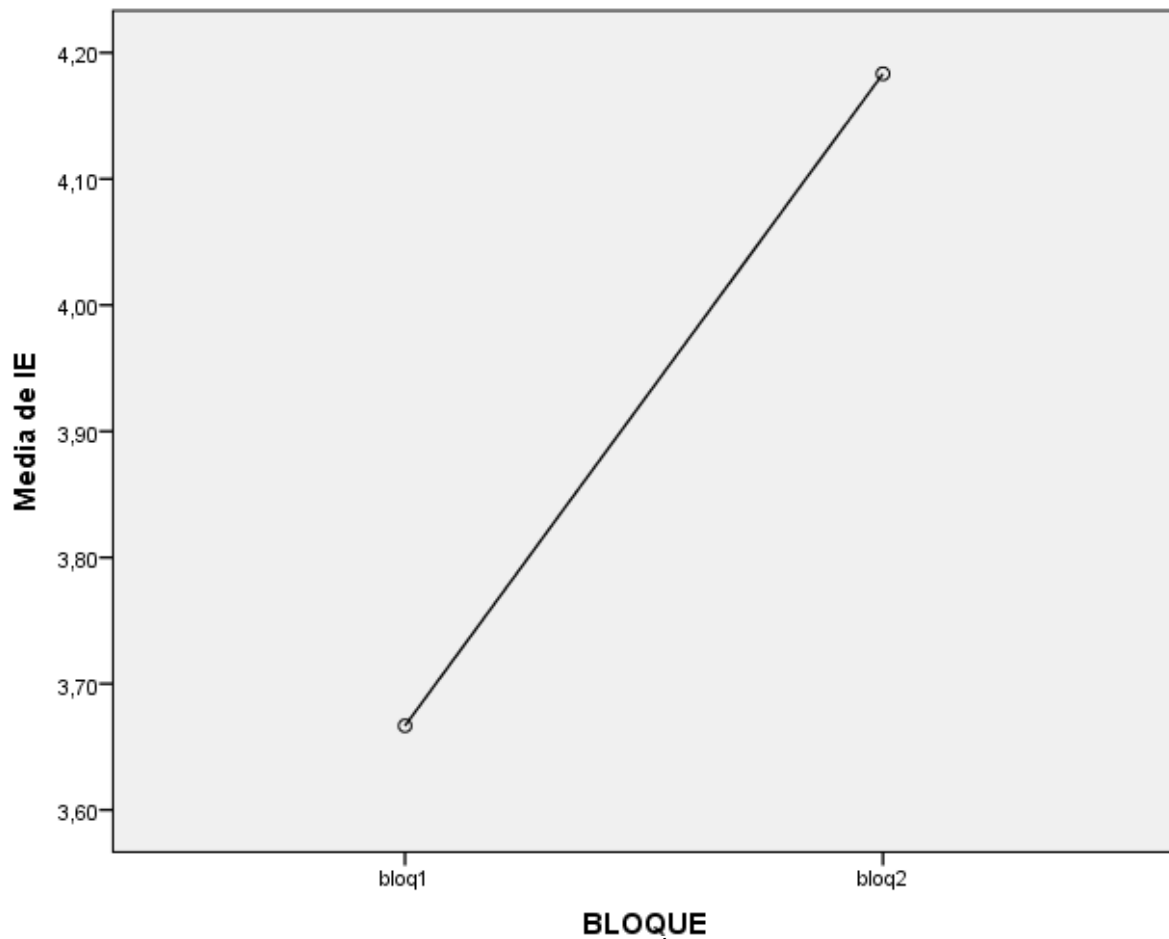


Gráfico 4.10. Incidencia de los Bloques en el Índice de Expansión del producto
Fuente: Elaborado por los autores

El (Gráfico 4.10), presenta la incidencia de los bloques en el IE, el cual ubica al bloq₂ con el mayor IE con una media de 4.2mm.

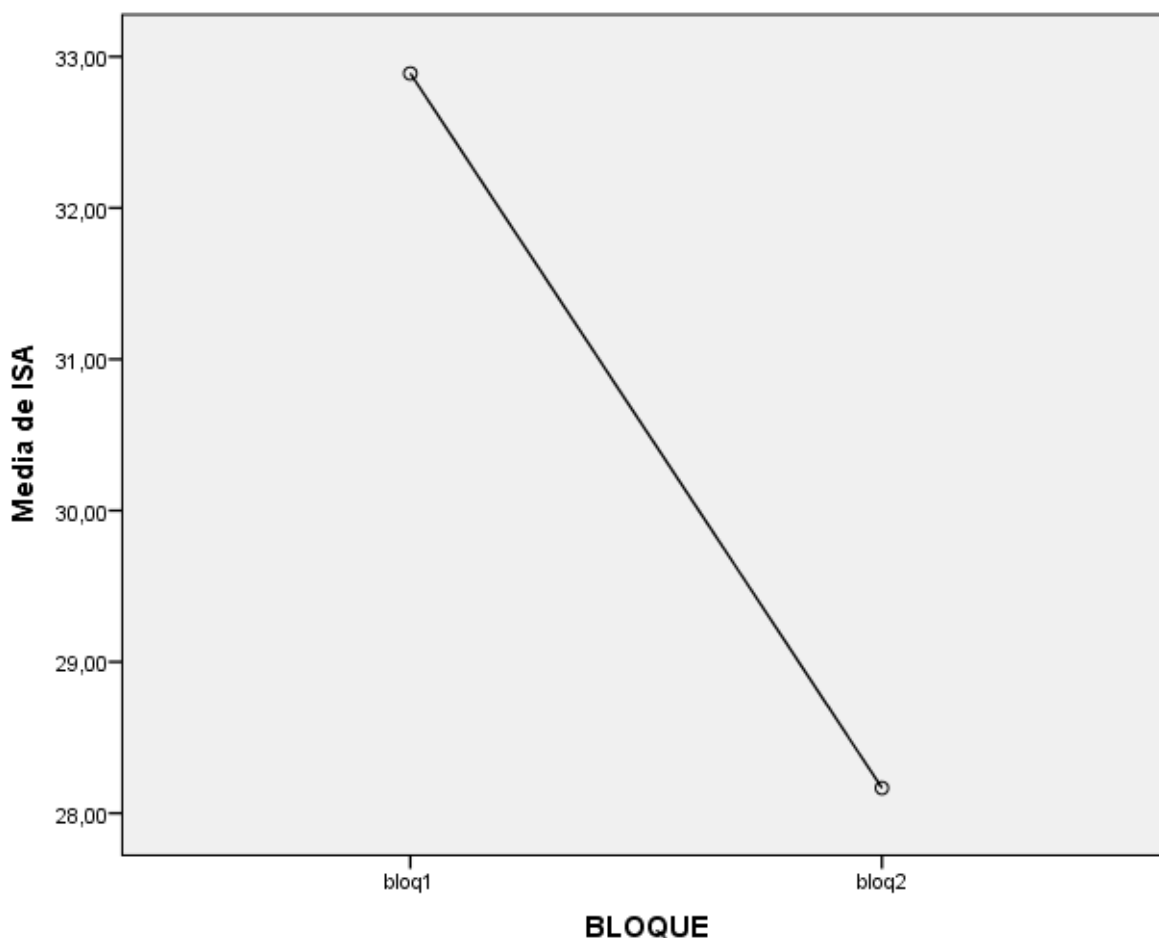


Gráfico 4.11. Incidencia de los Bloques en el Índice de Solubilidad en Agua del producto
Fuente: Elaborado por los autores

El (Gráfico 4.11), presenta las medias de la incidencia de los bloques en el ISA donde ubica al bloq₂ con una media de 28.1667% con menor ISA, el cual está dentro de los rangos que manifiesta Carrasco *et al.*, (2011) de un snack extruido que posee alrededor de 21 a 28, ya que según lo expuesto por Carvalho, Ascheri & Cal-Vidal (2002) citado por Ocaña (2013), el ISA está relacionado con la cantidad de sólidos solubles en una muestra seca, lo que permite verificar el grado de severidad del tratamiento de extrusión, debido a la degradación, la gelificación, y la posterior solubilización del almidón. El aumento de solubilidad se atribuye a la dispersión de las moléculas de amilosa y de amilopectina, así como por la formación de compuestos de bajo peso molecular.

Cuadro 4.11. ANOVA de Kruskal-Wallis entre categorías de tratamientos

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Humedad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,003	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Densidad es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,001	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de IE es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,010	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de ISA es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,054	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Fuente: Elaborado por los autores

Debido al valor de probabilidad de ANOVA Kruskal-Wallis (Cuadro 4.11), 0.54, para la variable ISA siendo este valor mayor que la significancia de la prueba (P 0.05), indica que en la distribución entre categorías de Tratamientos usados en la investigación no realizó cambios significativos a esta variable. En cuanto a las variables Humedad 0.016, Densidad 0.001 e IE 0.010, siendo estos valores menor que la significancia de la prueba (P 0.05) se determina que la distribución entre categorías de tratamientos usados en esta investigación tienden a modificar significativamente estas variables.

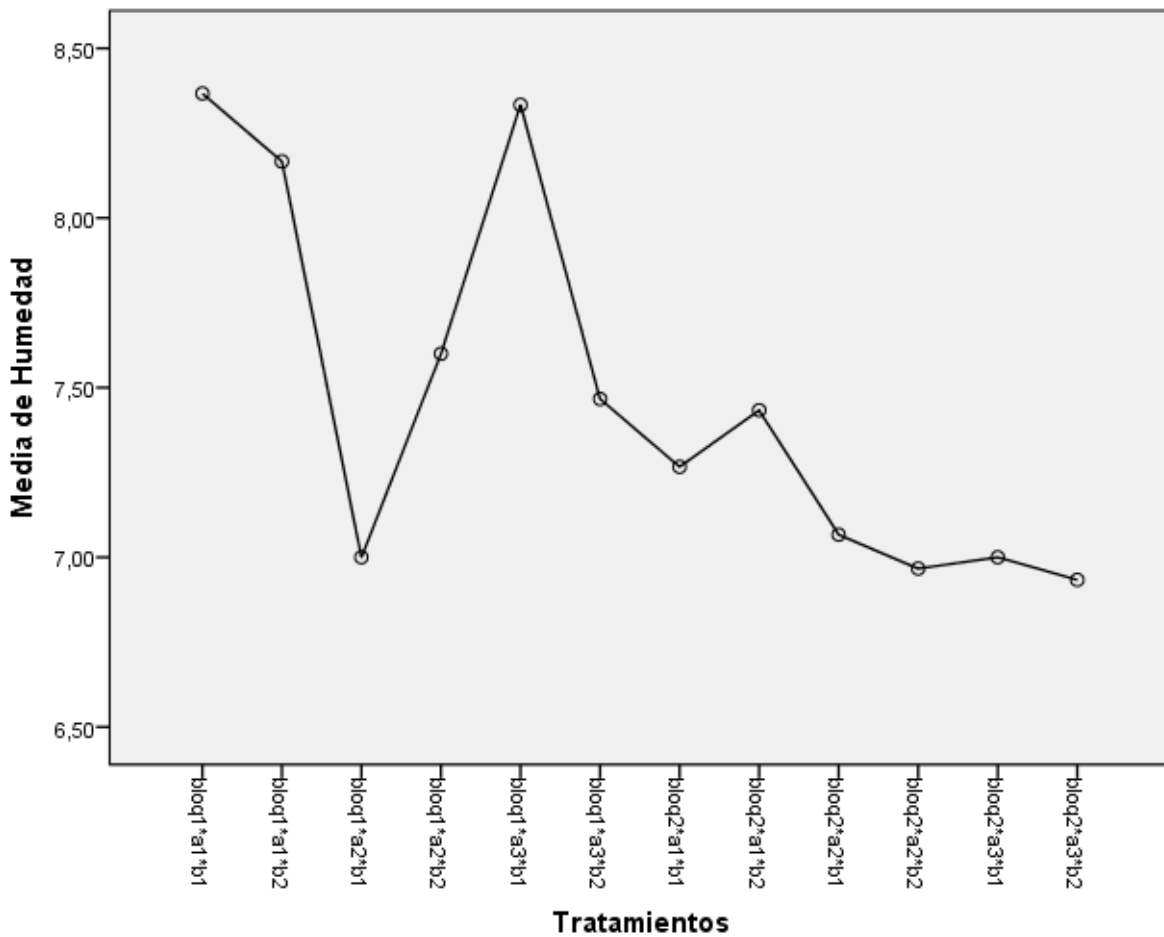


Gráfico 4.12. Incidencia de los Tratamientos en la Humedad del producto

Fuente: Elaborado por los autores

En función a lo que se observa en el (Gráfico 4.12), presenta las medias de la incidencia de los tratamientos en la Humedad del producto, se puede decir que los mejores tratamiento en lo que a Humedad respecta corresponden al bloq₂a₃b₂, bloq₂a₂b₂, bloq₁a₂b₁, bloq₂a₃b₁, con menor Humedad, con una media de 6.9333, 6.9667, 7.0000 y 7.0000 respectivamente, en la presente investigación las medias de Humedad obtenidas no se encuentran dentro de la norma NTE INEN 2 561:2010 es cual establece un máximo de 5%, pero estos datos conllevan a mejorar la calidad del producto final en lo que corresponde a la Humedad, el cual facilitará llegar a lo establecido en la norma.

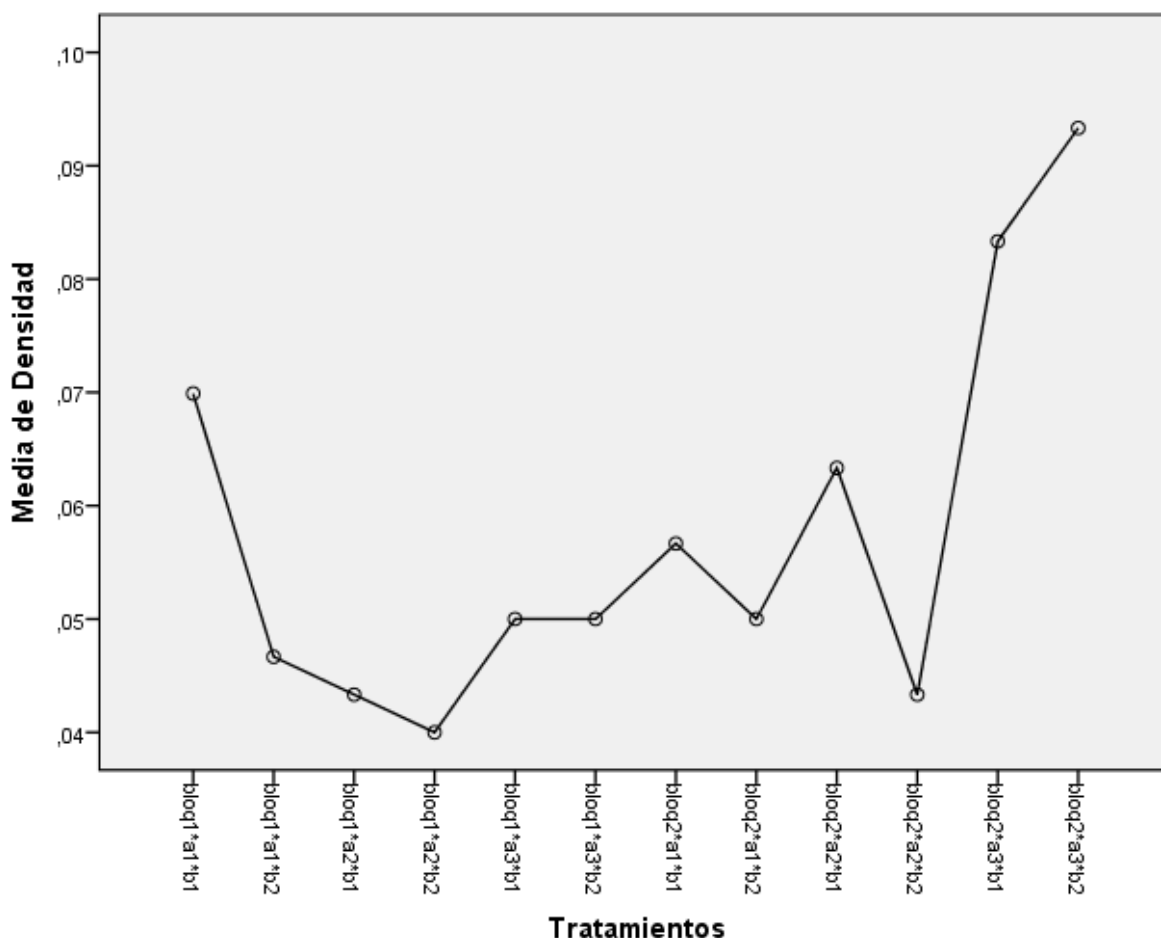


Gráfico 4.13. Incidencia de los Tratamientos en la Densidad Aparente del producto

Fuente: Elaborado por los autores

Como se puede observar en el (Gráfico 4.13), presenta al T₄ (b₁a₂b₂), con la menor Densidad, con una media de 0.0400g/cm³. En otro trabajo Gujska y Khan (1991) citado por Rodríguez *et al.*, 2014) midieron la Densidad a productos extruidos a partir de Maíz y Quínoa, obteniendo un valor de 0.470 g/cm³, además Revelo (2010) citado por Ocaña (2013) manifiesta que la Densidad refleja la calidad del producto en cuanto a la textura, apariencia y homogeneidad, donde mientras más bajo sea el valor, el producto tendrá mejores características.

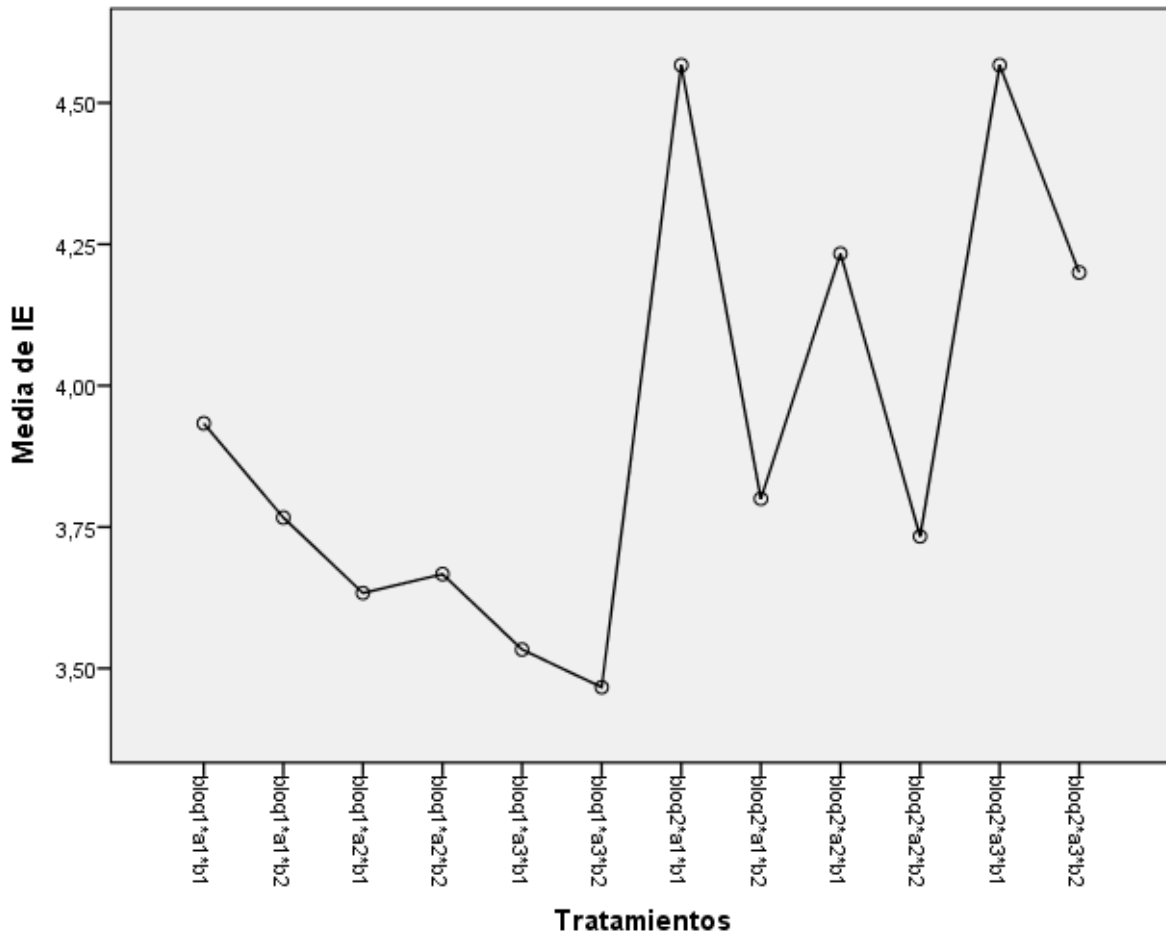


Gráfico 4.14. Incidencia de los Tratamientos en el Índice de Expansión del producto

Fuente: Elaborado por los autores

En función a lo que se observa en el (Gráfico 4.14), ubica en primera categoría estadística a los Tratamientos T_{11} (bloq₂a₃b₁) y T_7 (bloq₂a₁b₁) con un mayor IE, con una media de 4.5667mm, valor aceptable a los que menciona Aguirre (2003) citado por Carrasco *et al.*, (2011), quien considera a los valores mayores a 2.40mm como aceptables en los productos extruidos.

Para el análisis de preferencia sensorial de acuerdo al número de panelista y número de productos, se estableció el valor crítico utilizando la Tabla de Basker creando una regresión lineal para 12 productos, puesto que la tabla solo presenta para un número máximo de 10 (Ver anexo 2). Como se muestra en el (Cuadro 4.12), el análisis de preferencia sensorial ubica en primera categoría estadística a los tratamientos T_{11} y T_{12} , dado que el menor puntaje corresponde al producto de mayor preferencia, ya que el valor absoluto de los tratamientos antes mencionados son menores al valor crítico 159,1.

Cuadro 4.12. Organización de los resultados de la prueba de categorías tipo preferencia usando la prueba de Basker

Tratamientos	1	2	3	4	5
T_{11}	2,39				
T_{12}	2,58				
T_9	2,85	2,85			
T_{10}		4,79	4,79		
T_7			5,01		
T_8			5,58		
T_6				7,78	
T_5				8,55	8,55
T_3				9,04	9,04
T_1				9,65	9,65
T_4				9,70	9,70
T_2					10,10

Diferencias significativas al 0,05

Fuente: Elaborado por los autores

Cuadro 4.13. Codificación de los productos sensoriales

Productos	Definición
T₁	$b_1a_1*b_1$
T₂	$b_1a_1*b_2$
T₃	$b_1a_2*b_1$
T₄	$b_1a_2*b_2$
T₅	$b_1a_3*b_1$
T₆	$b_1a_3*b_2$
T₇	$b_2a_1*b_1$
T₈	$b_2a_1*b_2$
T₉	$b_2a_2*b_1$
T₁₀	$b_2a_2*b_2$
T₁₁	$b_2a_3*b_1$
T₁₂	$b_2a_3*b_2$

Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En el estudio de las variedades de plátano (bloques) con respecto a las características físicas del producto extruido se encontraron diferencias significativas, predominando al bloq2 (plátano variedad dominico), con una media de 7.1% de humedad, 4.2mm IE (Índice de expansión), y por último 28.1667% en el ISA (Índice de solubilidad en agua), obteniendo la menor humedad, mayor IE y menor ISA

En la identificación de las características físicas del producto extruido en función del contenido de humedad de la masa a extruir (factor A) y la velocidad de extrusión (factor B) prevalecen con diferencias altamente significativas en el Factor A el nivel a_2 (15%), en el IAA con una media de 2.7758g, en la humedad con una media de 7.1583% y la densidad con una media de 0.0475g/cm³, así mismo el Factor B prevalece significancia nivel b_2 (220rpm) en la densidad con una media de 0.0539g/cm³.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de preferencia sensorial tipo categorías reporta como mejor tratamiento T_{11} (bloq₂*a₃*b₁), con una media de 2.39.

En la evaluación de la calidad del snack extruido con respecto a las dos variedades de plátano deshidratado condicionando la humedad y velocidad de extrusión, de acuerdo a las variables estudiadas se obtuvo como mejor Tratamiento T_{11} (bloq₂*a₃*b₁).

5.2. RECOMENDACIONES

Para tener mejores características físicas del producto terminado se debe considerar el uso de la variedad de plátano Dominico para la elaboración del snack, así mismo hacer un estudio de combinación con las dos variedades de plátano para mejorar la densidad como característica física del snack.

Para tener productos de menor humedad, IAA y densidad, se recomienda utilizar un 15% de contenido de humedad de masa a extruir, caso contrario sea por debajo o encima de estos sufren un comportamiento polinómico, debido que a humedades diferentes provocaría que el producto gane mayor humedad, IAA y densidad.

Para incursionar el producto al mercado se recomienda utilizar los tratamientos T_{11} ($\text{bloq}_2 * a_3 * b_1$) y T_{12} ($\text{bloq}_2 * a_3 * b_2$), debido que fueron preferidos sensorialmente y reportaron mejores características en cuanto a humedad, IE, IAA e ISA.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, A; Bello, L; Gonzales, R; Alvares, A. (s.f). Modificación química del almidón presente en la harina de plátano pacho (*musa paradisiaca* L.) y su efecto en el contenido de fibra dietética. (En línea). EC. Consultado, 30 de Ago. 2014. Formato PDF. Disponible en <file:///C:/Users/J/Downloads/CNCA-2007-09.pdf>
- Carrasco, R; Pilco, J; Encina, R. 2011. Desarrollo y elaboración de un snack extruido a partir de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) y maíz (*Zea mays* L.). Lima, PER. Revista Ingeniería Industrial. N° 29. Pág 217
- CODEX STAND 205-1997. 2005. Norma del Codex para el Banano (Plátano). (En línea). EC. Consultado, 06 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/meetings/ge.01/document/Codex%20bananas%20E.pdf>
- Cueva, P. Diseño de una planta agroindustrial procesadora de alimentos extruidos tipo snack, a partir de soya (*Glycine max* L) y Amaranto (*Amaranthus* sp) en la provincia de Pichincha. (En línea). EC. Consultado, 01 de oct 14. Formato PDF. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/1084/3/UDLA-EC-TIAG-2012-05.pdf>
- Espín, M. 2010. Diseño de un plan de buenas prácticas de manufactura para la empresa cofica. (En línea). EC. Consultado, 10 de jun.14. Formato PDF. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2422/1/CD-3147.pdf>
- Estévez, C y Vinueza, J. 2011. Estudio de factibilidad para la implementación de la gestión exportadora en la empresa productora de snack. (En línea). EC. Consultado, 07 de may.14. Formato PDF. Disponible en <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/74/1/T72476.pdf>
- Galarza, R. 2011. Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina. (En línea). PER. Consultado, 10 de oct 14. Formato PDF. Disponible en [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtualData/Tesis%20para%20marcaci%C3%B3n%20\(para%20Inform%C3%A1tica\)/2011/galarza_mr/galarza_mr.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtualData/Tesis%20para%20marcaci%C3%B3n%20(para%20Inform%C3%A1tica)/2011/galarza_mr/galarza_mr.pdf)
- Ferreira, F; Ramírez, D; Piler, C. 2014. Propiedades Reológicas y de Adsorción de Agua de Harina extrudida de Arroz y bagazo de Cebada. Vicoza, BRA. Revista Ceres Vicoza. Vol. 6. N° 03. Pág. 314.

- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2010. Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 12 561:2010. Tecnología de los alimentos, hortalizas y productos derivados, bocaditos, requisitos. (En línea). EC. Consultado, 07 de may.14. Formato PDF. Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2561.2010.pdf>
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 1980. Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5: 2006. Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Rep. (En línea). EC. Consultado, 07 de may.14. Formato PDF. Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.5.2006.pdf>
- Korneva, S; Flores, J; Santos, E; Piña, F; Mendoza, J. 2013. Regeneración de plantas de plátano Barraganete a partir de embriones somáticos mediante el uso de un sistema de inmersión temporal. Guayaquil, ECU. Revista Biotecnología Aplicada. Vol. 30 N° 4. Pág. 267
- Liria, M. 2007. Guia para la evaluación sensorial de alimentos. (En línea). PER. Consultado, 07 de ago.14. Formato PDF. Disponible en <http://es.slideshare.net/evytaguevara/gua-para-la-evaluacin-sensorial-de-alimentos>
- Mazzeo, M; Agatón, L; Mejía, L; Guerrero, L; Botero, J. 2010. Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el departamento de caldas. Caldas, COL. Revista educación en ingeniería. N° 9. Pág. 128, 129, 135.
- Martínez, B y Paul, C. 1992. Extrusión de sorgo integral y decorticado. Revista agronomía Mesoamericana. N° 03 Pág. 42
- Mujica, A; Mamani, G; Taboada, G. Taboada, R; Choquehuanca, F. 2009. Elaboración industrial y determinación de la vida útil del Kispino Snack crocante de quinua orgánica (Chenopodium Quinoa Willd). (En línea). PER. Consultado, 07 de ago.14. Formato PDF. Disponible en [http://www.infoquinua.bo/fileponencias/i_MUJICA%20ANGEL%20%20ELABORACION%20INDUSTRIAL\(Indu\).pdf](http://www.infoquinua.bo/fileponencias/i_MUJICA%20ANGEL%20%20ELABORACION%20INDUSTRIAL(Indu).pdf)
- NTC (Norma Técnica Colombiana). 1991. Industrias alimentarias de plátano (En línea). PER. Consultado, 07 de ago.14. Formato PDF. Disponible en <http://tienda.icontec.org/brief/NTC2799.pdf>
- Ocaña, D. 2013. Estudio del proceso de elaboración de Arroz crocante por extrusión. (En línea). ECU. Consultado, 07 de ago.14. Formato PDF. Disponible en <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/EnsenanzayDivulgacion%282012%29.pdf>

- Pantoja, J; Sánchez, S; Hoyos, J. 2011. Obtención de un alimento extruido para tilapia roja (*Oreochromis spp*) utilizando ensilaje biológico de pescado. Popayán, COL. Revista biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Vol. 9 N° 2. Pág. 182
- Pérez, C; Betancur, D; Casotto, A; Tovar, J. 2007. Efecto de la extrusión sobre la biodisponibilidad de proteína y almidón en mezclas de harinas de maíz y frijol lima. Caracas, VEN. Archivos latinoamericanos de nutrición. Vol. 57, N° 3. Pág. 278
- Rendón, C y Ayllón, C. 2009. Producción y comercialización de productos derivados del plátano como alternativa nutricional para los ecuatorianos. (En línea). EC. Consultado, 07 de abr.14. Formato PDF. Disponible en <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4844/1/UPS-GT000169.pdf>
- Rodríguez, J. Ramírez, B. Vivar, M. Solís, A. Gómez, C. Castro, J. Medrano, H. Delgado, E. 2014. Efecto de la concentración de Harina de frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*), contenido de humedad y temperatura de Extrusión sobre las propiedades funcionales de alimentos Acuícolas. Mexico, MEX. Revista Mexicana de Ingeniería Química. Vol. 13, N° 3. Pág. 07-11
- Rojas, J. S.F. Comparación de métodos de determinación en Ensayo de rotaciones en siembra directa. (En línea). ARG. Consultado, 01 de ago.14. Formato PDF. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/densidad-aparente/at_multi_download/file/INTA-%20Densidad%20Aparente.pdf
- Salas, W. S.F. Aplicación del sistema HACCP en el proceso de elaboración de alimentos de reconstitución instantánea a base de cereales extruidos. (En línea). Consultado, 10 de sep.14. formato PDF. Disponible en http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/salas_cw/cap1.pdf
- Sandoval, E; Lascano, A; Sandoval, G. 2012. Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación. Medellín, COL. Vol. 15, N°1. Pág. 3
- Soto, V. 2010. Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa cavendishii*) y banana verde (*Musa paradisiaca*). Revista Boliviana de química. Cochabamba, BOL. Vol. 27, N° 2. Pág. 95
- Toapanta, J; Mite, F; Sotomayor, F. (sf). Efecto de la fertilización y altas densidades de plantas sobre el rendimiento del cultivo de plátano, en la zona de Quevedo. (En línea). EC. Consultado, 30 de Abr. 2014. Formato PDF. Disponible en [http://www.secsuelo.org/VIIICongreso/Plenaria/Fertilidad%20de%20Suelos/5%20Efecto%20de%20la%20fertilizacion%20de%20%20platanos%20\(Toapanta%20J\).pdf](http://www.secsuelo.org/VIIICongreso/Plenaria/Fertilidad%20de%20Suelos/5%20Efecto%20de%20la%20fertilizacion%20de%20%20platanos%20(Toapanta%20J).pdf)

- Vílchez, L; Guevara, A; Encina, C. 2012. Influencia del tamaño de partícula, humedad y temperatura en el grado de gelatinización durante el proceso de extrusión de maca (*Lepidium Meyenii* Walp). Lima, Per. Revista de la sociedad química del Perú. . Vol. 78, N° 2. Pág. 131.
- Zamorano, M; Guzmán, E; Ibáñez, J. 2010. Estudio del consumo y aporte nutricional de bocadillos en escolares de la región metropolitana de Chile. Santiago, CHI. Revista chilena de nutrición. Vol. 37, N° 4. Pág. 439.
- Zúñiga, V. 2005. La tecnología del proceso de extrusión para la elaboración de alimentos. (En línea). ME. Consultado, 23 de jun. 2014. Formato PDF. Disponible en <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/5171/1/LATECNOLOGIADELPROCESODEEXTRUSIONPARALAELABORACIONDEALIMENTO.pdf>.

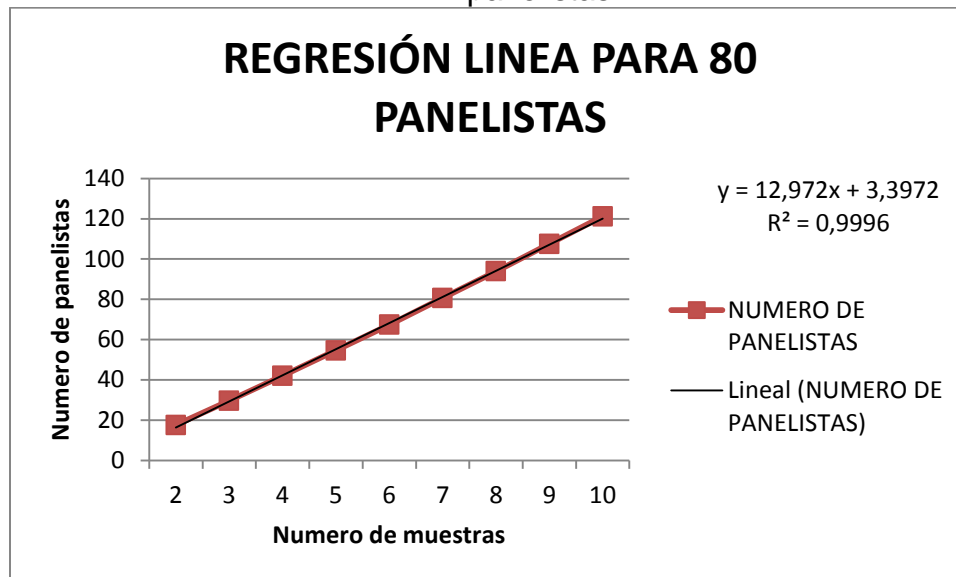
ANEXOS

ANEXO 1: Prueba de basker y kramer “valor critico de diferencia entre suma de categorías

Número de panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	60.3	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Ref: Lawlees HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

ANEXO 2: Regresión lineal del valor crítico en 12 productos con 80 panelistas



ANEXO 3: Recepción y lavado del plátano**ANEXO 4: Deshidratado del plátano**

ANEXO 5: Triturado del plátano**ANEXO 6: Análisis de humedad**

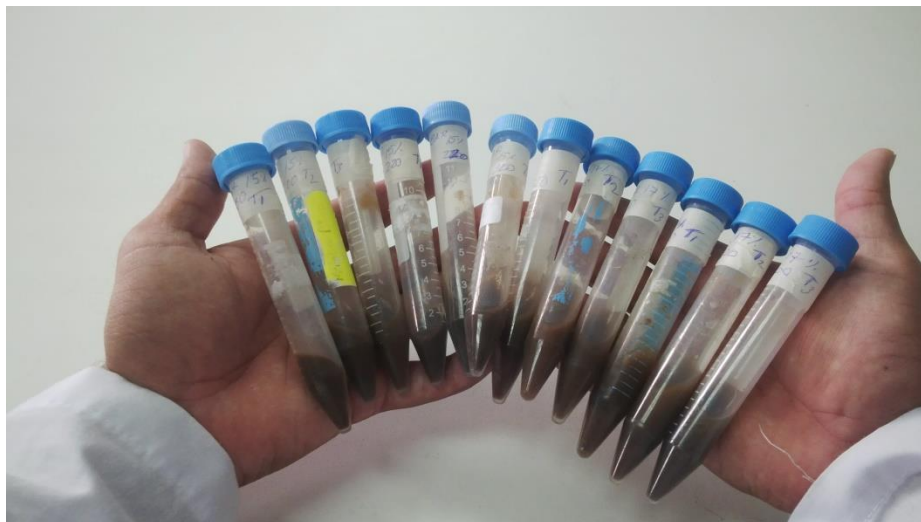
ANEXO 7: Procesos de extrusión**ANEXO 8: Empacado del producto extruido**

ANEXO 9: Panelistas no entrenados en análisis de preferencia sensorial del producto



ANEXO 10: Panelistas no entrenados en análisis de preferencia sensorial del producto



ANEXO 11: Muestras de peso del gel para el IAA**ANEXO 12: Muestras del peso seco de sobrenadante para el ISA**

ANEXO 13: Resultados del Índice de Solubilidad en Agua

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



SEÑORES ESTUDIANTES: CEPEDA MAYANZA EDGAR ESTUARDO

MOREIRA VIDAL JESÚS ALBERTO

DIRECCIÓN: CALCETA

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: 26/10/14

FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS: 30/10/14

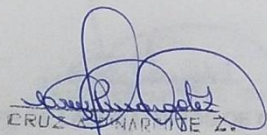
MUESTRAS ANALIZADAS: 36 MUESTRAS DEL EXTRUIDO DE PLATANO.

EXÁMENES SOLICITADO: ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA.

RESULTADOS

CODIGO	ISA		
	%	%	%
bloq1*13%*200RPM	34	25	30
bloq1*13%*220RPM	36	34	28
bloq1*15%*200RPM	30	37	37
bloq1*15%*220RPM	28	36	36
bloq1*17%*200RPM	34	34	34
bloq1*17%*220RPM	35	32	32
bloq2*13%*200RPM	28	27	28
bloq2*13%*220RPM	28	28	29
bloq2*15%*200RPM	25	29	27
bloq2*15%*220RPM	27	34	31
bloq2*17%*200RPM	27	28	33
bloq2*17%*220RPM	23	28	27

ESPAM MFL
LABORATORIO DE QUÍMICA
- JEFA -
ESPAM



JEFE DE LABORATORIOS DE QUÍMICA

Lda. Cruz Pinargote

ANEXO 14: Resultados del índice de expansión del producto

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



SEÑORES ESTUDIANTES: CEPEDA MAYANZA EDGAR ESTUARDO

MOREIRA VIDAL JESÚS ALBERTO

DIRECCIÓN: CALCETA

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: 01/10/14

FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS: 03/10/14

MUESTRAS ANALIZADAS: 36 MUESTRAS DE EXTRUIDO DE PLATANO.

EXÁMENES SOLICITADO: INDICE DE EXPANSION

RESULTADOS

INDICE DE EXPANSION

CODIGO			
bloq1*13%*200RPM	4	4	3,8
bloq1*13%*220RPM	4	3,5	3,8
bloq1*15%*200RPM	3,7	3,6	3,6
bloq1*15%*220RPM	3,5	3,7	3,8
bloq1*17%*200RPM	3,5	3,6	3,6
bloq1*17%*220RPM	3,5	3,5	3,4
bloq2*13%*200RPM	5	4,7	4
bloq2*13%*220RPM	3,7	3,2	4,5
bloq2*15%*200RPM	4,7	4,3	3,7
bloq2*15%*220RPM	3,9	3,7	3,6
bloq2*17%*200RPM	4,7	4,3	4,7
bloq2*17%*220RPM	4,3	4,3	4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
LABORATORIO DE QUÍMICA
JEFA-
ESPAM

CRUZ PINARGOTE S.
JEFE DE LABORATORIOS DE QUÍMICA

Loda. Cruz Pinargote

ANEXO 15: Resultados de Densidad Aparente del producto

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



SEÑORES ESTUDIANTES: CEPEDA MAYANZA EDGAR ESTUARDO

MOREIRA VIDAL JESÚS ALBERTO

DIRECCIÓN: CALCETA

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: 13/10/14

FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS: 17/10/14

MUESTRAS ANALIZADAS: 36 MUESTRAS DE EXTRUIDO DE PLATANO.

EXÁMENES SOLICITADO: DENSIDAD APARENTE

RESULTADOS

DENSIDAD APARENTE

CODIGO	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³
bloq1*13%*200RPM	0,0697	0,0798	0,0636
bloq1*13%*220RPM	0,0484	0,0536	0,0421
bloq1*15%*200RPM	0,047	0,0433	0,0448
bloq1*15%*220RPM	0,0375	0,0374	0,0376
bloq1*17%*200RPM	0,0547	0,0533	0,0537
bloq1*17%*220RPM	0,0496	0,0495	0,0488
bloq2*13%*200RPM	0,0506	0,0566	0,0644
bloq2*13%*220RPM	0,0499	0,0514	0,0482
bloq2*15%*200RPM	0,0683	0,0639	0,0571
bloq2*15%*220RPM	0,0447	0,0392	0,0482
bloq2*17%*200RPM	0,084	0,0836	0,0858
bloq2*17%*220RPM	0,0931	0,096	0,0941

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE MANABÍ
LABORATORIO DE QUÍMICA
- JEFA -
ESPAM

JEFE DE LABORATORIOS DE QUÍMICA

Lcda. Cruz Pinargote

ANEXO 16: Resultados del Índice de Absorción en Agua del producto

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



SEÑORES ESTUDIANTES: CEPEDA MAYANZA EDGAR ESTUARDO

MOREIRA VIDAL JESÚS ALBERTO

DIRECCIÓN: CALCETA

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: 20/10/14

FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS: 24/10/14

MUESTRAS ANALIZADAS: 36 MUESTRAS DE EXTRUIDO DE PLATANO.

EXÁMENES SOLICITADO: ÍNDICE DE ABSORCIÓN EN AGUA

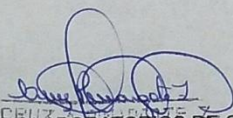
RESULTADOS

IAA

CODIGO

bloq1*13%*200RPM	2,99	3,49	2,85
bloq1*13%*220RPM	2,98	2,74	3,17
bloq1*15%*200RPM	1,7	2,44	2,72
bloq1*15%*220RPM	1,47	2,63	2,65
bloq1*17%*200RPM	3,9	4,05	3,54
bloq1*17%*220RPM	3,22	3,44	3,14
bloq2*13%*200RPM	2,98	4,36	3,78
bloq2*13%*220RPM	3,39	3,88	3,33
bloq2*15%*200RPM	4,03	3,05	3,09
bloq2*15%*220RPM	2,88	3,24	3,41
bloq2*17%*200RPM	2,71	3,08	2,48
bloq2*17%*220RPM	3,37	2,96	3,09

ESPAM MFL - JEFA - QUÍMICA


JEFE DE LABORATORIOS DE QUÍMICA
Lcda. Cruz Pinargote

ANEXO 17: Resultados del porcentaje de humedad del producto extrudido



SEÑORES ESTUDIANTES: CEPEDA MAYANZA EDGAR ESTUARDO MOREIRA

VIDAL JESÚS ALBERTO

DIRECCIÓN: CALCETA

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: 06/10/14

FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS: 10/10/14


MUESTRAS ANALIZADAS: 36 MUESTRAS DE EXTRUIDO DE PLATANO.

EXÁMENES SOLICITADO: PORCENTAJE DE HUMEDAD.

RESULTADOS

CODIGO	% DE HUMEDAD		
	%	%	%
bloq1*13%*200RPM	8,3	8,3	8,5
bloq1*13%*220RPM	7,5	8,5	8,5
bloq1*15%*200RPM	7	7	7
bloq1*15%*220RPM	7,5	7,3	8
bloq1*17%*200RPM	8	8,5	8,5
bloq1*17%*220RPM	7,9	7,5	7
bloq2*13%*200RPM	7,5	7	7,3
bloq2*13%*220RPM	7,5	7,3	7,5
bloq2*15%*200RPM	6,8	7,3	7,1
bloq2*15%*220RPM	6,8	7	7,1
bloq2*17%*200RPM	6,9	7,1	7
bloq2*17%*220RPM	6,9	6,9	7

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD


Ing. Iván Tapia

Brethren s/n e Ingahuayco - Llano Grande / Parroquia - Calderón
 Telefax.: (02) 2012 585 / 2012 997
 E-mail: info@cerealesandinos.com
www.cerealesandinos.com
 QUITO - ECUADOR

ANEXO 18: Test de preferencia sensorial



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FELIX LÓPEZ

Prueba de preferencia: Tipo categorías de preferencia

Estimado panelista, frente a usted va a encontrar 12 muestras de extruido de plátano, para lo cual se le solicita la seriedad del caso debido que su criterio contribuirá en los resultado de la tesis denominada **INFLUENCIA DE VARIETADES DE PLÁTANO DESHIDRATADO A DIFERENTES HUMEDADES Y VELOCIDADES DE EXTRUSIÓN, EN LA CALIDAD DE UN TIPO DE SNACK** con el objetivo de conocer su preferencia.

Número de ficha:

Siga las instrucciones expuestas a continuación.

- 1) Pruebe las 12 muestras presentadas, empezando en el orden de izquierda a derecha. Usted puede beber agua tanto como desee y puede probar nuevamente las muestras una vez que haya terminado de probar todas las que se presentan.
- 2) Asigne un orden de preferencia a las muestras presentadas, usando la escala de 1 para la muestra que considere más crocante y del dos en adelante la reducción del nivel de crocancia, siendo 12 en nivel de menor crocancia.

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	ASIGNACIÓN
T ₁	
T ₂	
T ₃	
T ₄	
T ₅	
T ₆	
T ₇	
T ₈	
T ₉	
T ₁₀	
T ₁₁	
T ₁₂	

Observaciones: _____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN