



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



***FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS***

***CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS***

**“DESARROLLO DE UNA TECNOLOGÍA DE HARINA DE ORITO  
(*Musa acuminata AA*) EN TÚNEL DE SECADO DE ADECUADAS  
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y NUTRICIONALES”**

Proyecto de Trabajo de Investigación Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI). Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

***AUTORA:*** Gladys Adriana Valencia Coca

***TUTORA:*** Ing. Mg. Jacqueline Ortiz

*Ambato-Ecuador*

2012

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

## FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

### APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutora del trabajo de investigación sobre el tema: “Desarrollo de una tecnología de harina de orito (*Musa acuminata AA*) en túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales”. Presentado por el graduando Valencia Coca Gladys Adriana, considero que el informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, julio del 2012

.....  
Ing. Mg. Jacqueline Ortiz

TUTORA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**AUTORÍA**

Las opiniones y criterios que contiene el trabajo de investigación científica “Desarrollo de una tecnología de harina de orito (*Musa acuminata AA*) en túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales”. Es responsabilidad del autor.

.....  
Valencia Coca Gladys Adriana

C.I.: 180415942-2

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

## **FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

### **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado designado por el Consejo Directivo, aprueba el trabajo de investigación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, julio del 2012

Para constancia firman:

.....

.....

.....

## **DEDICATORIA**

A Dios, que está conmigo en cada momento, dándome fortaleza para continuar, a mis padres, pilares fundamentales en mi vida, quienes han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, ya que sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a mis padres, hermanos, quienes con su fuerza, cariño y apoyo incondicional, me han ayudado y llevado a ser una mejor persona.

A mi tutora de tesis que con su paciencia y amistad me ayudaron a culminar este trabajo.

## **ÍNDICE**

Aprobación del tutor	ii
Autoría	iii
Aprobación del tribunal de grado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice general de contenidos	vii
Índice general de gráficos y tablas	x
Resumen ejecutivo	xiv

## **CAPÍTULO I**

EL PROBLEMA	1
1.1. Tema	1
1.2. Planteamiento del Problema	1
1.2.1. Contextualización	1
Macro	2
Meso	3
Micro	4
1.2.2. Análisis crítico	6
Relación causa efecto	6
1.2.3. Prognosis	7
1.2.4. Formulación del problema	7
1.2.5. Interrogantes de la investigación	8
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación	8
1.3. Justificación	8
1.4. Objetivos	9
Objetivo General	9
Objetivo Específico	9

## **CAPÍTULO II**

MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes investigativos	10
2.2. Fundamentación filosófica	12
2.3. Fundamentación legal	13
2.4. Categorías fundamentales	13
Variable independiente	13
Variable dependiente	18
Diagrama de flujo de la elaboración de harina de orito	23
2.5. Hipótesis	25
2.6. Señalamiento de variables	25
Variable dependiente	25
Variable independiente	25

## **CAPÍTULO III**

MARCO METODOLÓGICO	27
3.1. Modalidad básica de la investigación	27
Bibliográfica	27
Experimental	27
3.2. Nivel de investigación	28
3.3. Población y muestra	29
3.4. Operacionalización de variables	31
Variable dependiente	31
Variable independiente	32
3.5. Métodos y técnica de investigación	33
Métodos	33
Técnicas	35
3.6. Plan de recolección de la información	36
3.7. Plan de procesamiento de la información	36



## **CAPÍTULO IV**

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	39
4.1. Análisis de los resultados	39
4.1.1. Caracterización de la materia prima	39
4.1.2. Pretratamiento	40
4.1.3. Secado	40
4.1.4. Rendimiento y granulometría	42
4.1.5. Evaluación sensorial	43
4.1.6. Caracterización del mejor tratamiento	45
4.1.7. Costos	47
4.3. Verificación de la hipótesis	47

## **CAPÍTULO V**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. Conclusiones	48
5.2. Recomendaciones	49

## **CAPÍTULO VI**

PROPUESTA	50
6.1. Datos informativos	50
6.2. Antecedentes de la propuesta	50
6.3. Justificación	51
6.4. Objetivos	52

6.5. Análisis de factibilidad	52
6.6. Fundamentación	53
6.7. Metodología	56
6.8. Administración	57
BIBLIOGRAFÍA	59

## **ANEXOS**

Anexo A: Resultados experimentales	65
Anexo B: Diseño Experimental AXB	97
Anexo C: Cálculos del Rc	103
Anexo D: Análisis estadístico de la evaluación sensorial	110
Anexo E: Análisis económico del mejor tratamiento	127
Anexo F: Fotografías del proceso de elaboración de la harina de orito	129

## **ÍNDICE GENERAL DE FIGURAS, GRÁFICOS Y TABLAS**

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Grafico 1: Túnel de secado	16
Grafico 2: Túnel de secado de Imtech DryGenic	17
Grafico 3: Túnel de secado de rodillos	18
Grafico 4: Túnel de secado	19
Gráfico 4: Principales productores de banano	41
Grafico A1: Grados de madurez del orito	64
Gráfico A2: Certificado del Análisis Nutricional de la Harina de Orito	95
Gráfico F1: Planta de Orito	129

Grafico F2: Transporte y recepción de los oritos	130
Gráfico F3: Selección de los oritos para el secado	130
Gráfico F4: Proceso de lavado de los oritos seleccionados	131
Grafico F5: Proceso de pelado manual de los oritos	131
Grafico F6: Proceso de cortado e inmersión en la solución de ácido cítrico	132
Grafico F7: Proceso de cortado e inmersión en la solución de ácido ascórbico	132
Grafico F8: Proceso de cortado e inmersión en la solución de ac. Cítrico-ac. Ascór	133
Grafico F9: Escurrido y colocado en las bandejas para el secado	133
Grafico F10: Secado de las bandejas con los oritos	134
Grafico F11: Oritos luego del proceso de secado	134
Grafico F12: Medición de la humedad de las muestras de orito	135
Grafico F12: Enfundado de los oritos secos para la molienda	135
Grafico F13: Molienda de los oritos secos	136
Grafico F14: HARINA DE ORITO	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Árbol de problemas sobre la limitada industrialización del orito	6
Figura A1: Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico a 40°C	75
Figura A2: Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico a 50°C	76
Figura A3: Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico a 60°C	77
Figura A4: Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Ascórbico a 40°C	78
Figura A5: Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Ascórbico a 50°C	79
Figura A6: Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Ascórbico a 60°C	80
Figura A7: Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico - Ac.ascórbico a 40°C	81
Figura A8: Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico- Ac. Ascórbico a 50°C	82
Figura A9: Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico- Ac. Ascórbico a 60°C	83
Figura A10: Análisis sensorial de los resultados de los catadores: OLOR	86

Figura A11: Análisis sensorial de los resultados de los catadores: COLOR	88
Figura A12: Análisis sensorial de los resultados de los catadores: SABOR	90
Figura A13: Análisis sensorial de los resultados de los catadores: CONSISTENCIA	92
Figura A14: Análisis sensorial de los resultados de los catadores: ACEPTABILIDAD	94
Figura C1: % de humedad vs tiempo para el tratamiento con ácido cítrico a 60° C	107
Figura C2: Velocidad de secado vs tiempo tratamiento con ac. cítrico a 60°C.	108

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutricional del banano orito	22
Tabla 2: Factores de estudio análisis estadístico con las respuestas experimentales	41
Tabla 3: Datos de los principales productores mundiales de banano	51
Tabla 4: Modelo Operativo (Plan de Acción)	56
Tabla 5: Administración de la propuesta	57
Tabla 6: Previsión de la evaluación	58
Tabla A 1: Valores de peso y medida de los oritos	67
Tabla A2: Valores para el cálculo del índice de madurez	68
Tabla A3: Valores de penetrabilidad de los oritos	70
Tabla A4: Análisis proximal de la materia prima oritos en estado fresco	71
Tabla A5: Medida del diámetro de la rodaja el Orito ( <i>Musa acuminata AA</i> )	72
Tabla A6: Hoja de catación de las coladas elaboradas con la harina de orito	73
Tabla A7: % de humedad del tratamiento con ácido cítrico a 40° C	75
Tabla A8: % de humedad del tratamiento con ácido cítrico a 50° C	76
Tabla A9: % de humedad del tratamiento con ácido cítrico a 60° C	77
Tabla A10: % de humedad del tratamiento con ácido ascórbico a 40° C	78
Tabla A11: % de humedad del tratamiento con ácido ascórbico a 50° C	79
Tabla A12: % de humedad del tratamiento con ácido ascórbico a 60° C	80
Tabla A13: % de humedad del tratamiento con ác. cítrico – ác. ascórbico a 40°C	81
Tabla A14: % de humedad del tratamiento con ác. cítrico – ác ascórbico a 50°C	82
Tabla A15: % de humedad del tratamiento con ác. cítrico – ác. ascórbico a 60°C	83

Tabla A16: Resultados del análisis microbiológico	84
Tabla A17: Formulación utilizada para elaborar cada colada	84
Tabla A18: Resultados de la evaluación sensorial: OLOR	85
Tabla A19: Resultados de la evaluación sensorial: COLOR	87
Tabla A20: Resultados de la evaluación sensorial: SABOR	89
Tabla A21: Resultados de la evaluación sensorial: CONSISTENCIA	91
Tabla A22: Resultados de la evaluación sensorial: ACEPTABILIDAD	93
Tabla A23: Análisis nutricional del mejor tratamiento a2b0	95
Tabla B1: Factores de estudio	97
Tabla B2: Datos experimentales del tiempo de secado para cada tratamiento	98
Tabla B3: Valores de Yij	99
Tabla B4: Cálculos de las sumas de cuadrados	99
Tabla B6: Tabla de ANOVA	100
Tabla C1: Cálculo de la velocidad de secado del tratamiento con ac. cítrico a 60°C	107
Tabla C2: Tabla de granulometría en porcentajes de la harina de orito	109
Tabla D1: Datos y valores promedios del color de la harina de orito	110
Tabla D2: Datos y valores promedios para el color de la harina de orito	112
Tabla D3: Datos y valores promedios del sabor de la harina de orito	117
Tabla D4: Datos y valores promedios de la consistencia de la harina de orito	120
Tabla D5: Datos y valores promedios de la aceptabilidad de la harina de orito	127
Tabla E1: Materiales directos e indirectos para la elaboración de 10 kg de harina	127
Tabla E 2: Equipos y Utensilios	128
Tabla E3: Suministros	128
Tabla E4: Personal	128
Tabla E 5: Costos de producción de 10 kg de harina de orito	128

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**Tema:**

“Desarrollo de una tecnología de harina de orito (*Musa acuminata AA*) en túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales”

AUTORA

Valencia Coca Gladys Adriana

TUTORA

Ing. Mg. Jacqueline Ortiz

## RESUMEN EJECUTIVO

La producción del orito en la Región Amazónica del Ecuador, no recibe el apoyo necesario, ya que no se cuenta con la tecnología adecuada para su procesamiento, desaprovechando los recursos existentes, es por eso que se desarrolló una tecnología de obtención de harina de orito (*Musa acuminata AA*) en túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales, para lo cual se plantea varias formulaciones, utilizando diferentes inactivadores enzimáticos y temperaturas de secado, de estas el mejor tratamiento obtenido es a 0,25% de ácido cítrico y temperatura de 60° C, resultado obtenido a través del diseño experimental AXB y corroborado en el análisis sensorial, ya que los oritos conservan sus características propias. El modelo matemático de la velocidad de secado para la obtención de harina

$$y = 1E - 05e^{-0,388.X}$$

de orito es , dado que a mayor temperatura existe un menor tiempo de secado. El rendimiento de la harina es del 20,5% con costo de producción de 0,70 USD por kilogramo de producto. El análisis proximal de harina determina: humedad 12,5%, sólidos totales 75%, cenizas 1,8% y pH 5,52. El análisis nutricional de la harina de orito reporta valores de proteína 3,89%, grasa 0,31%, cenizas 1,8%, carbohidratos 86,97%. El análisis microbiológico reporta coliformes totales 230UFC/g, E-coli <10 UFC/g, mohos y levaduras 20 UFC/g, aerobios totales 2200 UFC/g, estando dentro de los límites adecuados para el consumo.

**PALABRAS CLAVES:** harina de orito, túnel de secado, inactivadores enzimáticos, temperatura de secado.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. TEMA**

“Desarrollo de una tecnología de harina de orito (*Musa acuminata AA*) en túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales”

### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1. Contextualización**

La región Amazónica cuenta con un considerable potencial productivo, tanto en el Sector Agropecuario, Forestal, Acuícola y Piscícola, especialmente en los cultivos de café, cacao, maíz, plátano, entre otros. Existen en la actualidad aproximadamente 7000 ha de cultivos, de café, cacao, maíz, naranjilla, tomate de árbol, papas, plátano, entre otros, en los cantones Tena, Arosemena Tola, Archidona, Quijos y El Chaco de la provincia de Napo. (3)

El cultivo del orito en la Amazonía, se lo realiza de manera abierta, sin mucho control, con limpiezas espontáneas, realizadas por pequeños productores del sector. La producción de orito en la Amazonía es baja, no se le da la debida importancia al producto, y no cuenta con métodos adecuados para la producción debido al escaso consumo, por lo que guían todo el capital a la producción de otros productos que tienen mayor demanda en el mercado como el cacao. (3)

El orito es una variante más pequeña del banano, de aproximadamente 12 cm y con un sabor más dulce, que se produce todo el año. Como la mayoría de las bananas, el orito es una excelente fuente de vitamina B6 (importante para la salud del corazón), vitamina C, fibra y potasio. El orito se cosecha en estado verde, cuando está maduro, tiene la piel amarilla y la pulpa casi blanca, cremosa y de alta consistencia, en estado maduro tiene un tiempo de vida útil corto. Además de ser consumido crudo como postre, tiene varias preparaciones caseras; pero sin embargo no se cuenta con una tecnología que ayude al procesamiento del orito para brindarle



un valor agregado, que le permita una mayor demanda en el mercado y un aprovechamiento mejor al producto.

### **Contextualización macro**

GUIRACOCHA, Giniva y QUIROZ, José (INIAP, 2004), en el Ecuador existen alrededor de 8.000 hectáreas de banano orito (*Musa acuminata AA*), de importancia para miles de familias ecuatorianas, principalmente para aquellas asentadas en las estribaciones de cordillera de las provincias Guayas, Azuay, El Oro, Bolívar, Cotopaxi y Chimborazo en donde las plantaciones son manejadas, predominantemente, de forma orgánica y tradicional. (1)

Las plantaciones de orito están dispuestas como sistemas puros (monocultivos) en unos casos y en otros, como asociaciones complejas en las que se intercala orito con diferentes especies frutales y maderables. Estas formas de cultivo constituyen, entre otros aspectos, expresiones culturales según el origen del productor, una estrategia en respuesta a la fluctuación de los precios en el mercado y/o una adaptación a las condiciones ambientales presentes en las zonas de producción.

Desde sus inicios, el cultivo de orito (*Musa acuminata AA*) ha estado en manos de pequeños y medianos productores con limitados recursos económicos y tecnológicos. Sin embargo, cada productor de orito, en ausencia de tecnologías formales para el manejo del cultivo, ha desarrollado diversos y valiosos conocimientos acerca de cómo manejar las plantaciones para que estas produzcan mejor. Ahora que es creciente el interés de los consumidores por adquirir alimentos saludables, naturales y cultivados en armonía con la naturaleza, los cultivadores de orito buscan satisfacer esta demanda con una fruta orgánica de calidad. (1)

### **Contextualización meso**

La Amazonia ecuatoriana se extiende sobre un área de 120.000 km<sup>2</sup>, de exuberante vegetación, propia de los bosques húmedo-tropicales. La Cordillera de los Andes forma el límite occidental de esta región, mientras que Perú y Colombia el límite meridional y oriental, respectivamente. La temperatura anual promedio oscila entre los 24 y 25°C.

La existencia de una gran variedad de flora y fauna junto a extraordinarias variaciones de macro y micro hábitat radica la característica más importante de esta región. La agricultura indígena tradicional en la Amazonía es un uso sostenible de la tierra que mantiene el suelo, la complejidad vegetal y biodiversidad. Los hogares indígenas siembran una gran variedad de los cultivos de alimentos, pero los cultivos de mayor ingresos en la región es el café, con otros cultivos como plátano, palma africana y palmito, cacao, caña de azúcar, maíz, arroz y yuca. (2)

PRONAPO, (2008). El cultivo del orito en la Amazonía, se lo realiza de manera abierta sin mucho control, con limpiezas espontáneas, realizadas por pequeños productores del sector. La producción de orito en la Amazonía es baja, ya que no se le da la debida importancia a este producto, ya que no cuenta con métodos adecuados para la producción debido al escaso consumo del producto, por lo que guían todo el capital en la producción de otros productos que tienen mayor demanda en el mercado como el cacao. (3)

El orito es una variante más pequeña del banano, de aproximadamente 12 cm y con un sabor más dulce, que se produce todo el año. Cuando está maduro, tiene la piel amarilla y la pulpa casi blanca, cremosa y de alta consistencia. Por sus dimensiones diminutas y el sabor dulce, el orito es el preferido de los niños. Además de ser consumido crudo como postre, el orito puede ser preparado en diferentes formas, tal como horneado, sauté, asado a la parrilla o en ensaladas. Como la mayoría de las bananas, el orito es una excelente fuente de vitamina B6 (importante para la salud del corazón), vitamina C, fibra y potasio. La utilidad de los oritos dentro de la Amazonía, no pasa de ser un producto de consumo interno y en estado fresco, ya que por la poca importancia que le dan a la producción se han perdido varios cultivos, ya que no se le da ningún valor agregado a este producto.

### **Contextualización micro**

La Provincia Napo se extiende en un área de 12.200 Km<sup>2</sup>, es la más poblada de las provincias de la región Amazónica con 91.775 Habitantes, esto se explica por las explotaciones petroleras que allí se realizan. Los pobladores de esta zona son importantes grupos étnicos como los Cofanes, Tetetes, Sienas, Aguaricos, Záparos, Quijos, Yumbos, Misahuallies, Agúanos, Payaminos, Sunos y Aucas. El clima es tropical húmedo con lluvias persistentes, mucha evaporación y altas temperaturas de 25°C como promedio. (4)

Dentro de los recursos naturales que cuenta la provincia de Napo está la Ganadería, petróleo, oro (lavaderos), productos agrícolas, madera, etc. Asimismo, concentra bosques naturales con una gran biodiversidad de especies animales y vegetales. El comercio de los productos agrícolas y frutas se lo realiza internamente ya que se encuentran alejadas las comunidades y hay pocas vías de acceso a mercados y a centros de acopio que son escasos o únicamente para determinados productos. El cacao y café son los productos de mayor interés para la comercialización, debido a las características que presentan estas dos variedades endémicas del sector. En cuanto a la industria resalta la industria manufacturera, teniendo pequeñas industrias dedicadas a la elaboración de alimentos (lácteos y miel).

INEC, (*CENSO 1962 – 2001*) El Cantón Tena se extiende en un área de 3.894km<sup>2</sup>. Está ubicado al suroeste de la provincia de Napo, cuenta con una población de 46.007 habitantes de los cuales el 64% vive en la zona rural y el 36% vive en la zona urbana. Una temperatura media de 25°C, humedad constante y lluvias casi todo el año, la cantidad máxima de lluvia se produce en las estribaciones de la cordillera donde se condensan las grandes masas de vapor que trae el viento desde el Amazonas. (5)

En el Cantón Tena el 32% de la población económicamente activa se dedica a las actividades agrícolas y pecuarias. Durante el siglo XIX las misiones jesuitas que se establecieron en el Napo vieron en la agricultura el porvenir civilizado del Oriente.

La agricultura significaba asentamientos y poblados, regularidad en el trabajo y la posibilidad de supervisión de una mano de obra disciplinada por la doctrina. Sin embargo, el conocimiento respecto al aprovechamiento de los recursos vegetales, es todavía incompleto y limitado. Esto se debe a múltiples razones, entre las que destacan: la amplitud de los ecosistemas que las producen, la poca valoración del conocimiento ancestral indígena, la dispersión y escasa difusión de la información, la falta de recursos para investigación, transferencia tecnológica y crédito, la ausencia de procesos agroecológicos, de certificación y mercado justo.

Influye altamente la falta de tecnología y la baja calidad del suelo lo que hace que el rendimiento agrícola sea menor que en otras zonas del país. Esto se comprueba con la baja participación de los productos de las provincias en relación con el total nacional. Según la última Encuesta de Superficie y producción Agropecuaria (INEC: 1994) el porcentaje de participación de Napo y Orellana fue de 7,57% para café, 6,77% naranjilla, 2,27% plátano y 1,08% cacao. (5)

La alimentación de la población se basa en los recursos que produce la tierra, teniendo como principal fuente de alimento el plátano, yuca, maíz, en ocasiones el consumo de pescado y carne de monte (caza), como fuente secundaria: banano, orito, chonta, papaya.

La mala nutrición del sector es evidente, pero afecta en mayor proporción a niños menores de 5 años, lo que se hace evidente la desnutrición de la población, ya que esta inicia desde el embarazo en la mujer, el porcentaje de desnutrición de las zonas rurales del sector es del 25% aproximadamente.

### **1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO**

**Figura 1:** Árbol de problemas sobre la limitada industrialización del orito (*Musa acuminata AA*).

**Elaborado por:** Valencia Adriana

#### **Relación Causa-Efecto**

**Causa:** Desconocimiento tecnológico de elaboración de harina de orito (*Musa acuminata AA*).

**Efecto:** Desaprovechamiento de las propiedades nutricionales.

La escasa explotación industrial del orito se produce por un limitado desarrollo tecnológico de productos, que pueden generar valor como en la elaboración de harina, negando las posibilidades de obtener un producto de buenas características sensoriales y nutricionales, de ahí el interés por elaborar la harina de orito, la misma que contribuiría a la alimentación de la niñez del Cantón Tena Provincia de Napo.

La tabla de composición nutricional de alimentos señala que el orito maduro en cien gramos de producto contiene 68,9 g de humedad (agua), 1,2 g de proteína, 29,8g de carbohidratos, 6 mg de calcio, 21 mg de fósforo, 0,7 mg de hierro, 0,3 mg de caroteno, 16 mg de vitamina C, 0,62 mg de vitaminas del complejo B. Siendo este un producto nutritivo.

La comercialización del orito de la Amazonía se realiza internamente en los mercados de la ciudad, su comercialización se realiza en estado verde, ya que es un producto que se descompone rápidamente, se podría decir que su consumo es en estado fresco, limitando la producción de esta fruta, ya que la demanda del mercado de la ciudad es mínimo, de aproximadamente 30 cabezas de orito a la semana, lo que desmotiva a los agricultores para seguir produciendo este tipo de fruta.

### **1.2.3. PROGNOSIS**

Al no realizar el presente proyecto se eliminaría la posibilidad de desarrollar la tecnología de elaboración de harina de orito y la iniciativa de darle un valor agregado al orito (*Musa acuminata AA*), por lo cual se seguiría consumiendo únicamente en fresco, además se negaría el poder ofrecer un producto de buenas características nutricionales y sensoriales, en procura de mejorar la alimentación del sector.

### **1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es el limitado desarrollo tecnológico para la elaboración de harina de orito (*Musa acuminata AA*) en túnel de secado, que impide obtener un producto con adecuadas características nutricionales y sensoriales para su consumo en el Cantón Tena Provincia de Napo en el período 2011?

**Variable independiente:** Elaboración de harina de orito en túnel de secado.

**Variable dependiente:** Harina de adecuadas características sensoriales y nutricionales.

### **1.2.5. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las condiciones de secado del orito que permitirán obtener una harina de calidad?

¿Cuáles serán las características físicas, nutricionales y sensoriales de la harina elaborada?

¿Qué preparados se podrán obtener a partir de la harina de orito elaborada?

¿Cuál será la aceptación de los niños por los productos elaborados a partir de la harina de orito?

¿Cuál será el costo de producción de la harina de orito obtenida a nivel de laboratorio?

### **1.2.6. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

#### **Delimitación científica**

**Campo:** Alimentos

**Área:** Secado de Alimentos

**Aspectos:** Desarrollo tecnológico de harina de orito (*Musa acuminata AA*)

**Delimitación tiempo-espacio:** La investigación se realizó en los Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos en el año 2010-2011.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto de investigación está enfocado a dar un valor agregado al orito que se cultiva en la Amazonía, mediante la elaboración de una harina, para que sea utilizada en la preparación de productos como coladas, galletas, para procurar mejorar la alimentación de los habitantes del Cantón Tena, en especial de las zonas rurales en donde se observa una mayor desnutrición.

La elaboración de este producto permitirá aprovechar uno de los recursos que se produce en el sector, que no es explotado, como es el orito, del cual mediante el desarrollo tecnológico para la elaboración de harina de orito, se puede obtener un producto nutricional y de buenas características sensoriales, además que se estaría motivando a la producción de esta fruta, ya que en el sector no se maneja la parte

agrícola y la cosecha de una manera adecuada, puesto que no se encuentra otra utilidad que a más de su consumo en fresco, familiar y una escasa venta.

En el nivel ecológico se estaría motivando al cultivo de un producto tradicional de la región y no se estaría alterando con el equilibrio del medio ambiente.

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1. General**

- Desarrollar una tecnología de harina de orito (*Musa acuminata AA*) en túnel de secado, con la finalidad de obtener un producto con adecuadas características nutricionales y sensoriales.

##### **1.4.2. Específicos**

- Establecer las condiciones adecuadas de inactivación de enzimas del orito, para evitar el pardeamiento enzimático de la fruta.
- Determinar las condiciones adecuadas de secado (tiempo y temperatura) óptimas para conservar las propiedades sensoriales del orito.
- Seleccionar el mejor tratamiento a partir del análisis sensorial de la harina de orito obtenida.
- Realizar un análisis proximal y nutricional en el mejor tratamiento seleccionado.
- Realizar un estudio de costos de producción a nivel de laboratorio de la harina elaborada.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**



## 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

REDHEAD, J y col., (Roma, 1990), los bananos en polvo se preparan en varios procesos comerciales cuando el fruto está plenamente maduro, los bananos maduros se pelan, se reducen a pulpa y se convierten en una pasta uniforme en un molino coloidal, se añade meta bisulfito de sodio diluido al 1,5%, para obtener 1000 ppm SO<sub>2</sub>, en el producto final, lo que reduce la decoloración durante el secado. A continuación la pulpa o lechada se pulveriza o se seca en un secador de tambor, o se deshidrata tras batirla hasta conseguir una espuma consistente. Con el machacado y el cribado se obtiene un polvo fino, suelto y delicuescente, que tiene un aroma y sabor característicos al fruto maduro fresco. Se utiliza en la preparación de bebidas lácteas con sabor a banano, en alimentos para niños de corta edad y en pastelería. (6)

SALCEDO C, Ángel Oswaldo (Loja, 2003), para la elaboración de harina precocida de banano verde se utilizo como materia prima el banano de rechazo de la exportación (*Musa Cavendish*), con un grado de madurez de 1 a 2, según la escala de color de la Dole Food Company Inc. La harina se obtuvo por precocción del banano verde con cascara, y sin cascara, mas ácido ascórbico al 0,1 por ciento y acido cítrico al 0,25 por ciento, a temperaturas de 75, 85 y 95 C, con tiempos de 4, 7 y 10 minutos. La deshidratación de la masa se realizo en una estufa a 65 C durante 18 horas, la molturación en molino de rodillos y el tamizado en un tamiz eléctrico con abertura de 0,21 mm, siendo el rendimiento en este proceso de elaboración del 14 por ciento. Se determino la actividad enzimática de la polifenoloxidasas y peroxidasa, mediante métodos colorimétricos y volumétricos respectivamente.

Como resultado del análisis estadístico se determino que los mejores tratamientos son: 85 y 95 grados C por 10 minutos con cascara, con acido ascórbico y acido cítrico. En las harinas precocidas de banano verde de los tratamientos seleccionados se ensayaron los análisis de textura, absorción de agua, solubilidad, poder de hinchamiento, absorción de aceite, color, orden de reacción, almidón total, viscosidad, temperatura y grado de gelatinización, amilosa y análisis proximal. En

resumen, las mejores condiciones para procesar plátano verde con cascara y obtener harina es la cocción a 85 y 95 C durante 10 minutos. (7)

CACHAGO, Adriana, y col. (Quito, 2004). Efecto de la precocción e inhibidores enzimáticos sobre el pardeamiento en la elaboración de harina de plátano dominico verde (*Musa paradisiaca*), se utilizó el efecto de la precocción y la acción de inhibidores en la elaboración de harina de plátano Dominico verde. La harina se realizó con plátano Dominico obtenido en el mercado de la ciudad de Quito, al que se le dio un tratamiento térmico de 70, 80 y 90°C, por 3, 5 y 7 minutos al plátano con y sin cáscara, adicionalmente al plátano sin cáscara se lo trató con ácido ascórbico al 0,1% y ácido cítrico al 0,25%, con las subsiguientes etapas de rallado, secado, molienda, tamizado y envasado. Los tratamientos que presentan los menores valores de actividad residual de polifenoloxidasas (alrededor del 2%) y peroxidasa (alrededor del 15%), son 89 y 90°C por 7 minutos con ácido ascórbico y ácido cítrico.

Las harinas precocidas son más amarillas y claras que la harina nativa. Los valores de índice de absorción de agua, índice de solubilidad y poder de hinchamiento son mayores en las harinas precocidas (alrededor de 4; 2,5; 4 respectivamente) que en la harina cruda (2,3). La viscosidad máxima que alcanza una harina cruda es de 162 RVU, mientras que la harina precocida está alrededor de 70 RVU. El grado de gelatinización de las harinas precocida esta alrededor del 80%. (8)

NAVARRETE Óscar, y VÁSZONEZ César, (Ambato, 2005) Estudio de métodos combinados para el control de pardeamiento enzimático en la elaboración de pulpa de orito (*Musa auriens*), el objetivo fue encontrar los parámetros que permitan controlar de una manera satisfactoria de controlar el pardeamiento enzimático que se produce en la pulpa de orito, se emplea un diseño estadístico A x B. Se analizó el efecto que produce la aplicación de dos temperaturas (70° C y 75° C por el tiempo de 15 minutos), conjuntamente con dos inhibidores enzimáticos como agentes reductores de pH (ácido cítrico y ácido ascórbico), sobre la actividad de la polifenoloxidasas, que es la enzima causante de los cambios de color en frutas y verduras. Los valores referidos a la media del oscurecimiento y actividad de la polifenoloxidasas, indican que cualquiera de los tratamientos ensayados, controlan el

pardeamiento enzimático con respecto a una muestra que ha recibido ningún tratamiento enzimático, sin embargo el tratamiento a 75° C por 15 minutos y 0,5% de ácido cítrico, da un producto con menos actividad de la polifenoloxidasas y los valores más altos de transmitancia con respecto a la medida del oscurecimiento. (9)

MIRANDA, Mónica, ORTAÑEZ, Inés y col. (Ambato, 2005). Preservación de banano *Musa cavendish* mediante deshidratación osmótica y secado, el banano es uno de los productos más cultivado y comercializado en el Litoral del país, pero por tratarse de una fruta muy perecible no ha podido ser aprovechado industrialmente. En la investigación se aplica un Diseño Factorial donde el a es el estado de madurez (pintón y maduro), b es la concentración de sacarosa (50, 60 y 70%) y c que es la temperatura (temperatura ambiente y 24±4° C), con lo que se obtiene un total de 24 tratamientos para la fase de deshidratación osmótica.

Las respuestas experimentales analizadas en deshidratación son: pérdida de peso y ganancia de sólidos, mientras que en secado se calcula: coeficiente de transferencia de calor, velocidad de secado y coeficiente de transferencia de masa. El estudio estadístico de las respuestas experimentales, determinan que el mejor tratamiento en la deshidratación es el tratamiento a0b0c0 (estado pintón, 50% de sacarosa y temperatura ambiente). La evaluación sensorial se basó en cataciones para evaluar atributos como aroma, sabor, color, textura y aceptabilidad, lo que se logró establecer que los catadores evalúen todos los tratamientos como aceptables. Los indicadores económicos que el proyecto es factible y rentable para inversionistas de la zona. (10)

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

La presente investigación se basa en el paradigma positivista que según Reichart y Cook (1986), este paradigma tiene como escenario de investigación el laboratorio a través de un diseño pre-estructurado y esquematizado; su lógica de análisis está orientado a lo confirmatorio, reduccionista, verificación, inferencia e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados. Además la realidad es única y fragmentable en partes que se pueden manipular independientemente, y la relación

sujeto – objeto es independiente. Para este enfoque la realidad es algo exterior, ajeno, objetivo y debe ser estudiada y conocida.

La investigación tiene un enfoque positivista, según Ruiz, A. y otros. (1989), esto se realiza en laboratorios especialmente diseñados o ajustándose a condiciones previamente establecidas, como la selección de muestras estadísticas. La investigación que se orienta por la concepción dialéctica del conocimiento se debe desarrollar directamente en el sitio en el que se da ordinariamente el fenómeno.

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

CODEX STAN 205-1997, Norma del Codex para el Banano (plátano).

CODEX STAN 152-1985, Norma del Codex para la harina de trigo.

CODEX STAN 176-1989 Norma del Codex para la harina de yuca comestible

### **2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

#### **2.4.1. Marco conceptual variable independiente**

El secado es un proceso en el cual se elimina la humedad de un producto alimenticio para reforzar su estabilidad, transportabilidad, sabor y textura. Los secadores de plato, túnel y banda son semejantes en que todos utilizan una corriente de aire caliente para proporcionar la energía necesaria para el secado del producto que durante el proceso no se mueve o lo hace a velocidad muy baja, comparada con la velocidad de aire circulante. El aire se calienta por combustión directa de un combustible , por vapor o por una bobina eléctrica. Se instalan reguladores para controlar la cantidad de aire que entra y sale del secador, regulando así la humedad dentro del secador. En un secador de túnel, los platos son acomodados en carretillas y estas pueden introducirse al túnel de forma casi continua. (26)

Se usan muchos tipos de secadores en la deshidratación de alimentos, la elección de un tipo en particular es guiada por la naturaleza del producto que va a ser secado, la forma deseada del producto terminado, la economía y las condiciones de

operación. Los secadores de túnel son los más apropiados para el secado de frutas y hortalizas ya que cuenta con las condiciones de secado óptimas para la deshidratación de estos productos. (28)

En la actualidad existe una demanda de productos deshidratados de alta calidad con características equivalentes a las encontradas en los productos frescos. Además el proceso de secado debería tener unos costes de producción reducidos, y un bajo impacto ambiental. Los túneles de secado se utilizan para secar todo tipo de productos tales como verduras y hortalizas, pescado, carne y frutas. Además del secado de alimentos y productos del campo, el secador de cinta también puede utilizarse para la deshidratación de productos químicos y farmacéuticos.

El túnel de secado puede utilizarse para el secado de productos en copos, tiras, fideos, cubos y granos. Este secador tiene como características la alta eficiencia y el bajo consumo energético.

El diseño y la elección del secador se deciden por las características de los flujos húmedo y seco, por la tendencia a la formación de terrones o costra y por su sensibilidad térmica. La capacidad, tamaño y rendimiento del secador dependen de la superficie de transferencia calorífica y de las condiciones de trabajo específicas de cada producto. La combinación de ciclos de temperatura y tiempos de secado puede ajustarse en la forma necesaria para mantener controladas las condiciones físicas del producto final.

La cinta del secador se diseña con un sólo nivel o con varios niveles y está fabricada en acero inoxidable. Dado que el aire pasa a través de la cinta el intercambio calorífico es óptimo y uniforme, la eficiencia de la producción es alta y la calidad del producto muy buena.

### **Descripciones generales**



**Grafico 1:** Túnel de secado

La materia prima puede repartirse en la cinta mediante un mecanismo auxiliar adecuado, como un distribuidor, un vibrador, un pulverizador o un granulador. El túnel de secado está dividido en zonas, manteniendo en cada una, una temperatura diferente. Cada zona lleva su sistema de calentamiento y de circulación de aire y, en caso necesario, su sistema de evacuación de aire. Cuando la cinta atraviesa la zona el aire caliente pasa a través del producto de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba. De esta forma se consigue un secado de producto uniforme.

Dependiendo del producto el túnel puede ir preparado con una sección de enfriado y con un elemento de vibración a la salida para reducir la temperatura final del producto y permitir su envasado en línea.

**Los secadores de túnel de Imtech DryGenic proporcionan muchas ventajas:**

- Secado a medida
- Curva óptima de tiempo/secado para cada producto
- Sistema de secado en continuo
- Adecuado para productos húmedos granulados, en fibra, preformados o extrusionados.
- Alta eficiencia energética
- Utilización del espacio eficiente
- Secado uniforme y suave
- Sistema modular, flexible y fácil de enviar e instalar



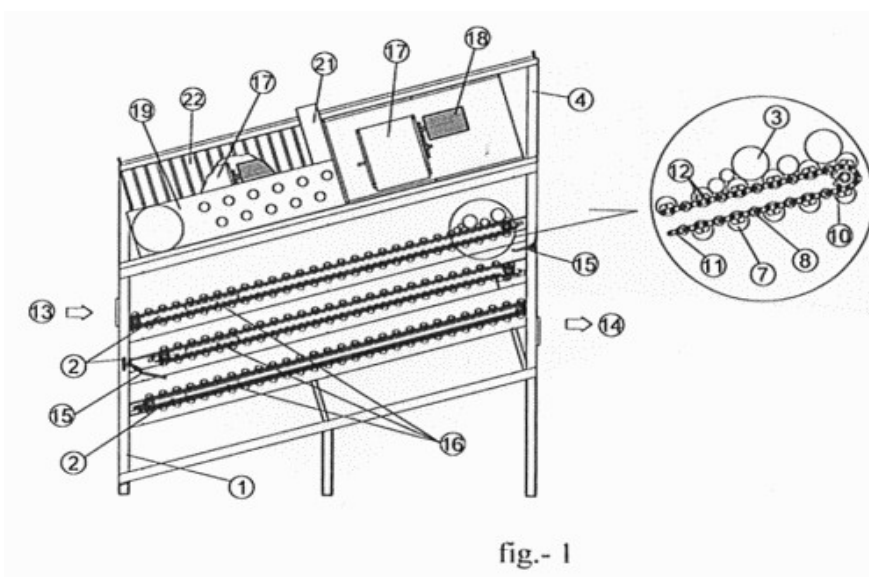
**Grafico 2:** Túnel de secado de Imtech DryGenic

El Túnel de secado está previsto para secar la fruta tras un proceso de lavado o encerado, está caracterizado por actuar de tal manera que entrando la fruta por un plano de rodillos motorizados y dispuestos con cierta inclinación respecto a la horizontal, la fruta avanza hasta caer por gravedad a un segundo plano de rodillos para volver a caer por gravedad a un tercer plano paralelo a los anteriores y salir de la máquina al llegar al final de este tercer plano una vez secada al estar sometida en este proceso de transporte a una corriente forzada de aire caliente, estando el túnel constituido por una estructura romboédrica principal en la que se sitúan los tres planos de rodillos paralelos entre sí por donde avanzará la fruta debido al movimiento cíclico de cada uno de estos planos traccionados por el correspondiente grupo electro-mecánico y que formados por rodillos de distinto diámetro, fijados de manera alternada en las cadenas con tetones de enclavamiento particularmente dispuestos de cada lateral de la máquina, permiten aumentar la capacidad de carga por conformación de espacios a modo de cavidad por la diferencia de diámetro.

El Túnel de secado además esta caracterizado por disponer en cada una de las caídas por gravedad de los planos superior e intermedio de rodillos de unas planchas que abarcando toda la longitud transversal de la máquina y coincidiendo con la longitud de los rodillos, actúan a modo de recogedor o elemento absorbente de impactos que reduce la energía de caída de la fruta evitando su deterioro por golpe,

contando igualmente y en el interior de cada uno de los planos principales de rodillos de elementos rascadores para eliminar las impurezas depositadas en los rodillos por el proceso de secado de la máquina.

El Túnel de secado según requerimiento se caracteriza por disponer sobre la principal de una estructura metálica secundaria romboédrica de mayor anchura que la primera y donde se ubican los elementos de tratamiento de aire formados por una primera etapa de calentamiento mediante el uso de intercambiador tubular de calor con uso de quemador de combustible para generación de energía calorífica y una segunda etapa de condensación de humedad excedente en el aire que es impulsado por grupo de turbinas accionadas por elemento electro- mecánico y situadas igualmente en la estructura metálica indicada.

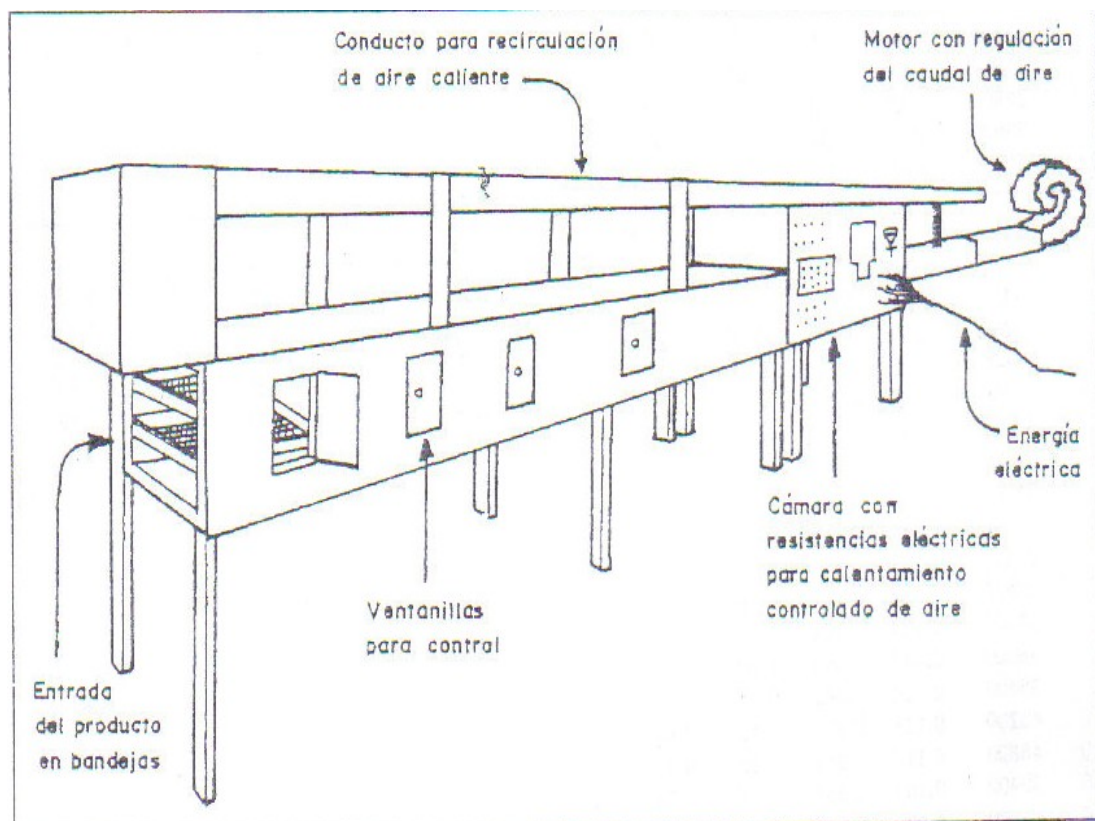


**Grafico 3:** Túnel de secado de rodillos

ALVARADO, Juan de Dios, (Ambato, 1996), deshidratación, es uno de los procesos más utilizados para la conservación de los alimentos. La facilidad de aplicación, la reducción de peso y volumen que presenta el producto seco, constituyen estímulos importantes para su aplicación en un número cada vez mayor de alimentos. Existen diferentes formas para realizar la deshidratación, en consecuencia varios tipos de secadores. Una clasificación global considera equipos de funcionamiento continuo y equipos de funcionamiento estacionario, o por lotes.



Según el mecanismo de operación y la forma de transferencia de calor predominante, se lo divide en equipos basados en conducción, convección, infrarrojo y dieléctricos. De acuerdo con las características del equipo, existen secadores de gabinete, cámara con bandejas, túnel, cilindros rotatorios, secadores por aspersión y pulverización. (24)



**Grafico 4:** Túnel de secado

En el secado con aire la velocidad de extracción de agua depende de las características del aire y las propiedades del alimento, así como del diseño del secador. La humedad puede estar ligada al producto en diversos grados. En principio se creyó que el agua contenida en un producto alimenticio era de dos tipos: agua libre y ligada; en la actualidad parece que tal división es una simplificación excesiva y que esta clasificación no es realmente útil. El agua está retenida por fuerzas cuya intensidad varía desde las fuerzas más débiles que retienen el agua superficial, hasta los enlaces químicos muy fuertes. Es evidente que durante el secado se separa mas

fácilmente el agua que está retenida más débilmente. Cabe esperar por ello que las velocidades de secado disminuyan a medida que decrece el contenido de humedad y que el agua que queda esté cada vez unida más fuertemente al producto a medida que la cantidad disminuye. En muchos casos la mayor parte del agua esta retenida débilmente, pudiéndose considerar para fines de secado como agua libre en la superficie. (27)

#### **2.4.2. Marco conceptual variable dependiente**

Se entiende por harina el polvo que se obtiene de la molienda de semillas de gramíneas como el maíz, el trigo y el arroz y también el polvo procedente de algunos tubérculos y legumbres. La harina se almacena en sacos de yute, algodón o papel y también en silos. Los peligros que asechan a la harina almacenada son los mismos que tiene el trigo en el granero, o sea ataques de mohos y bacterias e infección por insectos, además puede sufrir un enranciamiento oxidativo o incluso una deterioración de su calidad panadera. En el almacenamiento de la harina blanca su contenido en humedad óptimo es el 13%. Con contenidos superiores a este se puede producir un enmohecimiento de la harina, incluso cuando esta no presenta signos externos de crecimiento de mohos. Si el contenido de humedad es inferior al 13% aumenta la oxidación de la grasa y por consiguiente el peligro de enranciamiento. Las reacciones que produce este enranciamiento oxidativo vienen catalizadas por iones de metales pesados tales como el  $\text{Cu}^{++}$ .

Para asegurarse de que la harina almacenada esta libre de insectos hace falta que la estuviera en el momento de almacenarla y que también lo esté el almacén en el cual se coloque. A esto ayuda mucho la existencia en las fábricas de almacenes adecuados y su frecuente limpieza asegurando de esta forma que los productos molturados no contengan insectos vivos, larvas o huevos, pero si se quiere tener la seguridad de que esto no ocurra lo mejor es pasar la harina antes de envasarla por un entoleter. Este es una máquina consistente en un rotor que gira rápidamente. La harina llega a su parte central y es impulsada con considerable fuerza contra la caja envolvente. Puesto que la máquina gira a dos mil novecientas revoluciones por minuto contribuye de forma efectiva a la destrucción de todas las formas de vida de insectos y ácaros, incluso de

sus huevos. Pero sin embargo con este tratamiento los fragmentos de insectos no se separan de la harina.

Los sacos de yute o de sarga que se emplean para la harina pueden usarse varias veces, pero hay que limpiarlos cuidadosamente antes de cada nuevo uso. A pesar de las precauciones tomadas, estos envases de retorno siempre presentan el peligro de una infección a menos que se esterilicen. Los envases no retornables fabricados de papel plano o laminado e impregnado son más caros y más difíciles de manejar, pero su uso elimina totalmente el peligro de infección. (28)

La elaboración de harina a partir de las frutas, no es muy conocida, pues las frutas son productos que se consumen en estado fresco, pero que no disponemos de ellas durante todas las épocas del año, por lo que se ha tomado en cuenta métodos de conservación como el secado, fermentación, enlatado, concentrados, entre otros, que ayuden a aumentar su tiempo para el consumo de la población.

La harina directamente se le conoce como polvo, por lo que luego del secado de las frutas se someten a un proceso de molienda, consiguiendo así un fácil almacenamiento del producto.

GUIRACOCHA, Giniva, QUIROZ, José, (INIAP, 2004) La elaboración de harina de orito no es muy conocida en el país, pero sin embargo se exporta esta fruta tanto en fresco como el polvo, y que mejor implementar este polvo en la alimentación infantil de nuestro país. En el Ecuador se cultivan para la exportación las variedades Cavendish, Orito y Rojo, existiendo unas 140.000 hectáreas cultivadas.

Al banano se lo empaca en cajas de cartón y fundas de polietileno; para el año 2000 se exportaron alrededor de 4 millones de toneladas métricas por un valor de unos mil doscientos millones de dólares. Ecuador exporta también puré de banano, banano deshidratado, flakes y harina de banano. (1)

La calidad de un producto alimenticio engloba muchos aspectos, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y

referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Singh, 2000).

Las características sensoriales de las harinas se miden en escalas por medio de cataciones, para determinar principalmente la aceptabilidad del producto, coloración, olor, sabor, característicos del producto.

Las características nutricionales de las frutas y legumbres se los realizan en el laboratorio con equipo especializado, para determinar los parámetros de calidad correspondientes al tipo de alimento, para harinas se realizan análisis de humedad, carbohidratos totales, cenizas, vitaminas, fibra, proteína, etc. Las frutas y legumbres contienen una mayor cantidad de vitaminas y minerales, que mejoran en el organismo el aprovechamiento de los nutrientes que hay en otros alimentos.

Por ejemplo la vitamina "C" de las frutas y hortalizas ayuda al organismo a utilizar mejor el hierro de las legumbres y la verdura. La ausencia o escasez de Vitaminas y Minerales en la alimentación puede causar enfermedades, de modo que si se encuentran presentes en las comidas previene la ocurrencia de las mismas.

Los hidratos de carbono sirven tanto para las funciones estructurales esenciales como para almacenar energía. En las plantas, la celulosa y la hemicelulosa son los principales elementos estructurales. En los animales invertebrados, el polisacárido quitina es el principal componente del dermatoesqueleto de los artrópodos. En los animales vertebrados, las capas celulares de los tejidos conectivos contienen hidratos de carbono. Para almacenar la energía, las plantas usan almidón y los animales el glucógeno; cuando se necesita la energía, las enzimas descomponen los hidratos de carbono.

El contenido de fibra prolonga la sensación de saciedad, porque aumenta el volumen dentro del estómago y favorece el funcionamiento intestinal. Tiene un "efecto de Barrido" sobre los dientes (por lo que contribuiría a la prevención de las caries dentales).

Es bueno comer diariamente frutas y hortalizas de todo tipo y color. De esta forma se puede disfrutar de los distintos colores, sabores y consistencia, los olores característicos; como también de sus diferentes texturas y formas.

Los diferentes colores y tipos de las Frutas y Hortalizas ofrecen variedad de Vitaminas y Minerales: a mayor variedad de colores, mayor contenido de estos nutrientes. En nuestro país existe abundancia y gran variedad de estos alimentos. Se pueden elegir los de estación, que resultan los más económicos.

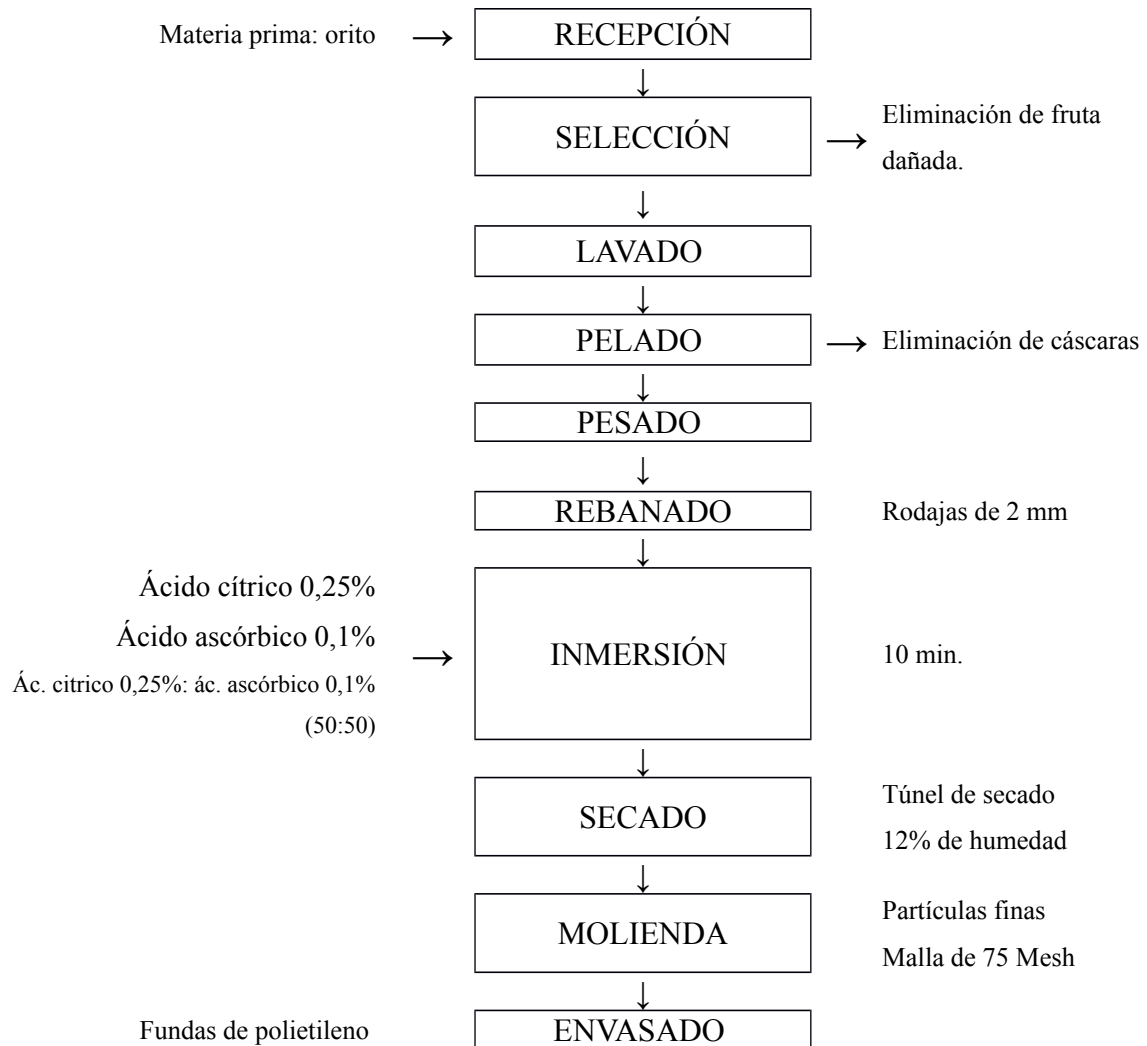
El orito debe ser almacenado a temperatura ambiente, es preferible no refrigerarlo. Además importante no manipular mucho el orito, ya que es muy sensible y cambia rápidamente el color adquiriendo manchas cafés.

**Tabla 1:** Composición nutricional del banano orito

CONTENIDO NUTRITIVO EN 100 g DE PORCIÓN APROVECHABLE DEL BANANO ORITO		
HUMEDAD	g.	68,9
CALORÍAS	Cal.	111
PROTEÍNA	g.	1,2
EXTRACTO ETÉREO	g.	0,2
CARBOHIDRATOS TOTALES	g.	29,2
FIBRA	g.	0,6
CENIZA	g.	0,5
CALCIO	mg.	6
FOSFORO	mg.	21
HIERRO	mg.	0,7
CAROTENO	mg.	0,3
TIAMINA	mg.	0,02
RIBOFLAVINA	mg.	0,03
NIACINA	mg.	0,57
ÁCIDO ASCÓRBICO	mg.	16

**Fuente:** Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos, Quito1965 (16)

## DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE HARINA DE ORITO



## RECEPCIÓN

La materia prima es el Orito (*Musa acuminata AA*), proveniente de la provincia de Napo, cantón Tena, comunidad de Muyuna, se recibe en el Laboratorio de Procesamiento de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

## SELECCIÓN

Se procede a realizar la clasificación de la materia prima, trabajando con un estado de madurez de 2 (Verde claro) como adecuado para el proceso. Ver en el gráfico B1.

### **LAVADO**

Se realizó con agua potable, para eliminar las materias extrañas, y cierta cantidad de microorganismos que se encuentran presentes en la cáscara de los oritos (*Musa acuminata AA*).

### **PELADO**

El pelado se realiza de forma manual con la ayuda de un cuchillo y los oritos pelados se les colocan en un recipiente con agua para evitar el pardeamiento, hasta la siguiente etapa.

### **PESADO**

Se pesa la materia prima antes del proceso para realizar el balance de materia.

### **REBANADO**

Con la ayuda de un rebanador casero se cortan rodajas de orito de 2 mm de espesor, para facilitar el secado y se sumergen en el líquido de inmersión.

### **INMERSIÓN**

En este proceso se hace uso de inhibidores enzimáticos, es decir a los oritos rebanados se los coloca directamente en las soluciones de ácido cítrico (0,25%), ácido ascórbico (0,1%) y combinación de ambos (50:50), por 10 minutos.

### **SECADO**

Las rebanadas de orito se sacan de la solución de inmersión en un colador y luego se colocó en bandejas de malla metálica y se secan en el túnel de secado a temperaturas de 40, 50 y 60° C hasta alcanzar una humedad óptima (12%).

## **MOLIENDA**

Una vez seca las rodajas se proceden a la molienda, en un molino casero hasta obtener la harina, luego se pasa por una malla metálica de 75 Mesh, para obtener partículas finas de la harina de orito.

## **ENVASADO**

Una vez obtenida la harina se envasó en fundas de polietileno para evitar que gane humedad.

## **2.5. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>:** La aplicación de una tecnología de harina de orito en túnel de secado no permite obtener una harina de adecuadas características sensoriales y nutricionales.

**H<sub>1</sub>:** La aplicación de una tecnología de harina de orito en túnel de secado permite obtener una harina de adecuadas características sensoriales y nutricionales.

### **2.5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se trabajó con el diseño experimental A X B, tres niveles y dos réplicas para cada tratamiento.

		a0: 40° C
<b>FACTOR A:</b>	Temperatura	a1: 50° C
		a2: 60° C
<b>FACTOR B:</b>	Uso de ácidos	b0: ácido cítrico (0,25%)



b1: ácido ascórbico (0,1%)

b2: 50:50 ácido cítrico (0,25%) y ácido ascórbico (0,1%)

## **2.6. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

**Variable independiente:** Solución de inmersión y temperatura de secado del orito (*Mussa acuminata AA*).

**Variable dependiente:** Harina de adecuadas características sensoriales y nutricionales.

## **CAPITULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1. Bibliográfico**

La investigación bibliográfica tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos, libros, revistas, periódicos y otras publicaciones.

Es así que, para solucionar el problema propuesto se requiere la revisión documental de manera periódica, para establecer adecuadamente los protocolos para la ejecución de la fase experimental, y también revisar resultados obtenidos y experiencias de investigaciones anteriores que buscaban solucionar un problema igual o similar.

### **3.1.2. Experimental**

La investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular. Se trata de un experimento porque precisamente el investigador provoca una situación para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esa variable, y su efecto en las conductas observadas. El investigador maneja deliberadamente la variable experimental y luego observa lo que sucede en situaciones controladas.

Entonces se tiene que la investigación experimental es el estudio en que se manipula ciertas variables independientes para observar los efectos en las respectivas variables dependientes, con el propósito de precisar la relación causa – efecto; realiza un control riguroso de las variables sometidas a experimentación por medio de procedimientos estadísticos.

Es así que en el presente trabajo investigativo se propone un diseño experimental que relaciona las variables dependiente e independiente, dicho diseño se lo llevará a cabo en el laboratorio y a través de técnicas e instrumentos estadísticos se procederá al procesamiento de los datos, para llegar a obtener resultados interpretables.

## **3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1. Exploratoria**

Investigación Exploratoria: Es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento. Este tipo de investigación, de acuerdo con Sellriz (1980) pueden ser:

- a. Dirigidos a la formulación más precisa de un problema de investigación , dado que se carece de información suficiente y de conocimiento previos del objeto de estudio, resulta lógico que la formulación inicial del problema sea imprecisa. En este caso la exploración permitirá obtener nuevo datos y elementos que pueden conducir a formular con mayor precisión las preguntas de investigación.
- b. Conducentes al planteamiento de una hipótesis: cuando se desconoce al objeto de estudio resulta difícil formular hipótesis acerca del mismo. La función de la investigación exploratoria es descubrir las bases y recabar información que permita como resultado del estudio, la formulación de una hipótesis. Las investigaciones exploratorias son útiles por cuanto sirve para familiarizar al investigador con un objeto que hasta el momento le era totalmente desconocido, sirve como base para la posterior realización de una investigación descriptiva, puede crear en otros investigadores el interés por el estudio de un nuevo tema o problema y puede ayudar a precisar un problema o a concluir con la formulación de una hipótesis.

### **3.2.2. Descriptiva**

Deobold B. Van Dalen y William J. Meyer. (2007, Internet). La Investigación descriptiva también conocida como la investigación estadística, en la cual se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio. La Investigación descriptiva responde a las preguntas: quién, qué, dónde, cuándo y cómo.

Aunque la descripción de datos es real, precisa y sistemática, la investigación no puede describir lo que provocó una situación. Por lo tanto, la investigación descriptiva no puede utilizarse para crear una relación causal, en caso de que una

variable afecta a otra. En otras palabras, la investigación descriptiva se puede decir que tienen un bajo requisito de validez interna.

La descripción se utiliza para frecuencias, promedios y otros cálculos estadísticos. A menudo el mejor enfoque, antes de la escritura de investigación descriptiva, es llevar a cabo un estudio de investigación. En resumen la investigación descriptiva se ocupa de todo lo que se puede contar y estudiar. Pero siempre hay restricciones al respecto. Su investigación debe tener un impacto en las vidas de la gente que le rodea. Por ejemplo, la búsqueda de la enfermedad más frecuente que afecta a la niñez de una ciudad. El lector de la investigación para saber qué hacer para prevenir esta enfermedad, por lo tanto, más personas vivirán una vida sana. (17)

### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población.-** Para el proyecto investigativo se tiene la producción de orito en el Cantón Tena Provincia de Napo.

**Muestra.-** De la población de orito del Cantón Tena se trabajará con muestras de orito producidos en la Parroquia Muyuna, que posee una mayor cantidad de cultivos de esta fruta, ya que en la mayoría del sector se cultiva en mayor cantidad el plátano y la yuca que se vende para consumo interno del sector.

La cantidad de oritos producidos al mes en la Comunidad de Muyuna es de 40 racimos, dato obtenido por entrevistas realizadas a productores del sector. Calculando estadísticamente se tiene como muestra dos racimos de oritos. (Ver los cálculos en el Anexo A)

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Operacionalización de la variable independiente:** Solución de inmersión y temperatura de secado del orito (*Mussa acuminata AA*).

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems básicos	Técnicas e instrumentos de recolección de información
<p>La harina de orito es un producto que se obtiene a través del secado del fruto fresco en condiciones adecuadas para obtener un producto de calidad.</p>	<p>Solución de inmersión</p> <p>Temperatura de Secado</p>	<p>Tipos de soluciones inhibidoras de enzimas.</p> <p>Tiempo y temperatura adecuada de secado en túnel del orito, para obtener la harina de orito.</p>	<p>¿Cuál es la mejor solución inhibidora de enzimas para la elaboración de harina de orito?</p> <p>¿Cuál es el tiempo y temperatura adecuados para obtener una harina de orito con buenas características.</p>	<p>Observación del color</p> <p>Análisis de humedad</p>

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Operacionalización de la variable dependiente:** Adecuadas características sensoriales y nutricionales.

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems básicos	Técnicas e instrumentos de recolección de información
<p>Adecuadas características sensoriales y nutricionales, se conceptúa como:</p> <p>Parámetros adecuados de calidad de un producto que tenga componentes nutricionales adecuados para el consumo humano y que sean agradables al consumidor.</p>	<p>Análisis sensorial</p> <p>Parámetros de calidad</p>	<p>Escala hedónica para calificar sensorialmente: color, olor, sabor y aceptabilidad</p> <p>Resultados del análisis proximal y nutricional (mejor tratamiento)</p>	<p>¿Qué tratamiento recibe mayor valoración por parte de los catadores?</p> <p>¿Qué valores proximales y nutricionales tiene la harina de orito obtenida?</p>	<p>Hoja de catación</p> <p>Técnicas de análisis físico-químico y nutricional.</p>

**Elaborado por:** Adriana Valencia

### 3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.5.1. MÉTODOS

Los métodos y técnicas utilizados fueron los descritos en la AOAC, para el análisis nutricional del mejor tratamiento elegido por análisis sensorial.

Los ensayos de la composición nutricional del mejor tratamiento se realizaron en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL-UTA. (Anexo Certificado N°: 11-116). Los métodos para el análisis proximal de la materia prima son descritos en la AOAC, para cenizas 923.03 2005, humedad 925.10 2005, sólidos totales.

##### **Sólidos totales**

El contenido de sólidos totales del orito, se determina por el método descrito a continuación:

- Las determinaciones deben realizarse por duplicado
- Cortar el orito en rodajas pequeñas.
- Utilizar la balanza de rayos infrarrojos para determinar el % de sólidos en la muestra. Registrar el peso inicial y final de la muestra.
- Calcular el % de sólidos totales usando la siguiente fórmula:

$$\%ST = \frac{\text{Peso final (seco)}}{\text{Peso inicial (húmedo)}} * 100$$

##### **Ceniza**

Para determinar el contenido de cenizas se debe seguir el siguiente método:

- Las determinaciones deben realizarse por duplicado
- Pesar los crisoles vacíos, secos y limpios
- Colocar 5 g de la muestra de la materia prima

- Llevarlos a la mufla a una temperatura de  $530^{\circ} \text{C} \pm 20^{\circ} \text{C}$  hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón lo cual ocurre en un tiempo de 3 horas aproximadamente.
- Dejar enfriar los crisoles en el desecador y pesar con aproximación de 0.1 mg. repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que haya disminución de masa.
- El contenido de cenizas en las galletas se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$C = \frac{M3 - M}{M2 - M} * 100$$

Dónde:

C = contenido de cenizas en % de masa

M = masa del crisol vacío en gramos

M2 = masa del crisol con las galletas (antes de la incineración) en gramos

M3 = masa del crisol con los sólidos totales (después de la incineración) en gramos.

### **Acidez o pH**

La acidez se determinará de acuerdo al método descrito a continuación:

- Las determinaciones deben realizarse por duplicado
- Pesar una cantidad de muestra no menor a 10 g,
- Licuar la muestra con 100 ml de agua destilada, cuidadosamente hasta que las partículas queden uniformemente en suspensión.
- Dejar en reposo por 10 minutos.
- Decantar el líquido sobrenadante en un vaso seco y determinar el pH por medio de un pH metro de lectura directa.

### **Humedad**

Para el análisis de humedad se realiza en la balanza de infrarrojo o por desecación en la estufa, la cual se basa en la determinación de la pérdida de peso que sufre la muestra cuando se somete a una temperatura y tiempo adecuados al tipo de muestra. El



calor es energía, y la transferencia de energía desde una fuente permite elevar la temperatura de la muestra.

- Se debe pesar la cápsula vacía y seca
- Se pone en la cápsula una muestra de 5 g
- Se lleva a la estufa a 70° C durante 1 hora
- Secar en el desecador y pesar la muestra
- Repetir el calentamiento por períodos de 30 minutos, enfriando y pesando hasta que haya disminución de masa.

$$H = \frac{M1 - M}{M2 - M} * 100$$

Dónde:

H = contenido de humedad en % de masa

M = masa de la cápsula vacía en gramos.

M1 = masa de la cápsula con los sólidos totales (después de la desecación) en gramos

M2 = masa de la cápsula con las galletas antes de la desecación en gramos.

### **3.5.2. TÉCNICAS**

Se trabajó con una balanza digital OHAUS para medir la humedad de cada uno de los tratamientos.

Para manejar la balanza digital se deben tener en cuenta lo siguiente:

- Encerar la balanza y se debe pesar la misma cantidad de muestra en cada medición para cada uno de los tratamientos.
- Se debe dejar enfriar la balanza antes de colocar la siguiente muestra.

### **Análisis Sensorial**

Se realizó un análisis sensorial de las harinas de orito elaboradas, para ello se preparó una colada para establecer el criterio sensorial de los catadores y así determinar el mejor tratamiento.

### **Análisis Microbiológico**

Para verificar la calidad microbiológica de la mejor muestra se procedió a sembrar en petrifilms apropiados para E. coli y recuento total (LACONAL).

#### **3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

La información se recolectó dentro del Laboratorio de la Facultad, mediante el método experimental, modificando las condiciones y controlando sus variables para estudiarlo, utilizando cuadernos de apuntes, hojas tabuladas, entre otras, también se recolectó la información a través de libros, revistas e internet.

#### **3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

##### **3.7.1. Plan de procesamiento de la información**

La información recolectada sobre la humedad fueron usadas para el cálculo de la velocidad de secado  $R_c$ , estos resultados se tabulan y se utilizan para análisis estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados.

##### **3.7.2. Plan de análisis de información**

El análisis estadístico se realizó en forma manual y por medio del paquete estadístico STATGRAPHICS, el programa se utilizó para comprobar los cálculos que se realizaron manualmente, además para obtener gráficos estadísticos exactos.

##### **3.7.2.1. Diseño factorial A x B**

Según lo indicado por el Ing. Aníbal Saltos, el modelo matemático usado para su resolución es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ij}$

= i-ésimo respuesta experimental obtenida en el j-ésimo tratamiento

$\mu$

= promedio global para todos los tratamientos.

$R_k$

= réplicas del tratamiento

$\varepsilon_{ijk}$

= error aleatorio

#### FACTORES

#### NIVELES

FACTOR A:

Temperatura

a0: 40° C

a1: 50° C

a2: 60° C

FACTOR B:

Uso de ácidos

b0: ácido cítrico (0,25%)

b1: ácido ascórbico (0,1%)

b2: 50:50 ácido cítrico (0,25%)

#### TRATAMIENTOS

**a0b0**

40°C y ácido cítrico 0,25%

**a0b1**

40°C y ácido ascórbico 0,1%

**a0b2**

40°C y ác. cítrico-ác. ascórbico 50:50

**a1b0**

50°C y ácido cítrico 0,25%

**a1b1**

50°C y ácido ascórbico 0,1%

**a1b2**

50°C y ác. cítrico-ác. ascórbico 50:50

**a2b0**

60°C y ácido cítrico 0,25%

**a2b1**

60°C y ácido ascórbico 0,1%

**a2b2**

60°C y ác. cítrico-ác. ascórbico 50:50

**Respuestas experimentales**

- Pérdida de peso
- % de humedad
- Tiempo de secado

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

##### **4.1.1. MATERIA PRIMA**

###### **4.1.1.1. Análisis físico**

Se utilizó una muestra aleatoria de 20 oritos, para determinar valores promedios de la materia prima, utilizando una balanza analítica OHAUS y un pie de rey INDX TEMP, obteniendo los siguientes resultados (ver tabla A1):

- ✓ Peso 74,5 g
- ✓ Largo 10,35 cm
- ✓ Diámetro 3,39 cm

###### **4.1.1.2. Penetrabilidad**

Se midió la penetrabilidad de una muestra aleatoria de 20 oritos, teniendo un valor promedio de 22,13 lb.f (ver tabla A3), medidos en el penetrómetro QUINGDAO, esto indicativo de la resistencia de los oritos a la tracción.

###### **4.1.1.3. Estado de madurez**

Se trabajo con un estado de madurez en nivel 2: verde claro (inicio de la maduración) según el gráfico A1 de la escala de maduración de Pérez 2007.

Para el cálculo del índice de madurez se toma en cuenta la acidez titulable del orito fresco, teniendo valores promedios de 35 ml de NaOH 0,1 N y 12,5 grados brix (Ver tabla A2), medidos con un brixómetro EXTECH, teniendo un índice de madurez de 6,206.

###### **4.1.1.4. Análisis proximal**

Utilizando los métodos descritos en el literal 3.5. Métodos y Técnicas de Investigación, se procede a realizar los análisis teniendo valores promedios de humedad 72,5%, sólidos totales 23,15% cenizas 0,75%, y un pH 5,52. (Ver tabla A4)

#### **4.1.2.PRETRATAMIENTO**

Para someter al pretratamiento se rebanaron los oritos manualmente, obteniendo rodajas con un espesor de 0,2 cm y un diámetro promedio de 2,72 cm (ver tabla A5), se sometieron a varias soluciones: ácido cítrico 0,25%, ácido ascórbico 0,1%, ácido cítrico (0,25%) y ácido ascórbico (0,1%) 50:50 (v/v), en procura de detener la actividad enzimática.

Con relación al ácido ascórbico no se obtuvo buenos resultados ya que no logró inactivar por completo a las enzimas, ni con la mezcla de ambos ácidos, teniendo rodajas de orito con manchas cafés, esto por medio de observación directa luego de los 10 min. de tratamiento.

Se observó que la solución 0,25% de ácido cítrico controla de mejor manera el pardeamiento enzimático de la materia prima con relación a los otros inhibidores, el tiempo de inmersión de 10 minutos, resultado que tiene relación con experiencias en investigaciones anteriores de plátano. (8)

#### **4.1.3.SECADO**

Se utilizó el Túnel de secado, a niveles de temperatura de 40, 50 y 60° C, se tomó como factor de control los valores de humedad y pérdida de peso del orito, la variante que se obtiene es el tiempo de secado que necesita para lograr llegar a una humedad del 12%. (19)

**Tabla 2:** Factores de estudio para el análisis estadístico con las respuestas experimentales

TEMPERATURA	PRETRATAMIENTO	TIEMPO DE SECADO
		Horas
40°C	Ac. Cítrico 0,25%	5,67
	Ac. Ascórbico 0,01%	5,75
	Ac. Cítrico-Ac. Ascórbico 50:50 v/v	6,35
50°C	Ac. Cítrico 0,25%	4,1
	Ac. Ascórbico 0,01%	4,35
	Ac. Cítrico-Ac. Ascórbico 50:50 v/v	4,7
60°C	Ac. Cítrico 0,25%	1,85
	Ac. Ascórbico 0,01%	2,2
	Ac. Cítrico-Ac. Ascórbico 50:50 v/v	2,4

**Elaborado por:** Adriana Valencia

De la anterior tabla se puede concluir que las muestras con pretratamiento de ácido ascórbico y la mezcla de ácidos, aumentan el tiempo de secado en las diferentes temperaturas de proceso, debido a que en la materia prima se formó una capa gelatinosa en la superficie de los oritos, que dificultó la eliminación de agua, lo cual no sucedió con el ácido cítrico.

Al realizar el análisis estadístico a un nivel de significancia del 0,05%, se obtiene que no hay diferencia significativa entre la interacción de los factores de estudio, sin embargo al analizar cada factor por separado se obtiene que para el Factor A: si existe diferencia significativa entre los tratamientos, del análisis de Tukey realizado se obtiene que el mejor tratamiento es el uso de ácido cítrico; para el Factor B también se obtuvo una diferencia significativa a un nivel de significancia del 0,05%, del análisis de Tukey se desprende que a 60°C se tiene un menor tiempo de secado que corresponde a 1,85 horas.

Por lo tanto, el mejor tratamiento obtenido para la elaboración de harina de orito es utilizar como solución de inhibición el ácido cítrico a 0,25% y una temperatura de secado de 60°C.

En el Anexo A, se presentan los gráficos de % humedad vs tiempo de secado, en todos los casos se ajusta a un modelo exponencial, teniendo una R<sup>2</sup> de 0,92 a 0,99, ya que este modelo ayuda a visualizar cuando los valores aumentan o disminuyen a intervalos de tiempo cada vez mayores, como en CACHAGO Adriana y Col 2004, que utiliza el método exponencial, teniendo valores de R<sup>2</sup> de 0,89-0,99.

#### **4.1.3.1. Velocidad de secado**

El secado se refiere a la remoción del líquido de un sólido por evaporación (Perry 1984). Para determinar la velocidad de secado del orito se desarrolló un modelo matemático para el mejor tratamiento obtenido, siguiendo un modelo exponencial que se ajusta mejor a los datos.

##### **✓ Modelo matemático de la velocidad de secado**

$$y = 1E - 05e^{-0,388X}$$

Se da que a mayor temperatura se obtiene un menor tiempo de secado.

#### **4.1.4. RENDIMIENTO Y GRANULOMETRÍA**

El rendimiento en la elaboración de la harina de orito fue del 20,5% en materia seca con el 12% de humedad, el mismo que es bueno, ya que es similar al rendimiento de la harina de plátano que es del 19,8%. (8)

En la granulometría de la harina de orito se tiene un valor de modulo de finura de 3,37 micras, el cual es adecuado para su consumo. (Ver tabla C2)



#### **4.1.5.EVALUACIÓN SENSORIAL**

##### **Preparación de las muestras**

Para la evaluación sensorial se elaboró coladas para cada tratamiento, esto se realiza mezclando el 30% de harina en el 60% de agua fría, y luego se calienta hasta ebullición por 10 minutos, se endulzó con el 10% de azúcar blanca hasta 12° Brix, de tal manera que no enmascare el sabor propio del orito.

La evaluación sensorial de las nueve formulaciones de coladas, se realizó con un panel de jueces no entrenados (consumidores habituales), se calificaron atributos como olor, color, sabor, consistencia y aceptabilidad, haciendo marcar su percepción en la hoja de evaluación sensorial en una escala de 5 puntos para cada atributo.

Se trabajo con 40 panelistas ya que la variabilidad existente en el producto no es específica, además en las pruebas de diferencia, cuanto mayor sea el número de jueces, mayor será la posibilidad de rechazo de la hipótesis nula. En dichas pruebas, además de considerar la posibilidad de fracaso para detectar una diferencia cuando realmente existe (negación falsa), es igualmente importante considerar la posibilidad de registrar diferencias cuando no existen (afirmación falsa). (24)

Los 40 panelistas son del cantón Tena, quienes serán consumidores potenciales de este producto, 50 ml de colada se entregaron en vasos transparentes, a una temperatura de 25° C. Las coladas fueron realizadas bajo las mismas condiciones de procesamiento y se las realizó el mismo día de la evaluación sensorial.

##### **4.1.5.1. Olor**

El olor es la sensación resultante de la recepción de un estímulo que se genera por una mezcla compleja de gases, vapores y polvo, donde la composición de la mezcla influye en el tipo de olor.

En el análisis estadístico para el olor a un nivel de significancia del 0,05% y de acuerdo a Tukey, existe diferencia de a2b0 con los a2b2, a0b2, es decir de los tratamientos con ácido cítrico a 60°C y la mezcla de ácidos a 40 y 60°C, además el

a0b0 con el a0b2, con ácido cítrico a 40 y 60°C, por apreciación de los catadores. (ver tabla D1)

El mejor tratamiento corresponde al a0b2 (ácido cítrico 0,25% a 60°C), ya que presenta una media mayor por lo que fue el más aceptado por parte de los catadores.

#### **4.1.5.2. Color**

El color y la apariencia son el primer contacto que tiene el consumidor con un alimento, condicionando sus preferencias e influenciando su elección. El color está relacionado con las cualidades sensoriales, la composición química y, por lo tanto, uno de los factores que define la calidad de un producto alimentario.

En el análisis estadístico para el color a un nivel de significancia 0,05% y según Tukey, existe diferencia entre los tratamientos que muestran un valor superior al de Tukey calculado, entre a0b2 con los a0b0, a2b0, a2b1 por apreciación de los catadores, es decir hay variación con el ácido cítrico a 40 y 60°C y ascórbico a 40 y 50°C. (ver tabla D2)

El mejor tratamiento corresponde al a0b2 (ácido cítrico 0,25% y 60°C), ya que presenta una media mayor por lo que fue el más aceptado por parte de los catadores.

#### **4.1.5.3. Sabor**

Se entiende por sabor al conjunto de percepciones de estímulos olfato-gustativos y táctiles que permiten a un sujeto identificar un alimento y establecer un criterio a distintos niveles de agrado y desagrado.

Según el análisis estadístico a un nivel de significancia del 0,05% y según Tukey no existe diferencia significativa entre los tratamientos por apreciación de los catadores. (ver tabla D3)

#### **4.1.5.4. Consistencia**

Esta característica permite apreciar la firmeza, suavidad, succulencia, resistencia a la masticación, fibrosidad, etc., de los productos comestibles.

Mediante el análisis estadístico a un nivel de significancia de 0,05% y según Tukey, se tiene una similar apreciación de la consistencia de los tratamientos por apreciación de los catadores. (ver tabla D4)

#### **4.1.5.5. Aceptabilidad**

La aceptabilidad es la expresión del grado de gusto o disgusto, de un alimento o muestra preparada, determinante en la aceptación del producto.

Mediante el análisis estadístico a un nivel de significancia y según Tukey no existe diferencia significativa entre los tratamientos por apreciación de los catadores, todos los tratamientos gustan.

El mejor tratamiento corresponde al a0b2 (ácido cítrico 0,25% a 60°C), ya que presenta una media mayor por lo que fue el más aceptado por parte de los catadores. (ver tabla D5)

#### **4.1.6. CARACTERIZACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO**

El mejor tratamiento es el a0b2 (ácido cítrico a 60° C), seleccionado por los panelistas, y en este tratamiento se determinó la composición proximal, nutricional y microbiológico.

##### **4.1.6.1. Análisis proximal**

Según los métodos y técnicas descritas anteriormente (3.5 Métodos y Técnicas), se procede a realizar el análisis proximal de la harina de orito del mejor tratamiento, teniendo: humedad 12,5%, Sólidos totales 75%, Cenizas 1%, pH 5,52. En comparación con la caracterización de la materia prima en estado fresco se puede notar que aumenta el porcentaje de sólidos totales debido a que la harina contiene un

bajo porcentaje de humedad, en relación al pH bibliográfico de 6,2, la harina de orito tiene un pH ácido, pero esto se debe a la utilización del ácido cítrico como inhibidor enzimático, pero en sí esto no interfiere en la aceptabilidad del producto por parte de los panelistas.

#### **4.1.6.2. Análisis nutricional**

Para la determinación del análisis nutricional se determino en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL, en el cual el mejor tratamiento presenta la siguiente composición: cenizas 1,8%, proteína 3,89%, humedad 7,03%, grasa 0,31%, carbohidratos 86,97%, esto a condiciones ambientales de 18,1°C y 52% de humedad relativa. (Ver gráfico A2)

Teniendo un producto rico en carbohidratos con el 86.97% que contribuiría a completar la dieta diaria de la población, ya que demanda la ingesta del 50-60% para una dieta de 2000 cal/día.

#### **4.1.6.3. Análisis microbiológico**

Los análisis microbiológicos fueron determinados en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL, en el cual el mejor tratamiento presenta la siguiente carga microbiana: <10 UFC/g E-coli, 230 UFC/g de coliformes totales, 20 UFC/g mohos y levaduras (en la disolución más baja), 2200 UFC/g aerobios totales. (Ver gráfico A2)

Con los valores descritos anteriormente se puede concluir que la harina elaborada es apta para el consumo de la población, ya que se encuentra dentro de los estándares de calidad. (25)

#### **4.1.7. COSTOS**

En el Anexo E, se presentan los cálculos realizados para determinar el costo de producción por kilogramo de la harina de orito el cual es de 0,70 \$, el mismo que

comparado con el precio comercial de algunos productos comerciales de harina de orito, como La Original de 450 g con un costo de 0,60\$, Banavit de 450 g con un costo de 1,32\$ y Banarica de 450 g con un costo de 1,32\$, en comparación con estas marcas comerciales, la harina de orito es más económica, por lo cual si podría competir dentro del mercado, ya que además de ser económico es un producto de buena calidad, muy rico en carbohidratos y bajo en grasa.

#### **4.1.8. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

Se pudo verificar la hipótesis de la aplicación de una tecnología de harina de orito en túnel de secado, permite obtener una harina de adecuadas características sensoriales y nutricionales; ya que se tuvo una buena aceptabilidad por parte de los catadores y además el producto tiene buena calidad nutricional.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **1. CONCLUSIONES**

- Se pudo desarrollar una tecnología de harina de orito (*Musa acuminata AA*) en túnel de secado, obteniendo un producto de adecuadas características nutricionales y sensoriales.
- Se estableció las condiciones adecuadas de inactivación de enzimas del orito, utilizando ácido cítrico en una concentración del 0,25% y por un tiempo de inmersión de 10 minutos, para evitar el pardeamiento enzimático dándole la característica propia a la harina.
- Se determinó las condiciones adecuadas de secado (tiempo y temperatura) óptimas para conservar las propiedades sensoriales del orito, teniendo una mejor calidad a 60° C, ya que además de reducir el tiempo de secado a 1,85 horas, se controló de mejor manera el pardeamiento.
- Con los datos obtenidos en la experimentación del mejor tratamiento se obtiene el Modelo matemático de la velocidad de secado para la obtención de harina de orito

$$y = 1E - 05e^{-0,388X}$$

Dado que a mayor temperatura existe un menor tiempo de secado.

- Mediante el análisis sensorial se pudo seleccionar el mejor tratamiento para la obtención de la harina de orito, comprende al tratamiento a0b2, que se trabajó con 0,25% de ácido cítrico con un tiempo de inmersión de 10 min. y a una temperatura de secado a 60° C.
- Con relación a la calidad nutricional del mejor tratamiento, se reporta los siguientes resultados: cenizas 1,8%, carbohidratos 86,97%, proteína 3,89%, grasa 0,31%, siendo un producto ideal para el desayuno como aporte a la dieta alimenticia, ya que se requiere consumir en un 55% de carbohidratos.

- En relación a la calidad microbiológica se tiene que el producto es apto para el consumo, ya que se encuentra dentro de los límites permitidos. (25)
- Se realizó un estudio de costos de producción de harina de orito a nivel de laboratorio, siendo este de 0,70\$ por kilogramo, el mismo que es competitivo con productos similares que existen en el mercado, lo que posibilita su industrialización.

## **2. RECOMENDACIONES**

- Diseñar equipos para facilitar la industrialización de la harina de orito, en procesos como el retirado de la cáscara, rallado.
- Implementar la tecnología para aprovechar el orito, en la Comunidad de Muyuna del Cantón Tena Provincia de Napo.

## **CAPÍTULO VI PROPUESTA**

## 6.1. DATOS INFORMATIVOS

**TITULO:** “Aplicación de la tecnología de harina de orito para la implementación de una pequeña empresa procesadora de harina de orito en la ciudad de Tena Provincia de Napo”

**Institución ejecutora:** Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Asociación de productores de Tena.

**Beneficiarios:** Asociación de productores

**Ubicación:** Tena-Ecuador

**Tiempo estimado para la ejecución:** un año

**Equipo técnico responsable:** Egda. Adriana Valencia

## 6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En el mundo la producción de banano equivale al 12% del total de las frutas, y su superficie cultivada durante el 2003 fue de 4.494.686 hectáreas. Los mayores productores de banano en el mundo son India y Brasil, los cuales producen el 33.6% del total producido en el mundo. Les siguen en importancia Ecuador (8.98%), China (7.95%), Filipinas (5.37%), Indonesia (3.65%) y Costa Rica (1.46%); estos cinco países representan en total el 33.3% del total producido en el mundo. Colombia ocupa en onceavo puesto en el mundo, con un 2.22%, representado con 1.450.000 Tm y un rendimiento de 33.72 Tm/ha. Como se puede apreciar en la siguiente gráfica China, India, Egipto y Guatemala son los países que presentan mayores rendimientos por hectárea y mayores crecimientos en la producción.

**Tabla 3:** Datos de los principales productores mundiales de banano



en la producción.

PRINCIPALES PRODUCTORES MUNDIALES DE BANANO										
	Pais	1990		2003		Acumulado Producción Miles 1999-2003	Part. (%)	Crecim. (%)		
		Tm Miles	Tm/Ha	Tm Miles	Tm/Ha			Tm	Ha	Tm/Ha
1	India	7,153	19.6	16,450	26.5	82,330	24.57	7.03	3.78	3.25
2	Brazil	5,725	11.7	6,469	12.7	30,292	9.04	0.57	0.23	0.34
3	Ecuador	3,054	21.3	5,609	25.6	30,083	8.98	4.56	2.22	2.34
4	China	1,657	14.0	5,826	22.4	26,633	7.95	8.77	4.85	3.92
5	Filipinas	2,913	9.7	5,500	13.7	25,325	7.56	5.37	1.89	3.48
6	Indonesia	2,410	18.2	3,683	12.4	18,789	5.61	3.65	6.27	-2.62
7	Costa Rica	1,740	54.6	2,000	44.4	10,850	3.24	1.46	1.78	-0.32
8	México	1,986	26.6	1,944	27.7	9,605	2.87	-0.75	-0.49	-0.26
9	Tailandia	1,613	12.2	1,800	12.9	8,820	2.63	0.79	0.35	0.45
10	Burundi	1,547	5.3	1,602	5.34	7,780	2.32	-0.03	0.66	-0.69
11	Colombia	1,328	31.8	1,450	33.7	7,423	2.22	-1.00	-1.27	0.27
12	Viet Nam	1,221	13.8	1,044	10.2	5,627	1.68	-1.72	1.01	-2.73
13	Guatemala	454	24.5	940	49.3	4,352	1.30	5.95	-0.44	6.39
	Mundo	46,234	13.6	68,279	15.1	335,113	100	3.11	2.04	1.07

Fuente: FAO, Agrociencias

### 6.3. JUSTIFICACIÓN

La implementación de una pequeña empresa en el cantón Tena Provincia de Napo sería de gran beneficio para aquellas personas que se dedican a la agricultura, ya que mejorarían su estilo de vida y se estaría brindando un producto de buena calidad a los consumidores.

Además sería un gran avance económico para los pobladores, ya que la Provincia no cuenta con tecnología adecuada para poder procesar sus productos, por lo cual se están perdiendo, ya que no tienen mucha acogida, puesto que no se le brinda ningún valor agregado.

### 6.4. OBJETIVOS

#### **6.4.1. Objetivos generales**

- Aplicar la tecnología de harina de orito para implementar una pequeña empresa en el cantón Tena.

#### **6.4.2. Objetivos específicos**

- Diseñar la planta de producción según las características del proceso.
- Seleccionar equipos en el mercado ecuatoriano para la industrialización de la harina de orito.
- Determinar la factibilidad económica del producto dentro del mercado.

### **6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

El proyecto es factible ya que existe la necesidad de los habitantes por mejorar su estilo de vida, además se cuenta con la materia prima, la misma que no es aprovechada adecuadamente. Además se cuenta con el apoyo de la Comunidad de Muyuna, ya que la gente se encuentra bien organizada formando asociaciones, lo que es vital para poder arrancar un proyecto, ya que “la unión hace la fuerza”.

El estudiar la tecnología de harina de orito para implementar una pequeña empresa en el Cantón Tena Provincia de Napo, nos ayudaría para tener un adecuado proceso para la obtención de harina de orito, como también para determinar el costo de producción, el cual es relativamente bajo, esto cuando ya se tenga la pequeña empresa en marcha.

### **6.6. FUNDAMENTACIÓN**

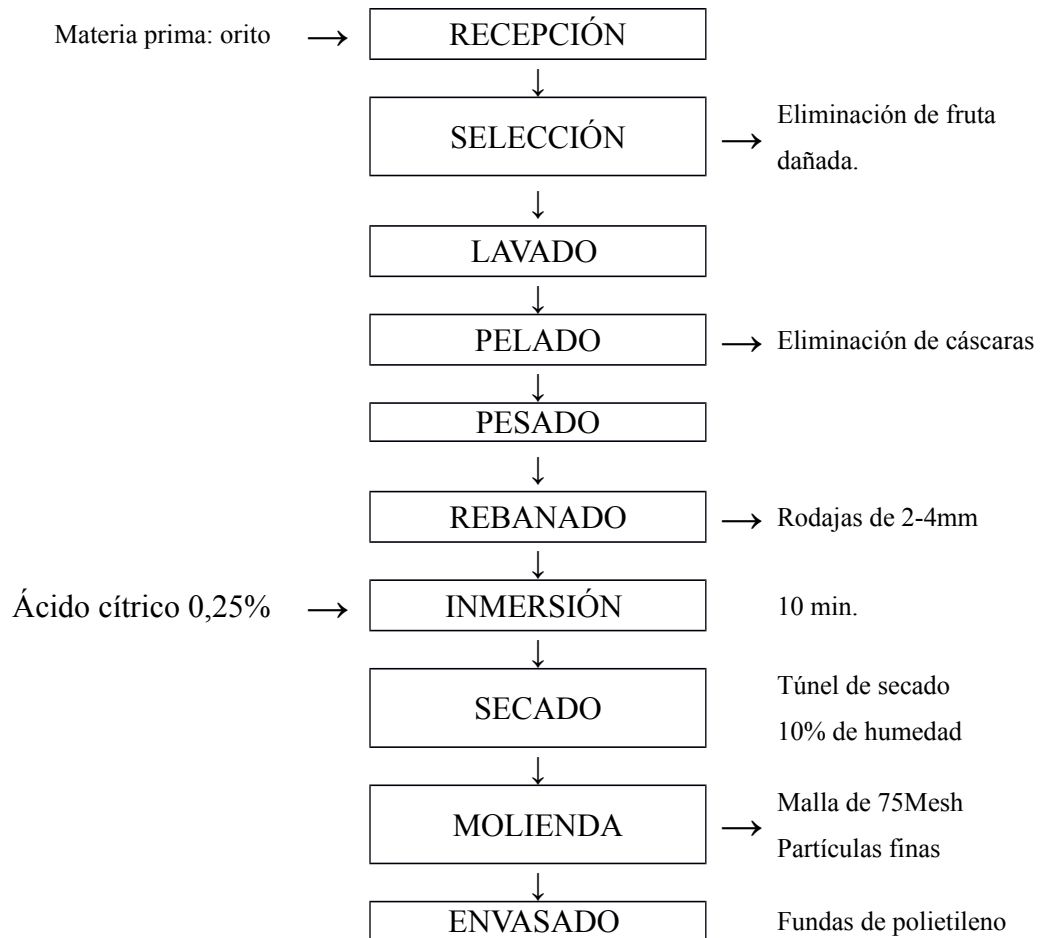
La elaboración de harina de orito no es muy conocida en el país, pero sin embargo se exporta esta fruta tanto en fresco como harina, y que mejor implementar en la alimentación infantil de nuestro país. En el Ecuador se cultiva para la exportación las variedades Cavendish, Orito y Rojo, existiendo unas 140.000 hectáreas cultivadas.

Según los registros de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (Agrocalidad), cada semana se envían 4.200 cajas de Banano Orito a Colombia y 1.200 a Estados Unidos. Ahora existe la posibilidad de que el producto se comercialice en España, debido al interés mostrado por un importador de ese país europeo. Para la importación de esta fruta, Agrocalidad vigila que se cumplan los protocolos de calidad tanto por parte de los productores como de los exportadores, para que Ecuador no quede mal en el mercado internacional. El trabajo de esa institución consiste en inspeccionar y certificar el banano, para constatar que no tenga problemas fitosanitarios.

El consumo de la Baby Banana ecuatoriana capta mayor espacio en los hogares extranjeros. La venta del guineo pequeño con un sabor dulzón creció en enero de este año un 63%, comparado con igual mes del año previo. Según estadísticas del Banco Central del Ecuador (BCE), en el primer mes del año, el país logró vender 386,8 miles de dólares, 149,5 mil más. El principal destino de la fruta fue Estados Unidos con el 40,2% y Bélgica con el 27,1%. Hacia Colombia, Alemania y Francia también se despachó la fruta.

El mercado que más ha fortalecido su demanda es el francés. Allí, las ventas de la musácea, también conocida como guineo 'orito', crecieron en el 2011 un 192%. El año pasado se registraron envíos por 524 mil dólares, frente a los 179 mil del 2010. De forma global, el 2011 fue un buen año para el sector exportador. El país expendió al mundo 7.176,7 toneladas de la fruta, lo que generó ingresos por 3,6 millones de dólares, frente a los \$ 3,4 millones del 2010.

## **DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE HARINA DE ORITO**



**RECEPCIÓN:** La materia prima es el Orito (*Musa acuminata AA*), proveniente de la provincia de Napo, cantón Tena, comunidad de Muyuna,

**SELECCIÓN:** Clasificación de la materia prima, trabajando con un estado de madurez de 2: color verde claro como adecuado para el proceso.

**LAVADO:** Con agua potable, para eliminar las materias extrañas, y cierta cantidad de microorganismos que se encuentran presentes en la cáscara de los oritos (*Musa acuminata AA*).

**PELADO:** El pelado se realiza de forma manual con la ayuda de un cuchillo y los oritos pelados se les colocan en un recipiente con agua para evitar el pardeamiento, hasta la siguiente etapa.

**PESADO:** Se pesa la materia prima antes del proceso para realizar el balance de materia y rendimiento.

**REBANADO:** Con la ayuda de un rebanador casero se cortan rodajas de orito de 4 mm de espesor, para facilitar el secado y se sumergen en el líquido de inmersión.

**INMERSIÓN:** En este proceso se hace uso de inhibidores enzimáticos, se trabajará con ácido cítrico al 0,25%, por 10 minutos, ya que controla adecuadamente el pardeamiento.

**SECADO:** Las rebanadas de orito se sacan de la solución de inmersión en un colador y luego se colocarán en bandejas de malla metálica y se secan en el túnel de secado a una temperatura de 60° C hasta alcanzar una humedad óptima del 12-13%.

**MOLIENDA:** Una vez seca las rodajas se proceden a la molienda, en un molino de rodillos para optimizar el rendimiento, y luego se pasa por una malla fina, para tener una mejor presentación de la harina.

**ENVASADO:** Una vez obtenida la harina se envasará en fundas de polietileno para evitar que gane humedad.

**ETIQUETADO:** Se procederá a realizar la etiqueta según la norma *CODEX STAN 146-1985*, con el nombre de la Asociación Comunitaria.



## 6.7. METODOLOGÍA

**Tabla 4:** Modelo Operativo (Plan de Acción)

<b>Fases</b>	<b>Metas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Recursos</b>	<b>Presupuesto (dólares )</b>	<b>Tiempo (días)</b>
Formular la propuesta	Usar la tecnología de harina de orito para implementar una pequeña empresa	Revisión bibliográfica Trabajo de tesis	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	100,00	30
Desarrollo preliminar de la propuesta	Analizar la factibilidad de la propuesta	Análisis económico	Investigador	Humanos Económicos	140,00	30
Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Creación de la pequeña empresa para la elaboración de harina de orito	Investigador Asociación de Muyuna	Humanos Técnicos Económicos	30 000,00	200
Evaluación de la propuesta	Verificar la producción de la harina de orito. Aceptación del producto en el mercado	Estudio de la tecnología de harina de orito (optimización). Estudio de mercado	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	500,00	30

**Elaborado por:** Adriana Valencia

## 6.8. ADMINISTRACIÓN

**Tabla 5:** Administración de la propuesta

<b>Indicadores a mejorar</b>	<b>Situación actual</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
Implementación de una pequeña empresa, basada en la tecnología de harina de orito	Se conoce la metodología adecuada para la producción de harina de orito, pero no se cuenta con las instalaciones para la producción	<p>Crear la microempresa</p> <p>Optimizar los procesos de producción de harina de orito</p> <p>Aportar a la población con un producto agradable y nutritivo</p>	<p>Diseñar la pequeña empresa según las necesidades.</p> <p>Seleccionar equipos en el mercado ecuatoriano</p> <p>Determinar la factibilidad económica del producto en el mercado.</p>	Investigador: Adriana Valencia

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla 6:** Previsión de la evaluación

<b>Preguntas básicas</b>	<b>Explicación</b>
¿Quiénes solicitan evaluar?	Las Autoridades de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
¿Por qué evaluar?	Porque está garantizado la metodología del proceso de elaboración de harina
¿Para qué evaluar?	Para corregir los errores, que existieran en algún lugar del proceso. Para establecer el mejor tratamiento, pudiendo desarrollar un nuevo proceso.
¿Qué evaluar?	La tecnología utilizada Materias primas Humedad final (luego del secado) Producto terminado (análisis de calidad)
¿Quién evalúa?	El investigador El director de investigación
¿Cuándo evaluar?	Durante el proceso de secado para obtener harina de orito y durante el almacenamiento
¿Cómo evaluar?	Mediante la balanza digital OHAUS para medir la humedad final.
¿Con qué evaluar?	Normas establecidas

**Elaborado por:** Adriana Valencia

## **BIBLIOGRAFÍA**



1. ALVARADO Juan de Dios, 1996, Principios de Ingeniería Aplicados en Alimentos Quito- Ecuador, Radio Comunicaciones, Pág. 421-515 (24)
2. AMAZONÍA, AGRICULTURA, PRODUCCIÓN DE FRUTAS AMAZÓNICAS <http://infoagro.net/shared/docs/a5/cfruyh4.pdf> (2)
3. AOAC, “Methods of Analysis”, 1980, Official Methods of Analysis of the Asociation of Official Analytical Chemists, Thirteenth Edition. Dc 1018p. (18)
4. BATTY Clair J, 1897, Fundamento de la Ingeniería de Alimentos, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México (26)
5. CACHAGO, Adriana y col, 2004, EFECTO DE LA PRECOCCIÓN E INHIBIDORES ENZIMÁTICOS SOBRE EL PARDEAMIENTO EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE PLÁTANO DOMINICO VERDE (*Musa paradisiaca*), Quito-Ecuador. Revista Alimentos e Ingeniería Octubre 2004-13(2). Pág. 63-74. En línea: [http://fcial.uta.edu.ec/archivos/revistas/REV13\\_2.pdf](http://fcial.uta.edu.ec/archivos/revistas/REV13_2.pdf) (8)
6. CATALAN Manuel y Col, 1986, Tecnología de Cereales, Editorial Acribia, Zaragoza-España. (25)
7. COMAGA-TENA, Productos agropecuarios en el Cantón Tena, [http://ecuador.ded.de/cipp/ded/custom/pub/content\\_lang.4/oid.2196/ticket\\_g\\_u\\_e\\_s\\_t/~/Comercializaci%C3%B3n\\_de\\_productos\\_agropecuarios\\_-\\_COMAGA\\_-\\_Tena.html](http://ecuador.ded.de/cipp/ded/custom/pub/content_lang.4/oid.2196/ticket_g_u_e_s_t/~/Comercializaci%C3%B3n_de_productos_agropecuarios_-_COMAGA_-_Tena.html) (4)
8. CODEX DE HARINA DE TRIGO [http://www.codexalimentarius.net/download/standards/50/CXS\\_152s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/50/CXS_152s.pdf) (19)

- 9.** DIRECTRICES PARA COMPLEMENTOS ALIMENTARIOS DE VITAMINAS Y/O MINERALES CAC/GL 55 – 2005. Categoría Special Dietary. EN línea: [http://www.codexalimentarius.net/web/more\\_info.jsp?id\\_sta=10206](http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=10206) (15)
- 10.** DEOBOLD B. Van Dalen y William J. Meyer, 2007, INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA – ESTADÍSTICA. En línea: <http://books.google.com.ec/investigacion+descriptiva.html> (17)
- 11.** DESROSIER Norman W., 1985 Conservación de Alimentos, Compañía Editorial Continental S.A., México-España-Argentina-Chile-Venezuela (28)
- 12.** EARLE R. L., 1996, Ingeniería de los Alimentos, Editorial Acribia, Zaragoza-España, Segunda Edición (27)
- 13.** GUIRACOCHA, Giniva, QUIROZ, José, 2004, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC (INIAP), GUÍA PARA EL MANEJO ORGÁNICO DEL BANANO ORITO, Quito-Ecuador, En línea: [http://www.ceaecuador.org/imagesFTP/4892.Guiap\\_manejo\\_organico\\_de\\_orito\\_INIAP.pdf](http://www.ceaecuador.org/imagesFTP/4892.Guiap_manejo_organico_de_orito_INIAP.pdf) (1)
- 14.** INEC, (CENSO 1962 – 2001), página web: <http://www.flacsoandes.org/dspace/bitstream/10469/576/11/03.%20Caracterizaci%C3%B3n%20del%20cant%C3%B3n%20Tena.pdf> (5)
- 15.** MAGAP-NAPO, 2008, PROGRAMA DE REACTIVACION AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE NAPO – PRONAPO, CAPACITACIÓN A PRODUCTORES. En línea: <http://pronapo/capacitacion.magap.html> (3)

- 16.** METODOS DE ANALISIS Y DE MUESTREO RECOMENDADOS  
CODEX STAN 234-1999 [ftp://ftp.fao.org/ag/agn/food/capacity\\_building/es/2-8.pdf](ftp://ftp.fao.org/ag/agn/food/capacity_building/es/2-8.pdf) Laboratoire de Chimie Bactérienne – C (20)
- 17.** MIRANDA, Mónica, ORTAÑEZ, Inés y POVEDA, Guillermo, 2005. Preservación de banano *Musa cavendish* mediante deshidratación osmótica y secado. Ambato-Ecuador. Revista Alimentos e Ingeniería, Octubre 2005-14(2). Pág. 97-110. En línea: [http://fcial.uta.edu.ec/archivos/revistas/REV14\\_2.pdf](http://fcial.uta.edu.ec/archivos/revistas/REV14_2.pdf) (10)
- 18.** NAVARRETE, Óscar y VÁSCONEZ, César, 2005. Estudio de métodos combinados para el control de pardeamiento enzimático en la elaboración de pulpa de orito (*Musa auriens*). Ambato-Ecuador. Revista Alimentos e Ingeniería, Abril 2005-14(1). Pág. 48-54. En línea: [http://fcial.uta.edu.ec/archivos/revistas/REV14\\_1.pdf](http://fcial.uta.edu.ec/archivos/revistas/REV14_1.pdf) (9)
- 19.** NORMA CODEX PARA EL BANANO (PLÁTANO). CODEX STAN 205-1997. En línea: [http://www.codexalimentarius.net/download/standards/329/CXS\\_205s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/329/CXS_205s.pdf) (12)
- 20.** NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS (CODEX STAN 192-1995). Categoría Food Additives. EN LINEA [http://www.codexalimentarius.net/web/more\\_info.jsp?id\\_sta=4](http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=4) (13)
- 21.** NTE INEN 1 529-5 Norma para recuento de aerobios mesófilos. NTE INEN 1529-7 Norma para recuento de coliformes totales. NTE INEN 1529-10 Norma para recuento de mohos NTE INEN 1529-10 Norma para recuento de levaduras. (25)
- 22.** PRINCIPIOS GENERALES PARA LA ADICION DE NUTRIENTES ESENCIALES A LOS ALIMENTOS CAC/GL 09-1987 (1989, 1991). Categoría

Special Dietary. En línea: [http://www.codexalimentarius.net/web/more\\_info.jsp?id\\_sta=299](http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=299) (14)

**23.** REDHEAD, J y col., 1990, Utilización de Alimentos Tropicales: árboles”, Roma-Italia, FAO, paginas 33-41. En línea: [http://books.google.com.ec/books?id=BaXkJgFjI4YC&pg=PP9&lpg=PP9&dq=fao:+producci%C3%B3n+de+harina+de+banano&source=bl&ots=tqZdiepuNm&sig=C3SMiSooOOR7AatBizciHd4VqUE&hl=es&ei=PEkJTM3cFoaglAfVo7CaDg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=6&ved=0CCwQ6AEwBQ#v=onepage&q&f=true](http://books.google.com.ec/books?id=BaXkJgFjI4YC&pg=PP9&lpg=PP9&dq=fao:+producci%C3%B3n+de+harina+de+banano&source=bl&ots=tqZdiepuNm&sig=C3SMiSooOOR7AatBizciHd4VqUE&hl=es&ei=PEkJTM3cFoaglAfVo7CaDg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&ved=0CCwQ6AEwBQ#v=onepage&q&f=true) (6)

**24.** RUIZ, A. y otros. (1989). Historia de la ciencia y la tecnología. Cartago: Editorial Tecnológica. Web: <http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate/ContribucionesV4n22003/meza/pag2.html> (21)

**25.** SALCEDO C, Ángel Oswaldo, 2003, Estudio del efecto de la precocción y adición de inhibidores para controlar el pardeamiento del banano durante la elaboración de harina precocida. Loja-Ecuador, en línea: <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2004/v3006/EC2004000007.xml;EC200407> (7)

**26.** SALCEDO CUADRADO, Ángel Oswaldo, 2003. ESTUDIO DEL EFECTO DE LA PRECOCCIÓN Y ADICIÓN DE INHIBIDORES PARA CONTROLAR EL PARDEAMIENTO DEL BANANO DURANTE LA ELABORACIÓN DE HARINA PRECOCIDA, Loja- Ecuador. UTPL-INIAP. En

línea: <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do;jsessionid=39C18711C28A91EC977584C0523A2375?f=2004/EC/EC04001.xml;EC2004000007> (11)

**27.** SANCHO, J. Bota, E. de Castro *Introducción al análisis sensorial de los alimentos.*, J.J. Editorial Alfaomega. México, D.F. 2002. (23)

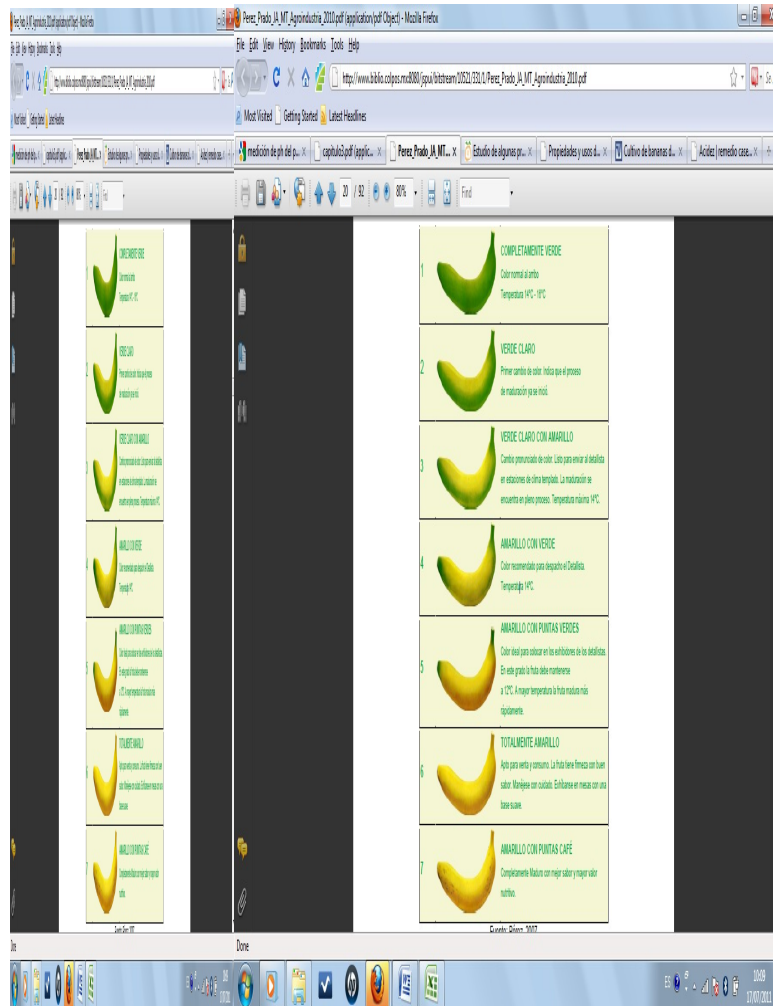
**28.** TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS ECUATORIANOS, 1965, Quito-Ecuador. (16)

**29.** VILLACÍS Xavier, 2005 “Diseño de un rebanador de banano para la producción de harina a nivel artesanal”, en línea: <http://www.cdts.espol.edu.ec/Proyectos/documentos/REBANADOR.pdf> (22)

**ANEXO A**  
**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

**SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

**Grafico A1: Grados de madurez del orito**



Fuente: Pérez 2007

### CALCULO DE LA MUESTRA DE ORITOS

Para determinar la producción de oritos en la Comunidad de Muyuna se realizó una entrevista con los productores del sector, obteniendo el dato de 5 productores cercanos de la Comunidad.

**PRODUCTOR      CANTIDAD DE RACIMOS DE ORITOS/MES**

Juan Shiguango	9 racimos
Erlinda Andy	12 racimos
María Tapuy	8 racimos
Ernesto Aguinda	11 racimos
<b>TOTAL</b>	<b>40 RACIMOS</b>

$$n = \frac{N * P * Q * Z_{\frac{\alpha^2}{2}}}{(N * e^2) + (P * Q * Z_{\frac{\alpha^2}{2}})}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la Población

P = probabilidad de éxito (0,5)

Q = probabilidad de error (0,5)

$$Z_{\frac{\alpha^2}{2}}$$

= dato del error muestral

Z = 1,96 a un nivel de confianza del 95%

e = 5% (0,05)

$$n = \frac{40 * 0,5 * 0,5 * 0,025}{(40 * 0,05^2) + (0,5 * 0,5 * 1,96^2 * 0,025)}$$

$$n = 2,015$$



**TABLA A1:** Valores de peso y medida de los oritos

<b>MEDICIÓN DE LOS ORITOS</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>
1	72,9	10	3,47
2	80,7	10,61	3,49
3	76,6	10,11	3,36
4	81,9	10,09	3,48
5	63,2	9,69	3,17
6	76,4	11,02	3,32
7	81,5	10,02	3,49
8	72,7	10,13	3,34
9	79,3	10,59	3,49
10	75,1	10,89	3,39
11	65,2	9,74	3,22
12	68,3	10,09	3,21
13	76,7	11,1	3,47
14	75,8	10,88	3,49
15	71,2	10,28	3,19
16	84,9	11,1	3,5
17	67,5	10,07	3,5
18	77,7	10,3	3,33
19	72,4	10,39	3,35
20	69,9	9,97	3,49
<b>Promedio</b>	74,495	10,3535	3,3875

**Elaborado por:** Adriana Valencia

## ÍNDICE DE MADUREZ

**Tabla A2:** Valores para el cálculo del índice de madurez

<b>Muestras</b>	<b>W muestra</b>	<b>ml de NaOH (0,1 N)</b>	<b>° Brix</b>
1	8,3	25	12,5
2	8,5	26	13,5
3	8,3	24	12,5
4	8,2	26	11,8
5	8	27	12,8
6	8,1	25	12,6
7	8,2	26	13
8	8,6	23	13,5
9	8,5	24	12,6
10	8	24	12
11	8,2	26	11,8
12	8	26	12,8
13	8,1	25	12,6
14	8,2	26	11,8
15	8	27	12,8
16	8,1	25	12,6
17	8,2	26	13
18	8,6	24	13,5
19	8,5	24	12,6
20	8,6	25	13,5
<b>Promedio</b>	<b>8,28</b>	<b>25,04</b>	<b>12,68</b>

**Elaborado por:** Adriana Valencia

$$IM = \frac{°\text{Brix}}{\text{Acidez}}$$

$$\% \text{ácido maléico} = \frac{(\text{ml NaOH})(N \text{ NaOH})(\text{meq. ac. maléico})100}{W_{\text{muestra}}}$$

Donde:

N: normalidad

meq: mili equivalentes (Peso molecular <sup>ac. maléico</sup> = 67,045g/mol/1000)

W: peso de la muestra

$$\% \text{ácido maléico} = \frac{(25,2 \text{ ml NaOH})(0,1 \text{ N NaOH})(67,045 \text{ g/mol}/1000)100}{8,27 \text{ g}}$$

$$\% \text{ácido maléico} = 2,04$$

$$IM = \frac{^{\circ} \text{Brix}}{\text{Acidez}}$$

$$IM = \frac{12,68}{2,04}$$

$$IM = 6,206$$

**TABLA A3:** Valores de penetrabilidad de los oritos

<b>MUESTRA</b>	<b>PENETRABILIDAD (lb.f)</b>
1	23
2	24,5
3	18,5
4	24
5	23,5

6	20,5
7	24
8	23,5
9	20,5
10	20,5
11	21,6
12	19,5
13	22,7
14	23,4
15	21,5
16	18,9
17	20,8
18	23,6
19	24,6
20	23,5
<b>Promedio</b>	<b>22,13</b>

**Elaborado por:** Adriana Valencia

### ANÁLISIS PROXIMAL

**Tabla A4:** Análisis proximal de la materia prima oritos en estado fresco

<b>MUESTRA</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>SÓLIDOS TOTALES (%)</b>	<b>CENIZAS (%)</b>	<b>pH</b>
<b>1</b>	71,75	23,89	0,84	5,1
<b>2</b>	70,98	22,65	0,67	4,9
<b>3</b>	72,56	21,73	0,78	5,6
<b>4</b>	73,58	23,61	0,68	6,3
<b>5</b>	73,45	23,87	0,8	5,7
<b>6</b>	70,98	22,65	0,67	4,9
<b>7</b>	72,56	21,73	0,78	5,6
<b>8</b>	71,98	22,65	0,67	4,9

9	72,56	21,73	0,78	5,6
10	73,58	23,61	0,68	6,3
11	70,98	22,65	0,67	4,9
12	72,56	21,73	0,78	5,6
13	73,58	23,61	0,68	6,3
14	70,98	22,65	0,67	4,9
15	72,56	21,73	0,78	5,6
16	73,58	23,61	0,68	6,3
17	72,98	22,65	0,67	4,9
18	72,56	21,73	0,78	5,6
19	73,58	23,61	0,68	6,3
20	72,6	22,87	0,82	5,9
<b>PROMEDI</b>				
<b>O</b>	<b>72,497</b>	<b>22,748</b>	<b>0,728</b>	<b>5,56</b>

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A5:** Medida del diámetro de la rodaja el Orito (*Musa acuminata AA*)









<b>Muestra</b>	<b>Diámetro (cm)</b>
1	2,6
2	2,9
3	2,8
4	2,7
5	2,6
6	2,9
7	2,9
8	2,8
9	2,5
10	2,8
11	2,6
12	2,7
13	2,6
14	2,8
15	2,8
16	2,5
17	2,4
18	2,7















<b>19</b>	2,8
<b>20</b>	3,0
<b>Promedio</b>	2,72




**Elaborado por:** Adriana Valencia

El espesor de la rodaja es fijo, ya que se utilizó un rallador y todas las rodajas tuvieron la misma medida 0,2 cm.

**Tabla A6:** Hoja de catación de las coladas elaboradas con la harina de orito obtenida de los diferentes tratamientos

ATRIBUTO	PUNTAJE	VALOR	ESCALA	CALIFICACIÓN										
				C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9		
OLOR		1	Muy ligero											
		2	Ligero											
		3	Característico a orito											
		4	Intenso											
		5	Muy Intenso											
COLOR		1	Muy opaco											
		2	Opaco											
		3	Característico											

		4	Intenso															
		5	Muy Intenso															
SABOR		1	Muy desagradable															
		2	Desagradable															
		3	Ni desagradable ni agradable															
		4	Agradable															
		5	Muy Agradable															
CONSISTENCIA		1	Líquida															
		2	Semilíquida															
		3	Ni líquida, ni espesa															
		4	Espesa															
		5	Muy espesa															
ACEPTABILIDAD		1	Disgusta mucho															
		2	Disgusta poco															

		3	Ni gusta ni disgusta										
		4	Gusta poco										
		5	Gusta mucho										

**Elaborado por:** Adriana Valencia

### SECADO DEL ORITO PARA LA HARINA

**Tabla A7:** % de humedad del tratamiento con ácido cítrico a 40° C

Tiempo (min.)		Peso (g)		Humedad (%)	
R1	R2	R1	R2	R1	R2
0	0	11850	11985	59,54	60,68
1	1	10441	10944	48,76	49,15
2	2	10220	10722	32,90	33,20
3	3	10082	10508	25,71	26,44
4	4	9931	9983	22,61	23,34
5	5	9705	9710	18,79	14,91
5,8	5,54	8353	8435	12	12

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A1:** Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico a 40°C

**Elaborado por:** Adriana Valencia



**Tabla A8:** % de humedad del tratamiento con ácido cítrico a 50° C

<b>Tiempo (h)</b>		<b>Peso (g)</b>		<b>Humedad (%)</b>	
<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
0	0	9500	9300	69,96	70,53
1	1	8090	7809	58,95	63,36
2	2	7950	7615	39,38	33,41
3	3	7800	7546	17,29	22,47
4	4,2	7200	6985	12	12

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A2:** Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico a 50°C

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A9:** % de humedad del tratamiento con ácido cítrico a 60° C

<b>Tiempo (h)</b>		<b>Peso (g)</b>		<b>Humedad (%)</b>	
<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
0	0	10500	10670	59,54	55,19
1	1	9090	9260	22,61	19,04
1,8	1,9	7990	8160	12	12

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A3:** Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico a 60°C

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A10:** % de humedad del tratamiento con ácido ascórbico a 40° C

<b>Tiempo (h)</b>		<b>Peso (g)</b>		<b>Humedad (%)</b>	
<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
0	0	8550	8625	69,96	70,53
1	1	7140	7218	58,95	63,36
2	2	6920	6990	46,15	53,46
3	3	6782	6851	38,56	42,18
4	4	6630	6702	28,85	31,55
5	5	6400	6472	15,78	18,35
5,7	5,8	5050	5205	12	12

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A4:** Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Ascórbico a 40°C

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A11:** % de humedad del tratamiento con ácido ascórbico a 50° C

<b>Tiempo (h)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>
-------------------	-----------------	--------------------

<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
0	0	10010	10134	57,76	58,78
1	1	8600	8724	42,45	48,20
2	2	8380	8506	36,18	34,92
3	3	7820	7946	29,63	28,28
4,3	4,4	6510	6510	12	12

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A5:** Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Ascórbico a 50°C

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A12:** % de humedad del tratamiento con ácido ascórbico a 60° C

<b>Tiempo (h)</b>		<b>Peso (g)</b>		<b>Humedad (%)</b>	
<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
0	0	10890	10900	59,96	60,53
1	1	9480	9580	28,95	33,36
2,1	2,3	7390	7403	12	12

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A6:** Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Ascórbico a 60°C

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A13:** % de humedad del tratamiento con ácido cítrico – ácido ascórbico a 40°C

Tiempo (h)		Peso (g)		Humedad (%)	
R1	R2	R1	R2	R1	R2
0	0	10400	10650	61,29	60,85
1	1	8990	9140	58,14	60,94
2	2	8632	8863	48,90	53,84
3	3	8386	8012	39,67	35,50
4	4	7889	7522	28,82	33,25
5	5	7730	7363	19,94	21,71
6,4	6,3	6950	6583	12	12

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A7:** Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico - Ac.ascórbico a 40°C

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A14:** % de humedad del tratamiento con ácido cítrico – ácido ascórbico a 50°C

Tiempo (h)		Peso (g)		Humedad (%)	
R1	R2	R1	R2	R1	R2
0	0	9860	9560	55,28	52,87
1	1	8500	8254	38,97	37,83
2	2	8140	7815	26,51	25,74
3	3	7780	7495	22,78	18,84
4	4,3	7480	7105	19,54	11,98
5,1		6460		12	

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A8:** Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico- Ac. Ascórbico a 50°C

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A15:** % de humedad del tratamiento con ácido cítrico – ácido ascórbico a 60°C

<b>Tiempo (h)</b>		<b>Peso (g)</b>		<b>Humedad (%)</b>	
<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
0	0	8060	7900	57,72	50,85
1	1	6651	6490	38,97	22,63
2,5	2,3	5360	5187	12	12

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A9:** Curva de Humedad vs tiempo con Ac. Cítrico- Ac. Ascórbico a 60°C

**Elaborado por:** Adriana Valencia

## **RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

**Tabla A16:** Resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento

<b>ANÁLISIS</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>Coliformes totales</b>	230 UFC/g

<b>E. coli</b>	<10 UFC/g
<b>Mohos y levaduras</b>	20(*) UFC/g
<b>Aerobios totales</b>	2200 UFC/g

(\*) Valor de recuento estimado en la disolución más baja

**Elaborado por:** Adriana Valencia

## EVALUACIÓN SENSORIAL

En la evaluación sensorial de las 9 formulaciones, se pidió analizar atributos como olor, color, sabor y aceptabilidad, las muestras fueron entregadas a los panelistas (40) en vasos transparentes y la misma cantidad 50 ml, a una temperatura de 30° C.

Las coladas fueron realizadas bajo las mismas condiciones de procesamiento y se las realizó el mismo día de la evaluación sensorial.

### Formulación de la colada

**Tabla A17:** Formulación utilizada para elaborar cada colada

<b>FORMULACIÓN DE LA COLADA</b>	
<b>Harina</b>	30%
<b>Agua</b>	60%
<b>Azúcar</b>	10%

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A18:** Resultados de la evaluación sensorial: OLOR

<b>Catadores</b>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
<b>1</b>	2	2	3	2	3	3	2	3	2
<b>2</b>	3	2	3	3	2	3	2	3	4
<b>3</b>	1	3	3	1	3	4	1	3	4
<b>4</b>	2	3	4	3	4	4	3	2	3
<b>5</b>	2	3	4	3	2	3	2	3	3
<b>6</b>	2	3	3	1	3	2	2	3	3

7	3	4	4	4	4	3	1	3	3
8	1	2	3	2	3	2	1	2	2
9	2	2	3	4	2	1	2	2	2
10	2	3	3	2	2	2	2	1	3
11	1	2	3	2	2	2	1	2	3
12	2	3	4	3	4	4	3	2	3
13	2	3	4	3	2	3	2	3	3
14	2	3	3	1	3	2	2	3	3
15	3	4	4	4	4	3	1	3	3
16	1	2	3	2	3	2	1	2	2
17	2	2	3	4	2	1	2	2	2
18	2	3	3	2	2	2	2	1	3
19	2	3	3	2	2	2	2	1	3
20	1	2	3	2	2	2	1	2	3
21	2	2	3	2	3	3	2	3	2
22	3	2	3	3	2	3	2	3	4
23	1	3	3	1	3	4	1	3	4
24	2	3	4	3	4	4	3	2	3
25	2	3	4	3	2	3	2	3	3
26	2	3	3	1	3	2	2	3	3
27	3	4	4	4	4	3	1	3	3
28	1	2	3	2	3	2	1	2	2
29	2	2	3	4	2	1	2	2	2
30	2	3	3	2	2	2	2	1	3
31	1	2	3	2	2	2	1	2	3
32	2	3	4	3	4	4	3	2	3
33	2	3	4	3	2	3	2	3	3
34	2	3	3	1	3	2	2	3	3
35	3	4	4	4	4	3	1	3	3
36	1	2	3	2	3	2	1	2	2
37	2	2	3	4	2	1	2	2	2
38	2	3	3	2	2	2	2	1	3
39	2	3	3	2	2	2	2	1	3
40	1	2	3	2	2	2	1	2	3

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A10:** Análisis sensorial de los resultados de los catadores: OLOR

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A19:** Resultados de la evaluación sensorial: COLOR

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



<b>39</b>	2	3	3	2	2	2	2	3	3
<b>40</b>	2	2	3	2	2	2	3	2	3

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A11:** Análisis sensorial de los resultados de los catadores: COLOR

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A20:** Resultados de la evaluación sensorial: SABOR

<b>Catadores</b>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
<b>1</b>	3	4	4	3	3	3	3	3	3
<b>2</b>	3	3	4	3	3	3	3	3	3
<b>3</b>	3	3	4	3	4	4	3	3	3
<b>4</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>5</b>	3	3	3	2	3	3	3	3	3
<b>6</b>	3	3	3	3	3	4	3	3	4
<b>7</b>	3	4	4	4	4	3	3	3	3
<b>8</b>	3	3	3	3	3	4	3	3	4
<b>9</b>	3	3	4	3	4	4	3	3	3
<b>10</b>	3	3	4	3	3	3	3	3	3
<b>11</b>	3	3	3	1	3	3	3	3	3
<b>12</b>	3	4	4	4	4	3	3	3	3
<b>13</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	4
<b>14</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	4
<b>15</b>	3	3	3	3	3	3	3	4	3
<b>16</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>17</b>	3	3	4	3	4	4	3	3	3
<b>18</b>	4	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>19</b>	3	3	3	4	3	4	3	3	3
<b>20</b>	4	3	3	3	3	4	3	3	3
<b>21</b>	2	3	3	2	2	2	2	1	3
<b>22</b>	2	2	3	2	2	2	2	2	3
<b>23</b>	2	3	4	3	4	4	3	2	3
<b>24</b>	2	3	3	2	2	2	2	3	3
<b>25</b>	2	3	3	2	2	2	2	3	3
<b>26</b>	2	2	3	2	2	2	3	2	3
<b>27</b>	3	4	4	4	4	3	2	3	3

<b>28</b>	2	3	3	2	3	4	2	3	4
<b>29</b>	2	3	4	3	4	4	3	2	3
<b>30</b>	2	3	4	3	2	3	2	3	3
<b>31</b>	2	3	3	1	3	2	2	3	3
<b>32</b>	3	4	4	4	4	3	2	3	3
<b>33</b>	2	2	3	2	3	2	2	2	2
<b>34</b>	2	2	3	4	2	2	2	2	2
<b>35</b>	2	3	3	2	2	2	2	1	3
<b>36</b>	2	2	3	2	2	2	2	2	3
<b>37</b>	2	3	4	3	4	4	3	2	3
<b>38</b>	2	3	3	2	2	2	2	3	3
<b>39</b>	2	3	3	2	2	2	2	3	3
<b>40</b>	2	2	3	2	2	2	3	2	3

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A12:** Análisis sensorial de los resultados de los catadores: SABOR

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A21:** Resultados de la evaluación sensorial: CONSISTENCIA

<b>Catadores</b>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
<b>1</b>	3	4	3	3	3	3	3	3	3
<b>2</b>	3	3	4	3	3	3	3	3	4
<b>3</b>	3	3	4	3	4	4	3	4	3
<b>4</b>	3	4	3	4	3	3	4	3	3
<b>5</b>	3	4	3	3	3	3	3	3	4
<b>6</b>	3	3	3	3	3	4	3	4	3
<b>7</b>	3	4	4	4	4	3	4	3	4
<b>8</b>	3	3	5	3	3	4	3	5	4
<b>9</b>	3	3	4	3	4	4	3	3	3
<b>10</b>	3	3	4	3	3	3	3	5	5
<b>11</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	3
<b>12</b>	3	4	4	4	4	3	4	4	3
<b>13</b>	3	3	3	3	3	5	3	3	4
<b>14</b>	3	4	5	4	4	3	3	4	4
<b>15</b>	3	3	3	3	3	3	3	4	3
<b>16</b>	3	3	5	3	3	3	4	3	3

17	3	4	4	3	4	4	3	3	5
18	4	3	4	3	3	3	4	3	3
19	3	4	5	4	3	5	3	3	4
20	4	3	3	3	3	4	3	3	3
21	3	4	4	3	3	3	3	3	3
22	3	3	5	3	3	3	3	3	4
23	3	3	4	3	4	4	3	4	3
24	3	5	3	4	3	3	4	3	3
25	3	4	3	3	3	3	3	3	4
26	3	3	3	3	3	4	3	4	3
27	3	4	4	4	4	3	4	3	4
28	3	3	5	3	3	4	3	5	4
29	3	3	4	3	4	4	3	3	3
30	3	3	4	3	3	3	3	5	5
31	3	3	3	4	3	3	3	3	3
32	3	4	4	4	4	3	4	4	3
33	3	3	3	3	3	5	3	3	4
34	3	4	5	4	4	3	3	4	4
35	3	3	3	3	3	3	3	4	3
36	3	3	5	3	3	3	4	3	3
37	3	4	4	3	4	4	3	3	5
38	4	3	4	3	3	3	4	3	3
39	3	4	5	4	3	5	3	3	4
40	4	3	3	3	3	4	3	3	3

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A13:** Análisis sensorial de los resultados de los catadores: CONSISTENCIA

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla A22:** Resultados de la evaluación sensorial: ACEPTABILIDAD

Catadores	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	3	4	4	3	3	3	3	3	3
2	3	3	5	3	3	3	3	3	4
3	3	3	4	3	4	4	3	4	3
4	3	5	3	4	3	3	4	3	3
5	3	4	3	3	3	3	3	3	4
6	3	3	3	3	3	4	3	4	3

7	3	4	4	4	4	3	4	3	4
8	3	3	5	3	3	4	3	5	4
9	3	3	4	3	4	4	3	3	3
10	3	3	4	3	3	3	3	5	5
11	3	3	3	4	3	3	3	3	3
12	3	4	4	4	4	3	4	4	3
13	3	3	3	3	3	5	3	3	4
14	3	4	5	4	4	3	3	4	4
15	3	3	3	3	3	3	3	4	3
16	3	3	5	3	3	3	4	3	3
17	3	4	4	3	4	4	3	3	5
18	4	3	4	3	3	3	4	3	3
19	3	4	5	4	3	5	3	3	4
20	4	3	3	3	3	4	3	3	3
21	3	4	4	3	3	3	3	3	3
22	3	3	5	3	3	3	3	3	4
23	3	3	4	3	4	4	3	4	3
24	3	5	3	4	3	3	4	3	3
25	3	4	3	3	3	3	3	3	4
26	3	3	3	3	3	4	3	4	3
27	3	4	4	4	4	3	4	3	4
28	3	3	5	3	3	4	3	5	4
29	3	3	4	3	4	4	3	3	3
30	3	3	4	3	3	3	3	5	5
31	3	3	3	4	3	3	3	3	3
32	3	4	4	4	4	3	4	4	3
33	3	3	3	3	3	5	3	3	4
34	3	4	5	4	4	3	3	4	4
35	3	3	3	3	3	3	3	4	3
36	3	3	5	3	3	3	4	3	3
37	3	4	4	3	4	4	3	3	5
38	4	3	4	3	3	3	4	3	3
39	3	4	5	4	3	5	3	3	4
40	4	3	3	3	3	4	3	3	3

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura A14:** Análisis sensorial de los resultados de los catadores: ACEPTABILIDAD

**Elaborado por:** Adriana Valencia

## MEJOR TRATAMIENTO

Mediante el análisis sensorial se determina que el mejor tratamiento es a2b0, a una temperatura de 60° C y con ácido cítrico

## ANÁLISIS NUTRICIONAL

**Tabla A23:** Análisis nutricional del mejor tratamiento a2b0

HARINA DE ORITO	
<b>Cenizas</b>	1,8%
<b>Proteína</b>	3,89%
<b>Grasa</b>	0,31%

**Fuente:** LACONAL

**GRAFICO A2:** Certificado del Análisis Nutricional de la Harina de Orito (Mejor tratamiento)






UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS**



Dirección: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987, Fax: 2 400998. Email: laconal@uta.edu.ec

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No:11-116</b>		R01-5.10 05.02				
<b>Solicitud No: 116</b>		Pág.:1 de 1				
Fecha recepción: 21 julio 2011		Fecha de ejecución de ensayos:				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa: Particular		CI/RUC: 1804159422				
Representante: Valencia Coca Gladys Adriana		Tlf: 032872074				
Dirección: Cantón Cevallos		Cel: n/a				
Ambato		Fax: n/a				
<b>Descripción de las muestras:</b>		E-mail: adrianavc_0586@yahoo.es				
Producto: Harina de orito (1)		Peso: 150 g				
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: Funda plástica				
Lote: Ver código del cliente		No de muestras: Una				
F. Elb.: Ver código del cliente		F. Exp.: n/a				
Conservación : Ambiente: X Refrigeración: Congelación:		Almac. En lab.: 30 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente: 21 julio 2011				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Harina de orito	11611305	Ninguna	Cenizas	PE01-5.4-FQ Met.Ref.: AOAC 923.03 2005, Ed. 18	%	<b>1.8</b>
			Humedad	PE02-5.4-FQ Met.Ref.: AOAC 925.10 2005, Ed. 18	%	<b>7.03</b>
			Proteína	PE03-5.4-FQ Met.Ref.: AOAC 2001.11 2005, Ed. 18	%(Nx6.25)	<b>3.89</b>
			Grasa	PE08-5.4-FQ Met.Ref.: AOAC 2003.06 Ed. 18, Rev.1, 2006	%	<b>0.31</b>
			Coliformes totales	PE-01-5.4-MB AOAC 991.14 2005, Ed. 18	UFC/g	<b>230</b>
			E-Coli	PE-01-5.4-MB AOAC 991.14 2005, Ed. 18	UFC/g	<b>&lt;10</b>
			Mohos y levaduras	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02 2005, Ed. 18	UFC/g	<b>20(*)</b>
			Aerobios Totales	PE-03-5.4-MB AOAC 990.12 2005, Ed. 18	UFC/g	<b>2200</b>
Conds. Ambientales: 18.1° C; 52%HR						
(*) Valor de recuento estimado, en la dilución más baja						
						
			 Ing. Marcelo Soria V. Director de la Calidad			
Autorizada transferencia electrónica de resultados:						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.

No es un documento negociable. Prohibida su reproducción sin la aprobación del Laboratorio

0005

"La información que se está enviando, es confidencial, exclusivamente para su destinatario y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

**Fuente: LACONAL**

**ANEXO B**

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO

## DISEÑO EXPERIMENTAL A X B

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ij}$

= i-ésimo respuesta experimental obtenida en el j-ésimo tratamiento

$\mu$

= promedio global para todos los tratamientos.

$R_k$

= réplicas del tratamiento

$\varepsilon_{ijk}$

= error aleatorio

**Tabla B1:** Factores de estudio

<b>FACTOR A</b>	<b>Tipos de inactivadores enzimáticos</b>
<b>a0</b>	Acido cítrico 0,25%
<b>a1</b>	Acido ascórbico 0,01%
<b>a2</b>	Acido cítrico - Acido ascórbico v/v

<b>FACTOR B</b>	<b>Temperatura de secado</b>
<b>b0</b>	40° C
<b>b1</b>	50° C
<b>b2</b>	60° C

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla B2:** Datos experimentales del tiempo de secado para cada tratamiento

TRATAMIENTO	R1	R2
a0b0	5,8	5,54
a0b1	4	4,2
a0b2	1,8	1,9
a1b0	5,7	5,8
a1b1	4,3	4,4
a1b2	2,1	2,3
a2b0	6,4	6,3
a2b1	5,1	4,3
a2b2	2,5	2,3

**Elaborado por:** Adriana Valencia

### HIPÓTESIS

**H<sub>0</sub>:** A<sub>i</sub> = 0      **H<sub>1</sub>:** Al menos un nivel de A produce diferente efecto

**H<sub>0</sub>:** B<sub>j</sub> = 0      **H<sub>1</sub>:** Al menos un nivel de A produce diferente efecto

**H<sub>0</sub>:** (AB)<sub>ij</sub> = 0      **H<sub>1</sub>:** Al menos una combinación produce diferente efecto

### ✓ FÓRMULAS APLICADAS:

$$SCT = \sum_i \sum_j Y_{ijk}^2 - \frac{(Y...)^2}{a * b * r}$$

Suma de cuadrados totales



$$SCR = \frac{1}{ab} \sum Y_{..k}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{a*b*r}$$

Suma de cuadrados de las réplicas

$$SCTr = \frac{1}{r} \sum Y_{ij.}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{a*b*r}$$

Suma de cuadrados del tratamiento

$$SCE = SCT - SCTr - SCR$$

Suma de cuadrados del error

**Tabla B3:** Valores de Yij

TRATAMIENTO	R1	R2	Yij
a0b0	5,8	5,54	11,34
a0b1	4	4,2	8,2
a0b2	1,8	1,9	3,7
a1b0	5,7	5,8	11,5
a1b1	4,3	4,4	8,7
a1b2	2,1	2,3	4,4
a2b0	6,4	6,3	12,7
a2b1	5,1	4,3	9,4
a2b2	2,5	2,3	4,8
	37,7	37,04	74,74

Elaborado por: Adriana Valencia

**Tabla B4:** Cálculos de las sumas de cuadrados

SCT	44,8545
SCTr	44,4201
SCR	0,0242
SCE	0,4096

Elaborado por: Adriana Valencia

✓ FÓRMULAS APLICADAS PARA LOS FACTORES A Y B

$$SCA = \frac{1}{b * r} \sum_i Y_{i..}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{a * b * r}$$

Suma de cuadrados del factor A

$$SCB = \frac{1}{a * r} \sum_j Y_{.j.}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{a * b * r}$$

Suma de cuadrados del Factor B

$$SC(AB) = SCTr - SCA - SCB$$

Suma de cuadrados de la interacción AB

		FACTOR A			
		a0	a1	a2	Total
FACTOR B	b0	11,34	11,5	12,7	35,54
	b1	8,2	8,7	9,4	26,3
	b2	3,7	4,4	4,8	12,9
Total		23,24	24,6	26,9	74,74

**Tabla B5:** Cálculo de la suma de cuadrados de A, B y AB

SCA	1,14084
SCB	43,1948
SC(AB)	0,08502

Elaborado por: Adriana Valencia

**Tabla B6: Tabla de ANOVA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianzas	F de tablas	
replicas	0,0242	1	0,0242			SIGNIFICATI
A	1,1408	2	0,5704	11,140625	4,45897011	VA SIGNIFICATI
B	43,1948	2	21,5974	421,824219	4,45897011	VA

AB	0,08502	4	0,021255	0,41513672	3,83785335
ERROR	0,4096	8	0,0512		
<b>TOTAL</b>	<b>44,85442</b>	<b>17</b>			

Elaborado por: Adriana Valencia

### PRUEBA DE TUKEY

✓ Cálculo del valor de Tukey

$$Tukey = q_{\alpha; r_{\max}; GLE} * \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

$$Tukey = 5,77 * \sqrt{\frac{0,0512}{2}}$$

$$Tukey = 0,9232$$

✓ PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR A: Inactivadores enzimáticos

		a2	a1	ao
		<b>8,9666</b>	<b>8,2</b>	<b>7,7466</b>
a2	<b>8,9666</b>	0,000	0,767	1,220
a1	<b>8,2</b>		0,000	0,453
ao	<b>7,7466</b>			0

**Decisión:** Se rechaza la hipótesis nula, ya que si existe una diferencia al 0,05% de significancia entre los niveles a0 y a2, es decir que la variación de uno de estos niveles si

influye en el tiempo de secado del orito, esto es al trabajar con ácido cítrico y la mezcla de los dos ácidos.

✓ **PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR B: Temperaturas de secado**

		<b>b0</b>	<b>b1</b>	<b>b2</b>
		<b>11,8466</b>	<b>8,7666</b>	<b>4,3</b>
<b>b0</b>	<b>11,8466</b>	0,000	3,080	7,547
<b>b1</b>	<b>8,7666</b>		0,000	4,467
<b>b2</b>	<b>4,3</b>			0

**Decisión:** Se rechaza la hipótesis nula, ya que si existe diferencia a un nivel de significancia de 0,05% entre los niveles b0, b1 y b2, es decir que la variación de la temperatura si influye en el tiempo de secado del orito.

**CONCLUSIÓN:** A un nivel de significancia del 0,05% se acepta la hipótesis nula para la interacción entre los Factores AB, ya que no existe diferencias significativas entre la interacción de los factores de estudio, pero sin embargo existe una marcada diferencia al trabajar con cada temperatura de secado, y al utilizar ácido cítrico y la mezcla de ácidos. Por lo tanto se elige como mejor tratamiento a0b2 (ácido cítrico 0,25% y 60°C) ya que el tiempo de secado de menor en relación a los demás tratamientos.

## ANEXO C

### CÁLCULOS EXPERIMENTALES

**Los cálculos se realizaron para el mejor tratamiento a0b2 a 60° C y con ácido cítrico**

La humedad de la fruta se expresa en g de agua, el proceso de cálculo requiere el peso de la fruta que se encuentra en la tabla C 1. Se realiza un solo cálculo y los demás se reportan en la tabla C 1.

Peso de la fruta 10500 g

#### **Humedad**

*Ho = % humedad experimental \* peso de fruta*

*Ho = 0,5954 \* 10500g*

*Ho = 6251,7g agua*

#### **Materia seca**

$$M.S. = \text{Peso fruta} - H_o$$

$$M.S. = 10500g - 6251,7g$$

$$M.S. = 4248,3g$$

### **Humedad en base seca**

$$W = H_o / M.S.$$

$$W = 6251,7g \text{ agua} / 4248,3g \text{ m.s.}$$

$$W = 1,47g \text{ agua} / g \text{ m.s.}$$

- Los demás valores se reportan en la tabla C 1.

### **COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR (h)**

$$h = 0,0204 * G^{0,8}$$

#### **Donde:**

h = Coeficiente de convección (W/m<sup>2</sup> °K)

G = flujo de aire (kg/m<sup>2</sup>h)

#### **Cálculo de G**

$$G = \frac{PVM}{RT}$$

Donde:

P = presión atmosférica de Ambato

V = velocidad de aire

M = peso molecular de aire

R = constante ideal de los gases

T = temperatura de trabajo

$$G = \frac{(540mmHg * 101300N * 0,823m * 29kgmol^{\circ}K * 3600s * ms^2)}{(m^2 s kg mol * 760mmHg * 8315kg m(273 + 60)^{\circ}K * h)}$$

$$G = 2376,2019kg / m^2h$$

$$h = 0,0204 * G^{0,8}$$

$$h = 0,0204 * (2376,2019)^{0,8}$$

$$h = 10,2408 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

- Los demás valores se reportan en la tabla C 1

### VELOCIDAD DE SECADO (Rc)

La velocidad de secado se calcula a partir de la ecuación

$$Rc = hv * Ad * (Ta - Tw) / L$$

Donde:

hv = coeficiente de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup>°K)

Ad = área de evaporación (m<sup>2</sup>/Kg m s)

Ta = temperatura de bulbo seco en la cabina de secado (temperatura de entrada)

Tw = temperatura de bulbo húmedo del producto tomada de la carta psicrométrica para las condiciones de Ambato.

L = calor latente de vaporización a la temperatura de bulbo húmedo del producto (KJ/Kg agua) obtenido de la Tesis de Barona, L; Zapata, P (1990)

**Para el cálculo de Ad se aplica lo siguiente**

$$Ad = \frac{As}{Vo * \rho o * \left( \frac{1}{1 + Wc_1} \right)}$$

**Donde:**

r = radio promedio de la rodaja del orito (0,0136)

$$A_s = \pi r^2$$

$$A_s = 3,1416 * (0,0136m)^2$$

$$A_s = 5,8107 * 10^{-4} m^2$$

### **Vo = Volumen**

$$V_o = 4r^3 / 3$$

$$V_o = 4 * (0,0136m)^3 / 3$$

$$V_o = 3,35 * 10^{-5} m^3$$

### **Densidad**

$$\rho = m/V_o$$

$$\rho = 0,015kg / 3,35 * 10^{-5} m^3$$

$$\rho = 447,76kg / m^3$$

$$Ad = \frac{5,8107 * 10^{-4} m^2 * m^3}{3,35 * 10^{-5} * 447,76kg * \left( \frac{1}{1 + 1,47kg / kgms} \right)}$$

$$Ad = 0,0956m^2 / kgms$$

### **Calculo de la velocidad de secado**

$$R_c = \frac{10,2408W * 0,0956m^2 * (60 - 38)^\circ K * kg \text{ agua} * KJ * J * h}{m^2 \text{ }^\circ K \text{ kgm.s.} * 2410,27KJ * 1000J * 2,277 * 10^{-4} W \text{ h} * 3600s}$$

$$R_c = 1,09014 * 10^{-5} kg / kg \text{ m.s. } s$$



## COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE MASA

$$hm = \frac{Rc}{Ad * (Hw - Ho)}$$

**Donde:**

hm = coeficiente de transferencia de masa (Kg agua ev/kg as) m<sup>2</sup>s

Rc = Velocidad de secado

Ad = Área de evaporación

Hw = humedad a la temperatura del bulbo húmedo y humedad relativa (kg v/kg as).

Carta psicrométrica

Ho = humedad a la temperatura del bulbo seco y humedad relativa (kg v/kg as). Carta psicrométrica

Entonces:

$$hm = \frac{1,09014 * 10^{-5} \text{ kg / kgms s * kgas}}{0,0956 \text{ m}^2 * \text{kgms s} * (0,0608 - 0,0450) \text{ kg}}$$

$$hm = 7,2171 * 10^{-3} \text{ kg.ag.ev / (kg.v / kg.as) m}^2 \text{ s}$$

**Tabla C1:** Cálculo de la velocidad de secado del tratamiento con ácido cítrico a 60°C

Tiempo (h)	Peso (g)	% humedad	W g agua	m.s.	Ws	Ad	Rc
0	10500	0,57365	6023,325	4476,675	1,47	0,0956	1,09014E-05
1	9090	0,20825	1892,9925	7197,007	0,2630	0,04895	5,58185E-06
2	7990	0,11935	953,6065	7036,393	0,1355	0,4399	5,01625E-06

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura C1:** % de humedad vs tiempo para el tratamiento con ácido cítrico a 60° C.

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Figura C2:** Velocidad de secado vs tiempo para el tratamiento con ácido cítrico a 60°C.

**Elaborado por:** Adriana Valencia

✓ **Modelo matemático de la velocidad de secado**

$$y = 1E - 05e^{-0.388X}$$

## **RENDIMIENTO**

$$R = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$R = \frac{0.15}{0.73} * 100$$

$$R = 20,5\%$$

**Tabla C2:** Tabla de granulometría en porcentajes de la harina de orito

<b>RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA EN PORCENTAJE</b>				
<b># tamiz</b>	<b>% harina</b>	<b># asignado</b>	<b>Producto</b>	<b>Suma de % en tamices</b>
100	12,20	3.0	120.978	5.032
40	50,23	2.0	20	
200	46,07	1.0	0.1086	0.0217
Base	62,06	0.0	0.0	
TOTALE S		10	337.6082	

**Elaborado por:** Adriana Valencia

$$\text{Módulo de finura} = 337.6/100 = 3.376$$

$$\text{Módulo de uniformidad} = 4.9:5:0.02 = \text{gruesos: medios: finos}$$

## ANEXO D

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

## DISEÑO EXPERIMENTAL DE BLOQUES BALANCEADOS

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

### ✓ ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL OLOR

#### HIPÓTESIS

**Ho:**  $\alpha_j = 0$

**H1:** Al menos dos tratamientos son diferentes

**Tabla D1:** Datos y valores promedios del color de la harina de orito

Catadores										BLOQUES	PR OM EDI O
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
1	2	2	3	2	3	3	2	3	2	22	2,4
2	3	2	3	3	2	3	2	3	4	25	2,8
3	1	3	3	1	3	4	1	3	4	23	2,6
4	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1
5	2	3	4	3	2	3	2	3	3	25	2,8
6	2	3	3	1	3	2	2	3	3	22	2,4
7	3	4	4	4	4	3	1	3	3	29	3,2
8	1	2	3	2	3	2	1	2	2	18	2,0
9	2	2	3	4	2	1	2	2	2	20	2,2
10	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2
11	1	2	3	2	2	2	1	2	3	18	2,0
12	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1
13	2	3	4	3	2	3	2	3	3	25	2,8
14	2	3	3	1	3	2	2	3	3	22	2,4
15	3	4	4	4	4	3	1	3	3	29	3,2
16	1	2	3	2	3	2	1	2	2	18	2,0
17	2	2	3	4	2	1	2	2	2	20	2,2
18	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2
19	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2

20	1	2	3	2	2	2	1	2	3	18	2,0
21	2	2	3	2	3	3	2	3	2	22	2,4
22	3	2	3	3	2	3	2	3	4	25	2,8
23	1	3	3	1	3	4	1	3	4	23	2,6
24	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1
25	2	3	4	3	2	3	2	3	3	25	2,8
26	2	3	3	1	3	2	2	3	3	22	2,4
27	3	4	4	4	4	3	1	3	3	29	3,2
28	1	2	3	2	3	2	1	2	2	18	2,0
29	2	2	3	4	2	1	2	2	2	20	2,2
30	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2
31	1	2	3	2	2	2	1	2	3	18	2,0
32	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1
33	2	3	4	3	2	3	2	3	3	25	2,8
34	2	3	3	1	3	2	2	3	3	22	2,4
35	3	4	4	4	4	3	1	3	3	29	3,2
36	1	2	3	2	3	2	1	2	2	18	2,0
37	2	2	3	4	2	1	2	2	2	20	2,2
38	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2
39	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2
40	1	2	3	2	2	2	1	2	3	18	2,0
<b>TRATAMIENTO</b>	76	108	132	100	108	100	70	92	114	<b>900</b>	
<b>PROMEDIO</b>	1,9	2,7	3,3	2,5	2,7	2,5	1,75	2,3	2,85		

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianzas	F tabla
SCTr	72,2	8	9,025	23,4172	1,968
SCBloques	61,5555	39	1,5783	4,0953	1,438
SCR	120,2444	312	0,3853		
<b>SCT</b>	<b>254</b>	<b>359</b>			

**CONCLUSIÓN:** Se rechaza la hipótesis nula, a un nivel de significancia de 0,05%, ya que el F calculado es mayor que el F de tablas, lo que significa que si hay diferencia por lo menos de dos tratamientos

Prueba de tukey para el olor de la harina

$$Tukey = q_{\alpha; r_{max}; GLE}^{117} * \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

✓ Valor de q = 5,01

✓ **TUKEY CALCULADO = 1,047**

	T7	T1	T8	T4	T6	T2	T5	T9	T3	
	1,75	1,9	2,3	2,5	2,5	2,7	2,7	2,85	3,3	
T7	1,75	0	0,15	0,55	0,75	0,75	0,95	0,95	1,1	1,55
T1	1,9		0	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,95	1,4
T8	2,3			0	0,2	0,2	0,4	0,4	0,55	1
T4	2,5				0	0	0,2	0,2	0,35	0,8
T6	2,5					0	0,2	0,2	0,35	0,8
T2	2,7						0	0	0,15	0,6
T5	2,7							0	0,15	0,6
T9	2,85								0	0,45
T3	3,3									0

**CONCLUSIÓN:** Se determina que existe diferencia entre los tratamientos que muestran un valor superior al de Tukey calculado, existiendo diferencia entre el T7 con los T9, T3 y el T1 con el T3 por apreciación de los catadores. El mejor tratamiento corresponde al T3, ya que presenta una media mayor por lo que fue el más aceptado por parte de los catadores.

✓ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL COLOR**

**HIPÓTESIS**

**Ho:**  $\alpha_j = 0$

**H1:** Al menos dos tratamientos son diferentes

**Tabla D2:** Datos y valores promedios para el color de la harina de orito

<b>Catadores</b>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	<b>BLOQUES PROMED</b>
------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----------------------

												<b>IO</b>
1	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2	
2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	20	2,2	
3	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1	
4	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4	
5	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4	
6	2	2	3	2	2	2	3	2	3	21	2,3	
7	3	4	4	4	4	3	2	3	3	30	3,3	
8	2	3	3	2	3	4	2	3	4	26	2,9	
9	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1	
10	2	3	4	3	2	3	2	3	3	25	2,8	
11	2	3	3	1	3	2	2	3	3	22	2,4	
12	3	4	4	4	4	3	2	3	3	30	3,3	
13	2	2	3	2	3	2	2	2	2	20	2,2	
14	2	2	3	4	2	2	2	2	2	21	2,3	
15	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2	
16	2	2	3	2	2	2	2	2	3	20	2,2	
17	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1	
18	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4	
19	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4	
20	2	2	3	2	2	2	3	2	3	21	2,3	
21	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2	
22	2	2	3	2	2	2	2	2	3	20	2,2	
23	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1	
24	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4	
25	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4	
26	2	2	3	2	2	2	3	2	3	21	2,3	
27	3	4	4	4	4	3	2	3	3	30	3,3	
28	2	3	3	2	3	4	2	3	4	26	2,9	
29	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1	
30	2	3	4	3	2	3	2	3	3	25	2,8	
31	2	3	3	1	3	2	2	3	3	22	2,4	
32	3	4	4	4	4	3	2	3	3	30	3,3	
33	2	2	3	2	3	2	2	2	2	20	2,2	
34	2	2	3	4	2	2	2	2	2	21	2,3	
35	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2	
36	2	2	3	2	2	2	2	2	3	20	2,2	
37	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1	

<b>38</b>	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4
<b>39</b>	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4
<b>40</b>	2	2	3	2	2	2	3	2	3	21	2,3
<b>TRATAMIENTO</b>	84	112	132	98	106	102	90	94	118	936	
<b>PROMEDIO</b>	2,1	2,8	3,3	2,45	2,65	2,55	2,25	2,35	2,95		

Fuente de variación	suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	F tabla
SCTr	44,6	8	5,575	20,8561151	1,968
SCBLOQUES	54,4	39	1,39487179	5,21822542	1,438
SCR	83,4	312	0,26730769		
<b>SCT</b>	<b>182,4</b>	<b>359</b>			

**CONCLUSIÓN:** Se rechaza la hipótesis nula, a un nivel de significancia de 0,05%, ya que el F calculado es mayor que el F de tablas, lo que significa que si hay diferencia por lo menos de dos tratamientos

Prueba de tukey para el color de la harina

$$Tukey = q_{\alpha; r_{max}; GLE} * \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

- ✓ Valor de q = 5,01
- ✓ **TUKEY CALCULADO = 0,872**



	T1	T7	T8	T4	T6	T5	T2	T9	T3	
	2,1	2,25	2,35	2,45	2,55	2,65	2,8	2,95	3,3	
T1	2,1	0	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,7	0,85	1,2
T7	2,25		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,55	0,7	1,05
T8	2,35			0	0,1	0,2	0,3	0,45	0,6	0,95
T4	2,45				0	0,1	0,2	0,35	0,5	0,85
T6	2,55					0	0,1	0,25	0,4	0,75
T5	2,65						0	0,15	0,3	0,65
T2	2,8							0	0,15	0,5
T9	2,95								0	0,35
T3	3,3									0

**CONCLUSIÓN:** Existe diferencia entre los tratamientos que muestran un valor superior al de Tukey calculado, existiendo diferencia entre el T3 con los T1, T7, T8 por apreciación de los catadores. El mejor tratamiento corresponde al T3, ya que presenta una media mayor por lo que fue el más aceptado por parte de los catadores.

### ✓ ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL SABOR

#### HIPÓTESIS

**H<sub>0</sub>:**  $\alpha_j = 0$

**H<sub>1</sub>:** Al menos dos tratamientos son diferentes

**Tabla D3:** Datos y valores promedios del sabor de la harina de orito

Catadores	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	BLOQUES	PROME
											DIO
1	3	4	4	3	3	3	3	3	3	29	3,2
2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	28	3,1
3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	30	3,3
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	3,0
5	3	3	3	2	3	3	3	3	3	26	2,9
6	3	3	3	3	3	4	3	3	4	29	3,2
7	3	4	4	4	4	3	3	3	3	31	3,4
8	3	3	3	3	3	4	3	3	4	29	3,2
9	3	3	4	3	4	4	3	3	3	30	3,3
10	3	3	4	3	3	3	3	3	3	28	3,1
11	3	3	3	1	3	3	3	3	3	25	2,8
12	3	4	4	4	4	3	3	3	3	31	3,4
13	3	3	3	3	3	3	3	3	4	28	3,1
14	3	3	3	4	3	3	3	3	4	29	3,2
15	3	3	3	3	3	3	3	4	3	28	3,1
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	3,0
17	3	3	4	3	4	4	3	3	3	30	3,3
18	4	3	3	3	3	3	3	3	3	28	3,1
19	3	3	3	4	3	4	3	3	3	29	3,2
20	4	3	3	3	3	4	3	3	3	29	3,2
21	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2
22	2	2	3	2	2	2	2	2	3	20	2,2
23	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1
24	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4
25	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4
26	2	2	3	2	2	2	3	2	3	21	2,3
27	3	4	4	4	4	3	2	3	3	30	3,3
28	2	3	3	2	3	4	2	3	4	26	2,9
29	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1
30	2	3	4	3	2	3	2	3	3	25	2,8
31	2	3	3	1	3	2	2	3	3	22	2,4
32	3	4	4	4	4	3	2	3	3	30	3,3

<b>33</b>	2	2	3	2	3	2	2	2	2	20	2,2
<b>34</b>	2	2	3	4	2	2	2	2	2	21	2,3
<b>35</b>	2	3	3	2	2	2	2	1	3	20	2,2
<b>36</b>	2	2	3	2	2	2	2	2	3	20	2,2
<b>37</b>	2	3	4	3	4	4	3	2	3	28	3,1
<b>38</b>	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4
<b>39</b>	2	3	3	2	2	2	2	3	3	22	2,4
<b>40</b>	2	2	3	2	2	2	3	2	3	21	2,3
<b>TRATAMIENTO</b>	104	119	134	110	118	118	105	108	123	1039	
<b>PROMEDIO</b>	2,6	2,975	3,35	2,75	2,95	2,95	2,625	2,7	3,075		

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	F tabla
SCTr	18,8055556	8	2,35069444	9,92967281	1,968
SCBLOQUES	61,6638889	39	1,58112536	6,67890184	1,438
SCR	73,8611111	312	0,23673433		
<b>SCT</b>	<b>154,330556</b>	<b>359</b>			

**CONCLUSIÓN:** Se rechaza la hipótesis nula, a un nivel de significancia de 0,05%, ya que el F calculado es mayor que el F de tablas, lo que significa que si hay diferencia por lo menos de dos tratamientos

Prueba de tukey para el Sabor de la harina

$$Tukey = q_{\alpha; r_{max}; GLE} * \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

✓ Valor de q = 5,01

✓ **TUKEY CALCULADO = 0,812**

<b>T1</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T2</b>	<b>T9</b>	<b>T3</b>
2,6	2,625	2,7	2,75	2,95	2,95	2,975	3,075	3,35

T1	2,6	0	0,025	0,1	0,15	0,35	0,35	0,375	0,475	0,75
T7	2,625		0	0,075	0,125	0,325	0,325	0,35	0,45	0,725
T8	2,7			0	0,05	0,25	0,25	0,275	0,375	0,65
T4	2,75				0	0,2	0,2	0,225	0,325	0,6
T5	2,95					0	0	0,025	0,125	0,4
T6	2,95						0	0,025	0,125	0,4
T2	2,975							0	0,1	0,375
T9	3,075								0	0,275
T3	3,35									0

**CONCLUSIÓN:** No existe diferencia entre los tratamientos por apreciación de los catadores. El mejor tratamiento corresponde al T3, ya que presenta una media mayor por lo que fue el más aceptado por parte de los catadores.

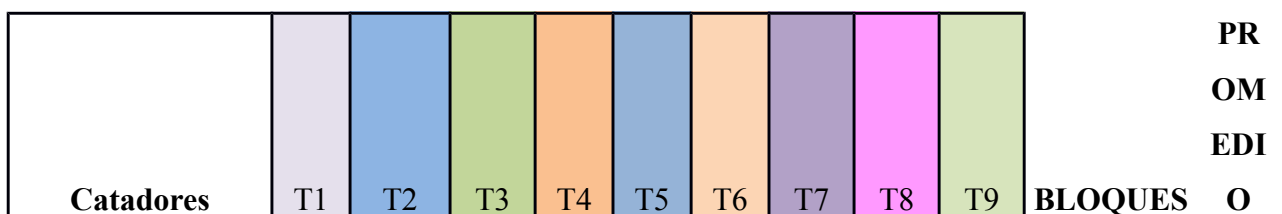
✓ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA CONSISTENCIA**

**HIPÓTESIS**

**Ho:**  $\alpha_j = 0$

**H1:** Al menos dos tratamientos son diferentes

**Tabla D4:** Datos y valores promedios de la consistencia de la harina de orito



1	3	4	3	3	3	3	3	3	3	28	3,1
2	3	3	4	3	3	3	3	3	4	29	3,2
3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	31	3,4
4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	30	3,3
5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	29	3,2
6	3	3	3	3	3	4	3	4	3	29	3,2
7	3	4	4	4	4	3	4	3	4	33	3,7
8	3	3	5	3	3	4	3	5	4	33	3,7
9	3	3	4	3	4	4	3	3	3	30	3,3
10	3	3	4	3	3	3	3	5	5	32	3,6
11	3	3	3	4	3	3	3	3	3	28	3,1
12	3	4	4	4	4	3	4	4	3	33	3,7
13	3	3	3	3	3	5	3	3	4	30	3,3
14	3	4	5	4	4	3	3	4	4	34	3,8
15	3	3	3	3	3	3	3	4	3	28	3,1
16	3	3	5	3	3	3	4	3	3	30	3,3
17	3	4	4	3	4	4	3	3	5	33	3,7
18	4	3	4	3	3	3	4	3	3	30	3,3
19	3	4	5	4	3	5	3	3	4	34	3,8
20	4	3	3	3	3	4	3	3	3	29	3,2
21	3	4	4	3	3	3	3	3	3	29	3,2
22	3	3	5	3	3	3	3	3	4	30	3,3
23	3	3	4	3	4	4	3	4	3	31	3,4
24	3	5	3	4	3	3	4	3	3	31	3,4
25	3	4	3	3	3	3	3	3	4	29	3,2
26	3	3	3	3	3	4	3	4	3	29	3,2
27	3	4	4	4	4	3	4	3	4	33	3,7
28	3	3	5	3	3	4	3	5	4	33	3,7
29	3	3	4	3	4	4	3	3	3	30	3,3
30	3	3	4	3	3	3	3	5	5	32	3,6
31	3	3	3	4	3	3	3	3	3	28	3,1
32	3	4	4	4	4	3	4	4	3	33	3,7
33	3	3	3	3	3	5	3	3	4	30	3,3
34	3	4	5	4	4	3	3	4	4	34	3,8
35	3	3	3	3	3	3	3	4	3	28	3,1
36	3	3	5	3	3	3	4	3	3	30	3,3
37	3	4	4	3	4	4	3	3	5	33	3,7

<b>38</b>	4	3	4	3	3	3	4	3	3	30	3,3
<b>39</b>	3	4	5	4	3	5	3	3	4	34	3,8
<b>40</b>	4	3	3	3	3	4	3	3	3	29	3,2
<b>TRATAMIENTO</b>	124	137	154	132	132	140	130	138	142	<b>1229</b>	
<b>PROMEDIO</b>	3,1	3,425	3,85	3,3	3,3	3,5	3,25	3,45	3,55		

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Razón de varianza</b>	<b>F tabla</b>
SCTr	14,7555556	8	1,8444	5,7855	1,968
SCBLOQUES	17,1083333	39	0,4386	1,3760	1,438
SCR	99,4666667	312	0,3188		
<b>SCT</b>	<b>131,330556</b>	<b>359</b>			

**CONCLUSIÓN:** Se rechaza la hipótesis nula, a un nivel de significancia de 0,05%, ya que el F calculado es mayor que el F de tablas, lo que significa que si hay diferencia por lo menos de dos tratamientos

Prueba de tukey para el Sabor de la harina

$$Tukey = q_{\alpha; r_{max}; GLE} * \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

✓ Valor de q = 5,01

✓ **TUKEY CALCULADO = 0,942**

	<b>T1</b>	<b>T7</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T8</b>	<b>T6</b>	<b>T9</b>	<b>T3</b>	
	<b>3,1</b>	<b>3,25</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,425</b>	<b>3,45</b>	<b>3,5</b>	<b>3,55</b>	<b>3,85</b>	
<b>T1</b>	<b>3,1</b>	0	0,15	0,2	0,2	0,325	0,35	0,4	0,45	0,75
<b>T7</b>	<b>3,25</b>		0	0,05	0,05	0,175	0,2	0,25	0,3	0,6
<b>T4</b>	<b>3,3</b>			0	0	0,125	0,15	0,2	0,25	0,55
<b>T5</b>	<b>3,3</b>				0	0,125	0,15	0,2	0,25	0,55
<b>T2</b>	<b>3,425</b>					0	0,025	0,075	0,125	0,425
<b>T8</b>	<b>3,45</b>						0	0,05	0,1	0,4
<b>T6</b>	<b>3,5</b>							0	0,05	0,35
<b>T9</b>	<b>3,55</b>								0	0,3
<b>T3</b>	<b>3,85</b>									0

**CONCLUSIÓN:** No existe diferencia entre los tratamientos por apreciación de los catadores. El mejor tratamiento corresponde al T3, ya que presenta una media mayor por lo que fue el más aceptado por parte de los catadores.

✓ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA ACEPTABILIDAD**

## HIPÓTESIS

**Ho:**  $\alpha_j = 0$

**H1:** Al menos dos tratamientos son diferentes

**Tabla D5:** Datos y valores promedios de la aceptabilidad de la harina de orito

Catadores	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	BLOQUES	PR O M E D IO
1	3	4	4	3	3	3	3	3	3	29	3,2
2	3	3	5	3	3	3	3	3	4	30	3,3
3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	31	3,4
4	3	5	3	4	3	3	4	3	3	31	3,4
5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	29	3,2
6	3	3	3	3	3	4	3	4	3	29	3,2
7	3	4	4	4	4	3	4	3	4	33	3,7
8	3	3	5	3	3	4	3	5	4	33	3,7
9	3	3	4	3	4	4	3	3	3	30	3,3
10	3	3	4	3	3	3	3	5	5	32	3,6
11	3	3	3	4	3	3	3	3	3	28	3,1
12	3	4	4	4	4	3	4	4	3	33	3,7
13	3	3	3	3	3	5	3	3	4	30	3,3
14	3	4	5	4	4	3	3	4	4	34	3,8
15	3	3	3	3	3	3	3	4	3	28	3,1
16	3	3	5	3	3	3	4	3	3	30	3,3
17	3	4	4	3	4	4	3	3	5	33	3,7
18	4	3	4	3	3	3	4	3	3	30	3,3



19	3	4	5	4	3	5	3	3	4	34	3,8
20	4	3	3	3	3	4	3	3	3	29	3,2
21	3	4	4	3	3	3	3	3	3	29	3,2
22	3	3	5	3	3	3	3	3	4	30	3,3
23	3	3	4	3	4	4	3	4	3	31	3,4
24	3	5	3	4	3	3	4	3	3	31	3,4
25	3	4	3	3	3	3	3	3	4	29	3,2
26	3	3	3	3	3	4	3	4	3	29	3,2
27	3	4	4	4	4	3	4	3	4	33	3,7
28	3	3	5	3	3	4	3	5	4	33	3,7
29	3	3	4	3	4	4	3	3	3	30	3,3
30	3	3	4	3	3	3	3	5	5	32	3,6
31	3	3	3	4	3	3	3	3	3	28	3,1
32	3	4	4	4	4	3	4	4	3	33	3,7
33	3	3	4	3	3	5	3	3	4	31	3,4
34	3	4	5	4	4	3	3	4	4	34	3,8
35	3	3	3	3	3	3	3	4	3	28	3,1
36	3	3	5	3	3	3	4	3	3	30	3,3
37	3	4	5	3	4	4	3	3	5	34	3,8
38	4	3	4	3	3	3	4	3	3	30	3,3
39	3	4	5	4	3	5	3	3	4	34	3,8
40	4	3	5	3	3	4	3	3	3	31	3,4
<b>TRATAMIENTO</b>	124	138	160	132	132	140	130	138	142	<b>1236</b>	
<b>PROMEDIO</b>	3,1	3,45	4	3,3	3,3	3,5	3,25	3,45	3,55		

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	F tabla
SCTr	20,8	8	2,6	7,86046512	1,968
SCBLOQUES	16,4	39	0,42051282	1,27131783	1,438
SCR	103,2	312	0,33076923		
<b>SCT</b>	<b>140,4</b>	<b>359</b>			

**CONCLUSIÓN:** Se rechaza la hipótesis nula, a un nivel de significancia de 0,05%, ya que el F calculado es mayor que el F de tablas, lo que significa que si hay diferencia por lo menos de dos tratamientos

Prueba de tukey para el Sabor de la harina

$$Tukey = q_{\alpha; r_{max}; GLE} * \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

- ✓ Valor de q = 5,01
- ✓ **TUKEY CALCULADO = 0,960**

	T1	T7	T4	T5	T2	T8	T6	T9	T3	
	3,1	3,25	3,3	3,3	3,45	3,45	3,5	3,55	4	
T1	3,1	0	0,15	0,2	0,2	0,35	0,35	0,4	0,45	0,9
T7	3,25		0	0,05	0,05	0,2	0,2	0,25	0,3	0,75
T4	3,3			0	0,15	0,15	0,2	0,25	0,25	0,7
T5	3,3				0	0,15	0,15	0,2	0,25	0,7
T2	3,45					0	0	0,05	0,1	0,55
T8	3,45						0	0,05	0,1	0,55
T6	3,5							0	0,05	0,5
T9	3,55								0	0,45
T3	4									0

**CONCLUSIÓN:** No existe diferencia significativa entre los tratamientos por apreciación de los catadores. El mejor tratamiento corresponde al T3, ya que presenta una media mayor por lo que fue el más aceptado por parte de los catadores.

## ANEXO E

### ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MEJOR TRATAMIENTO

**Estimación del costo de producción de la harina de orito (60° C y ácido cítrico) a nivel de laboratorio**

**Tabla E 1:** Materiales directos e indirectos para la elaboración de 10 kg de harina de orito

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
Orito	Cabeza	4	2,50	10,00
Ácido cítrico	Gramos	25	7,00	7,00
Fundas plásticas	Unidad	10	0,15	1,50
Etiquetas	Unidades	10	0,25	2,50
Sub-Total				21,00

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla E 2:** Equipos y Utensilios

<b>Equipo</b>	<b>Costo \$</b>	<b>Vida útil años</b>	<b>Costo anual</b>	<b>Costo día</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Costo uso \$</b>
Balanza de 2kg	266,00	10	26,60	0,1064	0,01333	1	0,0133
Mesas	400,00	5	80	0,32	0,04	4	0,16
Túnel de secado	30000,00	25	1200	82,19	3,42	8	27,39
Utensilios varios	113,80	5	22,76	0,091	0,0114	4	0,0456
Sub total							27,61

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla E 3:** Suministros

<b>Servicio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Consumo</b>	<b>Valor unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
Agua	m <sup>3</sup>	4,00	0,89	3,56
Luz	Kw-h	15,00	0,10	1,5
Sub- Total				5,06

**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Tabla E 4: Personal**

Personal	Sueldo	Costo día \$	Costo hora \$	Horas utilizadas	Total \$
1	330	16,50	2,0625	8	16,50
Sub total					16,50

**Elaborado por:** Adriana Valencia

\*incluye remuneraciones mas cargas sociales

**Tabla E 5: Costos de producción de 10 kg de harina de orito**

Rubros	Valor \$
1. Materiales directos e indirectos	21,00
2. Equipos y utensilios	27,61
3. Suministros	5,06
4. Personal	16,50
TOTAL \$	70,70
Costo de producción unitario (1 kg)	0,70

**Elaborado por:** Adriana Valencia

## **ANEXO F**

### **FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO**

**Gráfico F1: Planta de Orito**



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F2:** Transporte y recepción de los oritos



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Gráfico F3:** Selección de los oritos para el secado



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Gráfico F4:** Proceso de lavado de los oritos seleccionados



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F5:** Proceso de pelado manual de los oritos



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F6:** Proceso de cortado e inmersión en la solución de ácido cítrico



**Elaborado por:** Adriana Valencia



**Grafico F7:** Proceso de cortado e inmersión en la solución de ácido ascórbico



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F8:** Proceso de cortado e inmersión en la solución de ac. Cítrico- ac. Ascórbico



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F9:** Escurrido y colocado en las bandejas para el secado



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F10:** Secado de las bandejas con los oritos



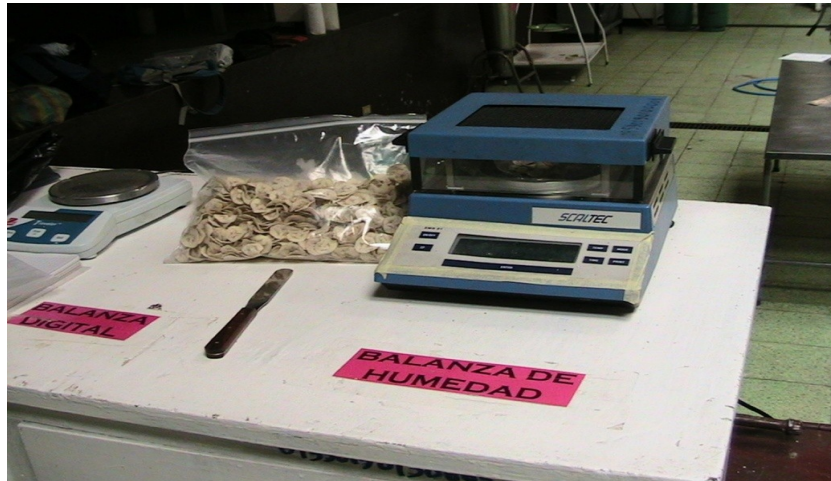
**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F11:** Oritos luego del proceso de secado



**Elaborado por:** Adriana Valencia

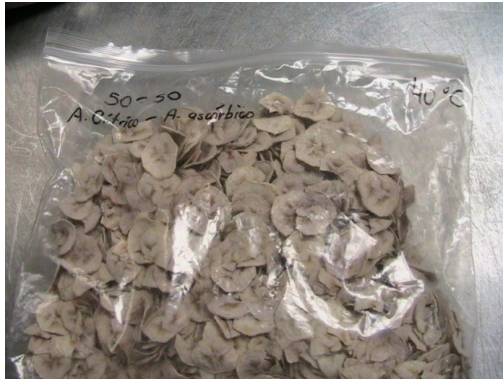
**Grafico F12:** Medición de la humedad de las muestras de orito



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F12:** Enfundado de los oritos secos para la molienda





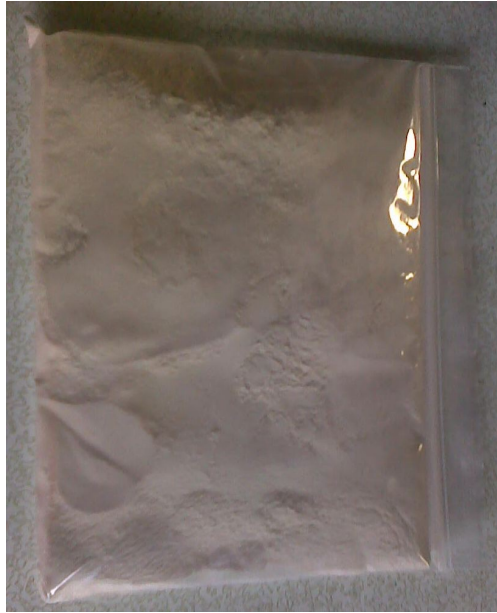
**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F13:** Molienda de los oritos secos



**Elaborado por:** Adriana Valencia

**Grafico F14:** HARINA DE ORITO



**Elaborado por:** Adriana Valencia