



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS.**

**“INCORPORACION DE LA HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*)  
COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACION DE  
UNA BEBIDA LACTEA FUNCIONAL”.**

**TESIS DE GRADO.**

**Previa a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS.**

**AUTOR:**

**TABITA CECILIA CAJILIMA ARCOS.**

**Riobamba – Ecuador.**

**2014.**

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Manuel Enrique Almeida Guzmán.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Jesús Ramón López Salazar.  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

Dra. M.C. Sonia Elisa Peñafiel Acosta.  
**ASESORA DE TESIS**

Riobamba, 13 Marzo del 2014.

## **AGRADECIMIENTO.**

A Dios, por derramar bendiciones en mi ser,  
por darme acierto para empezar mi camino,  
dirección para progresar y  
perfección para alcanzar mis ideales.

A mis padres y hermano, por que gracias a su cariño,  
guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos de mi vida,  
éste es el fruto de su inmenso amor y confianza que en mi han depositado,  
y por los que he logrado terminar mis estudios profesionales,  
que constituyen el legado mas grande que pudiera recibir  
y por lo cual les viviré eternamente agradecida.

A mis amigos y profesores que con su apoyo,  
conocimientos y experiencia, contribuyeron en lograr este sueño.  
Un agradecimiento especial a Iván, tu me diste la fuerza para seguir adelante y,  
gracias a tu apoyo constante he logrado culminar esta etapa de mi vida.

TABITA...

## DEDICATORIA.

A mi hijo.

Que siempre ha sido y será el motor de mi vida,  
ese amor incondicional que alegra mi ser,  
la razón por la cual me despierto cada día,  
y no importa cuan grandes sean las adversidades,  
no hay nada que alegre mas mi corazón, que el escucharte decir...  
te quiero mamita....

TABITA...

## CONTENIDO.

	<b>Pág.</b>
Resumen.	v
Abstract.	vi
Lista de Cuadros.	vii
Lista de Gráficos.	viii
Lista de Anexos.	ix
<b>I. <u>INTRODUCCION.</u></b>	<b>1</b>
<b>II. <u>REVISION DE LITERATURA.</u></b>	<b>3</b>
<b>A. LA PAPA CHINA.</b>	<b>3</b>
1. <u>Generalidades.</u>	3
a. Cultivo y Aplicaciones.	3
b. Taxonomía.	4
c. Usos en Alimentación y Nutrición.	4
d. Distribución Geográfica.	5
e. Necesidades e Investigación.	5
f. Origen.	5
g. Ecología y Adaptación.	6
2. <u>La Planta y su cultivo.</u>	6
a. Métodos de Propagación.	6
b. Prácticas Culturales y Producción.	6
c. Cosecha y Postcosecha.	7
3. <u>Utilización y Comercialización.</u>	7
a. Formas de Utilización.	7
b. Aspecto de Agroindustrialización.	7
c. Importancia Económica y Comercialización.	8
<b>B. HARINA DE PAPA CHINA.</b>	<b>8</b>
<b>C. BEBIDA FUNCIONAL.</b>	<b>10</b>
1. <u>Que es un Alimento Funcional.</u>	11
a. Sus Funciones.	11
b. Estrategias de la Industria Alimenticia.	11
c. Que es un Prebiótico.	12
d. Que son los Probióticos.	12

2. <u>Otros Ingredientes Funcionales.</u>	13
3. <u>Alimentos funcionales naturales: "Los Súper Alimentos".</u>	14
<b>III. <u>MATERIALES Y METODOS.</u></b>	16
<b>A. LOCALIZACION Y DURACION DEL EXPERIMENTO.</b>	16
<b>B. UNIDADES EXPERIMENTALES.</b>	17
<b>C. MATERIALES EQUIOS E INSTALACIONES.</b>	17
1. <u>Instalaciones.</u>	17
2. <u>Para la Elaboración de la Bebida Láctea Funcional.</u>	18
3. <u>Para los Análisis del Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología</u>	18
a. Equipos y Materiales.	18
b. Reactivos.	20
4. <u>Para los Análisis en el Laboratorio de Microbiología.</u>	21
a. Equipos y Materiales.	21
b. Reactivos.	21
<b>D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL.</b>	22
<b>E. MEDICIONES EXPERIMENTALES.</b>	22
1. <u>Análisis Organoléptico de la Harina de Papa China.</u>	22
2. <u>Análisis Microbiológico de la Harina de Papa China.</u>	23
3. <u>Análisis Físico-Químico de la Harina de Papa China.</u>	23
4. <u>Análisis Organoléptico de la Bebida Láctea Funcional.</u>	23
5. <u>Análisis Microbiológico de la Bebida Láctea Funcional.</u>	23
6. <u>Análisis Bromatológico de la Bebida Láctea Funcional.</u>	24
<b>F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA.</b>	24
<b>G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.</b>	25
1. <u>Para la Elaboración de la Harina de Papa China.</u>	25
2. <u>Para la Elaboración de la Bebida Láctea Funcional.</u>	25
3. <u>Para los Análisis Bromatológicos de la Harina de la Papa China y la Bebida Láctea Funcional.</u>	25
4. <u>Para los Análisis Microbiológicos de la Harina de Papa China v la Bebida Láctea Funcional.</u>	26
5. <u>Para los Análisis Organoléptico de la Harina de Papa China China v la Bebida Láctea Funcional.</u>	26

<b>H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.</b>	26
1. <u>Para la Elaboración de la Harina de Papa China.</u>	26
a. Obtención, Selección y Lavado de la Papa China.	26
b. Pelado, Pesaje y Rallado de la Papa China.	26
c. Secado de la Papa China.	27
d. Molido de la Papa China Deshidratada.	27
e. Almacenamiento de la Harina de Papa China.	27
2. <u>Para la Elaboración de la Bebida Láctea Funcional.</u>	27
a. Esterilización de Equipos y Materiales.	27
b. Formulación y Pesaje de los Ingredientes.	27
c. Elaboración de la Bebida Láctea Funcional.	29
3. <u>Para los Análisis Bromatológicos de la Harina de la Papa China y la Bebida Láctea Funcional.</u>	30
a. Determinación de Proteína.	30
b. Determinación de Humedad.	32
c. Determinación de Cenizas.	33
d. Determinación de Materia Orgánica.	35
e. Determinación de Materia Seca.	36
f. Determinación de Fibra.	37
g. Determinación de Extracto Etéreo.	39
h. Determinación de Fosforo.	40
i. Determinación de Calcio.	43
j. Determinación de pH.	45
k. Determinación de Densidad.	46
l. Determinación de Azúcares Totales.	46
4. <u>Para los Análisis Microbiológicos de la Harina de Papa China y la Bebida Láctea Funcional.</u>	48
a. Determinación de Coliformes Totales.	48
b. Determinación de Aerobios Totales.	49
c. Determinación de Mohos y Levaduras.	49
5. <u>Para el Análisis Organoléptico de la Harina de Papa China y la Bebida Láctea Funcional.</u>	50
a. Evaluación Organoléptica de la Harina de Papa China.	50

	b. Evaluación Organoléptica de la Bebida Láctea Funcional.	50
<b>IV.</b>	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</u></b>	51
	<b>A. ANALISIS BROMATOLOGICO.</b>	51
	1. <u>Proteína (%)</u> .	51
	2. <u>Humedad (%)</u> .	51
	3. <u>Cenizas (%)</u> .	52
	4. <u>Materia Orgánica (%)</u> .	52
	5. <u>Materia Seca (%)</u> .	55
	6. <u>Fibra (%)</u> .	55
	7. <u>Extracto Etéreo (%)</u> .	57
	8. <u>Fosforo (%)</u> .	57
	9. <u>Calcio (%)</u> .	58
	10. <u>Azúcares Totales (%)</u> .	58
	<b>B. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO.</b>	60
	1. <u>pH (%)</u> .	62
	2. <u>Densidad (g/ml)</u> .	62
	<b>C. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.</b>	65
	1 <u>Coliformes Totales UFC/ml</u> .	65
	2. <u>Aerobios Totales UFC/ml</u> .	65
	3. <u>Mohos UFC/ml</u> .	65
	4. <u>Levaduras UFC/ml</u> .	65
	<b>D. ANALISIS ORGANOLEPTICO.</b>	67
	1. <u>Color</u> .	67
	2. <u>Olor</u> .	67
	3. <u>Sabor</u> .	69
	4. <u>Aspecto</u> .	69
<b>V.</b>	<b><u>CONCLUSIONES.</u></b>	72
<b>VI.</b>	<b><u>RECOMENDACIONES.</u></b>	73
<b>VII.</b>	<b><u>BIBLIOGRAFIA.</u></b>	74
	<b>ANEXOS.</b>	77



## RESUMEN

La elaboración de bebidas funcionales constituye un sector sustancial de la industria alimentaria, todas estas bebidas se elaboran con harinas tradicionales que son materia prima de importación cara. Es por eso que el propósito de ésta investigación es constituirse en una alternativa, incorporando la harina de (*Colocasia esculenta*) en la elaboración de una bebida láctea funcional, para lo cual se evaluaron tres niveles (10%, 20%, 30%). Se elaboró 180 litros de bebida láctea funcional, distribuidas en 60 litros por cada replica y con un tamaño de unidad experimental de 5 litros. Al incorporar harina de papa china en la bebida láctea se observó que tanto la proteína, calcio, fibra y ceniza se incrementan ligeramente, a medida que van subiendo los niveles de la harina de papa china, siendo el 30% el nivel que representa los valores más altos. Al analizar los resultados organolépticos, podemos decir que los valores más altos se obtuvieron en el nivel del 20%, obteniendo los siguientes valores: color 23.5, olor 32.7, sabor 21.3 y aspecto 20.8. Los análisis microbiológicos reportaron ausencia de coliformes, lo que garantiza que la bebida láctea funcional es apta para el consumo humano, además la carga microbiana en cuanto a mohos, levaduras y aerobios totales, está por debajo del límite permitido para las bebidas lácteas (NTE INEN 2564:2011).

## ABSTRACT

The development of functional beverages constitutes a substantial sector of the food industry, all of these beverages are made with traditional flours are expensive raw material import. That's why the purpose of this research is to construct an alternative, incorporating flour (*Colocasia esculenta*) in the development of a functional milk drink, for which three levels (10 %, 20 %, 30 %) were evaluated. 180 liters of milk drink functional distributed in 60 liters for each replica and with a size of experimental unit 5 liters was prepared. By incorporating flour (*Colocasia esculenta*) in the milk beverage was observed that protein, calcium, fiber and ash increased slightly, as you go up the levels, with the 30 % level represents the highest values . In analyzing the organoleptic results, we can say that the highest values were obtained at the 20% level, with the following values: color 23.5, smell 32.7, taste 21.3, and appearance 20.8. Microbiological analyzes reported absence of coliforms, which ensures that the functional milk drink is suitable for human consumption, as well as the microbial load to molds, yeasts and total aerobic , is below the permissible limit for milk drinks ( NTE INEN 2564:2011).

**LISTA DE CUADROS**

<b>Nº</b>		<b>Pág.</b>
1.	CLASIFICACIÓN CIENTIFICA DE LA PAPA CHINA.	4
2.	CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LA HARINA DE PAPA CHINA.	9
3.	CONDICIONES METEREOLÓGICAS DEL CANTÓN MERA.	17
4.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	22
5.	ESQUEMA DE EXPERIMENTO.	24
6.	FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL EN EL NIVEL 10% DE HARINA DE PAPA CHINA.	28
7.	FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL EN EL NIVEL 20% DE HARINA DE PAPA CHINA.	28
8.	FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL EN EL NIVEL 30% DE HARINA DE PAPA CHINA.	28
9.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.	53
10.	ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.	63
11.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL (UFC/ml).	66
12.	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.	68

## LISTA DE GRAFICOS

<b>Nº</b>	<b>Pág.</b>
1. Diagrama de flujo de la elaboración de la Bebida Láctea Funcional.	29
2. Línea de regresión del porcentaje de Humedad, en la Incorporación de Harina de papa china ( <i>Colocasia esculenta</i> ), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.	54
3. Línea de regresión del porcentaje de Ceniza, en la Incorporación de Harina de papa china( <i>Colocasia esculenta</i> ), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.	56
4. Línea de regresión del porcentaje de Extracto Etéreo, en la Incorporación de Harina depapachina( <i>Colocasia esculenta</i> ), en la elaboración de una BebidaLáctea Funcional.	59
5. Línea de regresión del Calcio, en la Incorporación de Harina de papa china( <i>Colocasia esculenta</i> ), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.	61
6. Línea de regresión de la Densidad, en la Incorporación de harina de papa china( <i>Colocasia esculenta</i> ), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.	65
7. Línea de regresión del porcentaje del Sabor, en la Incorporación de Harina de papa china ( <i>Colocasia esculenta</i> ), en la elaboración de una Bebida LácteaFuncional.	70
8. Línea deregresión del porcentaje del Aspecto, en la Incorporación de Harina de papa china ( <i>Colocasia esculenta</i> ), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.	71

## LISTA DE ANEXOS

Nº

1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL COLOR % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
2. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL OLOR % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
3. ANALISIS ESTADISTICOS DEL SABOR% EN LA INCORPORACION DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACION DE UNA BEBIDA LACTEA FUNCIONAL.
4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL ASPECTO % EN LA INCORPORACION DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE COLIFORMES TOTALES UFC/ml EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE AEROBIOS TOTALES UFC/ml EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MOHOS UFC/ml EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LEVADURAS UFC/ml EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*),

COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

9. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE HUMEDAD % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
10. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE CENIZAS % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE D COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACION DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
11. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE EXTRACTO ETEREO % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
12. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE FIBRA % EN LA INCORPORACION DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*, COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
13. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE PROTEINA % EN LA INCORPORACION DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
14. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE AZÚCARES TOTALES % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNABEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
15. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MATERIA SECA % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
16. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MATERIA ORGÁNICA % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN

DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

17. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE CALCIO % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
18. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE FOSFORO % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
19. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL pH % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
20. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE DENSIDAD % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
21. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA HARINA DE PAPA CHINA Y DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
22. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA HARINA DE PAPA CHINA Y DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
23. TEST DE VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA HARINA DE PAPA CHINA.
24. TEST DE VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.
25. NORMA INNEN: BEBIDAS LÁCTEAS.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

La región amazónica posee recursos en variedades y cantidades que no son aprovechados totalmente por motivos relacionados principalmente a los hábitos de consumo y la falta de conocimiento en cuanto a las propiedades nutritivas de los mismos. La alternativa está, aparentemente, en una educación alimentaria orientada al consumo y aprovechamiento de los recursos disponibles en la región por lo que es posible la formación de complementos dietéticos basados en productos vegetales, si se tiene en cuenta la diversidad de proteínas que contienen, pues en realidad no todos los cereales tubérculos, raíces y frutos son deficientes en los mismos aminoácidos esenciales, lo que permite la complementación mutua entre ellos, obteniendo productos que siendo de bajo costo, contengan un patrón apropiado de aminoácidos y la concentración apropiada de proteínas.

La elaboración de bebidas funcionales constituye un sector sustancial de la industria alimentaria, siendo uno de sus principales atractivos su variedad de tipos. Todas estas bebidas se elaboran con harinas tradicionales (trigo, avena) y pueden tener añadidas pequeñas cantidades de otras harinas o almidones, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales. Sin embargo, como la elaboración de estas bebidas se ha extendido a países donde la harina de trigo o avena no es muy abundante, o constituye una materia prima de importación cara, es deseable considerar otros materiales que se pueden utilizar en la fabricación de la bebida funcional o productos análogos; razón por la cual es imprescindible partir de las costumbres alimentarias regionales que nos permitan evaluar la elaboración de harinas sucedáneas obtenidas de tubérculos, raíces y frutos, propios de la región amazónica ecuatoriana.

Hoy en día, se le dedica cada vez menos tiempo a la compra y preparación de alimentos, como así también a la inclusión de alimentos variados y a la búsqueda de un equilibrio nutricional debido, fundamentalmente, al vertiginoso ritmo de vida que lleva la mayor parte de las personas. Es por esto que los alimentos funcionales juegan un papel de extrema importancia para



compensar, en muchos casos, la posible existencia de un déficit nutricional. Según el estudio de consumidores realizado por el grupo internacional Mantel, un sorprendente 43% responde que compran alimentos y bebidas funcionales ocasionalmente, y el 56% quisiera saber más sobre sus beneficios.

El término "funcional" es bastante arbitrario pero, en general, describe un alimento o bebida que aporta beneficios de salud o unos efectos fisiológicos deseables, más allá de la nutrición básica. Es por eso que el propósito de ésta investigación es constituirse en una alternativa, utilizando la papa china como materia prima para la elaboración de una bebida láctea funcional y de esta manera avanzar un paso más, de la producción a la industrialización de éste producto, y así no solo contribuir con la implementación de un nuevo alimento nutritivo funcional, sino también con la economía de los productores de papa china de la provincia de Pastaza.

Por tales motivos se plantearon los siguientes objetivos:

- Incorporar la harina de papa china como fuente de componentes bioactivos en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.
- Evaluar el efecto de la incorporación de la harina de la papa china en la preparación de la bebida láctea funcional mediante análisis bromatológico, microbiológico y organoléptico.
- Determinar el nivel óptimo de la harina de papa china (10%, 20%, 30%) en la elaboración de una bebida láctea funcional.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### A. LA PAPA CHINA.

#### 1. Generalidades.

Matthews, P. (2004). La Colocasia esculenta, es una planta tropical que se usa principalmente como vegetal por su tubérculo comestible, y también como legumbre sus flores son raramente comidas. El taro está emparentado con las especies de plantas *Xanthosomay Caladium*, usadas como plantas ornamentales, llamadas a veces oreja de elefante. El taro y las especies *Xanthosomacultivadas* comparten sustancialmente los mismos usos y algunos nombres, incluyendo mafafa, malanga, pituca, chonque, bore, papa china, coco o cocoñame. Como en todas las legumbres, las hojas de taro son ricas en vitaminas y minerales. Son buena fuente de tiamina, riboflavina, hierro, fósforo, y zinc, y un buen recurso de vitamina B6, vitamina C, niacina, potasio, cobre, y manganeso. Los tubérculos son muy altos en almidón, y son buena fuente de fibra dietética, vitamina B6, y manganeso. El ácido oxálico puede estar presente en el taro y especialmente en la hoja, y estos alimentos no pueden ser ingeridos por personas con problemas de riñones, gota o artritis reumática.

El tubérculo se hierva, se cuece, o se corta y se fríe. La variedad pequeña redonda se pela y hierva, se vende a veces congelada, empacada con sus propios líquidos o enlatado. En China, el tubérculo se usa a veces como un ingrediente en el *niangao*, una especie de dulce denso, hecho de harina de arroz, y que se come durante el Año Nuevo

#### a. **Cultivo y Aplicaciones.**

Matthews, P. (2004). La colocasia esculenta y otros miembros del mismo género son cultivados por sus tubérculos comestibles, un alimento típico de almidón en varios lugares del trópico. El tipo de planta que es comestible crece

en el sur del Pacífico donde son comidas como patatas. En Karnataka (India), se utilizan para preparar *patrode*, una comida típica. Crecen a lo largo de todo el año en zonas tropicales y subtropicales. En las regiones templadas, son utilizadas como plantas ornamentales, siendo plantadas en exteriores durante el verano y desenterradas y almacenadas durante el invierno.

Prácticamente, pueden crecer en zonas con cualquier temperatura, siempre y cuando el verano sea cálido. Pueden crecer en el suelo o en grandes macetas.

### b. Taxonomía.

A continuación se detalla la clasificación taxonómica de la papa china (*Colocasia esculenta*), cuadro 1.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PAPA CHINA.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Alismatales
Familia:	Araceae
Subfamilia:	Aroideae
Tribu:	Colocasieae
Género:	Colocasia
Especie:	<i>C. esculenta</i>
<b>Nombre binomial</b> <i>(Colocasia esculenta)</i>	

Fuente: Matthews, P. (2004).

### c. Usos en Alimentación y Nutrición.

Matthews, P. (2004). La composición química y valor nutritivo de las raíces de las dos especies son muy parecidos. Son fuentes de calorías provenientes principalmente de los carbohidratos. Se consumen cocidas en agua como se hace con otros tubérculos, también pueden ser consumidas horneadas o fritas en aceite. Se puede obtener un harina previa cocción y deshidratación.

La raíz es también utilizada como fuente de energía en alimentación animal.

Un uso secundario de las Aráceas es el aprovechamiento de las hojas que se consumen tiernas y cocidas.

#### **d. Distribución Geográfica.**

Matthews, P. (2004). La Colocasia esculenta es originaria de América tropical, fue dispersándose posteriormente al sureste de Asia, las islas del Pacífico y África donde se introdujo en el siglo XIX.

Las plantas crecen bien en altitudes bajas o medianas (950 m) de relativa alta humedad. Los suelos húmedos son adecuados para estos cultivos y crecen mejor con una precipitación pluvial de 140 a 200 mm. Las plantas están bastante bien distribuidas en América tropical y en los trópicos húmedos.

#### **e. Necesidades de Investigación.**

Matthews, P. (2004). Existen muchas variedades de esta planta que difieren en adaptación, rendimiento, características de la planta, tamaño del tubérculo y sabor. Las mejores variedades deben seleccionarse después de crear un banco de germoplasma.

La selección deberá ser hecha en base a rendimiento de tubérculos y a su contenido de almidón. Las características químicas y funcionales del almidón deben ser establecidas para buscar usos específicos. También debe determinarse la utilización de la raíz en sistemas de producción animal.

#### **f. Origen.**

Matthews, P. (2004). Probablemente en el norte de América del Sur, aunque la domesticación pudo producirse en distintos sitios y sobre diferentes materiales genéticos.

### **g. Ecología y Adaptación.**

Matthews, P. (2004). Es una planta nativa del trópico húmedo lluvioso. En su hábitat natural crece en la sombra del bosque, pero en cultivos comerciales se desarrolla a pleno sol. Requiere suelos bien drenados y, aunque no tolera agua permanente, prefiere suelos con buen contenido de humedad. La temperatura media debe ser mayor a 20° C, para un adecuado desarrollo.

## **2. La Planta y su Cultivo.**

### **a. Métodos de Propagación.**

Perdomo, M. (2000). Se propaga utilizando secciones del cormo principal o central, por cormelos o por la corona del cormo superior y 20 a 30 cm. de peciolo, llamado palma o palmillo. Se prefiere utilizar secciones de 100 a 150 g del cormo central, cada una de ellas conteniendo tres a cuatro yemas, que producen rendimientos superiores a los cormelos. La utilización de semilla originada en ápices de tallos cultivados in vitro cuadriplica el rendimiento y aumenta la proporción de cosecha exportable de 40 a 80%, por eliminación del virus de la malanga.

### **b. Prácticas Culturales y Producción.**

Perdomo, M. (2000). La siembra se efectúa en camellones cuando la cosecha será semi mecanizada. Las porciones de cormo se colocan a 6 a 7 cm. de profundidad, 1,3 m entre hileras y 0,4 a 0,5m entre plantas. Siembras muy superficiales, producen numerosos brotes laterales que disminuyen el rendimiento. El follaje desarrolla en los primeros seis meses del trasplante, formando la mayor parte de la planta. Entre los dos a cuatro meses siguientes el follaje permanece constante, pero los tallos aumentan de peso.

La planta tiene buena respuesta a la fertilización. Los aporques son muy importantes ya que de no efectuarse, la planta formará un gran número de

hijuelos en detrimento de la formación de cormos. Este comportamiento se debe a que cada hijuelo proviene del crecimiento de la yema Terminal de un cormo. Los tallos o cormos están listos para cosecharse cuando el follaje empieza a secarse, generalmente, antes que aparezcan las inflorescencias.

El brote central se seca y es reemplazado por brotes secundarios que se originan en yemas laterales del cormo central o apicales de los cormelos. Los rendimientos son variables, dependiendo de la densidad de siembra, especie, variedad, clima, suelo y prácticas culturales. Plantas sembradas aisladamente en buenos suelos pueden rendir 5 Kg. cada una. En general, se puede indicar que plantaciones en monocultivo tienen rendimientos entre 10 y 20 t/ha en condiciones poco intensivas de cultivo y entre 20 y 40 t/ha en plantaciones comerciales intensivas y mecanizadas.

### **c. Cosecha y Postcosecha.**

Perdomo, M. 2000. Los cormelos se empiezan a cosechar de cuatro a seis meses después de la siembra, sin arrancar la planta. Los agricultores mantienen los cormos sin cosechar por dos a tres meses después de la maduración, utilizando el suelo como un medio de almacenaje.

## **3. Utilización y Comercialización.**

### **a. Formas de Utilización.**

Stephens, J. (1994). La parte comestible es el cormo o tallo que es una excelente fuente de carbohidrato, que se consume cocido. Un uso secundario es el de las hojas tiernas, como relleno de carnes o como espinacas, más común que en el taro (*Colocasia esculenta*).

### **b. Aspectos de Agroindustrialización.**

Stephens, J. (1994). Los cormos se comercializan para consumo directo, sin embargo, podría ensayarse la industrialización similar a la del taro en harinas,

"chips", alimentos preparados para niños y otros.

### **c. Importancia Económica y Comercialización.**

Stephens, J. (1994). El mercado en los países amazónicos está principalmente en las poblaciones ubicadas en la región. No obstante, existe potencial para exportar a EE.UU. y otros países desarrollados, como lo hacen Costa Rica y Puerto Rico. Asimismo, existe potencial para industrializar los cormos y comercializar en estos mercados.

## **B. HARINA DE PAPA CHINA.**

Las raíces y tubérculos representan una alternativa para solventar el hambre que cada día se agudiza más en los países tropicales donde tradicionalmente se cultivan y consumen, y para contrarrestar el incremento en la dependencia de cereales importados que cada vez resulta más insostenible en los países subdesarrollados. (FAO. 1998).

Sin embargo con la excepción de la papa y la yuca, las raíces y los tubérculos ha sido poco considerados desde el punto de vista de la alimentación y nutrición (Pino 2003), desconociéndose en algunos casos sus características físicas, su cultivo es artesanal, por lo cual su comercialización tiende a ser rudimentaria, lo que dificulta su ingreso en los canales internacionales de mercadeo y su activo metabolismo son también factores limitativos que generan pérdidas que alcanzan hasta un 30% (FAO. 1993).

La transformación de estos rubros en harinas deshidratadas y la extracción de almidón constituyen una manera de preservar estos tubérculos a objeto de disminuir las pérdidas postcosecha, y mantener una reserva y sistema de comercialización estables, que garanticen el suministro de cultivos en el ámbito nacional durante todo el año. Sin embargo, cada uso como ingredientes en el desarrollo de nuevos productos y la promoción de canales de comercialización, sus propiedades deben estudiarse y caracterizar sus

harinas y almidones, ya que existe muy poca información al respecto.

Asimismo, su utilización como materias primas en la elaboración de productos tradicionales, o en el desarrollo de nuevos productos, es una forma de incentivar la producción y desarrollo de estos tubérculos, no solo para consumo directo, sino también para la industria de alimentos, ofertando una nueva gama de opciones al consumidor. A este respecto la papa china (*Colocasia esculenta*), presenta muchas ventajas, entre ellas: facilidad de producción a bajo costo, poca afectación por parte de competidores bióticos, amplia difusión de diferentes ecosistemas del país, elevados rendimientos, productos estables en condiciones ambientales y un apreciable valor nutricional de sus tubérculos.

Estas características convierte a este cultivo en un rubro al cual se le debería dedicar mayor esfuerzo en la investigación, para incrementar su aprovechamiento agroindustrial, y así alcanzar una mayor jerarquía en la agricultura. Montaldo, A. (2004). El contenido nutricional de la harina de papa china se detalla a continuación en el cuadro 2.

Cuadro 2. CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LA HARINA DE PAPA CHINA.

Humedad (%)	11.04
Proteína (%)	7.37
Grasa (%)	0.88
Carbohidratos Totales (%)	77.46
Fibra cruda (%)	5.19
Ceniza (%)	4.25
Calcio (%)	0.50
Fósforo (%)	0.22
Magnesio (%)	0.04
Almidón (%)	68.50

Fuente: Montaldo, A. (2004)



### **C. BEBIDA FUNCIONAL.**

Gómez, M. (2010). Con el correcto mensaje de marketing y componentes tales como péptidos bioactivos, grasas saludables, fibras prebióticas y extractos botánicos, las compañías lecheras pueden crear nuevos productos basados en la salud, con valor añadido. En el mundo moderno, nunca antes había estado la gente tan centrada en la salud y el bienestar. Los complejos consumidores de hoy están dispuestos a pagar por productos que prometan armonía de cuerpo y alma. Y aquí tenemos excelentes noticias para la industria láctea.

Gracias a los avances tecnológicos, los investigadores han mostrado que algunos componentes específicos de la leche de vaca, así como ingredientes que de hecho ya se añaden a productos lácteos, pueden contribuir a la salud y el bienestar, y también ayudar a los consumidores a sentirse equilibrados y satisfechos. Antioxidantes, antocianinas, calcio, ácido linoleico conjugado, fibra, luteína, fitoesteroles, cultivos probióticos, proteínas, vitaminas, suero, y la lista continúa. Todos estos han demostrado tener efectos positivos específicos sobre el organismo, y los consumidores están empezando a enterarse a través de los medios de comunicación y la comunidad médica. Estos datos presentan una oportunidad de oro, para que los comercializadores de lácteos formulen productos innovadores.

Perdomo, A. (2000). Indica que los lácteos pueden también contribuir a la pérdida de peso. Cuando los alimentos lácteos ricos en calcio forman parte de una dieta baja en grasas, tres raciones de leche, de yogurt o de queso, pueden ayudar a la gente a perder peso y quemar más grasas. Este es un hecho sobre el cual construir, ya que los consumidores están constantemente leyendo y oyendo cosas sobre el papel de los lácteos, en la composición que necesita mantener el cuerpo, y en la pérdida de peso. Los alimentos y bebidas funcionales pueden hacerse más atractivos para la gente, al crear productos más deleitantes y convenientes, y por medio de mostrar beneficios emocionales y sensoriales, así como mejoras en el campo de la medicina. Estos alimentos están llenando una parte cada vez más importante de nuestro

estilo de vida, al tiempo que recurrimos a productos potenciados con ingredientes especiales para que nos ayuden a llevar adelante la jornada.

Existe una creciente demanda por parte de consumidores que no tienen su salud especialmente comprometida en ningún sentido, pero que encuentran que su estilo de vida se mejora o se potencia con la inclusión de tales productos. Sin duda que los consumidores, conscientes de la salud, aunque escasos de tiempo, buscan soluciones rápidas y fáciles a sus necesidades. Las bebidas son fáciles y rápidas de consumir, más convenientes que mascar comida, como las barritas, cuando se tiene poco tiempo. Los conceptos líderes de bebidas con valor añadido, están enfocados a la inmunidad, la salud cardiaca, el refuerzo para los huesos y la energía. La inmunidad puede vincularse a muchos factores. Uno de ellos es la salud gastrointestinal, llamada también salud estomacal, a la cuál responden productos que contienen probióticos y prebióticos.

## **1. Que es un Alimento Funcional.**

Borda, M. (2011). Se define como aquel que contiene un componente, sea o no un nutriente, que afecta una o varias funciones del organismo en forma específica y positiva, y promueve un efecto fisiológico que va más allá de su valor nutritivo tradicional.

### **a. Sus funciones.**

Mantener o mejorar el estado de salud y bienestar  
Reducir el riesgo de padecer enfermedades

### **b. Estrategias de la Industria Alimenticia.**

Borda, M. (2011). Un alimento puede ser naturalmente "funcional" o bien transformarse en tal, mediante la utilización de diferentes técnicas:  
\*Aumentando la concentración de un componente que se encuentra presente en forma natural ej, leche y yogur (fortificados con calcio), copos de cereal

(fortificados con vitaminas, minerales y fibra).

\*Sustituyendo un componente que provoca efectos no deseables por otro, que tiene efecto neutro o beneficioso ej, lácteos, postres, helados, golosinas (grasas y azúcar), snacks (grasas y sodio), huevo (grasas y colesterol).

\*Adicionando un componente, que no se encuentra normalmente presente, que produce efectos beneficiosos ej, leche (pre y probióticos, grasas omega-3, fitoesteroles, hierro), yogur (pre y probióticos, vitamina e y ácido fólico, hierro), helado (fibra), margarina (fitoestanoles).

### **c. Que es un Prebiótico.**

Fennema, O. (2000). Se define como un ingrediente alimentario (hidrato de carbono no digerible) que posee un efecto favorable sobre la flora intestinal; ya que estimula selectivamente el crecimiento de bacterias benéficas. La inulina y la oligofructosa (comúnmente denominados oligosacáridos) son, hasta el momento, los prebióticos más experimentados. Los mismos son fermentados selectivamente por la micro flora del colon humano, lo cual origina una composición bacteriana específica donde predominan las bifidobacterias, género que promueve la salud intestinal.

- Posee efecto bifidogénico; es decir, promueve la formación de prebióticos. Estimula la absorción de minerales como el calcio y magnesio.
- Modula el metabolismo de las grasas; reduciendo los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre.
- Mejora la función intestinal y reduce el riesgo de cáncer de colon y es utilizado, en varios productos alimenticios, como sustituto de grasas y azúcares.

### **d. Que son los Probióticos.**

Fennema, O. (2000). Son microorganismos vivos (BIFIDOBACTERIAS Y

LACTOBACILOS) que, al ser ingeridos, potencian las propiedades de la flora intestinal y contribuyen a mejorar la salud. Entre sus posibles mecanismos se destaca la formación de una barrera de defensa intestinal que incluye la normalización de la permeabilidad y de la microflora protectora. Las bacterias probióticas suelen vehiculizarse a través de los lácteos, específicamente mediante las leches fermentadas con lactobacilos caseína, shírota y mediante los yogures rotulados con "probio", "GG" y "biopuritas".

Reducen los síntomas de intolerancia a la lactosa. Disminuyen el riesgo de diarrea inducida por rotavirus, especialmente en niños. Mejoran el estado inmunológico del tubo digestivo. Disminuyen el riesgo de cáncer de colon.

## **2. Otros Ingredientes Funcionales.**

Allada, J. (2000). Las proteínas del suero lácteo contienen todos los aminoácidos esenciales para el organismo, además el mismo es una fuente económica de lactosa, vitaminas y minerales. Los concentrados de proteínas del suero se utilizan, por ejemplo, para enriquecer fórmulas lácteas para lactantes y bebidas para deportistas. Las proteínas lácteas, en la actualidad, son muy utilizadas por la industria alimentaria; ya que brindan viscosidad y cremosidad similar a las grasas y estabilizan productos fermentados, quesos, helados, derivados cárnicos y productos de panificación. La fibra y proteínas aisladas de soja proporcionan beneficios cuando se las agrega a productos cárnicos, bebidas, amasados de pastelería, pastas, golosinas y postres.

La harina de Konjac tiene propiedades gelificantes y de espesamiento, el tubérculo seco de la planta del konjac contiene entre un 30 y un 50 % de goma glucomanano (fibra soluble). La harina de konjac se obtiene moliendo rebanadas secas del tubérculo, se la somete a un proceso mecánico para mejorar su capacidad de hidratación e interactúa con el almidón para aumentar en gran medida la viscosidad. Permite formular productos cárnicos bajos en grasa porque funciona formando un gel que se convierte en partículas simulando la grasa. Cuando dichas partículas se agregan a mezclas de

carne para elaborar salchichas y fiambres, por ejemplo, proporcionan los caracteres organolépticos propios de la grasa.

### **3. Alimentos funcionales naturales: "Los Súper Alimentos".**

Gómez, M. (2010). Hay una serie de alimentos que, pueden denominarse "funcionales" ya que naturalmente poseen una composición favorable para promover la salud y para prevenir y tratar algunas enfermedades crónicas. Indudablemente, son los alimentos del reino vegetal (hortalizas, frutas frescas, deshidratadas y secas, semillas, cereales integrales y legumbres), debido a su contenido en fibra, fitoquímicos, antioxidantes y ácido salicílico. La evidencia epidemiológica indica que una alimentación rica en vegetales se asocia con la reducción del riesgo de padecer enfermedades cardio y cerebro vasculares, obesidad, diabetes, hipertensión arterial, enfermedades intestinales y cáncer, entre otras.

En relación a esto, numerosos estudios clínicos demuestran que la fibra soluble como la goma guar, la goma arábica y la pectina contribuyen a la reducción del colesterol sanguíneo y a la regulación de la glucemia. Vale recordar que las fuentes alimentarias más importantes de fibra soluble son las pulpas y semillas de hortalizas y frutas, las legumbres, la avena y el salvado de avena, el centeno y las semillas. Por otro lado, la fibra insoluble como la celulosa ha sido asociada con la disminución del riesgo de padecer estreñimiento, hemorroides, diverticulosis y cáncer, especialmente, colorectal. Las fuentes alimentarias más importantes de fibra insoluble son los cereales integrales, el salvado de trigo, las frutas secas, las hojas y tallos de hortalizas y la cascara de frutas.

Arnao, M. (1998). Muchos fotoquímicos tienen propiedades antioxidantes, para mencionar solo algunos, el licopeno (íntimamente relacionado con la prevención del cáncer de próstata) presente en el tomate, la sandía y el pomelo rosado, los polifenoles entre ellos el ácido pelágico presente en uvas, vino tinto, frutillas, moras, cerezas, ananá, frambuesas, frutas secas, nueces, tomate, ají picante y zanahoria, entre otros y las antocianinas presentes en

uvas moradas, cerezas y remolacha.

Entre las legumbres, se destaca la soja por su contenido en flavonoides y fitoestrógenos- como las isoflavonas - que protegen contra un sinnúmero de enfermedades entre ellas el cáncer de mama y está actualmente en estudio respecto a la prevención del cáncer de próstata. Las vitaminas y minerales que también poseen función antioxidante son los betacaroténos (en hortalizas y frutas de color verde, rojo, amarillo y anaranjado), la vitamina C (en kiwi, frutillas, cítricos, kinoto, melón, ají morrón, brócoli, tomate, repollo, brotes de alfalfa, berro), la vitamina E (en aceites, frutas secas, semillas, germen de trigo) y el selenio (en cereales integrales y pescados de mar) los cuales contribuyen a reducir el riesgo de cáncer debido a que ayudan a contrarrestar la acción de los radicales libres, protegiendo a las membranas celulares del envejecimiento prematuro y evitando el daño del material genético.

Aparicio, P. (1992). Estudios han demostrado que la inulina (fibra activa) está naturalmente presente en la achicoria (de cuya raíz se la extrae habitualmente) y en otros alimentos como el puerro, la cebolla, el ajo, el choclo y la banana. Las frutas secas (nueces, maní, almendras) y semillas (lino, sésamo, girasol) son una excelente fuente de ácidos grasos esenciales, proteínas, fibra, vitaminas, minerales y fitoquímicos (fitoesteroles, tocotrienoles, polifenoles, lignanos (lino) y resveratrol (maní). En relación al selenio, se le está dando cada vez más atención debido a su función "anti radicales libres", según los investigadores, este mineral puede evitar que ocurra la etapa de iniciación del cáncer debido a que induce la muerte de las células neoplásicas. A su vez, ayudaría a evitar la oxidación del colesterol, previniendo eventualmente la formación de placas en las paredes internas de las arterias y, en consecuencia, la aterosclerosis.

El ácido salicílico, presente en diferente proporción en hortalizas y frutas, contribuiría a mejorar la fluidez de la sangre, a evitar la formación de trombos y proteger la cavidad cardiovascular. El ácido fólico o vitamina B9 es esencial para la embarazada; ya que previene las malformaciones fetales y, en la población general, protege contra las enfermedades cardíacas, la anemia y el

cáncer de colon. Los alimentos más ricos en esta vitamina son: levadura de cerveza en polvo, germen de trigo, hortalizas de color verde intenso, cereales integrales, legumbres, semillas y frutas secas.

Mata, P. (2004). Finalmente, en el reino animal se destacan los pescados y frutos de mar debido a su contenido en grasas omega-3 y su función cardio e inmunoprotectora y los lácteos (descremados) por el aporte de calcio, mineral esencial para la salud ósea, para prevenir la osteoporosis y, en conjunto con el potasio y el magnesio, colaborar en la prevención de la hipertensión arterial.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.**

La presente investigación se realizó en la provincia de Pastaza, cantón Mera, en el laboratorio de AGROCALIDAD, ubicado en el Km. 1 vía Mera-Baños.

El trabajo experimental tuvo una duración de 120 días, durante los cuales se probaron tres niveles de harina de papa china (*Colocasia esculenta*), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional. Los análisis Físico – Químicos y Microbiológicos fueron realizados en los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología.
- Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.

El laboratorio de AGROCALIDAD posee las características q se describen en el cuadro 3.

Cuadro 3. CONDICIONES METEREOLÓGICAS DEL CANTÓN MERA.

Parámetros	Unidad	Año 2012
Temperatura	°C	19,5
Precipitación	mm/año	4500
Humedad relativa	%	89,3
Nubosidad	oct	6
Brillo solar	horas	1017

Fuente: AGROCALIDAD-PASTAZA. (2009).

## **B. UNIDADES EXPERIMENTALES.**

Para la elaboración de la bebida láctea, el tamaño de la unidad experimental fue de 5 litros de bebida láctea funcional; resultando un total de 20 litros por cada tratamiento, tomando en cuenta que se realizaron dos replicas, donde se elaboraron 60 litros por replica. Al final de la investigación se elaboraron 180 litros de Bebida Láctea Funcional.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES.**

Para el desarrollo de la investigación se utilizó lo siguiente:

### **1. Instalaciones.**

- Laboratorio de AGROCALIDAD.
- Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias
- Pecuarias.
- Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal de la Facultad de
- Ciencias Pecuarias.



## **2. Para la Elaboración de la Bebida Láctea Funcional.**

### **a. Equipos.**

- Balanza.
- Termómetro.
- Cocina.
- Refrigeradora.

### **b. Materiales.**

- Guantes.
- Mascarilla.
- Mandil.
- Cofia.
- Olla.
- Recipientes plásticos.
- Jarra de plástico.
- Balde.
- Cucharón.

## **3. Para los Análisis en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología.**

### **a. Equipos y Materiales.**

- Matraz volumétrico de 100ml. de capacidad.
- Fotocolorímetro Bausch-Lomb 21 o su equivalente.
- Tubos para el fotocolorímetro de 10ml. de capacidad.
- Tubos de ensayo.
- Gradilla para tubos de ensayo.
- Pipeta automática.
- Gotero.

- Pisceta.
- MixerVortex.
- Marcador.
- Embudo de vástago largo.
- Pipetas.
- Pinza portaburetas.
- Plancha precalcinadora hora de digestión (reverbero).
- Vidrio de reloj.
- Cápsulas Hidromática.
- Matraz erlenmeyer de 250 ml.
- Aparato de digestión y destilación Macro Kjendahl.
- Buretas.
- Frascos Erlenmeyer de 500ml.
- Agitador magnético.
- Barra de agitación.
- Papel bond.
- Aparato de determinación de fibra cruda, que consiste en calentadores individualmente controlados y condensadores enfriados por agua.
- Beakers para la digestión de 600ml de capacidad.
- Estufa.
- Mufla.
- Equipo de bomba de vacío.
- RubberPolicemen.
- Crisoles de Gooch.
- Papel aluminio.
- Aparato para la extracción de grasa (Goldfish).
- Beakers para el solvente orgánico.
- Dedales de extracción.
- Porta-dedales.
- Beakers para la recuperación del hexano.
- Balanza analítica.
- Baño maría.

- Polarímetro.
- Desecador.
- Desecador con silicagel.
- Crisoles de Porcelana.
- Tapas para crisoles.
- Espátula.
- Pinza universal.
- Cápsulas de aluminio de 5 cm de diámetro.
- Guantes.
- Mascarilla.
- Cofia.

**b. Reactivos.**

- Fosfato diácido de K. ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ).
- Molibdato de amonio ( $4\text{H}_2\text{O}$ ).
- Metavanadato de amonio ( $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ).
- Solución de cenizas para la determinación de calcio y fósforo.
- Indicador anaranjado de metilo al 0.5%.
- Hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) al 10% (v/v).
- Ácido acético ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ ) al 10% (v/v).
- Oxalato de amonio ( $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_4$ ) al 4% (v/v).
- Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) al 4% (v/v).
- Permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ) 0.1N.
- Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado.
- Hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) al 50%.
- Ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) al 4%.
- Zinc en lentejas.
- Indicador para Macro Kjendahl.
- Ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) estandarizados 0.1N.
- Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) al 7 por mil.

- Hidróxido de sodio (NaOH) al 22%.
- Alcohol-n-amílico.
- Acetona.
- Lana de Vidrio.
- Sodio sulfato de anhídrido ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).
- Algodón desengrasado.
- Solución de fehling.

#### 4. Para los análisis en el Laboratorio de Microbiología.

##### a. Equipos y Materiales.

- Autoclave.
- Estufa.
- Contador de colonias.
- Pipetas.
- Tubos de ensayo.
- Gradilla para tubos de ensayo.
- Vaso de precipitación.
- Pera.
- Placas petrifilm.
- Guantes.
- Mascarilla.
- Cofia.

##### b. Reactivos.

- Agua destilada.

#### D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el desarrollo de la presente investigación en la preparación de la bebida láctea funcional, se trabajó con tres niveles de harina de papa china

(10%, 20%, 30%), estos porcentajes están en reemplazo de la cantidad de leche utilizada en la bebida, con cuatro repeticiones cada uno.

Los tratamientos experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar y para su análisis se utilizó el siguiente modelo lineal aditivo.

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

U = Media General.

T<sub>i</sub> = Efecto de los tratamientos.

E<sub>ij</sub> = Efecto del error.

El esquema del experimento se detalla en el cuadro 4.

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Nivel Pch %	Código	Repeticiones	TUE*	Litros/ Trat.
10	B1	4	5	20
20	B2	4	5	20
30	B3	4	5	20
Total de litros de la bebida				60

TUE\*: Tamaño de la Unidad Experimental

Elaborado por: CAJILIMA, T. (2012).

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES.**

Las variables que se estudiaron en la investigación, fueron las siguientes:

### **1. Análisis Organoléptico de la Harina de Papa China.**

- Color, 30 puntos.
- Olor, 40 puntos.
- Textura, 30 puntos.

## **2. Análisis Microbiológico de la Harina de Papa China.**

- Coliformes Totales, UFC/g.
- Aerobios Totales, UFC/g.
- Mohos, UFC/g.
- Levaduras, UFC/g.

## **3. Análisis Físico-Químico de la Harina de Papa China.**

- Proteína, (%).
- Humedad, (%).
- Cenizas, (%).
- Materia Seca, (%).
- Fibra, (%).
- Extracto Etéreo, (%).
- Fósforo, (%).
- Calcio, (%).
- -pH.
- Densidad, g/ml.
- Azúcares Totales, (%).

## **4. Análisis Organoléptico de la Bebida Láctea Funcional.**

- Color, 25 puntos.
- Olor, 25 puntos.
- Sabor, 25 puntos.
- Aspecto, 25 puntos.

## **5. Análisis Microbiológico de la Bebida Láctea Funcional.**

- Coliformes Totales, UFC/g.
- Aerobios Totales, UFC/g.
- Mohos, UFC/g.
- Levaduras, UFC/g.

## **6. Análisis Bromatológico de la Bebida Láctea Funcional.**

5. Proteína, (%).
6. Humedad, (%).
7. Cenizas, (%).
8. Materia Orgánica, (%).
9. Materia Seca, (%).
10. Fibra, (%).
11. Extracto Etéreo, (%).
12. Fósforo, (%).
13. Calcio, (%).
14. pH.
15. Densidad, g/ml.
16. Azúcares Totales, (%).

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA.**

Los resultados obtenidos en la investigación, fueron sometidos a los siguientes análisis:

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias según Tukey.
- Análisis de la regresión.
- Prueba de rating test.

El esquema del experimento se detalla a continuación en el cuadro 5.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Fuentes De Variación	Grados de Libertad
Total	19
Tratamientos	2
Error	17

Elaborado por: Cajilima, T. (2012).

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.**

### **1. Para la Elaboración de la Harina de Papa China.**

- a. Recolección, Selección y Lavado de la papa china.
- b. Pelado, pesaje y rallado de la papa china.
- c. Secado de la papa china.
- d. Molido de la papa china deshidratada.
- e. Almacenamiento de la harina de papa china.

### **2. Para la Elaboración de la Bebida Láctea Funcional.**

- a. Esterilización de equipos y materiales.
- b. Formulación y pesaje de los ingredientes.
- c. Elaboración de la bebida láctea funcional.

### **3. Para los Análisis Bromatológicos de la Harina de Papa China v la Bebida Láctea Funcional.**

- a. Determinación de proteína.
- b. Determinación de humedad.
- c. Determinación de ceniza.
- d. Determinación de materia orgánica.
- e. Determinación de materia seca.
- f. Determinación de fibra.
- g. Determinación del extracto etéreo.
- h. Determinación de fósforo.
- i. Determinación de calcio.
- j. Determinación de pH.
- k. Determinación de densidad.
- l. Determinación de azúcares totales.



#### **4. Para los Análisis Microbiológicos de la Harina de Papa China v la Bebida Láctea Funcional.**

- a. Determinación de coliformes totales.
- b. Determinación de aerobios totales.
- c. Determinación de mohos y levaduras.

#### **5. Para el Análisis Organoléptico de la Harina de Papa China v la Bebida Láctea Funcional.**

- a. Evaluación organoléptica de la harina de papa china.
- b. Evaluación organoléptica de la bebida láctea funcional.

### **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.**

#### **1. Para la Elaboración de la Harina de Papa China.**

##### **a. Obtención, Selección y Lavado de la Papa China.**

La obtención de la materia prima se realizó en la finca del ingeniero Klever Palacios ubicada en la parroquia Veracruz de la vía Puyo-Macas. Mediante un muestreo se selecciona los mejores ejemplares para ser procesados, el lavado se realizó con abundante agua para eliminar materias extrañas y tierra.

##### **b. Pelado, Pesaje y Rallado de la Papa China.**

Con la ayuda de un cuchillo se procedió a pelar la papa china, luego la lavamos para precocerla por unos minutos para evitar la oxidación de la papa, una vez precocida se procede a rallarla finamente para conseguir un mejor secado.

**c. Secado de la Papa China.**

Una vez rallada la papa china se colocó en las mesas de secado y con la ayuda de las lámparas y el ventilador se procedió al secado, se controló tiempos y temperaturas, finalmente se determinó el peso.

**d. Molido de la Papa China Deshidratada.**

Una vez seca la papa china se procedió a molerla en un molino eléctrico.

**e. Almacenamiento de la Harina de Papa China.**

La harina de papa china se almacena en un lugar seco y limpio, para evitar la contaminación y captación de humedad.

**2. Para la Elaboración de la Bebida Láctea Funcional.****a. Esterilización de Equipos y Materiales.**

Antes de la elaboración de la bebida se debe limpiar y desinfectar los equipos y materiales para garantizar un producto de calidad.

**b. Formulación y Pesaje de los Ingredientes.**

Para la elaboración de la bebida láctea funcional se procedió a pesar y formular en los tres niveles, cabe indicar que estos niveles de harina de papa china, fueron establecidos en base a la cantidad de leche que utilizamos en la elaboración de la Bebida Láctea Funcional. A continuación se detalla la formulación de la Bebida en el nivel del 10%, cuadro 6.

Cuadro 6. FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL EN EL NIVEL 10% DE HARINA DE PAPA CHINA.

Ingredientes	Cantidad
Agua	4500 ml
Leche	450 ml
Azúcar	500 g
Canela	12.5 g
Clavo De Olor	12.5 g
Harina De P.Ch.	50 g

Elaborado por: Cajilima, T. (2012).

A continuación se detalla la formulación de la Bebida Láctea Funcional en el nivel del 20%, cuadro 7.

Cuadro 7. FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL EN EL NIVEL 20% DE HARINA DE PAPA CHINA.

Ingredientes	Cantidad
Agua	4500 ml
Leche	450 ml
Azúcar	500 g
Canela	12.5 g
Clavo De Olor	12.5 g
Harina De P.Ch.	50 g

Elaborado por: Cajilima, T. (2012).

A continuación se detalla la formulación de la Bebida Láctea Funcional en el nivel del 30%, cuadro 8.

Cuadro 8. FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL EN EL NIVEL 30% DE HARINA DE PAPA CHINA.

Ingredientes	Cantidad
Agua	4500 ml
Leche	450 ml
Azúcar	500 g
Canela	12.5 g
Clavo De Olor	12.5 g
Harina De P.Ch.	50 g

Elaborado por: Cajilima, T. (2012).

### c. Elaboración de la Bebida Láctea Funcional.

Una vez esterilizados los materiales y equipos, formulamos y pesamos los ingredientes de la bebida láctea funcional, para lo que seguimos los siguientes pasos:

1. Colocar el agua y leche en una olla y entibiarla a 32°C.
2. Adicionar la harina de papa china y dejar cocer moviendo constantemente, para evitar que se pegue a 100°C por 10 minutos.
3. Añadir las especias, el azúcar y dejar cocer por 5 minutos a 100°C.
4. Una vez cocida la bebida dejamos enfriar a temperatura ambiente y procedemos al envasado para luego llevarla al laboratorio y realizar los análisis correspondientes. Así lo podemos ver a continuación en el gráfico 1.

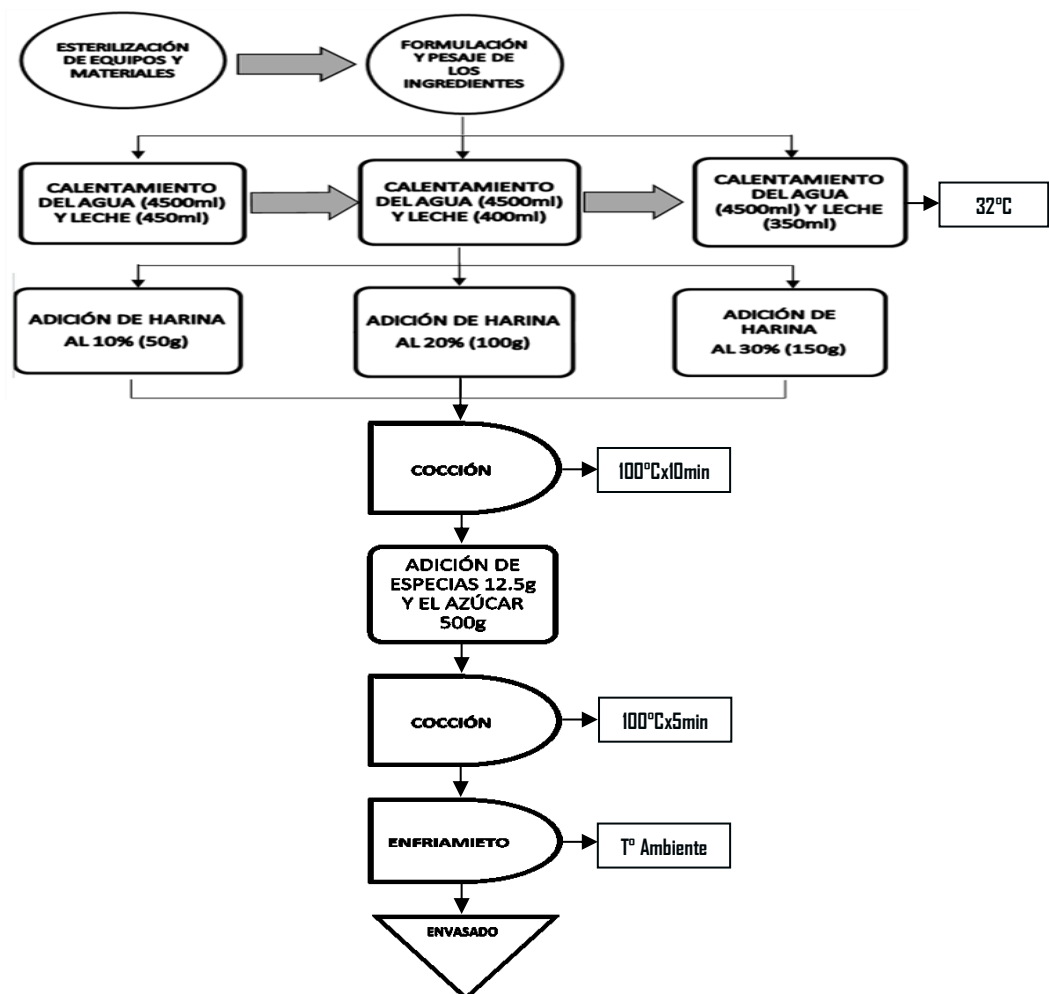


Gráfico 1. Diagrama de flujo de la elaboración de la Bebida Láctea Funcional.

Elaborado por: Cajilima, T. (2012)

### **3. Para los Análisis Bromatológicos de la Harina de Papa China y la Bebida Láctea Funcional.**

El análisis bromatológico determina la calidad de los alimentos por los componentes nutricionales que forman parte de la dieta alimenticia.

#### **a. Determinación de Proteína.**

##### **(1) Principio.**

La muestra es tacada con ácido sulfúrico hasta descomponer las proteínas en forma de amoníaco y formar sulfato de amonio, por acción de hidróxido de sodio el nitrógeno total es desprendido en forma de amoníaco, el cual es capturado en presencia de ácido bórico formando el borato de amonio para ser valorado con ácido clorhídrico 0.1 N.

##### **(2) Procedimiento.**

###### **Etapas de Digestión.**

- 1.-Pesar en los papeles bond alrededor, 1gr. de muestra con aproximación 0.1mg. para esto pesar primero el papel, luego proceda a pesar el papel más la muestra y registra los pesos.
- 2.-Introducir la muestra con el papel en los balones de Kjeldahl de 800ml.
- 3.-Añadir en cada balón aproximadamente 10gr. de catalizador.
- 4.-Agregar 40ccde ácido sulfúrico concentrado de cada balón.
- 5.-Colocar los balones en los digestores del equipo Kjeldahl prender el extractor de vapores y luego los calentadores individuales del equipo.
- 6.-Dejar que se digiera la muestra hasta que tome un color verde claro, esto conseguimos en aproximadamente 1 1/2 horas. (Etapas de la digestión).

###### **Etapas de Destilación.**

- 1.-Mientras se realiza la etapa de la digestión proceda a preparar la etapa de la

Destilación. Colocar en los matraces Erlenmeyer de 500ml. 70ml. de  $H_3BO_3$  al 4%.

- 2.-Una vez realizada la digestión de las muestras con el ácido sulfúrico sacar con cuidado los balones Kjendahl de los digestores y dejar enfriar. Mientras se realiza el enfriamiento de las muestras digeridas proceder de la siguiente manera.
- 3.-Trasladar los matraces Erlenmeyer con el ácido bórico al 4% al equipo de destilación e introduzca los tubos de vidrio del equipo en los Erlenmeyer, teniendo cuidado que los tubos queden en contacto con el ácido bórico al 4%.
- 4.- Abrir el grifo de agua que está conectado a los refrigerantes del Kjendahl.
- 5.-Una vez enfriados los balones Kjendahl con las muestras digeridas, añadir a cada balón 400ml. de agua destilada. (DESPACIO, CUIDADO ES UNA REACCION EN LA QUE HAY PRODUCCION DE CALOR Y VAPORES).
- 6.-Agregar a cada balón 3 pepitas de zinc granulado.
- 7.-Proceder a añadir muy cerca del equipo Kjendahl 120ml. de NaOH al 50% en cada balón.
- 8.-Colocar inmediatamente el balón de Kjendahl a cada tapón de hule del equipo de destilación del aparato Kjendahl, agitar el balón para la homogeneización de las sustancias producto de la reacción.
- 9.-Prender los reverberos del equipo de destilación del aparato de determinación de proteínas y regulamos la temperatura hasta que cada matraz Erlenmeyer con ácido bórico al 4% se hayan recolectado de 250 a 300ml. del destilado.
- 10.-Una vez recolectado los 250 a 300ml. del destilado, sacar los matraces Erlenmeyer y poner de 2 a 3 gotas de indicador mixto (bromo cresol y rojo de metilo).

### **Etapas de Titulación.**

- 1.-Armar el equipo de titulación que consiste en el soporte universal con los porta-buretas, el agitador magnético y la barra de agitación.
- 2.-Poner en la bureta el ácido clorhídrico 0.1N.
- 3.-Colocar dentro del matraz Erlenmeyer con el destilado la barra de agitación

y poner el Erlenmeyer con el destilado y la barra de agitación encima del agitador magnético.

4.-Realizar la titulación y registramos la cantidad de ácido sulfúrico 0.3N gastados en la titulación.

### (3) Cálculos.

HCl 0.1 N estandarizado x 0.014 x 6.25 x ml. HCl 0.1 Gastados.

$$\% \text{ P.B.} = \frac{\text{HCl 0.1 N estandarizado} \times 0.014 \times 6.25 \times \text{ml. HCl 0.1 Gastados}}{(\text{peso papel} + \text{muestra}) - (\text{peso papel})}$$

**Donde:**

$$\frac{14.01}{1000} \times 0.1 \times 100 = 0.014 \text{ (constante)}$$

$$\frac{100}{16} = 6.25 \text{ (constante)}$$

$$\% \text{ P.B en base seca} = \frac{100 \times \% \text{ P.B.}}{\% \text{ MS.}}$$

### b. Determinación de Humedad.

#### (1) Principio.

La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa del calor, hasta que se haya eliminado el 100% de agua. Esta humedad se elimina a una temperatura de 105 °C.

#### (2) Procedimiento.

2.1. Colocar los recipientes de aluminio (cápsulas) previamente lavados en

- una estufa a 105 grados centígrados por cuatro horas como mínimo.
- 2.2. Enfriar los recipientes de aluminio en un desecador por media hora mínimo, al cabo de lo cual proceder a pesar los recipientes en la balanza analítica cuidando de manipular las cápsulas con la pinza universal. Registrar el peso.
  - 2.3. Pesarse por adición 1.5 gr de la muestra problema, con aproximación de 0,5 mg en la cápsula que se encuentra en la balanza analítica. Registre el peso.
  - 2.4. Colocar las cápsulas con la muestra húmeda en la estufa de gravedad a 105 grados centígrados por 12 horas.
  - 2.5. Sacar los recipientes con la muestra seca de la estufa y colocar en un desecador por media hora como mínimo para su enfriamiento.
  - 2.6. Proceder a pesar las cápsulas con la muestra seca. Registrar el peso.
  - 2.7. Lavar los materiales utilizados en la presente práctica.

### **(3). Cálculos.**

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{(PC + M.S.) - (P.C)}{(PC + M.S.) - (P.C)} \times 100$$

**Donde:**

PC = peso crisol.

MS = muestra seca.

MH = muestra húmeda.

### **c. Determinación de Cenizas.**

#### **(1) Principio.**

Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de 600 ° C, con esto la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a



una temperatura de 600 °C, se combustiona y se forma el CO<sub>2</sub>, agua, amoníaco y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza de color gris o gris claro.

## **(2) Procedimiento.**

- 2.1. El material a utilizar (crisoles), luego de permanecer en una solución de dicromato de potasio, proceder a enjuagar por tres veces consecutivas con agua de la llave y de la misma forma proceder a enjuagar con agua destilada luego meter los crisoles a la mufla por un tiempo de 4 horas por lo mínimo para que se efectúe el tarado del material.
- 2.2. Enfriar los crisoles en un desecador durante media hora como mínimo, pesar los crisoles en la balanza analítica y se registra éste peso en el cuaderno respectivo.
- 2.3. Pesar alrededor de 2.5 gr de la muestra problema con una aproximación de 0.1 mg, en el crisol que se encuentra en la balanza analítica. Y registrar este peso.
- 2.4. Pesar los crisoles a la plancha precalcinadora y mantener allí hasta que las muestras se encuentren previamente calcinadas.
- 2.5. Trasladar los crisoles con la muestra previamente calcinada a la mufla y se eleva la temperatura a 550°C por el tiempo de 8 horas como mínimo.
- 2.6. Sacar los crisoles de la mufla y colocar en el desecador por un tiempo de media hora como mínimo para su enfriamiento.
- 2.7. Pesar los crisoles con la ceniza y registrar este peso.

## **(3) Cálculos.**

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(\text{PC} + \text{C}) - (\text{PC solo})}{(\text{PC} + \text{M}) - (\text{PC solo})} \times 100$$

**Donde:**

PC = Peso del crisol.

C = Cenizas.

M = Muestra.

$$\% \text{ de cenizas en base seca} = \frac{100 \times \% \text{ de ceniza}}{\% \text{ de materia seca}}$$

**d. Determinación de la Materia Orgánica.****(1) Principio.**

Se determina con el propósito de analizar el mineral, cantidad de materia orgánica y total de nutrimentos digeribles y señalar la presencia de adulterantes minerales, permitiendo encontrar la adición de materiales inorgánicos a un alimento. Se basa en la calcinación de la muestra.

**(2) Procedimiento.**

- 2.1. El material a utilizar (crisoles), luego de permanecer en una solución de dicromato de potasio, proceder a enjuagar por tres veces consecutivas con agua de la llave y de la misma forma proceder a enjuagar con agua destilada luego metemos los crisoles a la mufla por un tiempo de 4 horas por lo mínimo para que se efectúe el tarado del material.
- 2.2. Enfriar los crisoles en un desecador durante media hora como mínimo, pesar los crisoles en la balanza analítica y se registrar éste peso en el cuaderno respectivo.
- 2.3. Pesar alrededor de 2.5 gr de la muestra problema con una aproximación de 0.1 mg, en el crisol que se encuentra en la balanza analítica. Y registrar este peso.
- 2.4. Pesar los crisoles a la plancha precalcinadora y mantener allí hasta que las muestras se encuentren previamente calcinadas.

- 2.5. Trasladar los crisoles con la muestra previamente calcinada a la mufla y se eleva la temperatura a 550°C por el tiempo de 8 horas como mínimo.
- 2.6. Sacar los crisoles de la mufla y colocar en el desecador por un tiempo de media hora como mínimo para su enfriamiento.
- 2.7. Pesar los crisoles y se registrar este peso.

### **(3) Cálculos.**

% de Materia Orgánica = 100 - % de cenizas.

## **e. Determinación de Materia Seca.**

### **(1) Principio.**

La materia seca o extracto seco es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.

### **(2) Procedimiento.**

- 2.1. Colocar los recipientes de aluminio (cápsulas) previamente lavados en una estufa a 105 grados centígrados por cuatro horas como mínimo.
- 2.2. Enfriar los recipientes de aluminio en un desecador por media hora mínimo, pesar los recipientes en la balanza analítica cuidando de manipular las cápsulas con la pinza universal. Registrar el peso.
- 2.3. Pesar por adición 1.5 gr de la muestra problema, con aproximación de 0,5 mg en la cápsula que se encuentra en la balanza analítica. Registrar el peso.
- 2.4. Colocar las cápsulas con la muestra húmeda en la estufa de gravedad a 105 grados centígrados por 12 horas.
- 2.5. Sacar los recipientes con la muestra seca de la estufa y poner en un desecador por media hora como mínimo para su enfriamiento.
- 2.6. Proceder a pesar las cápsulas con la muestra seca. Registrar el peso.

### (3) Cálculos.

$$\text{Materia Seca (\%)} = \frac{P'}{P} \times 100$$

**Donde:**

**P'** = Peso en gramos de la muestra después de la desecación.

**P** = Peso en gramos de la muestra antes de la desecación.

### f. Determinación de Fibra.

#### (1) Principio.

La muestra problema se digiere primero con una solución de ácido diluido luego con una solución de base diluida. Los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol de filtración y se lavan con un solvente orgánico para eliminar el E.E. La pérdida de peso y después de quemar la muestra se denomina fibra cruda.

#### (2) Procedimiento.

- 2.1. Pesar 1.5g. de la muestra problema con aproximación de 0.1mg. en papel aluminio, registrar peso.
- 2.2. Colocar la muestra pesada en el beaker de digestión de capacidad de 600ml.
- 2.3. Pesar el papel aluminio con el sobrante de la muestra y registrar el peso.
- 2.4. Añadir a cada beaker de 600ml por los lados-para no dañar la muestra- 200ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 7 por mil.
- 2.5. Añadir 3ml de Alcohol-n-amílico al beaker que está con el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 7 por mil y la muestra.
- 2.6. Colocar los beakers en las hornillas del equipo de extracción de fibra y levantar las parrillas hasta que los beakers coincidan con los tubos refrigerantes del equipo.
- 2.7. Abrir el grifo de agua que está conectado con la manguera del refrigerante

del equipo de extracción de fibra cruda.

- 2.8. Prender el equipo, regule la T y espere hasta que la solución empiece a hervir.
- 2.9. Tomar el tiempo desde que la solución empieza a hervir, dejar que se realice la digestión ácida de la muestra por 30 minutos exactos.
- 2.10. Una vez realizada la digestión ácida, bajar las parrillas del equipo, sacar los beakers y añadir 20ml. de hidróxido de sodio al 22%.
- 2.11. Colocar nuevamente los beakers en las parrillas del equipo, levantar las hornillas hasta que los beakers coincidan con los bulbos refrigerantes del equipo.
- 2.12. Tomar el tiempo desde que la solución empieza a hervir, dejar que se realice la digestión alcalina de la muestra por otros 30 minutos exactos.
- 2.13. Mientras se realiza la digestión alcalina de la muestra proceder a armar el equipo de filtración al vacío y preparación de crisoles de Gooch:
  - Conectar el Kitasatos a la bomba de vacío
  - Colocar en los crisoles de Gooch un pedazo de lana de vidrio
- 2.14. Una vez terminada la digestión alcalina después de los 30 minutos, bajar las parrillas del equipo, apagar el aparato, cierra las válvulas del agua y sacar los beakers con la muestra ya digerida.
- 2.15. Utilizar el equipo de filtración de las muestras digeridas en los crisoles de Gooch que se encuentran conteniendo la lana de vidrio.
- 2.16. Ayudarse de una pipeta y del RubberPolicemen lavar los beakers y la muestra con agua destilada caliente. Utilizar de 200 a 300ml. de agua destilada caliente.
- 2.17. Trasladar los crisoles con las muestras digeridas y desengrasadas a la estufa, eleve la T a 105c. y dejar por ocho horas para su secamiento.
- 2.18. Secar los crisoles con las muestras de la estufa y colocar los en el desecador por 1/2 hora, luego de lo cual pese los crisoles con las muestras y registrar el peso.
- 2.19. Colocar los crisoles con la muestra seca en la mufla a 600c.
- 2.20. Sacar de la mufla los crisoles con la muestra incinerada y poner en el desecador por 1/2 hora, pesar los crisoles con la muestra incinerada.

Registrar el peso.

### (3) Cálculos.

$$\% \text{ F.C.} = \frac{W \text{ crisol con muestra digerida} - W \text{ del crisol con cenizas}}{W \text{ papel con muestra} - W \text{ del papel solo.}} \times 100$$

$$\% \text{ F.C. Base Seca.} = \frac{100 \times \% \text{ Fc.}}{\% \text{ de la M.S.}}$$

### g. Determinación de Extracto Etéreo.

#### (1) Principio.

El éter se evapora y se condensa continuamente y al pasar a través de la muestra, extrae materiales solubles en el solvente orgánico. El extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa que queda en el beaker se seca y se pesa.

#### (2) Procedimiento.

- 2.1. Una vez lavados los beakers son colocados en la estufa a 105 °C por el tiempo de 2 horas.
- 2.2. Se saca los vasos beaker de la estufa y se los coloca en el desecador durante 30 minutos para realizar su pesaje y registrar el primer peso que corresponde al beaker solo.
- 2.3. Pesamos 1 g de muestra en papel, mezclamos con una pequeña cantidad de NaSO<sub>4</sub> y colocamos en el dedal y a su vez este es colocado en el porta dedal.
- 2.4. Los porta dedales son llevados para ser colocados en los ganchos

metálicos que están ubicados en el aparato de Goldfish.

- 2.5. Se abre el reflujo al mismo tiempo que se procede a colocar en cada vaso unos 30 ml. De dietileter aproximadamente.
- 2.6. Se coloca los vasos en el extractor durante 4 horas, una vez realizado este proceso los vasos con grasa son llevados a la estufa de 105 °C por 12 horas, posteriormente son llevados al desecador por 30 minutos y se registra el peso.
- 2.7. Finalmente por diferencia de pesos se calcula el EE.

### (3) Cálculo.

$$\% \text{ E.E.} = \frac{(\text{Peso beaker} + \text{E.E.}) - (\text{Peso beaker solo})}{(\text{Peso papel} + \text{muestra}) - (\text{Peso papel solo})} \times 100$$

$$\% \text{ E.E. Base Seca.} = \frac{100 \times \% \text{ E.E.}}{\% \text{ M S}}$$

## h. Determinación de Fósforo.

### (1) Principio.

Los fosfatos inorgánicos tienen la capacidad de dar con el molibdovanadato de amonio, sales compuestas, las cuales en presencia de desoxidantes fuertes dan un color amarillo de molibdeno, la intensidad del color es directamente proporcional a la concentración del ácido fosfórico en la solución.

### (2) Procedimiento.

- 2.1. Haciendo cuenta que el matraz volumétrico de 100ml. de capacidad que contiene la solución de cenizas, es la dilución "A"; a partir de esto diluir en B, C, D, con el objeto de saber dentro de cuál de estas diluciones se realiza la lectura de la muestra problema, de acuerdo a los estándares preparados, para saber la lectura en el fotocolorímetro.

- 2.2. La dilución en B se realiza de la siguiente forma: Una dilución de B en blanco y una dilución de B en color.
  - 2.2.1. La dilución B en blanco se realiza de la siguiente manera:

Tomar una alícuota que contenga 1ml. de solución "A" (es decir la solución de cenizas digeridas llevada a 100ml. de dilución), lo colocamos en un tubo de ensayo y añadir 9ml. de agua destilada o desionizada, agitar y homogenizar en el mixervortex; esta solución de hoy en adelante se llama dilución B-1.
  - 2.2.2. La dilución B en color se prepara de la siguiente manera:

En un tubo de ensayo tomar del mismo matraz volumétrico, una alícuota que contenga 1ml. de solución. Añadir 1ml. de solución de color y 8ml. de agua destilada, agitar y homogenizar en el mixervortex y se le deja reposar en la gradilla. A esta solución se la llama de hoy en adelante B-2; a esta dilución es a la que se realiza la lectura en el fotocolorímetro para ver si entra en el rango de los estándares preparados de 0 a 5ppm.
- 2.3. En el supuesto caso de que la dilución en B sea muy concentrada y no entre en el rango de acuerdo a los estándares preparados se realiza una dilución en C.
  - 2.3.1. La dilución C en blanco se realiza de la siguiente manera:

Colocar en un tubo de ensayo una alícuota de 1ml. de solución b-1 y añadir 9ml. de agua destilada, agitar y homogeneizar en el mixervortex y lo colocar el tubo de ensayo en la gradilla para que repose la solución preparada, de aquí en adelante esta solución se la llama C-1.
  - 2.3.2. Para la preparación de la dilución C en color se procede de la siguiente manera:

Tomar en un tubo de ensayo una alícuota que contenga ml. de dilución b-1, añadir 1ml. de solución de color y 8ml. de agua destilada, homogenizar en el mixervortex, de hoy en adelante a esta dilución se le conocerá con el nombre de dilución C-2, de esta dilución es la que se debe hacer la lectura en el fotocolorímetro.
- 2.4. En el caso de que la dilución en C siga siendo demasiado concentrada y no entre en el rango de acuerdo a los estándares preparados, deberemos realizar una dilución en D, que la preparamos de la siguiente



manera:

Tomar una alícuota de 1ml. de la dilución C-1, añadimos 1ml. de la solución de color para fósforo y 8ml. de agua destilada o des-ionizada, agitar y homogeneizar en el mixervortex, proceder a realizar la lectura directamente en el fotocolorímetro.

- 2.5. A continuación preparar los estándares para fósforo de; 0, 1, 2, 3, 4 y 5 ppm.
- 2.6. Prender el aparato al momento que se va a realizar la preparación de los estándares con la finalidad de que se establezca el fotocolorímetro.
- 2.7. La lectura de los estándares preparados se la realiza media hora después de haber sido preparados estos estándares con la finalidad de dejar que desarrolle el color.
- 2.8. Realizar la lectura de los estándares de 0, 1, 2, 3, 4 y 5 en el aparato denominado fotocolorímetro a 395nm. (manómetros), en absorbancia, y se registra en el registro correspondiente.
- 2.9. Seguidamente una vez realizadas las lecturas de los estándares se realizan las lecturas de las muestras problema y registrar la absorbancia obtenida en el registro correspondiente.
- 2.10. Anotar además en que dilución la lectura se realizó en B, C o D.

### (3) Cálculos.

Para el cálculo de fósforo se procede de la siguiente manera:

$$\% P = \frac{\text{Absorbancia} \times (\text{Concentración D.A} \quad \text{D.B} \quad \text{D.C} \quad \text{D.D})}{100 \times 10 \times 10 \times 10 \times 100}{1.000.000 \times \text{Peso de la muestra}}$$

**Donde:**

D.A = Dilución en "A"

D.B = Dilución en "B"

D.C = Dilución en "C"

D.D = Dilución en "D"

## **i. Determinación de Calcio.**

### **(1) Principio.**

El calcio se precipita a pH de 4 como oxalato (si hay fosfato presente se puede eliminar como ácido acético), posteriormente el oxalato se disuelve como ácido sulfúrico, liberando ácido oxálico el cual se titula con una solución valorada con permanganato de potasio.

### **(2) Procedimiento.**

- 2.1. Colocar en un matraz erlenmeyer de 250 mililitros; 20ml. de solución de ácido clorhídrico con cenizas utilizando una pipeta volumétrica.
- 2.2. Agregar al vaso de 2 a 3 gotas del indicador anaranjado de metilo. Utilizando una bureta, hacer gotear hidróxido de amonio hasta obtener con una sola gota una coloración débilmente.
- 2.3. Acidificar la solución agregado por goteo y utilizando una bureta ácido acético al 10% hasta que aparezca un color rosáceo pálido.
- 2.4. Una acidificación débil de la solución es necesario para la separación de las sales de calcio con las de magnesio.
- 2.5. Hacer hervir la solución contenida en el vaso utilizando la plancha precalcinadora o un reverbero eléctrico.
- 2.6. A la solución hirviente agregar con cuidado gota a gota 20mm. de oxalato de amonio al 4% luego hacer hervir el contenido durante 5 minutos.
- 2.7. Dejar el vaso con la solución en reposo a temperatura ambiente durante 4 horas para la completa precipitación del oxalato de calcio.
- 2.8. A través del papel filtro cuantitativo filtrar el contenido del matraz erlenmeyer y recoger el precipitado con el papel filtro cuantitativo.
- 2.9. Lavar el precipitado con agua destilado varias veces hasta que desaparezca el color rosado del papel y con volumen semiconstante de agua para cada una de las repeticiones.
- 2.10. Colocamos el papel filtro cuantitativo junto con el precipitado en el mismo matraz erlenmeyer en el cual se llevó a cabo la precipitación del calcio.

- 2.11. Disolver el oxalato de calcio agregando 20ml. de ácido sulfúrico al 10%.
- 2.12. Añadir alrededor de 50ml. de agua destilada calentar el contenido hasta lograr la ebullición y en caliente titular el ácido oxálico que se forma, con una solución de permanganato de potasio 0.1N hasta obtener una coloración rosada, que se observa de 1 a 2 minutos.
- 2.13. Anotar los mililitros de permanganato de potasio 0.1N gastados en la titulación.

### (3) Cálculos.

$$\% \text{ Calcio} = \frac{A \times f \times 0.002 \times 5}{\text{Peso de la muestra}}$$

#### Donde:

**A=** Cantidad de permanganato de potasio 0.1N en mililitros, empleados en la titulación.

**F=** Factor de corrección del permanganato de potasio 0.1N.

**0.002=** A la cantidad de calcio en gramos equivalente a un mililitro de permanganato de potasio 0.1N.

**5=** Al número para transformar el resuelto en toda la muestra ya que para el análisis fue tomado solamente la quinta de la solución de cenizas.

**Peso de la muestra=** Peso del crisol con la muestra menos el peso del crisol solo.

$$\% \text{ Calcio en base seca} = \frac{100 \times \% \text{ Ca}}{\% \text{ materia seca}}$$

## **j. Determinación de pH.**

### **(1) Principio.**

Esta prueba se utiliza para determinar el grado de alcalinidad o acidez de la muestra.

### **(2) Procedimiento.**

#### **2.1. Procedimiento para la harina.**

- Homogenizar la muestra.
- Colocar en el vaso de precipitación la muestra controlando que ocupe la mitad del contenido del vaso.
- La muestra debe estar a una temperatura ambiente.
- Lavar los electrodos utilizando agua destilada.
- Calibrar el peachimetro utilizando la solución buffer 7.
- Introducir la base del peachimetro (electrodos) al recipiente que contiene la muestra.
- Procedemos a la lectura.

#### **3.2. Procedimiento para la bebida láctea funcional.**

- Pesar 10g de la muestra.
- Añadir 100ml de agua destilada.
- Mezclar hasta homogenizar.
- Filtrar el contenido utilizando el papel filtro.
- Calibrar el peachimetro utilizando la solución buffer 7.
- Introducir la base del peachimetro (electrodos) al recipiente que contiene la muestra.
- Procedemos a la lectura.

## **k. Determinación de Densidad.**

### **(1) Principio.**

Se determina la densidad calculando la relación que existe entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua destilada.

### **(2) Procedimiento.**

- 2.1. Colocar 200ml de la muestra en la probeta.
- 2.2. Introducir la probeta en un recipiente con agua de manera que la probeta quede 3cm por debajo del borde de la probeta.
- 2.3. Estabilizar la temperatura.
- 2.4. Sumergir el lactodensímetro en la probeta sin rozar con las paredes con un ligero movimiento de rotación.
- 2.5. Esperar que el lactodensímetro quede en reposo.
- 2.6. Realizar la lectura.
- 2.7. Ajustar la densidad a la temperatura ya sea a 15°C o 20°C mediante el siguiente cálculo:

### **(3) Cálculos.**

$$\text{A } 15^{\circ}\text{C} \quad d = d_l \pm (t_l - 15^{\circ}\text{C}) 0.2$$

$$\text{A } 20^{\circ}\text{C} \quad d = d_l \pm (t_l - 20^{\circ}\text{C}) 0.0002$$

### **Donde:**

d = densidad real.

d<sub>l</sub> = densidad leída.

t<sub>l</sub> = Temperatura leída.

## **I. Determinación de Azúcares Totales.**

### **(1) Principio.**

Los carbohidratos, conocidos generalmente como azúcares, son de los

compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, las propiedades químicas y físicas de los carbohidratos varían de acuerdo a su composición, por lo que se han diseñado pruebas específicas para su detección y cuantificación. Una de sus propiedades es reducir el cobre de  $\text{Cu}^{+2}$  a  $\text{Cu}^{+1}$ , observándose un cambio característico de color, de azul a naranja o rojo ladrillo.

## **(2) Procedimiento.**

- 2.1. Pesar 5g de muestra.
- 1.2. Extraer con agua por agitación en un Erlenmeyer por 5 minutos.
- 1.3. Aforar a 250 ml habiendo previamente filtrado.
- 1.4. Tomar 2 fracciones separadas de 50ml cada una.
- 1.5. A la primera fracción añada 2ml de HCl concentrado.
- 1.6. Someter a calentamiento (Hidrolisis) por 20 minutos a  $70^{\circ}\text{C}$ .
- 1.7. Neutralizar la solución con hidróxido de sodio al 50% ( $\text{pH} = 7$ ).
- 1.8. Aforar a 100 ml con agua destilada.
- 1.9. De esta solución tomar 25ml en un balón de 100ml y aforar con agua destilada.
- 1.10. Titular con esta solución a la solución de fehling.
- 1.11. Solución de Fehling 5ml A + 5ml B + 40ml de agua en un Erlenmeyer.
- 1.12. La titulación se debe hacer en ebullición de la solución de fehling.
- 1.13. Determinar la titulación cuando el sobrenadante este claro.
- 1.15. Reportar el porcentaje de azúcares totales.

## **(3) Cálculos.**

El % de azúcares totales se obtiene aplicando la siguiente fórmula.

$$\% AT = \frac{Axax}{WxV} 100$$

**Donde:**

**%AT**=Porcentaje de azúcares totales.

**A**=Aforo de la muestra.

**a**= Titulo de Fehling.

**W**=Peso de muestra en gramos.

**V**=Volumen gastado en la titulación.

#### **4. Para los Análisis Microbiológicos de la Harina de Papa China v la Bebida Láctea Funcional.**

##### **a. Determinación de Coliformes Totales.**

###### **(1) Principio.**

Las placas petrifilm para coliformes contienen un indicador rojo que colorea todas las colonias y la capa superior atrapa el gas producido por los coliformes. Los coliformes producen colonias de color rojo asociados con las burbujas de gas, algunas veces el gas desorganiza las colonias y hace que estas contorneen la burbuja.

###### **(2) Procedimiento.**

- 2.1. Preparar disoluciones de hasta  $10^{-3}$
- 2.2. Sembrar dos o tres tubos por disolución, según sea el caso.
- 2.3. Levantar el film superior y con una pipeta perpendicular a la placa, colocar 1 ml de la muestra en el film inferior.
- 2.4. Bajar el film superior, evitando que se formen burbujas, luego colocar el aplicador ejerciendo presión para que distribuya en la placa
- 2.5. Incubar las placas cara arriba en pilas de hasta 20 placas a una temperatura de 32°C por 24H.
- 2.6. Leer las placas en un contador de colonias. Rango de 15-150 UFC/ml.

## **b. Determinación de Aerobios Totales.**

### **(1) Principio.**

La placa Petrifilm para Recuento de Aerobios totales es un sistema de medio de cultivo listo para ser usado, que contiene los nutrientes del Agar Standard Method, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de color rojo (TTC), que facilita la enumeración de las colonias.

### **(2) Procedimiento.**

- 2.1. Preparar diluciones de hasta  $10^{-3}$  ml.
- 2.2. Sembrar dos o tres tubos por dilución, según sea el caso.
- 2.3. Levantar el film superior y con una pipeta perpendicular a la placa, colocar 1 ml de la muestra en el film inferior.
- 2.4. Bajar el film superior, evitando que se formen burbujas, luego colocar el aplicador ejerciendo presión para que distribuya en toda la placa.
- 2.5. Incubar las placas cara arriba en pilas de hasta 20 placas a una temperatura de 32°C por 48H.
- 2.6. Leer las placas en un contador de colonias. Rango de 15-150 UFC/ml.

## **c. Determinación de mohos y levaduras.**

### **(1) Principio.**

La placa Petrifilm para el Recuento de Mohos y Levaduras es un medio de cultivo listo para usar que contiene nutrientes de "Sabhi", dos antibióticos (clorotetraciclina y cloramfenicol), indicador de fosfatos (BCIP) un agente gelificante soluble en agua fría y un tinte, indicador que facilita el recuento y la diferenciación de mohos y levaduras en 3-5 días. Las levaduras aparecen normalmente como colonias pequeñas verde-azuladas con bordes definidos y



sin foco central. Los mohos suelen mostrarse como colonias grandes, de color variable, con bordes difusos y foco central.

## **(2). Procedimiento.**

- 2.1. Preparar disoluciones de hasta  $10^{-3}$ .
- 2.2. Sembrar dos o tres tubos por disolución, según sea el caso.
- 2.3. Levantar el film superior y con una pipeta perpendicular a la placa, colocar 1 ml de la muestra en el film inferior. Bajamos el film superior, evitando que se formen burbujas, luego colocar el aplicador ejerciendo presión para que distribuya en toda la placa.
- 2.4. Incubar las placas cara arriba en pilas de hasta 20 placas a una temperatura de 32°C por 48H.
- 2.5. Leer las placas en un contador de colonias. Rango de 15-150 UFC/ml.

## **5. Para el Análisis Organoléptico de la Harina de Papa China v la Bebida Láctea Funcional.**

### **a. Evaluación Organoléptica de la Harina de Papa China.**

Para el test se utilizo el Rating test de respuesta objetiva. El panel estuvo conformado por 10 personas todas dispuestas a proporcionar información necesaria. Las muestras de cada tratamiento se coloco en platos extendidos para que se pueda observar el producto, todas las muestras fueron codificadas. A cada panelista se le proporciono una hoja con la valoración del producto lo que les permitió asignar el puntaje.

### **b. Evaluación Organoléptica de la Bebida Láctea Funcional.**

Para el test se utilizo el Rating test de respuesta objetiva. El panel estuvo conformado por 10 personas todas dispuestas a proporcionar información necesaria. Las muestras de cada tratamiento se colocó en vasos para que se pueda observar el producto, todas las muestras fueron codificadas. A cada

panelista se le proporcionó una hoja con la valoración del producto lo que les permitió asignar el puntaje.

#### **IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

##### **A. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.**

###### **1. Proteína (%).**

Los valores medios de la proteína obtenidos en la elaboración de la Bebida Láctea Funcional, no presentan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), únicamente existen diferencias numéricas, cuyos valores fueron 5.33%, 5.79% y 5.91%, que corresponden a los niveles de 10%, 20% y 30%, respectivamente. Lo que demuestra que la incorporación de harina de papa china no afecta el contenido de proteína en la bebida láctea funcional.

Sevilla, A. (2002). Manifiesta que el valor de la proteína en las bebidas funcionales deben ser el mismo de la leche es decir entre 3.0% - 3.4%, tomando en cuenta los resultados obtenidos, podemos afirmar que el porcentaje de proteína en la bebida láctea funcional se encuentra por encima de este rango, esto se debe al porcentaje promedio de proteína de la harina de papa china (7.64%) que al incorporarse a la bebida láctea, contribuyo con el incremento del porcentaje de proteína, cuadro 9.

###### **2. Humedad (%).**

Los valores promedios de humedad obtenidos en la elaboración de la bebida láctea funcional presentan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), reportando el mayor porcentaje de humedad en el tratamiento del 10% y el menor valor en el nivel del 30%, cuyos valores fueron de 82.10 y 75.30% respectivamente como se ve en el cuadro 9.

Estas diferencias corresponden al contenido de harina en cada uno de los niveles, por consiguiente es evidente que mientras más aumentan los

**Cuadro 9. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL**

<b>Variables</b>	<b>10</b>		<b>20</b>		<b>30</b>		<b>media</b>	<b>Prob.</b>	<b>E.E</b>
Proteína. (%)	5,33	a	5,79	a	5,91	a	5,68	0,7393	0,08
Humedad. (%)	82,1	a	77,1	b	75,3	b	78,17	<0,0001	0,96
Ceniza. (%)	0,7	b	0,73	ab	0,87	a	0,77	0,0013	0,03
Materia. O (%)	99,3	a	99,32	a	99,26	a	99,29	0,3534	0,05
Materia. S (%)	19,58	a	20,37	a	20,75	a	20,23	0,9735	0,16
Fibra (%)	0,43	a	1,5	a	2,5	a	1,48	0,4842	0,12
Extracto. E (%)	1,13	a	1,23	ab	0,9	b	1,09	0,0079	0,06
Fósforo (g)	0,25	a	0,08	a	0,08	a	0,14	0,2218	0,04
Calcio (g)	0,31	b	0,4	b	0,57	a	0,43	0,0025	0,3
Azúcares. T (%)	3,43	a	2,7	b	2,87	b	3,00	0,0003	0,14

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología. FCP. ESPOCH. (2012).

Letras iguales no difieren estadísticamente.

niveles de harina de papa china en la bebida láctea funcional, menor es el contenido de humedad. Esto se debe al poder espesante característico de harina de papa china como lo expresa. Ferreira, S. (2005).

El análisis de la regresión de la de la humedad de la bebida láctea Funcional, demuestra un comportamiento lineal descendente a medida que incrementa el nivel de harina de papa china, se observa una relación inversamente proporcional, lo que se verifica mediante la ecuación  $y = -0.366x + 85.49$ , por lo tanto la reducción de humedad en la bebida se debe a un 46.5% a la incorporación de harina de papa china, gráfico 2.

### **3. Ceniza (%).**

Al evaluar el porcentaje, de ceniza en la adición de harina de papa china en la bebida láctea funcional, las medidas de los tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ), presentando el mayor valor de 0.87% en el tratamiento con el 30% de harina de papa china, y el menor valor en el tratamiento de 10%, con un valor de 0.70%, cuadro 9.

Ferreira, S. (2005). En su investigación reporto valores que van desde 0.74% a 0.96%, valores más altos que los obtenidos, esto puede deberse a que en la investigación se empleo la variedad blanca de la papa china (*Colocasia esculenta*), que contiene menor contenido de minerales comparado con la variedad negra de la papa china que utilizo Ferreira.

Mediante el análisis de regresión realizado en la bebida láctea funcional, se observa una línea de tendencia lineal ascendente que responde a la ecuación  $y = 0.0087x + 0.5897$ , por lo tanto el incremento de ceniza en la bebida se debe a un 32.8% a la incorporación de harina de papa china, gráfico 3.

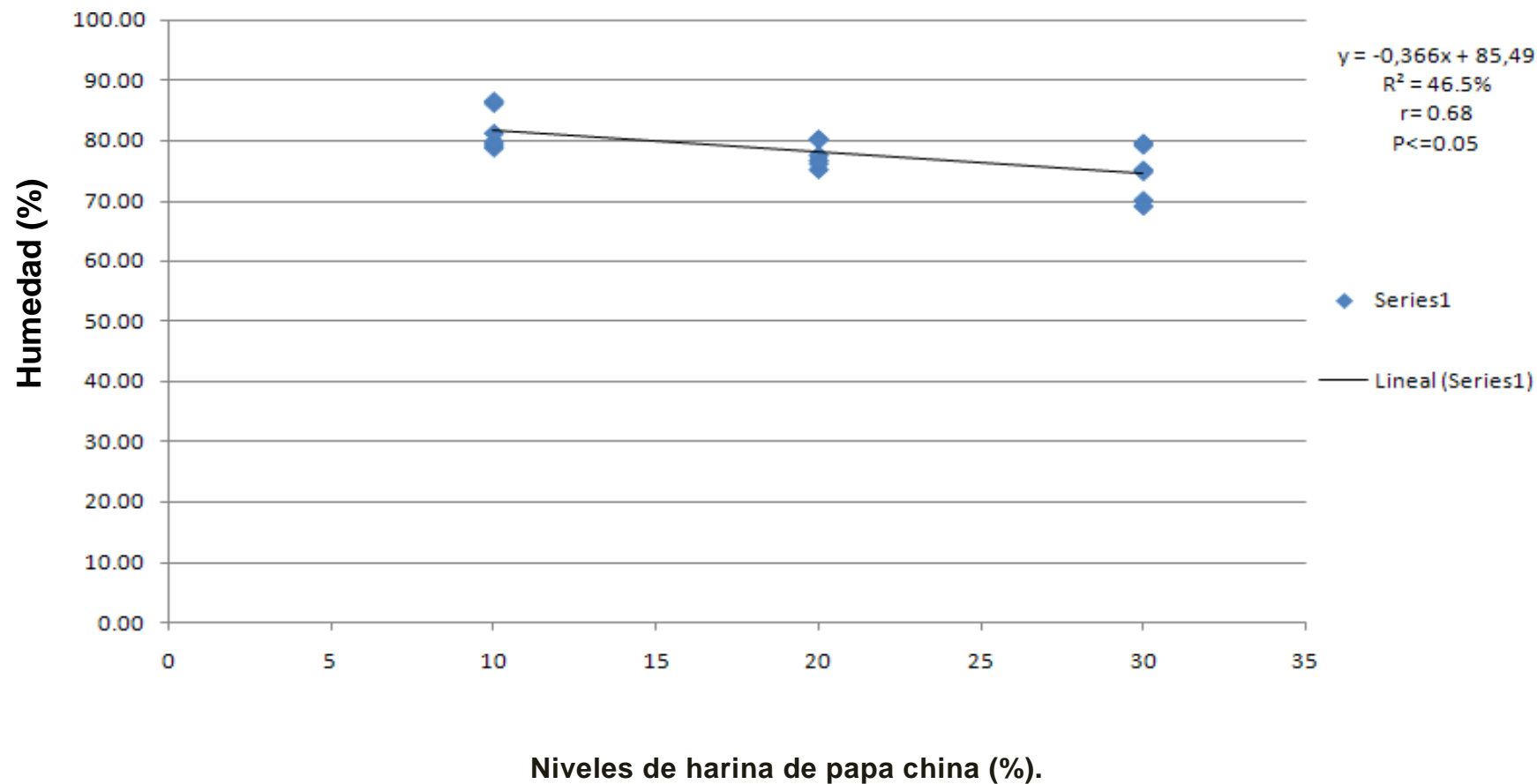


Gráfico 3. Línea de regresión del porcentaje de Humedad, en la Incorporación de Harina de papa china (*Colocasia esculenta*), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.

Elaborado por: Cajilima T. (2013).

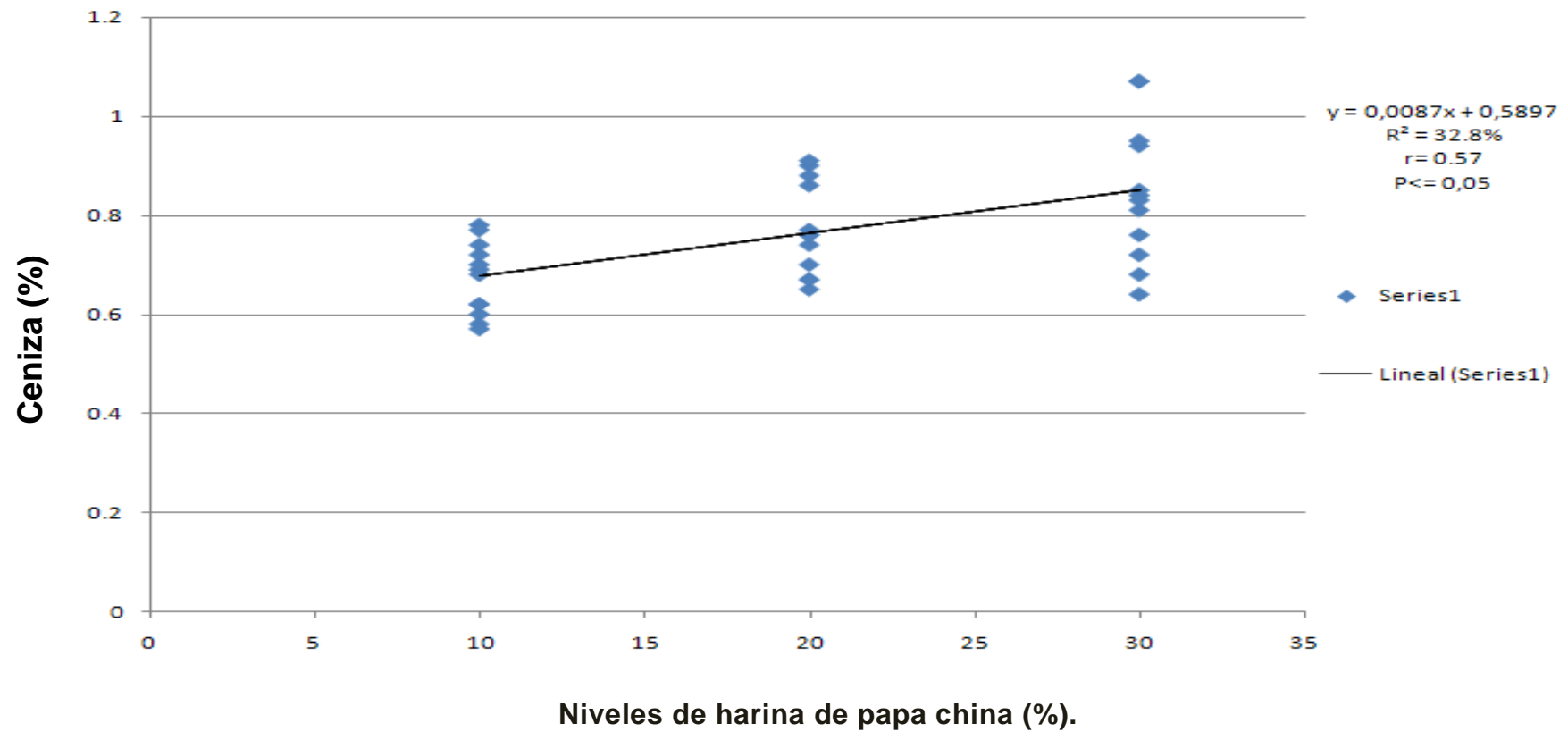


Grafico 3. Línea de regresión del porcentaje de Ceniza, en la Incorporación de Harina de papa china (*Colocasia esculenta*), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.

Elaborado por: Cajilima T. (2013).

## 1. Materia Orgánica (%).

El porcentaje de materia orgánica es inversamente proporcional al contenido de ceniza, por lo tanto los valores obtenidos en la incorporación de harina de papa china en la elaboración de una bebida láctea funcional, permitió obtener un porcentaje de Materia Orgánica entre 99.26% y 99.32, que en promedio representan un 20.08g / 100g de muestra estos valores no difieren estadísticamente ( $P < = 0.05$ ), presentando únicamente diferencias numéricas, cuadro 9.

El programa de Alimentación Escolar (PAE), establece que todas las bebidas lácteas deben cumplir con los requerimientos generales, dentro de estos la materia orgánica deberá estar entre 17 gramos por cada 100 gramos de muestra, al comparar estos valores con los de nuestra bebida láctea observamos que estamos por encima de lo requerido, esto se debe a la adición de harina de papa china que dentro de sus componentes contiene carbohidratos, almidón y fibra, haciendo que el contenido de materia orgánica se eleve.

## 2. Materia Seca (%).

Los valores promedio del porcentaje de materia seca obtenidos por la incorporación de harina de papa china en la elaboración de una bebida láctea funcional, no presentan diferencias estadísticas ( $P < = 0.05$ ), existen diferencias numéricas entre los tratamientos, obteniéndose porcentajes entre 19.58% y 20.75%, que corresponden a los niveles de 10% y 30% respectivamente, cuadro 9.

Cabe recalcar que la bebida láctea funcional cumple con los requerimientos del Reglamento Técnico Mercosur, que dispone tanto para leches y bebidas lácteas como mínimo de materia seca un 8.2 g /100g.

### **3. Fibra (%).**

Con la adición de harina de papa china en la elaboración de una bebida láctea funcional se incremento la fibra levemente en valores que van desde 0.43%, hasta el 2.5%, que corresponde a los tratamientos del 10% y 30% respectivamente, valores que no difieren estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ).

Según Montesco, J. (2007). Manifiesta que el valor de la fibra en los alimentos sólidos debe ser de al menos 3 % y en líquidos 1.5 % para ser considerado un producto de buena fuente de fibra, tomando en cuenta los resultados obtenidos, podemos afirmar que el porcentaje en la bebida láctea funcional se encuentra dentro de este rango, ya que la leche no contiene fibra, los valores obtenidos en la investigación son dados por la adición de harina de papa china, cuadro 9.

### **4. Extracto Etéreo (%).**

En los valores de extracto etéreo o grasa obtenidos en la investigación podemos observar que difieren significativamente ( $P < 0.05$ ), reportando valores de 1.13%, 1.23% y 0.90g% entre los niveles del 10%, 20% y 30% respectivamente, cuadro 9.

Palomino, C. (2010). En su investigación reporto valores que van desde 1.23% a 1.34%, que son valores levemente más altos que los obtenidos, esto puede darse a que en la investigación se empleo la variedad blanca de la papa china cuyo valor nutritivo es menor a la variedad negra utilizada por Palomino, en su investigación.

Si bien el porcentaje de grasa en la leche es de 4%, también debemos tomar en cuenta que el valor promedio de grasa en la harina es de 1.4%, razón por la cual el contenido de grasa en la bebida es bajo.

Mediante el análisis de regresión realizado en la incorporación de harina de papa china en la bebida láctea funcional en los tres niveles, se observa una



línea de tendencia lineal descendente que responde a la ecuación  $y = -0,0139x + 2,3136$ , por lo cual la reducción de grasa en la bebida se debe en un 24.9% a la incorporación de harina de papa china gráfico 4.

### **5. Fosforo (g)**

El equilibrio de calcio y fosforo resulta de una relación inversa. Cuando aumentan los niveles de suero de calcio, los niveles de fosfato caen y viceversa. Estos dos electrolitos llevan a cabo funciones similares, y 1.2g vienen esencialmente de las mismas fuentes de alimentos. Los requerimientos diarios para el ser humano van desde 0.12g a 1.2g dependiendo de la edad, por lo tanto es recomendable la ingesta de productos lácteos para cumplir con estas necesidades diarias. Smith, G. (2003).

Los datos obtenidos de fosforo en la incorporación de harina de papa china en la elaboración de una bebida láctea funcional, no presentan diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ), obteniéndose valores que van desde 0.25g y 0.08g, que corresponden a los niveles de 10% y 30% respectivamente, cuadro 9. Tomando en cuenta que la leche tiene un valor de 0.017 gramos de fosforo, podemos decir que la bebida láctea funcional está por encima de este valor gracias a la adición de la harina de papa china, cumpliendo así con los requerimientos diarios necesarios para el ser humano.

### **6. Calcio (g).**

El calcio y el fósforo son dos de los elementos minerales más abundantes en el cuerpo humano, que se encuentran fundamentalmente formando el esqueleto mineral, por eso suministrar complementos de minerales no es fácil.

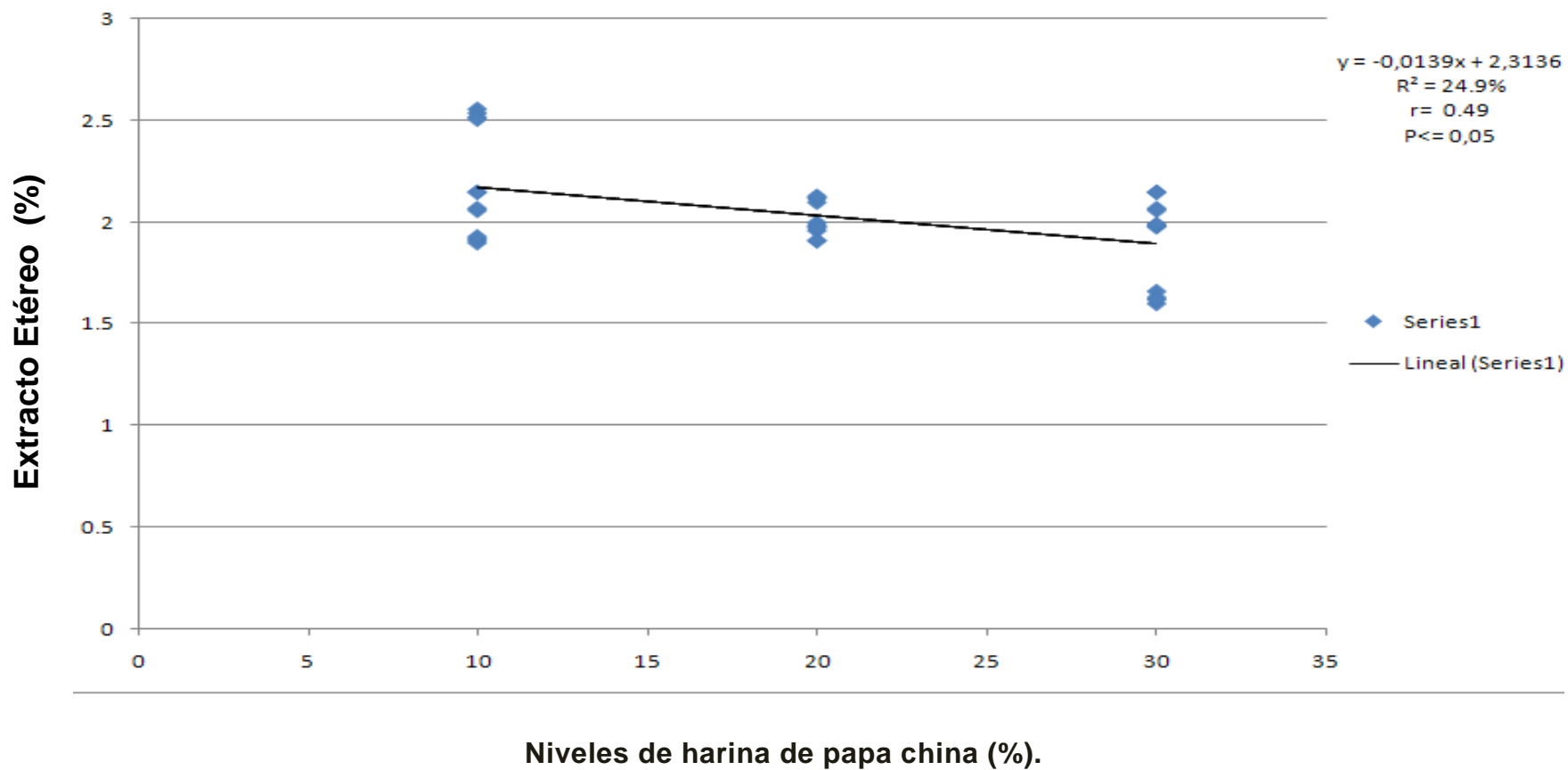


Grafico 4. Línea de regresión del porcentaje de Extracto Etéreo, en la Incorporación de Harina de papa china (*Colocasia esculenta*), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.

Elaborado por: Cajilima T. (2013).

Por eso deberíamos cuidar el equilibrio de los minerales con la alimentación, ya que la mayoría de los estudios indica que la pérdida obligatoria de calcio es de 0.25g, en un adulto sano, por lo tanto es fundamental consumir 3 raciones de leche y derivados al día para mantener una buena salud ósea y muscular, entre los productos lácteos podemos optar por las bebidas lácteas que aportan con valores de 0.36g a 0.30g por cada 100g de producto. Smith, G. (2003).

Al analizar los datos obtenidos en el laboratorio para la determinación de calcio, se observa que nuestra bebida láctea funcional se encuentra dentro de los valores requeridos para una bebida láctea, presentando valores de 0.31g a 0.57g que además difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ), cuadro 9.

Mediante el análisis de regresión realizado en la incorporación de harina de papa china en la bebida láctea funcional en los tres niveles, se observa una línea de tendencia lineal ascendente que responde a la ecuación  $y = 0.0075x + 0.9914$ , por lo tanto el incremento de calcio en la bebida se debe en un 27.9% a la incorporación de harina de papa china, gráfico 5.

## **7. Azucares Totales (%).**

Los valores de azucares totales no presentaron diferencias estadísticas al nivel de ( $P \leq 0.05$ ), con valores que van entre 3.43% a 2.70% en los tratamientos del 10% y 20% respectivamente, cuadro 9.

Allada, J. (2000). Manifiesta que el valor de los azucares totales en las bebidas lácticas deben ser el similares al de la leche es decir en un 5%, tomando en cuenta los resultados obtenidos, podemos afirmar que el porcentaje de los azucares totales se encuentra por debajo de este rango, esto se debe al porcentaje promedio de azucares totales presente en la harina de papa china (3.89%) que al incorporarse a la bebida láctea, contribuyo con la disminución del porcentaje en la bebida láctea.

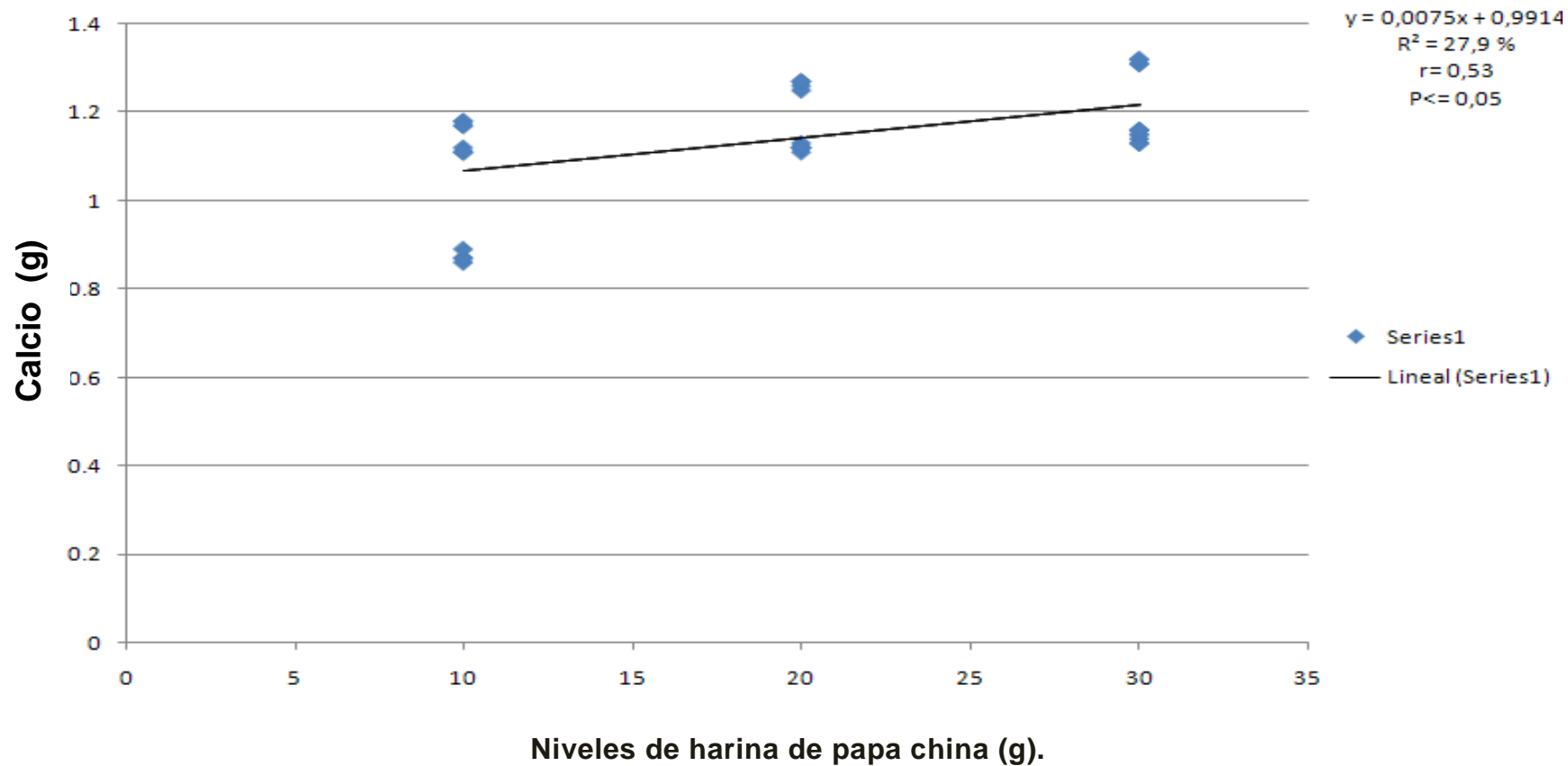


Grafico 5. Línea de regresión del Calcio, en la Incorporación de Harina de papa china (*Colocasia esculenta*), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.

Elaborado por: Cajilima T. (2013).

## B. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

### 1. pH.

En los valores de pH obtenidos en la investigación podemos observar que no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ), reportando valores de 5.61, 4.89 y 4.80; entre los niveles del 10%, 20% y 30% respectivamente, cuadro 10.

Según Sevilla, A. (2002). Dice que una bebida funcional debe tener un pH final de 4.3%, que con niveles de proteínas altos, es una bebida ideal para fisicoculturistas, esto en comparación con los resultados obtenidos que son ligeramente superiores, coloca a nuestra bebida dentro de las que requieren de medidas más rigurosas para la conservación ya que los microorganismos como el *Clostridium botulinum* podrían descomponer el producto, por otro lado las bebidas con pH mayores a 4.5, son más agradables al paladar, en contraste a aquellas que poseen un pH bajo y que necesitan del uso de saborizantes.

### 2. Densidad g/ml.

Los valores promedios de densidad obtenidos en la elaboración de la bebida láctea funcional presentan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), reportando el menor número de densidad en el tratamiento del 10% y el mayor valor en el nivel del 30%, cuyos valores fueron de 1.02 y 1.11 g/ml respectivamente como se ve en cuadro 10.

Allada, J. (2000). Resalta que la densidad de una bebida láctea puede fluctuar entre 1.028 a 1.048 g/ml, al comparar con los valores obtenidos de la bebida notamos que los valores obtenidos de la investigación se encuentran dentro de los parámetros establecidos en los niveles 10% y 20%, mientras que en el nivel del 30% obtenemos un resultado levemente mayor de 1.11 g/ml.

**Cuadro10. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL**

<b>Variables</b>	<b>10</b>		<b>20</b>		<b>30</b>		<b>media</b>	<b>Prob.</b>	<b>E.E</b>
pH	5,61	a	4,89	a	4,8	a	5,1	0,5071	0,16
Densidad (g/ml)	1,02	b	1,04	ab	1,11	a	1,06	0,0026	0,02

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología. FCP. ESPOCH. (2012).

Letras iguales no difieren estadísticamente.

El análisis de la regresión de la de la densidad, demuestra un comportamiento lineal ascendente a medida que incrementa el nivel de harina de papa china, lo que se verifica mediante la ecuación  $y = 0.0043x + 0.9677$ , que nos indica que la adición de harina de papa china influye en un 29.50%, gráfico 6.

### **C. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.**

#### **1. Coliformes Totales. (UFC/ml).**

En los valores obtenidos en la investigación, con respecto a los coliformes totales, no se reportaron presencia de estos microorganismos en ninguno de los tratamientos, por lo que se puede manifestar que el producto fue elaborado con las respectivas normas de higiene y ppm para garantizar la inocuidad de la bebida láctea funcional, cuadro 11.

#### **2. Aerobios Totales. (UFC/ml).**

La presencia de aerobios totales en la bebida láctea funcional reporto 20% respectivamente, por lo que no presentan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), cuadro 11.

Aunque es necesario que existan ausencias de este tipo de microorganismos, cabe recalcar que los resultados obtenidos están por debajo de los límites establecidos por las normas INNEN de 50 000 UFC/cm<sup>3</sup> establecido para bebidas lácteas. NTE INNEN 2564:2011.

#### **3. Mohos y Levaduras. (UFC/ml).**

La presencia de mohos en la bebida láctea funcional reporto una caga microbiana que va entre 0.39 y 0.56 (UFC/ml), en los tratamientos de 10% y 30% respectivamente, en cuanto a las levaduras obtuvimos un valor

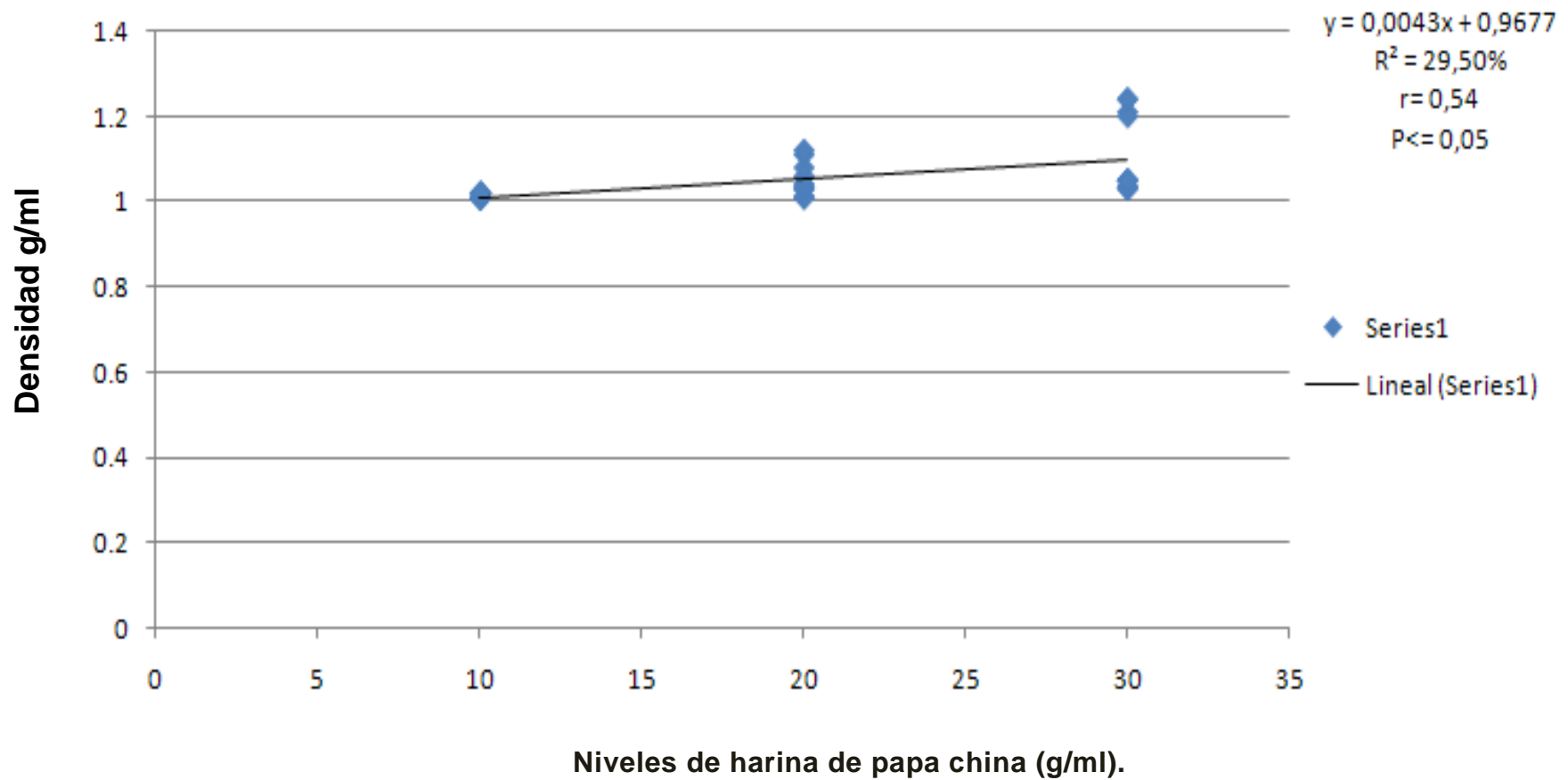


Grafico 6. Línea de regresión de la Densidad, en la Incorporación de Harina de papa china (*Colocasia esculenta*), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.

Elaborado por: Cajilima T. (2013).



**Cuadro 11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL (UFC/ml)**

<b>Variables</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>media</b>	<b>Prob.</b>	<b>E.E</b>
Coliformes. T	0,00 c	0,00 b	0,00 a	0,00	sd	0,00
Aerobio. T	0.93 a	0.97 a	0.95 a	0.95	0,4448	0,30
Mohos	0.39 a	0.56 a	0.56 a	0.51	0,4230	0,21
Levaduras	0.56 a	0.82 a	0.68 a	0.70	0,8732	0,10

Fuente: Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal. FCP. ESPOCH. (2012).

Letras iguales no difieren estadísticamente.

promedio de 0.70 (UFC/ml), por lo que no presentan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), cuadro 11.

Estos resultados nos indican que la carga de microorganismos es leve y que puede deberse a que por lo general estos microorganismos se encuentran suspendidos en las partículas de polvo o en las gotas de humedad, por lo que la presencia de estos microorganismos depende de la limpieza del área.

#### **D. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.**

##### **1. Color.**

En el cuadro 12, se observa que los catadores establecieron el puntaje más alto de 22.6, al nivel del 20% y el puntaje más bajo de 21.6, al nivel del 30%, en la incorporación de harina de papa china para la elaboración de una bebida láctea funcional, por lo que no representan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), lo que permite deducir que la incorporación de harina de papa china no influyó en el color de la bebida láctea, ya que los catadores le dieron un valor promedio de 22.56% al color de la bebida láctea que estaba valorado por el 25%, esto indica que el color es aceptable.

##### **2. Olor.**

En cuanto al análisis de olor, se observa que los catadores establecieron el puntaje más alto en cuanto al olor es de 23.7, en el nivel del 20% y el puntaje más bajo de 21.5, al nivel del 30%, en la incorporación de harina de papa china para la elaboración de una bebida láctea funcional, por lo

**CUADRO 12. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS DE LA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL**

<b>Variables</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>media</b>	<b>Prob.</b>	<b>E.E</b>
Color	22,6	a 23,5	a 21,6	a 22,56	0,0551	0,26
Olor	22,6	a 23,7	a 21,5	a 22,63	0,416	0,25
Sabor	20,4	b 21,3	a 20,0	c 20,57	<0,0001	0,27
Aspecto	19,4	b 20,8	a 18,9	c 19,72	<0,0001	0,3

Elaborado por: Cajilima, T. (2012).

Letras iguales no difieren estadísticamente.

que no representan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), cuadro 12.

### **3. Sabor.**

Los valores promedios de sabor obtenidos en la elaboración de la bebida láctea funcional presentan diferencias significativas ( $P < = 0.05$ ), reportando el menor número de sabor en el nivel del 30% y el mayor valor en el nivel del 20%, cuyos valores fueron del 20 y 21.3% respectivamente como se ve en el cuadro 12.

Estos resultados pueden deberse en que, mientras incrementamos el porcentaje de harina de papa china en cada nivel, los demás ingredientes de la bebida láctea se mantienen por lo tanto el sabor dulce va disminuyendo, gráfico 7.

### **4. Aspecto.**

Los valores promedios del aspecto obtenidos en la elaboración de la bebida láctea funcional presentan diferencias significativas ( $P < = 0.05$ ), reportando el menor número del aspecto en el tratamiento del 30% y el mayor valor en el nivel del 20%, cuyos valores fueron de 18.90% y 20.80% respectivamente gráfico 8.

Estos resultados se deben a que, en medida que incrementamos el porcentaje de harina de papa china mayor es la densidad de la bebida, lo que no es agradable a la vista de los catadores y por ende los resultados fueron los expresados en el cuadro 12.

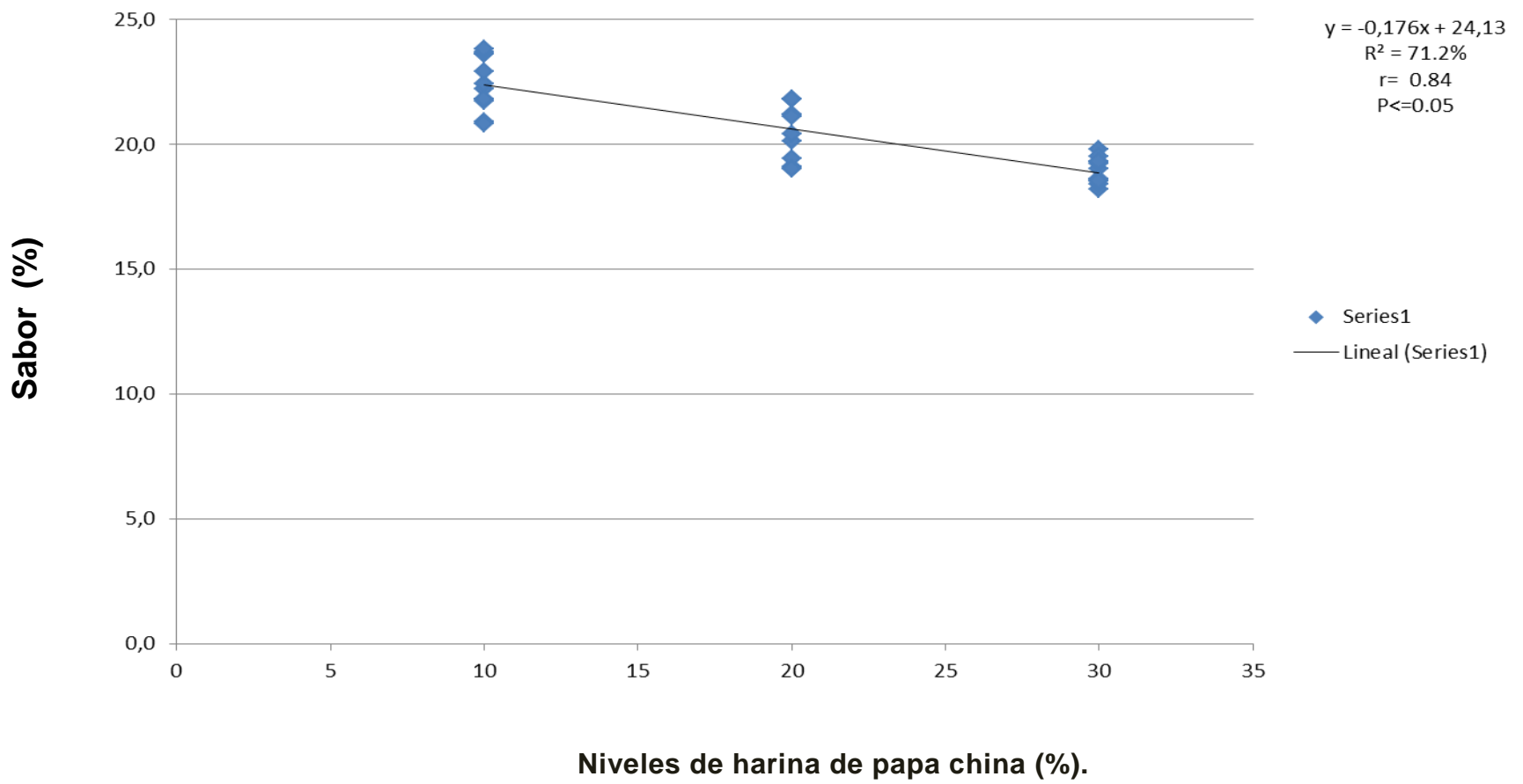
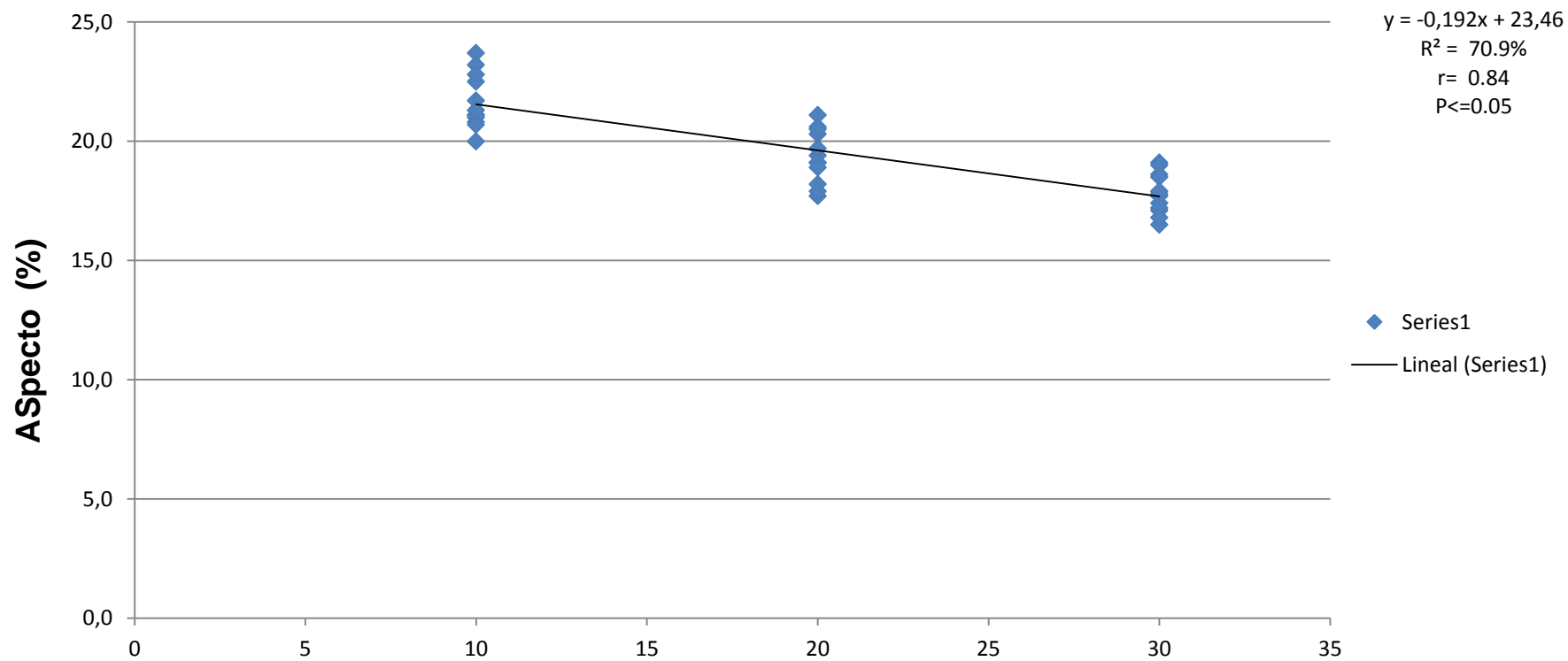


Grafico 7. Línea de regresión del porcentaje del Sabor, en la Incorporación de Harina de papa china (*Colocasia esculenta*), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.

Elaborado por: Cajilima T. (2013).



**Niveles de harina de papa china (%).**

Grafico 8. Línea de regresión del porcentaje del Aspecto, en la Incorporación de Harina de papa china (*Colocasia esculenta*), en la elaboración de una Bebida Láctea Funcional.

Elaborado por: Cajilima T. (2013).

## V. CONCLUSIONES

- Al incorporar harina de papa china en la bebida láctea se observó que tanto la proteína, calcio, fibra y ceniza se incrementan ligeramente, a medida que van subiendo los niveles de la harina de papa china, siendo el 30% el nivel que representa los valores más altos.
- Al analizar los resultados organolépticos, podemos decir que los valores más altos se obtuvieron en el nivel del 20%, obteniendo los siguientes valores: color 23.5, olor 32.7, sabor 21.3 y aspecto 20.8.
- Los análisis microbiológicos reportaron ausencia de coliformes, lo que garantiza que la bebida láctea funcional es apta para el consumo humano, además la carga microbiana en cuanto a, mohos, levaduras y aerobios totales, está por debajo del límite permitido para las bebidas lácteas (NTE INEN 2564:2011).

## VI. RECOMENDACIONES.

- Investigar la incorporación del 25% de la harina de papa china en la elaboración de la bebida láctea ya que pueden ajustarse para cubrir necesidades aún más específicas, en beneficio de la alimentación de niños y adultos.
- Evaluar las propiedades funcionales y nutricionales de las harinas de raíces y tubérculos no convencionales, para el uso con productos lácteos ya que pueden ser parte de una dieta saludable que cumpla necesidades específicas de cada individuo.



## VII. BIBLIOGRAFIA.

1. ALLADA, J. 2000. Fabricación de productos lácteos. Zaragoza – España. Edit., Acribia. pp. 104-107.
2. ARNAO, M. 1998. Estimación de la actividad antioxidante total de cítricos y su relación con el contenido de vitamina C. Fruticultura. pp. 48 - 93.
3. APARICIO, P. 1992. Determinación del ácido ascórbico en vegetales por polarografía diferencial de impulsos. Anales de Bromatología. XLIV. pp. 257 -261.
4. BORDA, M. 2011. Formulación de una base para aderezo de ensaladas con características de alimento funcional. Buenos Aires – Argentina.
5. COOK, J. 1991. Calcium Supplementation: Effect on Iron Absorption, American Journal of Clinical Nutrition. pp 106 -111.
6. Determinación del contenido de cenizas en los alimentos. 2007.
7. FENNEMA, O. 2000. Química de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza – España.
8. FERREIRA, S. 2005. Estudio químico bromatológico de la colocasia.
9. GOMEZ, M. 2010. Desarrollo y evaluación de estrategias analíticas para la caracterización de compuestos bioactivos en alimentos funcionales. Universidad de Granada. pp 53 - 58.
10. <http://www.alimentacion.enfasis.com>. 2003.
11. <http://www.bioemprende.eu/files/Informes2003>.

12. <http://www.industriaalimenticia.com>. 2001.
13. <http://www.mundolacticocarnico.com>. 2007.
14. <http://www.revistaalimenticias.com>.2000.
15. <http://www.revistaalimentos.com/bebidas-funcionales.htm>. 2001.
16. MATA, P. 2004. Los omega-3 y los omega-9 en la enfermedad cardiovascular. Libro blanco de los omega-3. Ed. Médica Panamericana. Madrid – España. pp. 49 – 64.
17. MATTHEWS, P. 2004. Genetic Diversity in Taro, and the Preservation of Culinary Knowledge.
18. MONTALDO, A.2004. Cultivos de Raíces y Tubérculos Tropicales. Editorial IICA. Costa Rica. pp: 13-67.
19. MONTESCO, J. 2007. Lechería e industria de derivados de la leche. Edit. Montesco. pp. 23 – 30.
20. PALOMINO, C. 2010. Composición química de la harina de (Colocasia esculenta) en colada infantil. pp 59 – 63.
21. PERDOMO, A. 2000. "Los manantiales de ñames (Colocasia esculenta). pp. 36-41.
22. PORTER, C. 2001. La ciencia de los alimentos. 2 da Ed. Madrid – España. pp. 70 – 73.
23. RODRIGUEZ, J. 2004. Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de la harina de malanga (Colocasia esculenta). pp. 125-310.

24. SEVILLA, A. 2002. Nutrición y suplementación deportiva. pp. 26 – 58.
25. SMITH, G. 2003. La fuente de información sobre el calcio. st, st, se. pp.72 – 74.
26. STEPHENS, J. 1994. Dasheen (*Colocasia esculenta*). Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

**ANEXOS.**

Anexo 1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL COLOR % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	23,2	22,5	22,0	67,7	22,57
20%	23,8	23,4	23,2	70,4	23,47
30%	22,2	21,4	21,3	64,9	21,63

2. ANALISIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	5,28	2	2,64	3,17	0,0551
Tratamientos	5,28	2	2,64	3,17	0,0551
Error	27,51	33	0,83		
Total	32,79	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	Grupo	E.E
10,00	23,08	12	A	0.26
20,00	22,42	12	A	0.26
30,00	22,17	12	A	0.26

Anexo 2. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL OLOR % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	22,8	22,6	22,5	67,9	22,63
20%	24,1	23,7	23,4	71,2	23,73
30%	21,1	21,9	21,6	64,6	21,53

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,35	2	0,68	0,90	0,4160
Tratamientos	1,35	2	0,68	0,90	0,4160
Error	24,80	33	0,75		
Total	26,15	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	Grupo	E.E
10,00	22,97	12	A	0.25
20,00	22,73	12	A	0.25
30,00	22,49	12	A	0.25

Anexo 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL SABOR % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	22	20,5	18,6	61,1	20,37
20%	23	21,5	19,5	64	21,33
30%	21,8	19,5	18,7	60	20,00

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	74,81	2	37,41	41,28	<0,0001
Tratamientos	74,81	2	37,41	41,28	<0,0001
Error	29,91	33	0,91		
Total	104,72	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	Grupos	E.E
10,00	22,43	12	C	0,27
20,00	20,49	12	B	0,27
30,00	18,91	12	A	0,27

4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	74,55375	74,55375	84,0409735	1,02945E-10
Residuos	34	30,1618056	0,887111928		
Total	35	104,71556			

Anexo 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL ASPECTO % EN LA CORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	20,9	19,9	17,5	58,3	19,43
20%	23,1	20,6	18,8	62,5	20,83
30%	21,1	18,5	17,1	56,7	18,90

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	90,32	2	45,16	41,90	<0,0001
Tratamientos	90,32	2	45,16	41,90	<0,0001
Error	35,57	33	1,08		
Total	125,90		35		

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	Grupo E.E
10,00	21,6612	C	0.30
20,00	19,3812	B	0.30
30,00	17,8012	A	0.30

4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	89,3204167	89,3204167	83,031651	1,19319E-10
Residuos	34	36,5751389	1,07573938		
Total	35	125,895556			



Anexo5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE COLIFORMESTOTALES UFC/mi EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
20%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
30%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,00	2	0,00	sd	sd
Niveles papa china	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	33	0,00		
Total	0,00	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	Grupo	E.E
10.00	0.00	12	C	0.00
20.00	0,00	12	B	0.00
30.00	0,00	12	A	0.00

Anexo 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE AEROBIOS TOTALES UFC/ml EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	9,0	7,3	9,0	25,3	8,43
20%	12,3	8,5	7,3	28,1	9,37
30%	10,8	7,8	8,0	26,6	8,87

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	59,06	2	29,53	1,55	0,2276
Tratamientos	59,06	2	29,53	1,55	0,2276
Error	629,25	33	19,07		
Total	688,31	35			

3. ANALIS DE VARIANZA DATO AJUSTADO (1.5).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,79	2	0,89	0,83	0,4448
Tratamientos	1,79	2	0,89	0,83	0,4448
Error	35,51	33	1,08		
Total	37,30	35			

4. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	Grupo	E.E
10,00	4,58	12	A	0.30
20,00	4,03	12	A	0.30
30,00	4,28	12	A	0.30

Anexo 7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MOHOS UFC/ml EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEAFUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	1,8	2,5	3,0	7,3	2,43
20%	3,3	5,8	1,8	10,9	3,63
30%	2,3	3,8	4,8	10,9	3,63

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	15,06	2	7,53	1,53	0,2319
Tratamientos	15,06	2	7,53	1,53	0,2319
Error	162,58	33	4,93		
Total	177,64	35			

3. ANALISIS DE VARIANZA AJUSTADO (1.5).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,93	2	0,46	0,88	0,4230
Tratamientos	0,93	2	0,46	0,88	0,4230
Error	17,36	33	0,53		
Total	18,29	35			

4. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	Grupo	E.E
10,00	2,93	12	A	0.21
20,00	3,33	12	A	0.21
30,00	3,16	12	A	0.21

Anexo 8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LEVADURAS UFC/ml EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEAFUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	3,5	3,5	4,0	11,0	3,67
20%	6,0	7,5	6,3	19,8	6,60
30%	4,3	5,3	4,8	14,4	4,80

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	4,17	2	2,08	0,22	0,8010
Tratamientos	4,17	2	2,08	0,22	0,8010
Error	307,83	33	9,33		
Total	312,00	35			

3. ANALISIS DE VARIANZA AJUSTADO (1.5).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,12	2	0,06	0,14	0,8732
Tratamientos	0,12	2	0,06	0,14	0,8732
Error	14,04	33	0,43		
Total	14,16	35			

4. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	Grupo	E.E
10,00	3,57	12	A	0.10
20,00	3.71	12	A	0.10
30,00	3,66	12	A	0.10

Anexo 9. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE HUMEDAD % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	86,5	80,3	79,5	246,3	82,10
20%	79,1	77,2	75,0	231,3	77,10
30%	80,6	75,7	69,6	225,9	75,30

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	325,88	2	162,94	14,68	<0,0001
Tratamientos	325,88	2	162,94	14,68	<0,0001
Error	366,28	33	11,10		
Total	692,15	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	Grupos	E.E
10.00	82.05	12	B	0.96
20.00	77,72	12	A	0.96
30.00	74,72	12	A	0.96

4. ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	322,3734	322,3734	29,6410809	4,54575E-06
Residuos	34	369,7805639	10,87589894		
Total	35	692,1539639			

Anexo 10. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE CENIZAS % EN LA

INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	0,6	0,8	0,7	2,1	0,70
20%	0,7	0,7	0,8	2,2	0,73
30%	0,7	0,9	1,0	2,6	0,87

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,18	2	0,09	8,16	0,0013
Tratamientos	0,18	2	0,09	8,16	0,0013
Error	0,37	33	0,01		
Total	0,55	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	Grupo	E.E
10,00	0,67	12	A	0.03
20,00	0,77	12	A B	0.03
30,00	0,85	12	B	0.03

4. ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,182004167	0,182004167	16,6324918	0,000258577
Residuos	34	0,372051389	0,010942688		
Total	35	0,554055556			

Anexo 11. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE EXTRACTO ETereo % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	2,3	0,7	0,4	3,4	1,13
20%	1,2	1,3	1,2	3,7	1,23
30%	0,8	0,9	1,0	2,7	0,90

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2,32	2	1,16	5,62	0,0079
Tratamientos	2,32	2	1,16	5,62	0,0079
Error	6,80	33	0,21		
Total	9,12	35			

3. ANALISIS DE VARIANZA AJUSTADO (1).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,47	2	0,24	5,62	0,0079
Tratamientos	0,47	2	0,24	5,62	0,0079
Error	1,39	33	0,04		
Total	1,86	35			

4. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	Grupo	E.E
10.00	2.19	12	B	0.06
20.00	2,01	12	A B	0.06
30.0	1,91	12	A	0.06

5. ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,46481667	0,464816667	11,3233409	0,00190958 <sup>a</sup>
Residuos	34	1,39568056	0,041049428		
Total	35	1,86049722			

Anexo 12. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE FIBRA % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	0,3	0,4	0,6	1,3	0,43
20%	1,3	1,3	1,9	4,5	1,50
30%	2,4	2,3	2,8	7,5	2,50

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,24	2	0,62	0,78	0,4687
Tratamientos	1,24	2	0,62	0,78	0,4687
Error	26,30	33	0,80		
Total	27,54	35			

3. ANALIS DE VARIANZA AJUSTADO (1.5).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,25	2	0,12	0,74	0,4842
Tratamientos	0,25	2	0,12	0,74	0,4842
Error	5,46	33	0,17		
Total	5,71	35			

4. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	Grupo	E.E
10,00	2,57	12	A	0.12
20,00	2,61	12	A	0.12
30,00	2,76	12	A	0.12



Anexo 13. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE PROTEÍNA% EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	5,39	5,26	5,33	15,98	5,33
20%	5,78	5,79	5,79	17,36	5,79
30%	5,93	5,87	5,94	17,74	5,91

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,04	2	0,02	0,30	0,7393
Tratamientos	0,04	2	0,02	0,30	0,7393
Error	2,09	33	0,06		
Total	2,13	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	Grupos	E.E
10.00	5,56	8	A	0.08
20.00	5,56	8	A	0.08
30.00	5,64	8	A	0.08

Anexo 14. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE AZÚCARES TOTALES % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	3,74	3,28	3,27	10,29	3,43
20%	2,44	2,94	2,73	8,11	2,70
30%	2,56	3,01	3,03	8,6	2,87

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,57	2	0,29	10,45	0,0003
Tratamientos	0,57	2	0,29	10,45	0,0003
Error	0,90	33	0,03		
Total	1,47	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	Grupo	E.E
10.00	3.74	4	B	0.14
20.00	3,28	4	A	0.14
30.0	3,27	4	A	0.14

Anexo 15. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MATERIA SECA% EN LA INCORPORACION DE HARINA DE PAPACHINA (Colocasia esculenta), COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACION DE UNA BEBIDA LACTEA FUNCIONAL

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	19,63	19,73	19,39	58,75	19,58
20%	20,32	20,33	20,46	61,11	20,37
30%	20,71	20,76	20,78	62,25	20,75

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,02	2	0,01	0,03	0,9735
Tratamientos	0,02	2	0,01	0,03	0,9735
Error	9,91	33	0,30		
Total	9,93	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	Grupo	E.E
10.00	20,22	12	A	0.16
20.00	20.27	12	A	0.16
30.00	20,24	12	A	0.16

Anexo 16. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE MATERIA ORGÁNICA % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	99,37	99,24	99,3	297,91	99,30
20%	99,35	99,11	99,49	297,95	99,32
30%	99,27	99,33	99,17	297,77	99,26

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,07	2	0,04	1,07	0,3534
Tratamientos	0,07	2	0,04	1,07	0,3534
Error	1,14	33	0,03		
Total	1,22	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	N	GRUPO	E.E
10.00	99.33	12	A	0.05
20.00	99,23	12	A	0.05
30.00	99,32	12	A	0.05

Anexo 17. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE CALCIO % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	0,14	0,39	0,41	0,94	0,31
20%	0,37	0,39	0,43	1,19	0,40
30%	0,46	0,58	0,67	1,71	0,57

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,20	2	0,10	6,87	0,0032
Tratamientos	0,20	2	0,10	6,87	0,0032
Error	0,48	33	0,01		
Total	0,69	35			

3. ANALIS DE VARIANZA AJUSTADO (0.5).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,15	2	0,07	7,25	0,0025
Tratamientos	0,15	2	0,07	7,25	0,0025
Error	0,34	33	0,01		
Total	0,48	35			

4. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	GRUPO	E.E
10,00	1,05	12	A	0.30
20,00	1,17	12	B	0.30
30,00	1,20	12	B	0.30

5. ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,135	0,135	13,2036725	0,00091239
Residuos	34	0,34763056	0,01022443		
Total	35	0,48263056			

Anexo 18. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE FOSFORO% EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	0,12	0,5	0,12	0,74	0,25
20%	0,07	0,08	0,09	0,24	0,08
30%	0,07	0,08	0,08	0,23	0,08

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,13	2	0,06	1,86	0,1721
Tratamientos	0,13	2	0,06	1,86	0,1721
Error	1,13	33	0,03		
Total	1,26	35			

3. ANALIS DE VARIANZA AJUSTADO (1).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,07	2	0,04	1,58	0,2218
Tratamientos	0,07	2	0,04	1,58	0,2218
Error	0,77	33	0,02		
Total	0,85	35			

4. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	GRUPO	E.E
10,00	1,29	12	A	0.04
20,00	1.40	12	A	0.04
30,00	1,31	12	A	0.04

Anexo 19. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL pH % EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	5,22	6,11	5,49	16,82	5,61
20%	5,25	4,49	4,92	14,66	4,89
30%	4,61	4,43	5,35	14,39	4,80

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,44	2	0,22	0,69	0,5071
Tratamientos	0,44	2	0,22	0,69	0,5071
Error	10,47	33	0,32		
Total	10,91	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	GRUPO	E.E
10.00	5,03	12	A	0.16
20.00	5,01	12	A	0.16
30.00	5,25	12	A	0.16

Anexo 20. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE DENSIDAD g/ml EN LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE PAPACHINA (*Colocasia esculenta*), EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA FUNCIONAL.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	T1	T2	T3		
10%	1,01	1,01	1,03	3,05	1,02
20%	1,02	1,04	1,05	3,11	1,04
30%	1,02	1,09	1,22	3,33	1,11

2. ANALIS DE VARIANZA.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,05	2	0,02	7,17	0,0026
Tratamientos	0,05	2	0,02	7,17	0,0026
Error	0,11	33	3,2E-03		
Total	0,15	35			

3. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %.

Tratamientos	Medias	n	GRUPO	E.E
10.00	1,02	12	A	0.02
20.00	1,05	12	A B	0.02
30.00	1,10	12	B	0.02

4. ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.04498004	0.04498	14.2186276	0.00062139
Residuos	34	0.1075576	0.0031635		
Total	35	0.15253764			