



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS



TEMA:

**EFFECTO DEL PROCESAMIENTO EN LA DISMINUCIÓN DE
COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES EN ONCE CULTIVARES
DE PAPA (*Solanum tuberosum*).**

Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI), previa la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor: Gabriela Estefanía Guerrero Aguayza

Tutora: Dra. Jacqueline Ortiz E. Ph.D.

Ambato – Ecuador

2013

APROBACIÓN POR EL TUTOR

Dra. Jacqueline Ortiz Ph.D.

Siendo la Tutora del Trabajo de Investigación modalidad TEMI, realizado bajo el tema: “Efecto del procesamiento en la disminución de compuestos antinutricionales en once cultivares de papa (*Solanum tuberosum*)” por la egresada Gabriela Estefanía Guerrero Aguayza; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de un trabajo de Graduación de Ingeniería en Alimentos; y la graduada posee los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Ambato, Noviembre 2013

Dra. Jacqueline Ortiz E. Ph.D.

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación bajo la modalidad TEMI, denominado: Efecto del procesamiento en la disminución de compuestos antinutricionales en once cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, corresponden exclusivamente a Gabriela Estefanía Guerrero Aguayza.

Ambato, Noviembre 2013

Estefanía Guerrero. A.

Autor

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal de grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato

Ambato, Noviembre de 2013

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Gladys Navas Miño

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Aracelly Pilamala

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. MBA. Rommel Rivera

DEDICATORIA

Al Dios por ser luz y esperanza en mi vida, por bendecirme y protegerme cada día, porque a él le debo todos mis logros, ejemplo de infinito amor y sabiduría.

Al quienes amo profundamente

Al mis Padres, Hernán y Mercedes por darme la mejor herencia de esta vida una carrera profesional, basada en principios y valores. Al mi padre por ser ejemplo de arduo trabajo, esfuerzo y superación. Al mi madre, mi amiga y guía, por impulsarme a seguir adelante por su ejemplo de fortaleza, orden y disciplina.

Al mi hermana Marcela, porque me enseñaste que con dedicación los sueños se hacen realidad; y en la distancia aprendí a valorar tu presencia junto a mí.

Al David, porque jamás olvidaré nuestras risas, nuestras bromas, nuestros planes, recuerdos y lágrimas, por estar en mí, brindarme todo su apoyo incondicional y hacerme tan feliz.

Gabriela Estefanía Guerrero Aguayza

AGRADECIMIENTO

“El agradecimiento es la memoria del corazón”

Me gustaría Agradecer a ti mi Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño tan anhelado.

A la Universidad Técnica de Ambato y de manera especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, por darme la oportunidad de desarrollarme como estudiante y como ser humano, así también a los docentes que supieron compartir sus conocimientos y experiencias durante mi trayectoria universitaria.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Estación Experimental Santa Catalina, por brindarme la oportunidad de realizar mi Trabajo de Graduación en sus instalaciones; de igual manera al CIP – ISSANDES por otorgar el financiamiento respectivo para el desarrollo de esta investigación.

Gracias, de corazón a la Ing. Elena Villaerés Msc., por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento; ha hecho fácil lo difícil, ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda; muchas gracias por todas las oportunidades de superación personal y académica hacia mi persona.

A la Dra. Jacqueline Ortiz, Directora de tesis un agradecimiento especial, por la buena disposición con que me recibió en todo momento por su atención y amabilidad en todo lo referente a este trabajo de investigación.

Al Ing. Rommel Rivera y a la Ing. Aracelly Pilamala por la ayuda brindada y su apoyo incondicional como docentes calificadoras de este trabajo de investigación.

También me gustaría agradecer al Ing. Javier Álvarez por brindarme su ayuda profesional en todo momento, de manera especial a la Ing. María Belén Quiral por demostrarme una amistad verdadera, por ser una excelente persona, profesional y amiga .. gracias por todo Mabe.

Quiero hacer extensiva mi gratitud a todos mis compañeros de trabajo por su ayuda, su amistad y por todos los momentos inolvidables compartidos durante este tiempo a Pauly, Marthita, Irma, Perika, Cris, Gabby, Carmita, Kary y Pepe millón gracias nunca los olvidaré. A María José Poveda por compartir este

trabajo de investigación conmigo; espero con ello haber retribuido la aguda y confianza depositada en mí.

Porque a pesar del tiempo y la distancia la verdadera amistad perdura por siempre a Jhuly mi compañera y amiga de la universidad y a Andrieta por todo su cariño y afecto incondicional en todo momento.

Quiero darles las gracias a mis padres porque me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada, por su apoyo y por demostrarme el infinito amor que me tienen. A mi hermana Marcela y a Milú que más que mi prima le quiero como a una hermana, a uds por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. A David por siempre estar conmigo en las buenas y en las malas por apoyarme en todo momento, por darme ánimo y aliento para terminar mis estudios con éxito.

A Valentín, Martín y Gordito mis fieles compañeros.

En fin a todos; sabiendo que jamás encontraré la forma de agradecer su constante apoyo y confianza, sólo espero que comprendan que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos e inspirados en ustedes..

Estefy

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Tema de investigación.....	1
1.2.	Planteamiento del problema.....	1
1.2.1.	Contextualización.....	1
1.2.2.	Análisis crítico.....	8
1.2.3.	Prognosis.....	8
1.2.4.	Formulación del problema.....	9
1.2.5.	Preguntas directrices.....	9
1.2.6.	Delimitación del objetivo de investigación.....	10
1.3.	Justificación.....	10
1.4.	Objetivos.....	11
1.4.1.	Objetivo general.....	11
1.4.2.	Objetivos específicos.....	11

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes investigativos.....	12
2.2.	Fundamentación filosófica.....	14
2.3.	Fundamentación legal.....	15
2.4.	Categorías fundamentales.....	18
2.4.1.	Marco teórico de la variable pendiente.....	21
2.4.2.	Marco teórico de la variable independiente.....	28
2.5.	Hipótesis.....	49
2.6.	Señalamiento de variable.....	49

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.	Enfoque.....	50
3.2.	Modalidad básica de investigación.....	50
3.3.	Nivel o tipo de investigación.....	51
3.4.	Población y muestra.....	52
3.4.1.	Población.....	52
3.4.2.	Muestra.....	52
3.5.	Operacionalización de variables.....	53
3.5.1.	Operacionalización de variable independiente.....	53

3.5.2	Operacionalización de variable dependiente.....	54
3.6.	Plan de recolección de información.....	55
3.7.	Plan de procesamiento de información.....	58

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Análisis de los resultados de los compuestos antinutricionales en las variedades procesadas.....	59
4.1.1.	Nitratos.....	59
4.1.2.	Oxalatos.....	62
4.1.3.	Taninos.....	65
4.1.4.	Glicoalcaloides.....	67
4.1.5.	Polifenoles.....	70
4.1.6.	Ácido Fítico.....	73
4.2.	Efecto de la Interacción Localidad, Variedad, Proceso y Cáscara en el contenido de compuestos antinutricionales.....	75
4.3.	Análisis de Resultados del efecto del proceso sobre los compuestos antinutricionales.....	77
4.3.1.	Nitratos.....	78
4.3.2.	Oxalatos.....	80
4.3.3.	Taninos.....	82
4.3.4.	Glicoalcaloides.....	84
4.3.5.	Polifenoles.....	85
4.3.6.	Ácido Fítico.....	87
4.4.	Análisis de Resultados del perfil nutricional.....	89
4.4.1.	Vitamina C.....	89
4.4.2.	Carotenoides Totales.....	91
4.4.3.	Digestibilidad del Almidón.....	92
4.4.4.	Lisina Disponible.....	93
4.4.5.	Concentración de Hierro.....	95
4.4.6.	Concentración de Zinc.....	97

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	99
5.2.	Recomendaciones.....	101

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1.	Datos informativos.....	102
6.2.	Antecedentes de la propuesta.....	103
6.3.	Justificación.....	104
6.4.	Objetivos.....	106
6.4.1.	General.....	106
6.4.2.	Específicos.....	106
6.5.	Análisis de factibilidad.....	106
6.6.	Fundamentación.....	108
6.7.	Metodología. Modelo operativo.....	110
6.8.	Administración.....	111
6.9.	Previsión de la evaluación.....	112
	BIBLIOGRAFÍA.....	113
	ANEXO A: TABLAS DE RESULTADOS INTERACCIÓN A*B*C*D.....	124
	ANEXO B: PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS.....	143

TABLAS

Tabla N° 1	Estimaciones de la Producción de papa en el Mundo (2011).
Tabla N° 2	Producción de Papa 2000 – 2011
Tabla N° 3	Clasificación taxonómica de las papas.
Tabla N° 4	Contenido de Nutrientes en 100g de Papa y el Porcentaje que cubre de las dosis diarias recomendadas.
Tabla N° 5	Factores de Estudio para la determinación del Contenido de Compuestos Antinutricionales.
Tabla N° 6	Esquema del Análisis de Varianza
Tabla N° 7	Prueba de Tukey para el contenido de Nitratos de acuerdo a la localidad de la Papa.
Tabla N° 8	Prueba de Tukey para el contenido de Nitratos de acuerdo a la variedad de Papa.
Tabla N° 9	Prueba de Tukey para el contenido de Nitratos de acuerdo al Proceso.
Tabla N° 10	Prueba de Tukey para el contenido de Nitratos según la condición del tubérculo (con y sin cáscara)
Tabla N° 11	Prueba de Tukey para el contenido de Oxalatos de acuerdo a la localidad de cultivo.
Tabla N° 12	Prueba de Tukey para el contenido de Oxalatos de acuerdo a las diferentes variedades de papa.
Tabla N° 13	Prueba de Tukey para el contenido de Oxalatos en papa frita y horneada
Tabla N° 14	Prueba de Tukey para el contenido de Oxalatos según la condición del tubérculo (con y sin cáscara)
Tabla N° 15	Prueba de Tukey para el contenido de Taninos de acuerdo a la localidad de cultivo.
Tabla N° 16	Prueba de Tukey para el contenido de Taninos en diferentes variedades de papa.
Tabla N° 17	Prueba de Tukey para el contenido de Taninos en papa frita y horneada.
Tabla N° 18	Prueba de Tukey para el contenido de Taninos en Papa con y sin cáscara.
Tabla N° 19	Prueba de Tukey para el contenido de Glicoalcaloides de según la localidad de cultivo.
Tabla N° 20	Prueba de Tukey para el contenido de Glicoalcaloides de en diferentes variedades de papa.
Tabla N° 21	Prueba de Tukey para el contenido de Glicoalcaloides en la

	papa sometida a horneado y fritura.
Tabla N° 22	Prueba de Tukey para el contenido de Glicoalcaloides en la papa pelada y con cáscara.
Tabla N° 23	Prueba de Tukey para el contenido de Polifenoles en la papa cultivada en tres localidades.
Tabla N° 24	Prueba de Tukey para el contenido de Polifenoles en diferentes variedades de papa.
Tabla N° 25	Prueba de Tukey para el contenido de Polifenoles en papa horneada y frita.
Tabla N° 26	Prueba de Tukey para el contenido de Polifenoles en papa pelada y con cáscara.
Tabla N° 27	Prueba de Tukey para el contenido de Ácido Fítico en papa cultivada en tres localidades.
Tabla N° 28	Prueba de Tukey para el contenido de ácido Fítico en diferentes variedades de papa.
Tabla N° 29	Prueba de Tukey contenido para el contenido de Ácido Fítico en papa horneada y frita.
Tabla N° 30	Prueba de Tukey para el contenido de Ácido Fítico en las muestras de Papa con cáscara y sin cáscara.
Tabla N° 31	Codificación de las muestras de papa procesada.
Tabla N° 32	Análisis de la Varianza-Prueba de Tukey al 5% para el contenido de Nitratos (Interacción A*B*C*D) en muestras de papa procesada.
Tabla N° 33	Análisis de la Varianza-Prueba de Tukey al 5% para el contenido de Oxalatos (Interacción A*B*C*D) en muestras de papa procesada.
Tabla N° 34	Análisis de la Varianza-Prueba de Tukey al 5% para el contenido de Taninos (Interacción A*B*C*D) en muestras de papa procesada.
Tabla N° 35	Análisis de la Varianza-Prueba de Tukey al 5% para el contenido de Glicoalcaloides (Interacción A*B*C*D) en muestras de papa procesada.
Tabla N°36	Análisis de la Varianza-Prueba de Tukey al 5% para el contenido de Polifenoles (Interacción A*B*C*D) en muestras de papa procesada.
Tabla N° 37	Análisis de la Varianza-Prueba de Tukey al 5% para el contenido de Ácido Fítico (Interacción A*B*C*D) en muestras de papa procesada.

GRÁFICOS

- Gráfico N° 1 Producción de Papa según Provincia (2011).
- Gráfico N° 2 Relación Causa – Efecto.
- Gráfico N° 3 Red de Inclusión Interrelacionado.
- Gráfico N° 4 Subtemas de la Variable Dependiente.
- Gráfico N° 5 Subtemas de la Variable Independiente.
- Gráfico N° 6 Variedades de Papa Nativa.
- Gráfico N° 7 Efecto del Proceso en el Contenido de Nitratos (mg/100g).
- Gráfico N° 8 Efecto del Proceso en el Contenido de Oxalatos (mg/100g).
- Gráfico N° 19 Efecto del Proceso en el Contenido de Taninos (mg(100g).
- Gráfico N° 10 Efecto del Proceso en el Contenido de Glicoalcaloides (mg/100g).
- Gráfico N° 11 Efecto del Proceso en el Contenido de Polifenoles (mg/100g).
- Gráfico N° 12 Efecto del Proceso en el Contenido de Ácido Fítico (mg/100g).
- Gráfico N° 13 Contenido de Vitamina C en muestras de Papa en Estado Crudo y Procesado.
- Gráfico N° 14 Carotenoides Totales en muestras de Papa en Estado Crudo y Procesado.
- Gráfico N° 15 Digestibilidad del Almidón (%) de once Variedades de Papa Procesada.
- Gráfico N° 16 Lisina Disponible (mg de Lisina/g de proteína) de once variedades de Papa Procesada.
- Gráfico N° 17 Concentración de Fe (ppm) en once variedades Papa procesada.
- Gráfico N° 18 Concentración de Zn en once variedades Papa procesada.

CUADROS

- Cuadro N° 1 Operacionalización de la Variable Independiente.
- Cuadro N° 2 Operacionalización de la Variable Dependiente
- Cuadro N° 3 Recursos Económicos de la Propuesta.
- Cuadro N° 4 Modelo Operativo (Plan de acción).
- Cuadro N° 5 Administración de la Propuesta.
- Cuadro N° 6 Previsión de la Evaluación de la Investigación propuesta.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA:

Efecto del procesamiento en la disminución de compuestos antinutricionales en once cultivares de papa (*Solanum tuberosum*).

Autora: Gabriela Estefanía Guerrero Aguayza

Tutor: Jacqueline Ortiz E. Ph.D.

RESUMEN EJECUTIVO

Descriptor: compuestos antinutricionales, papas, procesos tecnológicos, concentraciones.

Para los países del área andina, especialmente para el Ecuador, la papa constituye un cultivo con potencial nutricional y comercial interesante. Sin embargo, la papa presenta compuestos antinutricionales, que afectan el valor nutricional pues dificultan o inhiben la asimilación de nutrientes (proteínas y minerales) y pueden llegar a ser tóxicos o causar efectos fisiológicos poco deseables.

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de los procesos de horneado y fritura convencional en la disminución de compuestos antinutricionales para muestras de papa con y sin cáscara pertenecientes a tres localidades de estudio: Estación Experimental Santa Catalina, Pilahuín y Pujilí; para recomendar su consumo y forma de uso, como parte de una dieta y vida saludable.

Se trabajó con once variedades de papa (*Solanum tuberosum*), a saber: Coneja Negra, Chaucha Roja, Chaucha Amarilla, Uvilla, Puña, Puca Shungo, Yana Shungo, Leona Negra, Natividad, Libertad y Victoria; se cuantificaron los siguientes compuestos antinutricionales: Nitratos, Oxalatos, Taninos, Glicoalcaloides, Polifenoles y Ácido Fítico.

Los resultados obtenidos permiten inferir que la mayor parte de antinutricionales se concentran en la cáscara, y que los procesos térmicos como el horneado reduce un 67% dichos compuestos. La variedad que presentó menor contenido de compuestos antinutricionales es la Victoria y en cuanto a la localidad es la Estación Experimental Santa Catalina. Los compuestos que se registraron en mayor concentración en las papas procesadas con valores promedios fueron: Polifenoles (1067,16 mg/100g. B.S.), ácido fólico (318,09 mg/100g. B.S.), oxalatos (180,17 mg/100g B.S.), glicoalcaloides (70,66 mg/100g. B.S.), nitratos (37,14 mg/100g B.S.) y finalmente taninos (5,06 mg/100g B.S.). En general el contenido de compuestos antinutricionales en la papa variaron en un amplio rango ya que dependen del genotipo (variedades), condiciones de cultivo (localidad), proceso (horneado y fritura) y pelado.

Así como el proceso ayuda a disminuir el contenido de antinutricionales, su efecto también se hace visible en los nutrientes como con la vitamina C con 42% de pérdida y un 88% en carotenoides totales. La lisina se encontró en valores aceptables y en la digestibilidad del almidón se alcanzó un buen porcentaje de hidrólisis (80%) en corto tiempo de reacción (60min). El horneado retiene minerales ya que evita la fuga de los mismo a pesar de utilizar altas temperaturas las pérdidas significativas del 66% y 67% en la concentración de Fe y Zn respectivamente se debe principalmente al proceso de pelado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 TEMA

Efecto del procesamiento en la disminución de compuestos antinutricionales en once cultivares de papa (*Solanum tuberosum*).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- ❖ Limitado conocimiento de la concentración de compuestos antinutricionales en cultivares de papa procesada (horneo y fritura).

1.2.1 Contextualización

1.2.1.1 MACRO CONTEXTO

- ❖ **PAPA** (*Solanum tuberosum*)

La papa o patata es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, originaria de América del Sur, y cultivada en todo el mundo por sus tubérculos comestibles. Domesticada en el altiplano andino por sus habitantes hace unos 7000 años, fue llevada a Europa por los conquistadores españoles como una curiosidad botánica más que como una

planta alimenticia. Con el tiempo su consumo fue creciendo y su cultivo se expandió a todo el mundo hasta posicionarse como uno de los principales alimentos para el ser humano.

Este tubérculo continúa siendo la base de la alimentación de millones de personas, es una delicia culinaria en muchas regiones del globo que ha generado decenas de platos que la tienen de protagonista y, además, representa un verdadero desafío para científicos de varias disciplinas, que tratan de dilucidar su origen, genética y fisiología. La papa recién recolectada contiene un 78% de agua, un 18% de almidón, un 2,2% de proteínas, un 1% de cenizas (elementos inorgánicos) y un 0,1% de grasas. (Alonso Arce, F. 2002).

La producción mundial de papa está en pleno proceso de transformación y desarrollo tecnológico desde hace 40 años; la producción a nivel mundial asciende a 286 millones de toneladas.

En la Tabla Nº 1 se muestran las estimaciones de la producción mundial de papa, donde se destacan los países más representativos como: China con 29,2%, India con 14,3% y Rusia 8,26%. Ucrania, junto con Estados Unidos, contribuyó con el 7,2% del total producido.

Tabla Nº 1. ESTIMACIONES DE LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL MUNDO (2011)

<i>Posición</i>	<i>Región</i>	<i>Producción (tonnes)</i>	<i>Producción (1000\$ Int)</i>
1	China, Continental	85,860,000.00	12,229,871.26
2	India	45,000,000.00	7,082,050.76
3	Federación de Rusia	29,532,530.00	2,768,164.69
4	Ucrania	23,250,200.00	1,161,679.96
5	Estados Unidos de América	19,165,865.00	3,026,107.46
6	Alemania	10,665,600.00	1,687,067.36
7	Bangladesh	9,740,000.00	1,553,797.89
8	Polonia	9,091,900.00	989,377.34
9	Belarús	6,910,945.00	204,384.51
10	Países Bajos	6,765,618.00	1,038,951.36

Fuente: FAO, 2011.

1.2.1.2 MESO CONTEXTO

El cultivo de papa en el Ecuador es tradicional en la región interandina y constituye uno de los productos básicos en la dieta de los ecuatorianos. Los tubérculos andinos forman parte de los sistemas de producción, principalmente en la región Sierra, ya que son cultivados en asociación, intercalados, en monocultivos o en rotación con otros cultivos. (Peralta *et al.*, 2009).

El Producto Interno Bruto (PIB) agrícola del Ecuador representó el 8.72% del PIB total nacional en el periodo 2000-2011, estimándose que la papa aporta con un 4.23% al PIB Agrícola. Según el III Censo Nacional Agropecuario, la actividad papera vincula a 88.130 productores, los cuales representan un 10,5% de los productores agrícolas a nivel nacional. En toda la cadena de papa se estima que participan alrededor de 250.000 personas, vinculadas a las actividades directas e indirectas que genera el cultivo. En consecuencia

esta actividad ocupa a un 5,2% de la PEA agrícola y 0,4% de la PEA total. (Devaux, Ordinola, Hibon, & Flores, 2010).

Las variedades cultivadas preferentemente en el país son Chola Superchola, Gabriela, Esperanza, Roja, Fripapa y María; en la zona Centro Gabriela, Esperanza y María, Frypapa, Capiro y las nativas Uvilla y Leona Blanca; y en la zona Sur Bolona, Esperanza, Gabriela y Jubaleña. (SISPREC, 2010).

En la Tabla N°2 se detalla la producción promedio anual de papa; durante este período llegó a las 319.764 Tm anuales, lo que ha significado un rendimiento promedio anual de 6,64 Tm/ha. Esto por supuesto es un promedio a nivel nacional, existiendo provincias que presentan niveles mucho más altos por su especialización en el cultivo.

Tabla N° 2. PRODUCCIÓN DE PAPA 2000 – 2011 EN EL ECUADOR

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio
Superficie Cosechada (ha)	42.554	47.612	52.766	50.942	57.743	48.654	51.713	46.635	43.429	48.999	44.245	43.605	48.241
Producción en tubérculo fresco (Tm)	239.714	248.58	257.433	381.748	413.368	338.965	360.793	317.22	266.722	286.79	386.798	339.038	319.764
Rendimiento (Tm/ha)	5,63	5,22	4,88	7,49	7,16	6,97	6,98	6,80	6,14	5,85	8,74	7,78	6,64

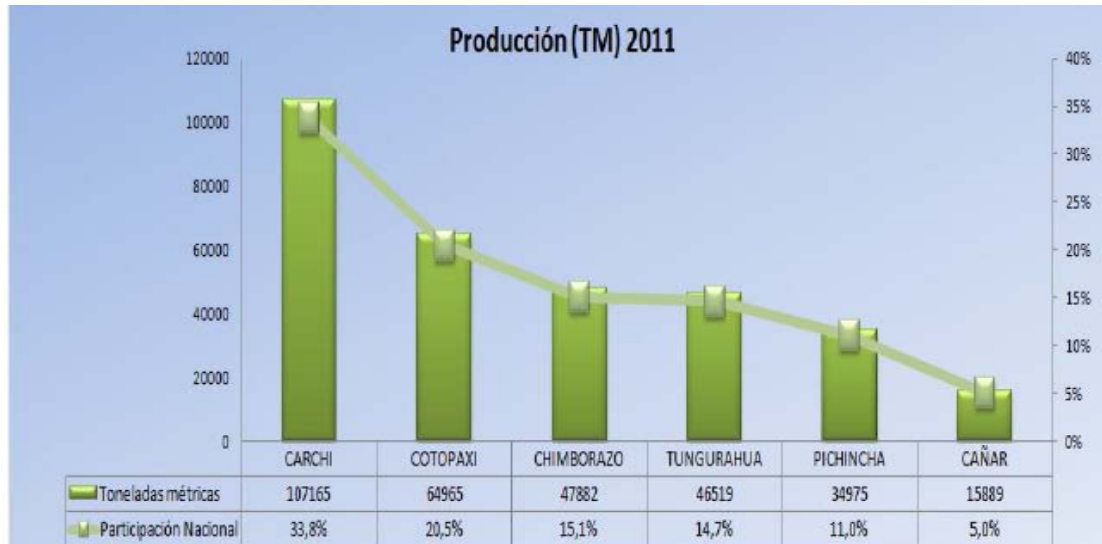
Fuente: MAGAP / III CNA / SIGAGRO; INEC / ESPAC, 2011.

1.2.1.3 MICRO CONTEXTO

En la región de la Sierra, se estima que cultivan en un total de 90 cantones a nivel nacional. El cultivo de papa se realiza en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, a lo largo del callejón interandino; sin embargo, los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2900 y 3300 msnm, donde las temperaturas fluctúan entre 9 y 11°C. (Egúsqiza, 2000).

En el Gráfico N°1 se indica que Carchi es la provincia con el mayor cultivo de papa (33,8%), seguido de Cotopaxi (20,5%), Chimborazo (15,1%), Tungurahua (14,7%) y finalmente Pichincha (11%).

Gráfico N° 1. PRODUCCIÓN DE PAPA SEGÚN PROVINCIA (2011)



Fuente: MAGAP/SIGAGRO / INEC – ESPAC, 2011

La papa es uno de los principales cultivos tradicionales, orientado al consumo interno de la población. La papa está presente en la dieta diaria de la población, especialmente de las zonas altas.

Las variedades de papa, se clasifican en dos grupos: *nativas* y *mejoradas*, estas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y conservación ancestral (Monteros *et al.*, 2005 y Reinoso, 2010). Las variedades mejoradas son el resultado de un proceso de mejoramiento genético, poseen mayor potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad culinaria. (Andrade, 2001).

❖ **PAPAS NATIVAS** (*Tuberosum grupo andigenum*)

Actualmente, los esfuerzos con respecto a las papas nativas se han centrado tanto en el campo de la investigación, conservación, capacitación y promoción, realizadas por organismos como el INIAP, el Centro Internacional de la Papa (CIP), y entidades como el CONPAPA, la Fundación Marco y la empresa INALPROCES.

Si bien estas papas nativas han sido valoradas por los científicos y pequeños productores, tanto por sus cualidades organolépticas agradables (sabor y textura), como por sus propiedades agronómicas, ya que toleran condiciones adversas como las sequías, heladas y ciertas enfermedades, no han sido valoradas por los consumidores.

En efecto, las papas nativas además de tener colores vistosos tienen antioxidantes naturales que ayudan a prevenir enfermedades degenerativas como el cáncer, y reducen el riesgo de enfermedades cardíacas y respiratorias. (Monteros *et al.*, 2011).

1.2.2 Árbol de Problemas

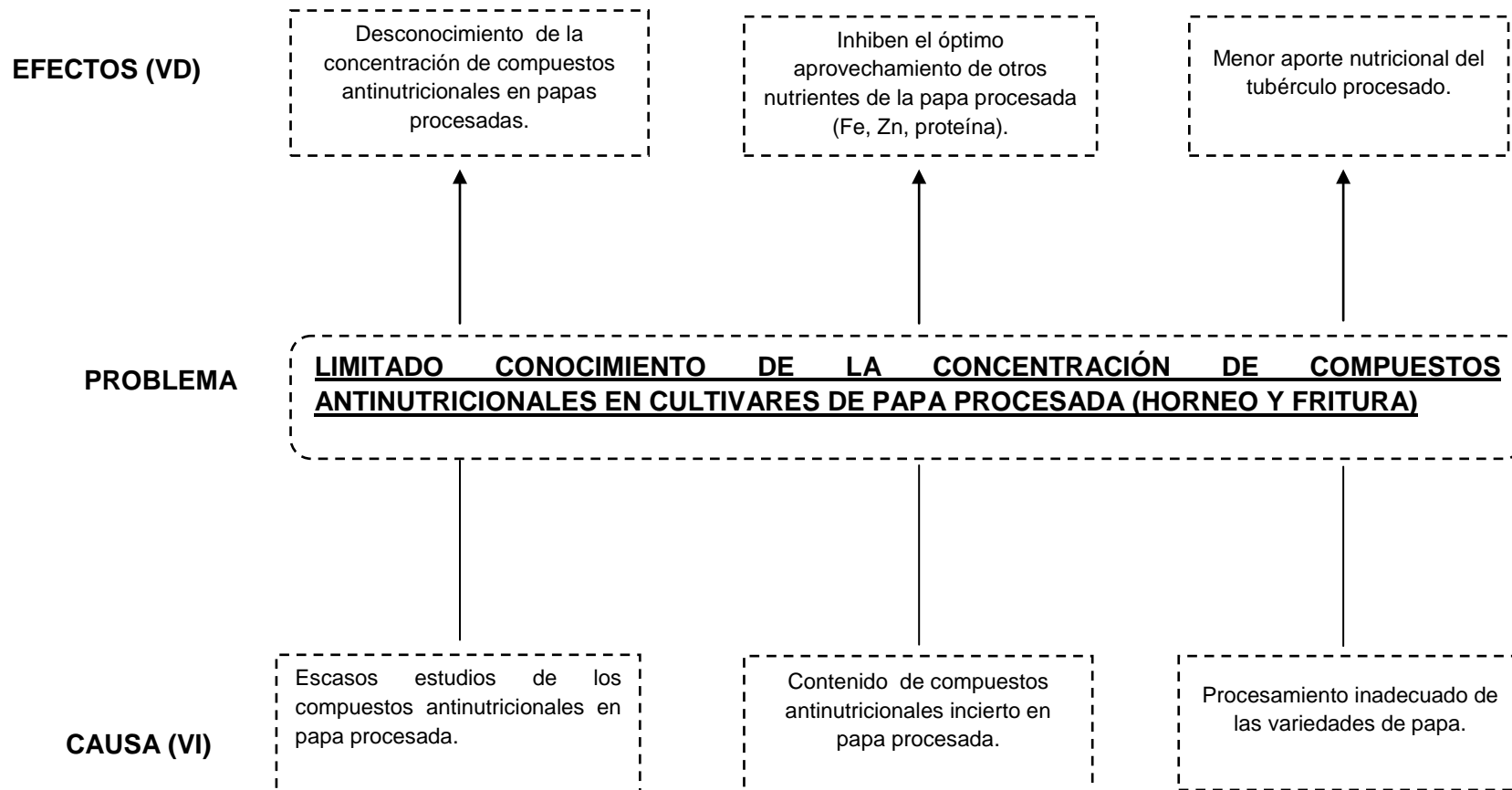


Gráfico N° 2. Relación Causa - Efecto

Elaborado por: *Estefanía Guerrero, 2013*

Análisis crítico

Contrastación de la causa – efecto

Para los países del área andina, especialmente para el Ecuador, la papa constituye un cultivo potencial nutricional y comercial interesante; sin embargo la papa presenta compuestos antinutricionales los cuales afectan el valor nutricional del tubérculo; pues dificultan e inhiben la asimilación de nutrientes (proteínas y minerales), es importante conocer la concentración de dichos compuestos de acuerdo al proceso realizado para recomendar su uso y aplicaciones.

Debido al problema de investigación, el limitado conocimiento de la concentración de compuestos antinutricionales en cultivares de papa procesada se relaciona con una causa; por los escasos estudios de compuestos antinutricionales, lo que conlleva al desconocimiento de la concentración de dichos compuestos en papa procesada (Horneo y Fritura).

1.2.3 Prognosis

Si no se desarrolla el estudio de este proyecto, no se podría conocer la concentración de los compuestos antinutricionales en papas procesadas (Horneo y Fritura) de acuerdo a la variedad y localidad.

El desconocimiento de la concentración de estos compuestos antinutricionales, pueden disminuir la calidad de vida de los consumidores de papa procesada, ya que éstos son de naturaleza variada y pueden llegar a ser tóxicos o causar efectos fisiológicos poco deseables como la flatulencia; distensión estomacal, afectaciones pancreáticas, aglutinación de glóbulos rojos, disminución en la asimilación de nutrientes, entre otros. (Vilaplana, 2006).

Es importante realizar el presente estudio, ya que permitirá además de mejorar la calidad de vida también mejorar las condiciones de consumo de los distintos alimentos, con el fin de garantizar un aporte nutricional óptimo de los alimentos.

1.2.4 Formulación del problema

¿Existe un limitado conocimiento de la concentración de compuestos antinutricionales en cultivares de papa, que se someten a los procesos de Horneado y Fritura?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Por qué es importante conocer el contenido de los compuestos antinutricionales en papa procesada?

¿Cuáles son las desventajas que brindan al ser humano los compuestos antinutricionales?

¿Qué método se utiliza para determinar el contenido de los compuestos antinutricionales en papa procesada?

¿Qué compuestos antinutricionales existen en las papas procesadas?

¿Se disminuye la concentración y la estabilidad de los compuestos antinutricionales durante el procesamiento de las papas?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

Área: Industria de Alimentos

Sub-área: Bioquímica de los Alimentos

Sector: Tubérculos

Sub-sector: Nutrición

Delimitación Espacial: El presente trabajo de investigación se ejecutará en los Laboratorios de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias del Ecuador, ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Cutuglagua.

Delimitación Temporal: La investigación se efectuará entre los meses de Agosto 2012 – Agosto 2013.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La papa o patata es un producto de origen vegetal, fuente de carbohidratos, minerales, y carotenos. Los minerales son sustancias con una importante función reguladora, que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser aportados por la dieta. En los vegetales andinos, estos nutrientes se encuentran ampliamente distribuidos, sin embargo muchos factores dietéticos como los compuestos antinutricionales, reducen la absorción de varios minerales a causa de la formación de complejos insolubles con estos elementos.

Este estudio plantea la evaluación de compuestos antinutricionales presentes y su relación con la concentración de minerales, (hierro y zinc), en las papas procesadas; para recomendar su consumo y forma de uso dentro de una dieta y estilo de vida saludable.

Este objetivo se alcanza a través del mejoramiento genético o mediante la aplicación de procesos tecnológicos apropiados, ya que se podrá mejorar la calidad de vida de los consumidores de papa procesada y ampliar estudios acerca de los compuestos antinutricionales.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- 1.4.1.1. Evaluar el contenido de compuestos antinutricionales en Once variedades de papa procesada, y seleccionar el método de proceso más apropiado para lograr una disminución efectiva de los compuestos antinutricionales y una mejora de perfil nutricional en el tubérculo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- 1.4.2.1. Seleccionar el proceso más adecuado (Horneo y Fritura) para la disminución efectiva de antinutrientes en la papa.
- 1.4.2.2. Elaborar el perfil nutricional en la papa procesada de acuerdo a la mejor técnica identificada para la reducción de los compuestos antinutricionales.
- 1.4.2.3. Determinar la concentración de Fe y Zn en las papas procesadas seleccionadas con menor cantidad de compuestos antinutricionales.
- 1.4.2.4. Comparar los resultados obtenidos de acuerdo a la cantidad de compuestos antinutricionales, perfil nutricional y concentración de Fe y Zn de papa cruda.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Durante la investigación bibliográfica se encontraron estudios realizados sobre compuestos antinutricionales, de los cuales se pueden citar los siguientes trabajos:

Gómez (2013), determinó el contenido de factores antinutricionales en el grano y hojas de amaranto (*Amaranthus caudatus L*) y sangorache (*Amaranthus hybridus L*) en estado crudo o nativo y procesados, determinando el efecto de los procesos aplicados en el contenido de antinutricionales en el material vegetal empleado; evaluando: nitratos, ácido fólico, ácido oxálico, taninos, saponinas e inhibidores de tripsina.

Villalobos (2007), investigó la presencia de los factores antinutricionales en el arroz pilado crudo, tales como inhibidor de la tripsina, la lectina y el ácido fólico. El estudio es parte del proyecto de investigación de la equivalencia sustancial del arroz mejorado genéticamente AS 10-7-6 y CPM 10-4-6, desarrollado por el Centro de Investigaciones de Biología Molecular y Celular de la Universidad de Costa Rica (CIBCM), en Costa Rica. La metodología utilizada fue revisión de literatura, disponible en revistas nacionales e internacionales y consulta a expertos. Se encontró que la detección de dichos antinutrientes en el arroz pilado es muy baja en arroz crudo y es aún menor en el arroz cocido, ya que la lectina y

el inhibidor de la tripsina son sensibles al calor y se inactivan al cocinar el alimento.

Elizalde (2005), proporciona una revisión de los conocimientos relacionados con los factores antinutricionales, más comunes, presentes en algunos alimentos, especialmente en semillas comestibles. Además se incluyen datos relacionados con su naturaleza química, efectos sobre los procesos digestivos y aprovechamiento de nutrientes, posibles formas de inactivación, y algunos efectos benéficos para la salud o propiedades terapéuticas en el estudio de “Factores Antinutricionales en Semillas”.

Padrón (2008), realizó un muestreo a filocladios de *Epiphyllum hookeri* en tres hospederos de las plantas en las inmediaciones de la Universidad Simón Rodríguez, Canoabo, estado Carabobo, Venezuela. Las muestras obtenidas en cada hospedero fueron consideradas como muestras independientes y se llevaron a cabo análisis de composición química, de componentes estructurales y de algunos factores antinutricionales. Con el tema “Composición química, análisis estructural y factores antinutricionales de filocladios de *Epiphyllum Phyllanthus* (L.) Haw. Var. *Hookeri* (link & otto) kimn. (cactaceae)” . El análisis de factores antinutricionales reveló presencia moderada de saponinas y alcaloides y ausencia de taninos y cianógenos. Los resultados indican que los filocladios de *Epiphyllum hookeri* pueden ser considerados como fuentes potenciales de suplementos alimentarios en dietas.

Riera (2011), determinó el contenido de ácido fítico en las siguiente líneas y/o variedades: Chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*), Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), amaranto (*Amaranthus Caudatus L.*) y Sangorache (*Amaranthus Hybrydus L.*); que son granos de origen andino. Se comprobó que de las cuatro especies consideradas en este estudio el amaranto y el sangorache presentaron el mayor contenido de ácido fítico (1,25%) mientras que el choclo registró el menor contenido (1,10%). Se analizó los efectos de los tratamientos térmicos (cocción en

agua, fritura y tostado) comprobándose la efectividad del proceso. El estudio de biodisponibilidad de minerales se realizó con granos crudos revelando la biodisponibilidad de fósforo, hierro y zinc.

Peña (2011), Evaluó el contenido de glicoalcaloides en pelado, cocción y fritura en variedades de papa nativa, el contenido de glicoalcaloides no estuvo relacionado con el color de la piel, sólo se presentó la ausencia de colores oscuros en la piel de variedades con contenidos de glicoalcaloides altos, en cuanto al color de pulpa tampoco se encontró relación alguna con el nivel de glicoalcaloides.

Tamayo (2011), evaluó el contenido de ácido fítico y su relación con la biodisponibilidad de minerales, proteína y lisinas en líneas avanzadas y/o variedades de cebada procesada y no procesada; aplicó el método científico y técnicas instrumentales de absorción molecular y de absorción atómica relacionando los resultados con la biodisponibilidad de minerales y proteína seleccionando genotipos no procesados con mayor contenido de proteína y minerales.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Thomás S. Kuhn (1962) en su libro “La Estructura de las Revoluciones Científicas”, considera que el paradigma es un ejemplo o un esquema básico de interpretación de la realidad que ha sido verificado por un proceso de investigación científica; es decir aplicando leyes, teorías, modelos, métodos y técnicas, aplicando e instrumentando y sobre la base de este ejemplo se proporcionan modelos científicos. Además menciona que si un investigador comparte un paradigma con otro es obvio que ambos estarán regidos por los mismos patrones en la práctica científica.

El presente trabajo de investigación se basa en un paradigma positivista, ya que abarca una investigación experimental, donde se busca la explicación, predicción y control de fenómenos físicos y químicos; este paradigma tiene como escenario de investigación el laboratorio a través de un diseño pre estructurado y esquematizado orientado a lo deductivo mediante el respectivo análisis de resultados.

El trabajo investigativo está basado principalmente en los escasos estudios de compuestos antinutricionales en papa procesada; la parte cualitativa del trabajo está en la determinación de métodos factibles para la cuantificación de los compuestos antinutricionales presentes en los tubérculos. Se busca mejorar la calidad de vida de los consumidores y para ello se debe establecer las técnicas más adecuadas que se pueden utilizar con el fin de obtener buenos resultados.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación se fundamenta en:

 *La Constitución del 2008, Capítulo Segundo, Derechos del Buen Vivir.*

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a los alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

Objetivos Nacionales para el Buen Vivir (Plan Nacional para el Buen Vivir, 2010).

Política 2.1 Asegurar una alimentación sana, nutritiva, natural y con productos del medio para disminuir drásticamente las deficiencias nutricionales.

Promover programas de reactivación productiva enfocados al cultivo de productos tradicionales, articulados al programa nacional de alimentación y nutrición.

Política 5.3 Propender a la reducción de la vulnerabilidad producida por la dependencia externa alimentaria y energética.

- Fomentar la producción de alimentos sanos y culturalmente apropiados de la canasta básica para el consumo nacional, evitando la dependencia de las importaciones y los patrones alimenticios poco saludables.
- Impulsar la industria nacional de alimentos, asegurando la recuperación y la innovación de productos de calidad, sanos y de alto valor nutritivo, articulando la producción agropecuaria y con el consumo local.

Política 11.3 Impulsar las condiciones productivas necesarias para el logro de la soberanía alimentaria.

- Incentivar programas de conservación y recuperación de productos y semillas tradicionales.
- Fomentar la producción de alimentos sanos y culturalmente apropiados orientados al consumo interno, mediante un apoyo integral que potencie las capacidades productivas y la diversidad de las pequeñas y medianas unidades, urbanas y rurales, de las comunidades campesinas, indígenas, montubias y afroecuatorianas.
- Impulsar la industria nacional de alimentos, asegurando la recuperación y la innovación de productos de calidad, inocuos y de alto valor nutritivo, el vínculo con la producción agropecuaria y con el consumo local, y minimizando el uso y el desecho de embalajes.
- Proteger la producción local de alimentos básicos a través de precios de sustentación, subsidios productivos y mecanismos similares.

Política 11.9 Promover el acceso a conocimientos y tecnologías y a su generación endógena como bienes públicos.

- Impulsar la creación de redes nacionales de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, que articule centros de investigación universitarios públicos y privados, entidades particulares y comunitarias y unidades productivas, y que recuperen, integren y generen conocimientos y tecnologías con una perspectiva de fortalecimiento de la diversidad.

❖ **NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS**

Según las Normas Codex no regulados por normas individuales (CODEX STAN 174-1989) para productos vegetales no proteicos que se preparan mediante diversos procesos de acuerdo a su valor nutricional.

❖ **MÉTODOS**

COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES

- Nitratos : Método de la A.O.A.C (1998)
- Oxalatos: Método adaptado por Abaza, R. (1968)
- Taninos: Método de la A.O.A.C (1964)
- Glicoalcaloides: Método adaptado de Hellenäs, K. (1986)
- Polifenoles: Método de Waterhouse, A. (2002)
- Ácido Fítico: Método de (Megazyme, 2007)

PERFIL NUTRICIONAL

- Vitamina C: método reflectométrico con tiras de ensayo.

- Carotenos totales: Método adaptado por Rodríguez – Amaya y Kimura (2004)
- Minerales (Fe y Zn): (Fick *et al.*, 1979)
- Lisina Disponible (Kakade y Liener, 1969)
- Digestibilidad del almidón (Hsu *et, al*)

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES (CATEGORIZACIÓN Y SUPERORDENACIÓN)

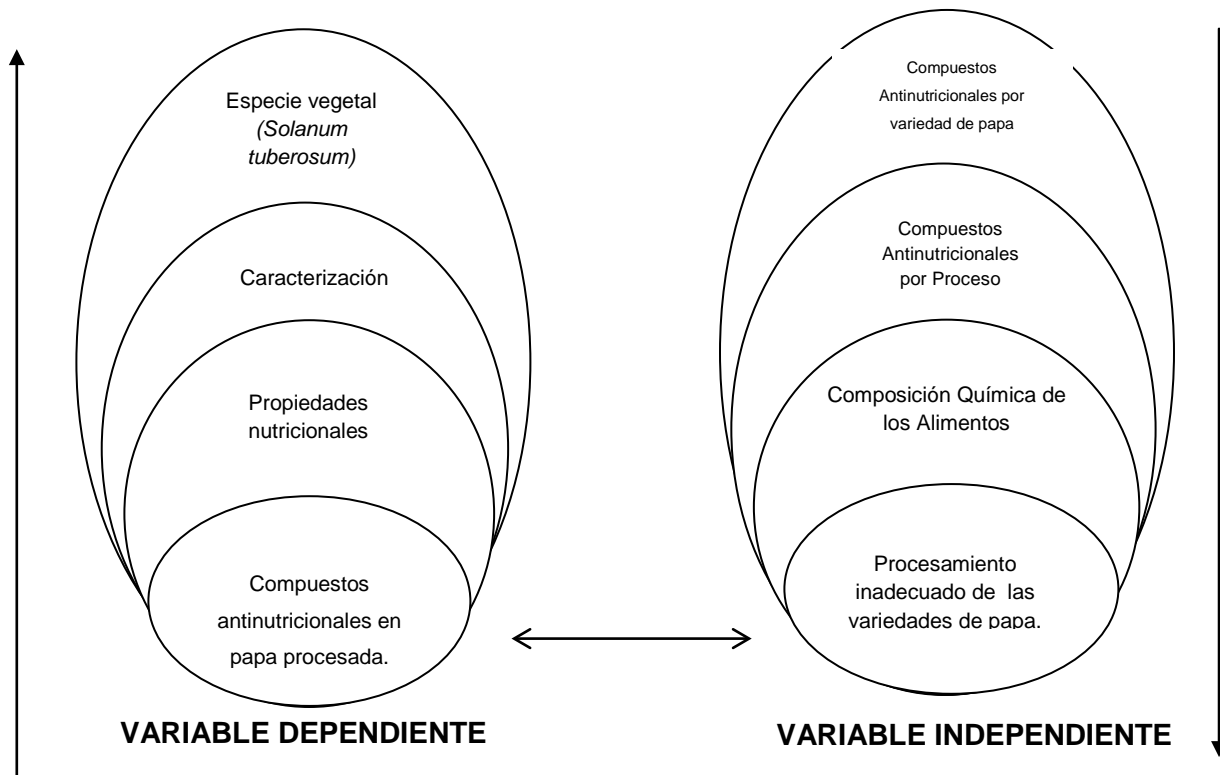


Gráfico Nº 3. Red de Inclusión Interrelacionado.

Elaborado por: Estefanía Guerrero, 2013.

CONSTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

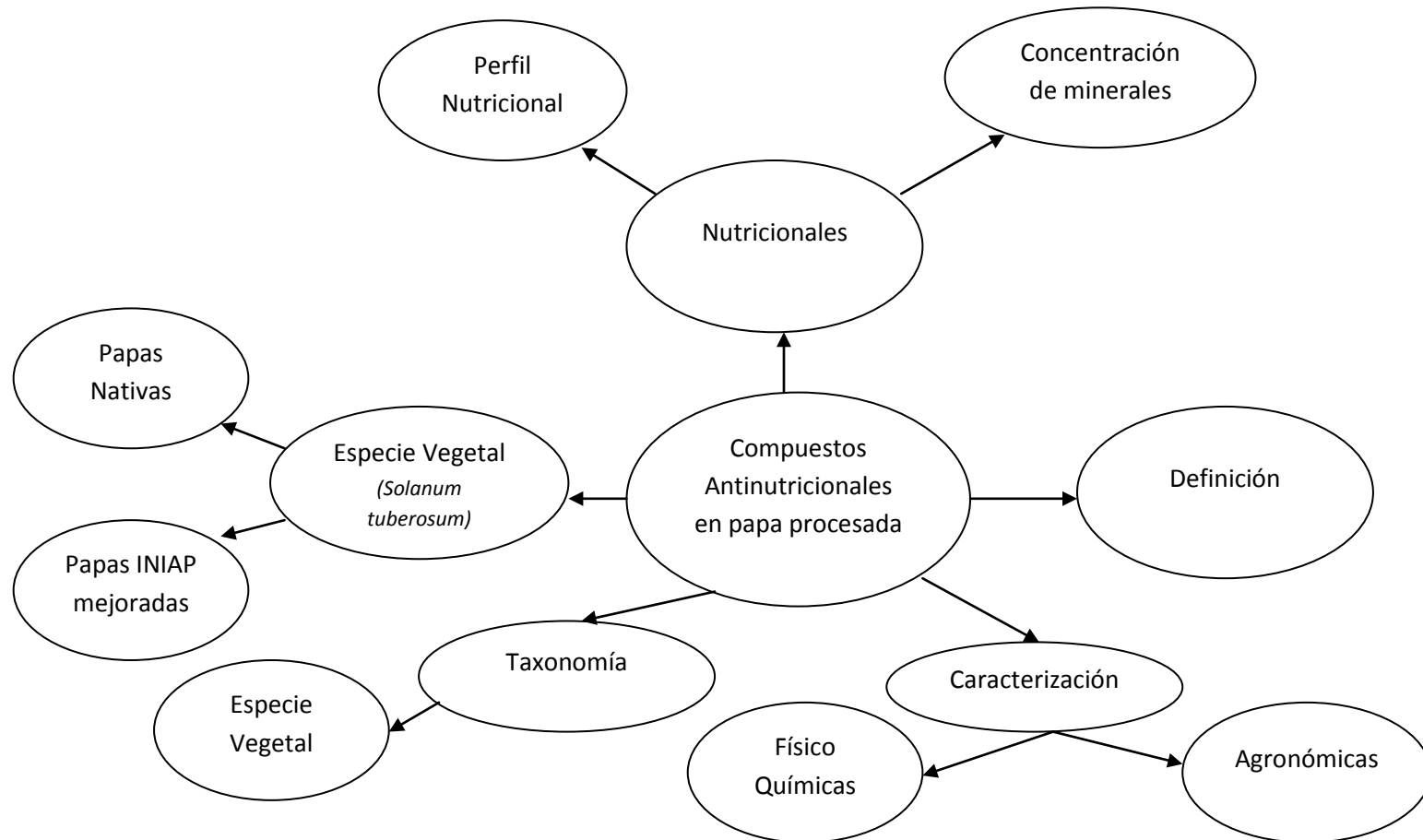


Gráfico N° 4. Subtemas de la Variable Dependiente

Elaborado por: *Estefanía Guerrero, 2013*

CONSTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

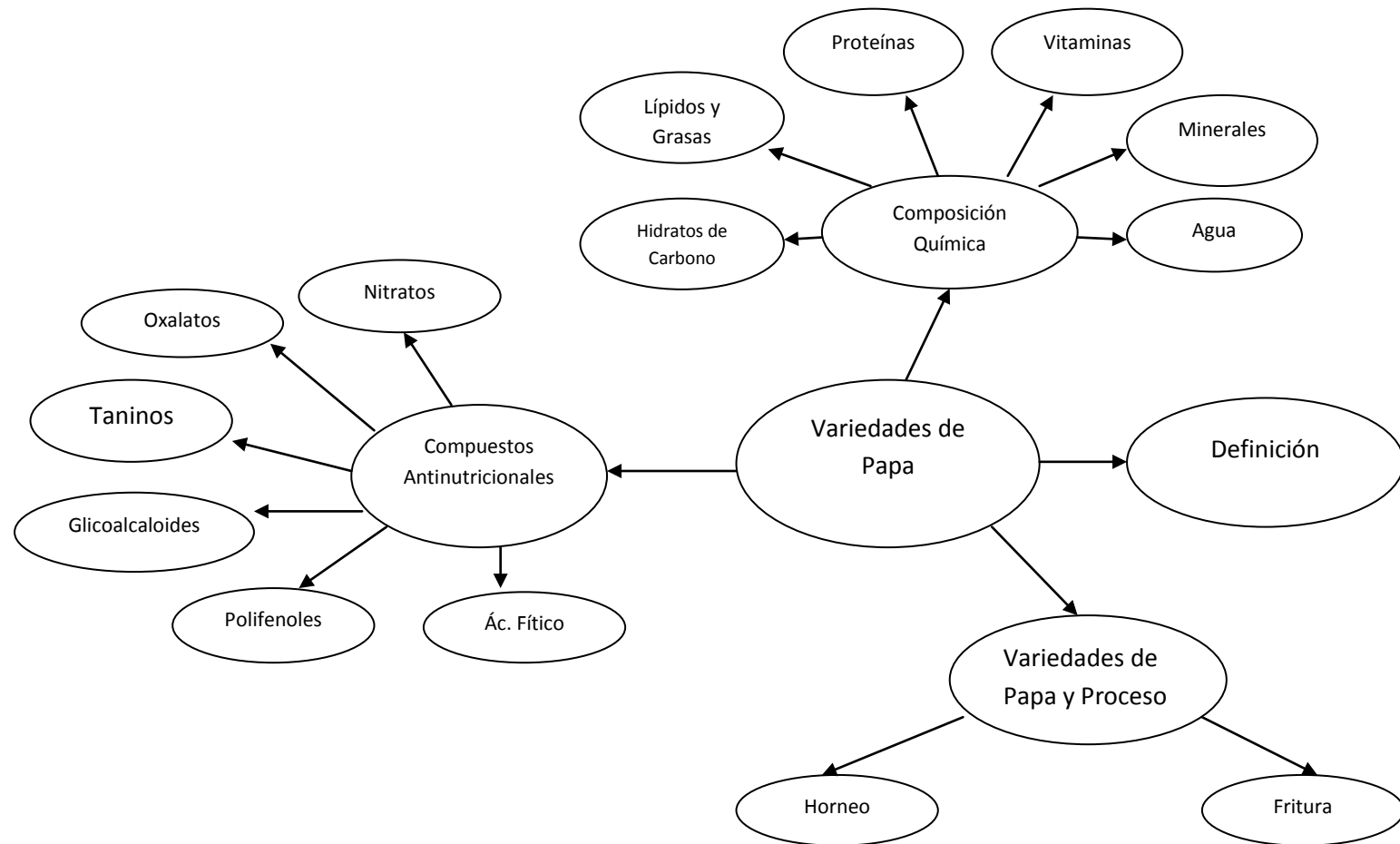


Gráfico N° 5. Subtemas de la Variable Independiente

Elaborado por: *Estefanía Guerrero, 2013*

2.4.1 MARCO TEÓRICO DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Caracterización

La Real Academia define caracterizar como “determinar los atributos peculiares de alguien o de algo, de modo que claramente se distinga de los demás”.

Propiedades Nutricionales

La nutrición es el conjunto de procesos que realizan los organismos vivos para incorporar los nutrientes con objeto de mantener la integridad de la materia viva y de sus funciones. Es la ciencia de la alimentación que se ocupa de las relaciones que se establecen entre los alimentos y el organismo. Los objetivos de la nutrición son básicamente: estudiar las necesidades de aporte de nutrientes del cuerpo humano y, en función de ello fijar recomendaciones diarias de los mismos. (Kuklinski, 2003).

Los conceptos básicos de la nutrición están experimentando un cambio significativo. En la actualidad, el concepto clásico de “nutrición adecuada”, es decir, aquella que aporta a través de los alimentos los nutrientes (hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas y minerales). Suficientes para satisfacer las necesidades orgánicas particulares, tiende a ser sustituido por el de “nutrición óptima”, que incluye, además de la definición anterior, la potencialidad de los alimentos para proporcionar la salud, mejorar el bienestar y reducir el riesgo de desarrollar enfermedades. (Miller, 2000).

2.4.1.1 SUBTEMAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

ORIGEN DE LAS ESPECIE VEGETAL

❖ PAPA (*Solanum tuberosum*)

○ ORIGEN

La más grande diversificación genética de papa (*Solanum tuberosum*) cultivada y silvestre se encuentra ubicada en las tierras altas de los Andes de Sudamérica. En la crónica escrita por Pedro Cieza de León en 1538, en la que se menciona por primera vez a la papa,



señala que se encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador.

Los españoles introdujeron la papa a Europa a mediados del siglo XVI. Este tubérculo fue cultivado en áreas pequeñas y mantenida principalmente por propósitos botánicos durante los dos siglos siguientes.

Este cultivo se introdujo en América del Norte en el siglo XVII, probablemente a través de Europa. Al pasar de los años, la papa ha evolucionado hasta ser un alimento integrante de la canasta básica de alto valor nutritivo. (Andrade *et al.*, 2002).

La historia de la papa empezó hace unos 8000 años, cerca del lago Titicaca, que está a 3800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del

continente por lo menos unos 7000 años antes, domesticaron las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago. La papa fue cultivada por varias culturas antiguas como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica. (FAO, 2008; Andrade *et al.*, 2002).

○ **IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA**

Según Luján (2003) y Quilca (2008), la clasificación botánica de la papa nativa es describe en la tabla N° 14.

Tabla N° 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS PAPAS

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Subclase:	Simpétala
Sección:	Anisocárpeas
Orden:	Tubifloríneas
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum L.
Subgénero:	Potatoe
Sección:	Petota Dumortier
Serie:	Tuberosa
Especies:	phureja, andígena

Fuente: Luján (2003) y Quilca (2008).

○ **GENOTIPOS EN ESTUDIO**

- **CULTIVARES DE PAPA MEJORADA**

Debido a la continua aparición de nuevas razas de papas que han superado la resistencia de las variedades de uso en el país, es necesaria la generación permanente de nuevas variedades. Igualmente, una presión demográfica que demanda más producción así como cambios en los hábitos de consumo son factores que exigen la búsqueda de nuevas variedades. Los objetivos del mejoramiento genético de la papa en el país se orientan al desarrollo de

variedades precoces, resistentes al tizón, con altos rendimientos y una alta calidad comercial culinaria. (Sherwood, 2002)

El mejoramiento consiste básicamente en cruzamientos de germoplasma local e introducido de varios orígenes y la identificación de clones promisorios. Hoy en día el proceso involucra actividades en estaciones experimentales y en el campo, con la participación activa de productores y usuarios de la cadena agroalimentaria, mediante la metodología de investigación participativa. (Pumisacho, 2002)

En el desarrollo de la presente investigación se trabajará con tres cultivares de papas mejoradas las cuales son: Natividad, Libertad y Victoria.

- CULTIVARES PAPA NATIVA

Estas papas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y conservación ancestrales, se consideran como herencia de los antiguos habitantes de los Andes.

Las papas nativas representan un banco de diversidad genética para el futuro y constituyen una excelente alternativa para los bancos de germoplasma “ex-situ” de los programas internacionales y nacionales de mejoramiento.

En el Ecuador se estima que existen alrededor de 350 variedades que presentan diversidad de formas colores y tamaños. La gran mayoría de las papas nativas son cultivadas sobre los 3000 m de altitud y son altamente valoradas por sus propiedades organolépticas, agrícolas y por ser parte de la identidad cultural. (Monteros *et al.*, 2005; Monteros y Reinoso, 2010).

De las 350 variedades que se estiman que existen apenas 14 se encuentran en los mercados de las provincias de la sierra central del Ecuador. Las variedades más conocidas son: Uvilla, Yema de huevo, Leona negra, Coneja negra, Coneja blanca, Puña, Calvache, Chaucha colorada, Santa Rosa y Carrizo. (Monteros *et al.*, 2005; Monteros y Reinoso, 2010).

Características de las variedades nativas (Monteros *et al.*, s/a)

- Tienen formas exóticas y colores llamativos.
- Excelente sabor y textura (calidad y cantidad de almidones) (ver recetarios Monteros *et al.*, 2006; 2011d)
- Toleran condiciones adversas secas, suelos con baja fertilidad, heladas.
- Aportan cantidades importantes de proteínas, fibra y minerales.
- Contenido de grasa es semejante al de frutas y verduras.
- Debido a los volúmenes limitados de comercialización, registran mejores precios que las variedades mejoradas, dependiendo del tamaño y calidad de los tubérculos.

En la presente investigación se estudiarán ocho variedades de papas nativas Leona Negra, Chaucha Roja, Chaucha Amarilla, Uvilla, Puña, Puca Shungo, Yana Shungo, Leona Negra. En el gráfico N° 7 muestra las variedades de papas nativas.



Gráfico N° 6. VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS

Elaborado por: *Estefanía Guerrero*, 2013.

2.4.1.2 CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LA ESPECIE VEGETAL

❖ PAPAS

La selección y utilización de variedades con características adecuadas para el procesamiento, adaptación local y resistencia o tolerancia a los principales estreses bióticos y abióticos, permitiría disponer de una alternativa más atractiva y económicamente ventajosa para satisfacer la demanda local del producto. Específicamente, la identificación de material genético adaptado a las condiciones regionales y con resistencia a enfermedades importantes añadirá un componente esencial a esta dinámica situación, reforzando el interés de algunos países, motivando a las nuevas oportunidades comerciales que ofrece la economía mundial de la papa.

Algunos programas nacionales de Latinoamérica están respondiendo a la necesidad de identificar y difundir cultivares mejorados de papa con buena adaptación local y de buena calidad industrial. En este contexto, son necesarias actividades adicionales complementarias y con participación del sector privado, para el desarrollo logístico y operativo en el proceso de utilización y comercialización del producto. Para reforzar este sistema, pretende re-enfocar la estructura de mejoramiento, desarrollando y utilizando una base genética amplia que permita seleccionar en forma eficiente papas mejoradas con resistencia a enfermedades limitantes de importancia económica tales como tizón tardío y virus, alta productividad y calidad para la industria y consumo fresco.

La caracterización agronómica en la papa tiene como la finalidad de promover la conservación, producción y consumo.

Se han seleccionado cultivares de papas mejoradas y nativas con potencial de mercado por su sabor, valor nutritivo, calidad culinaria y características agronómicas. (Monteros. C *et al.*, 2010).

Rendimiento (t/ha): 14

Cosecha (días): 135

Brotación (días): 20

Verdeamiento (días): 45

Textura: Arenosa

Materia seca (%): 25

2.4.1.3 PROPIEDADES NUTRITIVAS Y FUNCIONALES

❖ COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PAPA

La calidad nutricional de la papa se refiere al contenido de compuestos químicos que tienen relación con el bienestar y la salud humana. Por tratarse de un ser vivo, su composición es variable y depende de la variedad, el tipo de suelo, las prácticas culturales, la madurez, las condiciones de almacenamiento y otros factores. (Oviedo, 2005).

La papa es proveedora de una gran cantidad de nutrientes y es buena fuente de energía, por su contenido de almidón, que puede alcanzar aproximadamente un aporte de un 14% de la energía requerida diariamente. Además es buena fuente de proteína, que cubre un 17% de la cantidad requerida por día.

Contribuye también con fósforo, hierro y niacina. Esta última es una vitamina que forma parte de sistemas enzimáticos, así ayuda en la transferencia de hidrógeno y ayuda en el metabolismo de carbohidratos y aminoácidos, además interviene en los procesos de glicólisis, síntesis de grasas y respiración de los tejidos.

El fósforo forma parte de numerosas funciones que son críticas para el funcionamiento del cuerpo humano. Por otra parte, el hierro tiene un papel importante en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono; también participa en el funcionamiento del sistema inmune y es un componente esencial de la hemoglobina. (Jiménez y Murillo, 1996). En la tabla N° 5 describe el contenido de nutrientes en 100 g de papa y (DDR).

Tabla Nº 4. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN 100 g DE PAPA Y EL PORCENTAJE QUE CUBRE DE LAS DOSIS DIARIAS RECOMENDADAS (DDR)*

Componente	Cantidad en 100 g	%DDR*
Energía	323,0 kcal	14
Energía	1350,0 kJ	14
Proteína	8,3 g	17
Fibra	1,8 g	7
Calcio	57,0 mg	7
Fósforo	192,0 mg	24
Hierro	3,7 mg	26
Tiamina	0,17 mg	0
Riboflavina	0,1 mg	6
Niacina	5,3 mg	29

*Porcentaje de la Dosis DDR para adultos sanos, basado en una dieta de 2.300 kcal (Jiménez y Murillo, 1996)

Por su alto contenido de vitaminas hidrosolubles, minerales y fibra, la papa cumple con funciones reguladoras del organismo (TPV, 2008).

2.4.2 MARCO TEÓRICO DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

PROPIEDADES ANTINUTRICIONALES

El término antinutrientes se utiliza para calificar a aquellos compuestos que afectan el valor nutricional de algunos alimentos, especialmente semillas, pues dificultan o inhiben la asimilación de nutrientes que provienen de alimentos generalmente de origen vegetal (proteínas y minerales); desde el punto de vista bioquímico pueden llegar a ser tóxicos o causar efectos fisiológicos poco deseables como la flatulencia; distensión estomacal, afectaciones pancreáticas, aglutinación de glóbulos rojos, disminución en la asimilación de nutrientes, entre otros; los factores antinutricionales son sustancias naturales no fibrosas, generadas por el metabolismo secundario de las plantas como mecanismo de defensa a situaciones estresantes o contra el ataque de mohos, bacterias, insectos y pájaros; un ejemplo de estos son los taninos, los cuales son

sintetizados durante el desarrollo de la semilla y la planta las utiliza como fuente de aminoácidos aunque su principal función parece ser la defensa de la planta frente a hongos, insectos y nematodos. (Centeno C., et al. 2002).

COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES

Los alimentos contienen una serie de sustancias de carácter no nutritivo que están presentes en forma natural e interfieren de manera negativa en mayor o menor grado. Estos alimentos pueden obstaculizar tanto los procesos metabólicos como la biodisponibilidad de nutrientes al entrar en contacto con los alimentos antes de la ingesta, durante la digestión y/o después de la absorción. Desempeñan una función adversa en los humanos y animales y pueden llegar a provocar toxicidad y deficiencias nutricionales en algunos casos, razón por la cual no puede ignorarse su presencia. Por lo anterior estos compuestos se han designado de manera tradicional como “factores antinutritivos” y en los últimos tiempos como “factores no nutritivos”. Una de sus características especiales es que son compuestos termolábiles, por lo que se destruyen por la acción del calor y durante el cocinado de los alimentos; sin embargo, en ocasiones algunos alimentos se consumen crudos, por lo que su presencia debe tomarse en cuenta. (Calvo, 2012).

En muchos de los alimentos que consumimos existen de forma natural una serie de sustancias capaces de disminuir e incluso impedir la absorción y utilización por nuestro organismo de determinados nutrientes. (Mitjavila,1990). De este modo alimentos tan básicos en la dieta humana como son los alimentos de origen vegetal presentan muchas de dichas sustancias. Teniendo en cuenta los nutrientes sobre los que actúan, se pueden considerar tres tipos de antinutrientes. (Sedca, 2006):

- Sustancias que afectan a las proteínas
- Antivitaminas

- Sustancias que dificultan la absorción de determinados minerales, entre los que se destacan:
- El ácido oxálico que se encuentra en verduras y hortalizas (espinacas, remolacha, apio), frutas (fresa, frambuesa), cacao, té.
- El ácido fítico presente en los cereales y algunas legumbres.

Composición Química de los Alimentos

Los alimentos que nosotros ingerimos, contienen nutrientes que el organismo se encarga de aprovecharlos, ya que con ellos se puede llevar a cabo todos los procesos que nos permiten estar vivos. En relación a esto existen dos tipos de nutrientes:

- Los macronutrientes, se encuentran en mayor proporción en los alimentos: proteínas, glúcidos, lípidos, fibra y agua (aunque las dos últimas no aportan calorías).
- Los micronutrientes, se encuentran en menores proporciones en los alimentos: Vitaminas y minerales.

Nutrientes con funciones de regulación: están encargados de facilitar y controlar las funciones bioquímicas, y están compuestos por las vitaminas y minerales.

Agua: disuelve sustancias y participa en reacciones química; también es una vía por la cual se eliminan desechos. (Araya H., 2000).

PROCESO O PROCESAMIENTO

Un proceso es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice. James, (2012).

Durante el proceso se ejecutarán las operaciones necesarias para convertir los datos o parámetros en información significativa. Cuando la información esté completa se prepara un informe que servirá como base para tomar decisiones.

PROCESOS APLICADOS

- **HORNEO**

El horneado por convección es uno de los métodos más empleados en la producción de alimentos. Al aplicarse este proceso puede existir pérdidas de proteínas en la corteza por reacciones de Maillard, y de vitaminas termolábiles. Además por la desnaturalización de proteínas aumenta su digestibilidad, y en algunos productos como el pan se eliminan factores antinutricionales. (Gil, 2010).

En el proceso de horneado se deben tomar en cuenta factores como: temperatura de horneado, tiempo de horneado, tipo y tamaño de alimento. (Sánchez, 2003).

- **FRITURA**

La fritura es una de las técnicas más antiguas de preparación de alimentos. En la actualidad, los alimentos fritos gozan de una popularidad cada vez mayor en el mundo y son aceptados por personas de todas las edades. La preparación de estos productos es fácil y rápida y su aspecto y sabor se corresponden con los deseados por el consumidor. (Badui, 1993).

La fritura es el uso principal de los aceites y las grasas en la cocina. En esta forma de procesar los alimentos a altas temperaturas, el medio de transferencia de calor es el aceite, el que imparte sabor, apariencia y textura al producto.

Cocinar mediante la fritura es más eficiente que por medio del calor seco de un horno y más rápido que con el uso de agua hirviendo. Las altas temperaturas que se alcanzan al freír, logran una penetración más rápida y uniforme del calor hacia el

interior del alimento que se está cocinando, ventaja de esta técnica que influye en su popularidad. (Fennema, 1995).

La fritura es un proceso físico-químico complejo, en el cual el producto a freír (papas, carne, pescado, productos empanados, etc.) se introduce crudo o cocido en el aceite durante determinado tiempo a temperaturas entre 175-195°C, para favorecer una rápida coagulación de las proteínas de la superficie del producto y provocar una casi impermeabilización del mismo, la que controla la pérdida de agua desde su interior, convirtiéndose en vapor.

- **PELADO**

A parte de remover las impurezas que pueden estar presentes en los tubérculos mediante el lavado uno de los primeros pasos en su preparación sea casera o a gran escala es el pelado, esto es mover la capa externa (corteza) defectos y partes dañadas que pueden estar presentes en los materiales.

En tubérculos de papa remover la corteza a una profundidad uniforme de 1,5mm puede significar la pérdida de aproximadamente el 20% en peso de tubérculos de 50 gramos y alrededor de un 10% en tubérculos de 200g. (Burton, 1987)

Los métodos de pelado mecánico requieren despegar la piel utilizando uno de los siguientes principios, en función de la estructura del alimento y del nivel de pelado requerido. (Brennan, 2008).

2.4.2.1 SUBTEMAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

✓ **Glúcidos o Hidratos de Carbonos**

Características:

- Están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno.
- Su función es aportar energía al organismo.
- Algunos también se utiliza para formar y desintegrar moléculas de grasas y proteínas.
- Tiene una combustión limpia, es decir al ocupar esta energía, no se liberan tantos residuos tóxicos.
- Los glúcidos son transformados en glucosa, absorbido por el intestino y luego trasladados al hígado; en donde se convierten en glucógeno. El cual es una reserva de energía inmediata que se ocupa cuando la persona no está ingiriendo alimentos.

Los glúcidos se dividen en tres grupos principales;

- Almidones: Los cuales se encuentran en alimentos, tales como las papas, legumbres, cereales, etc. Y son utilizados como reserva energética.

Pertenecen al grupo de los polisacáridos, por lo tanto se necesita degradarlos para poder digerirlos; para esto una enzima llamada amilasa los descomponen. (Araya H., 2000).

- Azúcares: Estos se dividen en dos grupos principalmente;

- Azúcares Simples o monosacáridos: Es decir la glucosa, fructosa y galactosa. Esta es energía inmediata y no necesita degradarse antes de absorberse.
- Azúcares Complejos o disacáridos: como por ejemplo, la lactosa, maltosa y galactosa; estas también son fuentes de energía, pero antes de digerirlas y assimilarlas, necesitan degradarse.
- Fibras: Estas se encuentran en los cereales integrales, verduras, frutas, etc. Y a pesar de que se puede obtener pequeñas cantidades de energía de ellas, son unas moléculas muy firmes y resistentes; difíciles de digerir y assimilar. Es por esto que más bien pasan directo al intestino, y sirve para limpiarlo.

✓ **Lípidos o Grasas**

Características:

- Aportan energía al organismo e intervienen en la absorción de algunas vitaminas y la síntesis de hormonas.
- Sirve como material aislante, membranas y de relleno para algunos órganos.
- Se encuentran en los aceites vegetales, tales como el de maíz, de oliva, etc.
- También se localizan en las grasas animales, como la manteca de cerdo, mantequilla, etc.
- Son una reserva energética muy importante, ya que proporcionan el doble de energía que los demás nutrientes.
- Pertenecen al grupo de los triglicéridos, es decir tres ácidos grasos, unidos a una molécula de glicerol o glicerina. Estos ácidos grasos pueden ser:

- Saturados, es decir que ya casi no pueden combinarse con otras moléculas, ya que sus conexiones están utilizadas; esto hace que sea más difícil de degradar y digerir.
- Insaturados, que quiere decir que aun puede unirse con más moléculas porque no tiene todos los enlaces completos; por lo que la hace ser más degradable. (Badui, 2012).

✓ **Proteínas**

Características:

- Desempeñan la mayor parte de las funciones en el organismo; tales como: formar parte de los tejidos, músculos, tendones, piel, etc. También desempeñan funciones metabólicas y reguladoras, transportan oxígeno, e incluso definen la identidad de cada ser, ya que forman parte de la estructura básica del ADN.
- Están formados por cadenas de aminoácidos.
- Su componente principal es el nitrógeno, lo cual permite que al consumir proteínas, recuperemos el nitrógeno que hemos perdido con la orina y las heces fecales (tenemos que reponer la misma cantidad que perdemos).
- Efectúan el recambio proteico, el cual consiste en un proceso de renovación de proteínas, a medida que se degradan proteínas hasta dejarlas en aminoácidos; se están uniendo aminoácidos para formar nuevas proteínas.
- Para poder asimilarlas, se necesita degradarlas al estado de aminoácidos.

Se dividen en dos grupos:

- De Origen Vegetal, las cuales se encuentran en frutos secos, legumbres, champiñones, etc. Son poco complejas, es decir simples de degradar.

- De Origen Animal, las cuales se encuentran en carnes, huevos, productos lácteos, etc. Estas además contienen los llamados aminoácidos esenciales, los cuales nos permiten sintetizar algunas proteínas. (Astiasarán, 2005).

✓ **Vitaminas**

Características:

- Son sustancias orgánicas indispensables para las funciones vitales.
- No aportan energía, pero sirven para poder utilizar los elementos energéticos y constructivos
- El cuerpo humano no las puede sintetizar (a excepción de algunas), es por esto que las tienen que ingerir.
- Existen dos tipos de Vitaminas:
 - Liposolubles, las cuales se disuelven en aceites y grasas. (Vitaminas A,D,E,K).
 - Hidrosolubles, las cuales se disuelven en agua (C y Complejo B). (Astiasarán, 2005).

✓ **Minerales**

Características:

- Son componentes inorgánicos, es decir nunca formaron parte de seres vivos.
- Sirven para elaborar tejidos, sintetizar hormonas y participan en las reacciones químicas en donde también intervienen las enzimas.
- Se dividen en tres grupos:

- Los Macroelementos: Los cuales son necesitados por el organismo en gran cantidad. Se miden en gramos (Sodio, Potasio, Calcio, Fosforo, etc)
- Los Microelementos: Los cuales son necesitados por el organismo en menor cantidad. Se miden en miligramos.(Hierro, Flúor, Yodo, Cobalto, etc)
- Los Oligoelementos: Los cuales son necesitados por el organismo en ínfimas cantidades. Se miden en microgramos.(Silicio, Níquel, Cromo, Litio, etc).(Astiasarán, 2005).

✓ **Agua**

Características:

- Componente principal de los seres vivos.
- Es el medio por el cual se comunican las células, se transporta oxígeno, y por el cual se llevan nutrientes a los tejidos.
- También retira de nuestro cuerpo los residuos, regula la temperatura corporal a través de la transpiración en el caso de que la temperatura exterior fuese muy elevada. (Economos C., W.D., 1999).

2.4.2.2 COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES

Los factores antinutricionales son compuestos naturales que actúan reduciendo la disponibilidad y/o ingesta de nutrientes de los alimentos. Los antinutricionales son de naturaleza variada y por tanto reaccionan de diferente manera con las sustancias alimenticias. (Mcanuff, Omoruyi, Sotelo y Asemota, 2005).

❖ Nitratos

Los nitratos son compuestos iónicos que se encuentran en la naturaleza formando parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato (NO_3^-) es la forma estable de las estructuras oxidadas del nitrógeno, y a pesar de su baja reactividad química puede ser reducido por acción microbiana. El nitrito (NO_2^-), es oxidado con facilidad por procesos químicos o biológicos a nitrato, o bien reducido originando diversos compuestos. (Antón y Lizaso, 2002).

El nitrato en sí no es tóxico, pero sus metabolitos y productos de su reacción como nitritos, óxido nitroso, compuestos de N-nitroso, provocan efectos adversos en la salud humana como la metahemoglobinemia y la carcinogénesis o inducción al cáncer (EFSA, 2008). La metahemoglobinemia es un trastorno sanguíneo en el cual la cantidad anormal de hemoglobina se acumula en la sangre y en algunos casos, la hemoglobina es incapaz de transportar el oxígeno de manera efectiva a los tejidos corporales. (Ruza, 2003).

La ingesta Diaria Aceptable (IDA) de nitratos recomendada por el comité conjunto de la FAO/OMS es de 0,00 – 3,70 mg/kg peso corporal, y considerando que la toxicidad de los nitratos proviene de su conversión en nitritos, se debe tener en cuenta también la IDA de nitritos, fijada en 0,00 – 0,06 mg/kg de peso corporal. El empleo de nitritos como aditivo en alimentos infantiles para niños menores de tres años no está permitido. (Antón y Lizaso, 2002).

Los nitratos son utilizados como aditivos, y en forma natural pueden encontrarse en productos cárnicos frescos, leche y productos lácteos, cereales, frutas, bebidas alcohólicas y verduras. En la mayoría de estos alimentos se encuentran en bajas concentraciones, generalmente inferiores a 10mg/kg y rara vez exceden los 100 mg/kg. Sin embargo, las verduras aportan mayormente con estos compuestos en la dieta junto con los embutidos, los cuales presentan contenidos que oscilan entre 200 y 2500mg/kg. (Antón y Lizaso, 2002).

- **Nitratos en el sistema Agroalimentario**

El ciclo del nitrógeno en el suelo está controlado en gran parte por bacterias simbióticas, autótrofas y heterótrofas, por lo que el ritmo del mismo depende de factores como: la humedad del suelo, la temperatura, el pH, etc. El nitrato (NO_3^-) es el producto final de la descomposición aeróbica del Nitrógeno y está siempre disuelto y móvil.

La nitrificación es la oxidación biológica de amonio a nitrito, seguidos por la oxidación a nitratos. Esta etapa es muy importante en el ciclo del nitrógeno en los suelos. (Valdés, 2004).

Por otra parte, pequeñas cantidades de nitrógeno se mueven como iones amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-) en las lluvias y luego son absorbidos por las raíces.

Las formas inorgánicas edáficas son absorbidas por los vegetales principalmente como nitratos (NO_3^-), y en menor proporción como amonio (NH_4^+). Los NO_3^- en la planta deben ser reducidos por procesos dependientes de energía antes de formar aminoácidos que luego constituirán las proteínas y otros constituyentes celulares. (Martí, 2011).

La Academia Nacional de Ciencia en Italia, considera como plantas acumuladoras de NO_3^- : rabanitos, remolachas, espinacas, brócolis, repollo de hojas crespas, lechuga, coliflor. Otras especies tienen una capacidad de acumulación media: zanahoria, papa, puerro, mientras un tercer grupo poseen una muy baja capacidad de acumular. (Graifenberg *et al.* 1993).

❖ **Oxalatos**

Los oxalatos son un componente propio de determinados alimentos, y se consideran un antinutriente puesto que dificultan la asimilación de algunos minerales. También pueden generarse en el organismo al digerir ciertas sustancias.

El ácido oxálico (HOOC – COOH), es el más sencillo de los ácidos dicarboxílicos, es una sustancia habitualmente reductora y tóxica; son tóxicas debido a que en presencia de iones calcio forman el oxalato de calcio (CaC₂O₄), el cual es una sal muy poco soluble, eliminando así el calcio como elemento esencial del organismo; por otra parte esta sal se cristaliza formando cálculos que pueden obstaculizar los conductos renales, lo que puede conducir a la insuficiencia renal. (García, 2009).

Esta concentración excesiva de oxalatos, conocida como “hiperoxaluria”, y que se manifiesta fundamentalmente por la alta concentración de oxalatos de calcio en la orina, se debe al consumo de altas cantidades de ácido oxálico u oxalatos ó a desórdenes metabólicos. En este caso las bacterias del género oxalobacter fomigenes y las enzimas endógenas oxalato oxidasa deben exceder su actividad de degradar los oxalatos. (Jáuregui y Moreno, 2004).

El contenido de ácido oxálico en los vegetales depende de factores como: especie vegetal, fertilización, fase de crecimiento de la planta. (Makus y Hettiarachchy, 1999).

El ácido oxálico es estudiando y aplicado hoy en día coo producto acaricida, especialmente en la apicultura orgánica debido a que se encuentra en forma natural en la miel, algunas hortalizas y frutas. (Flores, Ruiz, Puerta, Campano y García, 2002).

❖ **Taninos**

El término “tanino” es antiguo y hace referencia al curtido de pieles (del francés *tanner*): abarca a un grupo de sustancias que poseen ciertas características químicas comunes entre sí, como el ser compuestos polifenólicos con el suficiente peso molecular y número de grupos hidroxilo o similares (por ejemplo carboxilo) adecuado, capaces de formar enlaces con proteínas y otras macromoléculas (celulosa, almidón, etc) bajo condiciones determinadas. (Caygill y Mueller, 1999).

Los taninos son compuestos polifenólicos y de gusto amargo. Se dividen en hidrolizables (gálicos) y condensados (catéquicos o proantocianidinas). Los taninos hidrolizables son compuestos constituidos por un núcleo que contiene un glúcido, que a la vez posee grupos hidroxilo que se encuentran esterificados con ácidos fenólicos (ácido gálico, elágico y hexahidroxidifénico); mientras que los taninos condensados son polímeros no ramificados de hidroxiflavonoles (flavan-3-ol, flavan 3,4-diol), como la catequina, unidos mediante enlaces entre carbonos, y que carecen del grupo glucídico que caracteriza a los taninos hidrolizables. (Román *et al.*, 2003).

Los taninos forman complejos con proteínas, carbohidratos y otros polímeros de alimentos, por lo que son considerados tóxicos. Son solubles en agua e insolubles en alcohol y solventes inorgánicos. Pueden inhibir las enzimas digestivas y formar complejos con las membranas mucosas, provocando daños en las mismas. Los complejos taninos- proteínas son insolubles y esto disminuye la digestibilidad proteica. Reducen la digestibilidad de nutrientes nitrogenados en general, y se reporta podrían causar efectos tóxicos a nivel sistémico. (Makkar, 2003).

Además se conoce que reducen la biodisponibilidad de vitamina B₁₂, destruyen la vitamina B₁, y disminuyen las reservas de vitamina A. (Caballero, 2008).

En la industria son utilizados por sus propiedades astringentes, es decir precipitar las proteínas, y su capacidad de curtir la piel, tienen actividad antimicrobiana, antifúngica, inhibitoria enzimática, e incluso se usa como antídoto de alcaloides y metales pesados por su capacidad quelante, Poseen efectos farmacológicos como potentes antioxidantes, antivirales, anticancerígenos y sobre enfermedades cardiovasculares. (Sánchez, Fraga, Macebo y Lorenzo, 2008)

❖ **Glicoalcaloides**

Los glicoalcaloides pertenecen al grupo de los alcaloides (un grupo muy heterogéneo), los cuales son compuestos básicos nitrogenados (en su mayoría

heterocíclicos) provenientes del reino vegetal, pero también podrían tener un origen animal (poco frecuente). Los alcaloides se clasifican según sus precursores moleculares, dentro de los cuales está el grupo terpenoide que contiene acónitos y los alcaloides esteroidales. Dentro de este último grupo, se pueden distinguir cuatro grupos de origen vegetal: veratrum, solanum, alcaloides esteroidales de *Apocynaceae* y alcaloides *Buxus*, siendo el segundo grupo el que se desarrolla en las plantas de la familia de las solanáceas, teniendo su origen en precursores no nitrogenados. (FAO, 2005).

Este tipo de alcaloides esteroidales se encuentran en las plantas en forma de glucósidos. Estos son ésteres que resultan de la unión entre el aglicón (porción no carbohidratada, que es un alcaloide esteroide) y una parte carbohidratada, mediante un enlace éster, y se pueden distinguir dos tipos de estructuras: espirosolanas (la tomatidina) y solanidinas (como la de los glicoalcaloides).

De esta forma, los glicoalcaloides se encuentran no solo en las patatas sino en otros productos de la familia de las solanáceas como el tomate o la berenjena. (Friedman, 2008).

Son metabolitos secundarios que la propia planta produce en respuesta a situaciones de estrés, como puede ser la temperatura o ataque de insectos u hongos, actuando como un insecticida sobre ellos. (Hellanäs, 1995).

Los glicoalcaloides están compuestos de tres partes: específicamente una polar, que es la porción oligosacárida soluble en agua, integrada por un monosacárido de número y composición variable que está unido en el C-3, un esteroide lipofílico no polar y un heterociclo que contiene nitrógeno. (Lachman *et al.*, 2001).

Son derivados de esteroides, biogenéticamente muy relacionados a los triterpenoides tetracíclicos, del ciclopentanoperhidrofenantreno. Presentan un punto de fusión inferior a 200 °C y se encuentran frecuentemente como glucósidos del género *Solanum*. (Lock, 1988).

❖ Polifenoles

Los polifenoles son un grupo de sustancias químicas encontradas en plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los polifenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son ésteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados.

Los polifenoles son un gran grupo de compuestos presentes en la naturaleza que poseen anillos aromáticos con sustituyentes hidroxilos. Estos compuestos son en su mayoría potentes antioxidantes por su estructura química (donador de H⁺ o electrones) necesarios para el funcionamiento de las células vegetales, por ejemplo: manzanas, cebollas, y en bebidas como: té y vino. (Leighton, 2001).

Los compuestos fenólicos son un amplio grupo de sustancias con diferentes estructuras químicas y actividad, son constituyentes importantes de las plantas y les otorgan múltiples beneficios. Están presentes generalmente en forma de glucósidos de los extractos de la frutas, hierbas, vegetales, cereales y otros materiales de plantas ricos en polifenoles lo que ha permitido su utilización en la industria alimentaria no sólo por las características organolépticas que le confieren a las frutas y verduras, sino que retardan la oxidación de los lípidos y mejoran la calidad nutricional de los alimentos.

Estos componentes pueden ejercer efecto antioxidante como secuestrantes de radicales libre, donantes de moléculas de hidrógeno, barren moléculas de superóxido, quelan metales de transición; estas propiedades son atribuidas principalmente al grupo hidroxilo presente en su anillo estructural. (Muñoz, 2007).

❖ Ácido Fítico

Según Martínez, Gómez y Rincón (2002) el ácido fítico de inositol, es una molécula con seis grupos ortofosfato (InsP₆), de nombre químico myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 – hexaquis (dihidrógeno).

El ácido fítico constituye entre 1 -3% en peso de las semillas de especies oleaginosas, leguminosas y cereales; además está compuesto por un 60 – 90% de fósforo. (Martínez *et al.*, 2002).

El ácido fítico es el principal antinutriente presente en los cereales. Se sabe que se halla presente a altas concentraciones en granos de cereales y en legumbres (1-2 %), y puede inhibir de forma significativa la absorción de minerales mediante la formación de complejos insolubles con minerales de interés nutricional como el hierro no hemo, el calcio y el zinc (Hurrell *et al.*, 1992), impidiendo su absorción y alterándose de este modo la homeostasis mineral. Asociado a esto pueden aparecer problemas en la salud tan importantes como alteraciones en el crecimiento de los niños, anemia, disfunciones reproductivas, cáncer, enfermedades cardíacas o alteraciones inmunológicas. Los seis grupos fosfato en la molécula de ácido fítico le otorgan una elevada capacidad quelante de cationes divalentes.

La preocupación sobre la interrelación entre el ácido fítico y la biodisponibilidad nutricional de proteínas se ha visto incrementada, dado que aún a bajos niveles de ácido fítico, este compuesto inhibe sustancialmente a la enzima digestiva tripsina. (Martínez *et al.*, 2002).

El procesado y almacenamiento de los alimentos, permiten que el ácido fítico, pueda ser parcialmente desfosforilado dando lugar a inositoles con un menor número de fosfatos, los cuales presentan una menor capacidad quelante de minerales. (Chen, 2004).

2.4.2.3 PERFIL NUTRICIONAL

❖ Ácido ascórbico – Vitamina C

La vitamina C es un derivado de los hidratos de Carbono (su síntesis química de la D-glucosa), tiene una estructura de cetona cíclica que corresponde a la forma enólica de la 3-ceto-1-gulofuranolactona; contiene un enol entre los carbonos 2 y 3 que la hace un agente ácido y altamente reductor, por lo que se oxida fácilmente. (Badui, 2006).

Esta es necesaria para la formación de colágeno, para la correcta cicatrización de herida, reparación y mantenimiento de los tejidos de las diferentes partes del cuerpo también para la síntesis o producción de hormonas y neurotransmisores. Al igual que otras vitaminas, es un poderoso antioxidante. Puesto que nuestro cuerpo no produce vitamina C, debemos incorporarla a través de alimentos.

La vitamina C se oxida rápidamente y por tanto requiere de cuidados al momento de exponerla al aire, calor y agua. Por tanto cuanto menos calor se aplique, menor será la pérdida de contenido. Las frutas envasadas por haber sido expuestas al calor, ya han perdido un gran contenido vitamínico, lo mismo ocurre con los productos deshidratados. En los jugos, la oxidación afecta por exposición prolongada con el aire y por no conservarlos en recipientes oscuros.

❖ Carotenoides totales

Todos los carotenoides pertenecen a la clase de polienos, cadenas largas con dobles ligaduras conjugadas cuya presencia explica el color intenso de los carotenoides, ya que, los sistemas conjugados presentan una resonancia posicional lo que produce una deslocalización electrónica y, por lo tanto absorben energía que se traduce en emisiones energéticas de determinadas longitudes de onda, lo que da como resultado el color. (Bruneton, 1991).

El espectro de absorción tiene máximos cuyas longitudes de onda dependen del número de dobles enlaces conjugados.

Debido a su estructura insaturada, los carotenoides están sujetos a numerosos cambios químicos incluidos por las diferentes condiciones de procesamiento.

La oxidación y subsiguiente desintegración de los carotenoides están sujetos a numerosos cambios químicos incluidos por las diferentes condiciones de procesamiento.

La oxidación y subsiguiente e desintegración de los carotenoides se inicia en un extremo de la molécula; éste no es proceso al azar, ya que siempre ocurre en el extremo abierto, antes que el anillo terminal de ionona. A medida que se saturan las dobles ligaduras y finalmente se rompen, el color característico de los carotenoides desaparecen. (Badui, 2006).

❖ **Lisina Disponible**

La lisina es un aminoácido componente de las proteínas sintetizadas por los seres vivos. Es uno de los 10 aminoácidos esenciales para los seres humanos.

Como aminoácido esencial, la lisina no se sintetiza en el organismo de los animales y, por consiguiente, éstos deben ingerirlo como lisina o como proteínas que contengan lisina.

La lisina es un elemento necesario para la construcción de todas las proteínas del organismo. Desempeña un papel central en la absorción del calcio; en la construcción de las proteínas musculares.

❖ **Digestibilidad del almidón**

El almidón, además de ser el principal componente de las plantas, es el carbohidrato dominante en la dieta humana. (Skrabanja et al., 1999). No todo el almidón se digiere, y existe una fracción resiste a la hidrólisis por las enzimas

digestivas humanas. Varios factores tienen efecto en la velocidad y nivel de digestión del almidón: el tipo de procesamiento del alimento, el tiempo de almacenamiento y su origen botánico.

La baja digestibilidad del almidón de las leguminosas se atribuye a que son una fuente importante de fibra dietética, definida como la parte comestible de las plantas o los carbohidratos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado del hombre, con completa o parcial fermentación en el intestino grueso. (AACC, 2000).

❖ **CONCENTRACIÓN Fe Y Zn**

Los minerales son nutrientes que el organismo humano precisa en cantidades relativamente pequeñas respecto a glúcidos, lípidos y proteínas; por ello al igual que las vitaminas, se consideran micronutrientes. Son sustancias con una importante función reguladora, que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser aportados por la dieta. (Kuklinski, 2003).

Los minerales ayudan a controlar los procesos fisiológicos. Hay muchos minerales (yodo, magnesio, zinc) que el cuerpo necesita en pequeñas cantidades y que se obtienen en una dieta variada. Dos de los minerales especialmente importantes para la buena salud: el hierro y el calcio. (Latham, 2002).

Macrominerales, denominados así porque tienen que ser aportados en mayor cantidad por la dieta o porque están en mayor proporción en los tejidos corporales: calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio y cloro.

Otros, como hierro, cinc, yodo manganeso, flúor, selenio, cobalto, cobre y cromo, son también necesarios, pero en cantidades menores, por lo q se denominan microminerales o elementos traza. (Moreiras, 2011).

Es necesario considerar cuatro factores al seleccionar alimentos por su contenido mineral:

1. La concentración del mineral en el alimento.
2. La cantidad que ordinariamente se consume de un alimento dado.
3. Si el alimento ha perdido algunos minerales durante el proceso de refinación o cocinado.
4. Si el alimento contiene el mineral en forma disponible. (Corinne, 1979).

❖ Hierro

El hierro es un nutriente imprescindible para el transporte de oxígeno a las células, al formar parte del grupo hemo de la hemoglobina, pero también ejerce un conjunto de importantes funciones metabólicas y su déficit o exceso en el organismo da origen a diversas patologías.

Es evidente que la ingesta de una cantidad determinada de un nutriente no garantiza que sus funciones en el organismo se ejerzan o, en el extremo opuesto, que resulte tóxica. Se entiende por disponibilidad la proporción de un nutriente en un alimento o dieta que es capaz de absorberse y utilizarse para funciones metabólicas normales o para acumularse. Más concisamente diríamos que es la capacidad de un nutriente de ser utilizado. (Reddy *et al.*, 2006).

❖ Zinc

El zinc forma parte de 100 enzimas, las cuales están ligadas al retinol, al metabolismo de proteínas y glúcidos, cómo también a la síntesis de insulina, ARN y ADN.

La mayoría del zinc se absorbe en el intestino delgado siendo el yeyuno el lugar de mayor velocidad en el transporte del mismo. La absorción es un proceso saturable, ya que, cuando los niveles de zinc disminuyen se produce un aumento de la velocidad de transporte. Luego es transportado principalmente por la albúmina (proteína plasmática) al hígado a través de la circulación portal. Desde allí se distribuirá a diferentes tejidos. (Badui, 2006).

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 Hipótesis de investigación

¿El procesamiento de la papa (Horneo y Fritura) influyen en la concentración de los compuestos antinutricionales?

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable independiente:

- Variedades de Papa : Coneja negra, Chaucha Roja, Chaucha Amarilla, Uvilla, Puña, Puca Shungo, Yana Shungo, Leona Negra, INIAP – Natividad, CIP – Libertad, INIAP – Victoria.
- Proceso: Horneo y Fritura.

2.6.2 Variable dependiente:

- Compuestos antinutricionales (Nitratos, Oxalatos, Taninos, Glicoalcaloides, Polifenoles, Ácido Fítico)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

1.1 ENFOQUE

La orientación de la metodología utilizada en el desarrollo del presente proyecto de investigación se encuentra basada en la presentación de datos cualitativos y cuantitativos utilizando variables continuas, para lo cual es necesario la medición de parámetros que permitirán establecer el contenido de compuestos antinutricionales en papa procesada.

1.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se emplearán las siguientes modalidades de investigación:

- ❖ Investigación bibliográfica – documental

Tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos (fuentes primarias), o en libros, revistas, periódicos y otras publicaciones (fuentes secundarias). La información bibliográfica para desarrollar la presente investigación se tomará de libros, proyectos, tesis e internet.

❖ Investigación experimental o de laboratorio

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

En el presente trabajo investigativo se propone un diseño experimental que relaciona las variables dependiente e independiente, mismo que se llevará a cabo en los laboratorios de Nutrición y Calidad del INIAP- Estación Experimental Santa Catalina; y a través de técnicas e instrumentos estadísticos se procedió al procesamiento de los datos para llegar a obtener resultados para ser interpretados.

1.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es mixta, evaluativa y experimental, ya que se desarrollará a nivel de laboratorio mediante el análisis, midiendo las diferentes propiedades que posee cada variable planteada, validando así dichos análisis con métodos estadísticos, que evaluarán el grado de relación y variabilidad existentes entre las variables de estudio.(Abril, 2009).

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

1.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población:

La presente investigación tuvo como población a las variedades de tubérculos, proporcionadas por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos del INIAP, Rubro Papa, teniendo como tipo de muestreo el completamente al azar.

3.4.2 Muestra:

De la población de tubérculos, se seleccionaron once cultivares de papa. Los tratamientos en estudios son ocho cultivares nativos y tres variedades mejoradas de papa en tres localidades.

- Cultivares de papa

Nativas:

1. Coneja negra
2. Chaucha Roja
3. Chaucha Amarilla
4. Uvilla
5. Puña
6. Puca Shungo
7. Yana Shungo
8. Leona Negra

Mejoradas:

9. INIAP – Natividad
10. CIP – Libertad
11. INIAP – Victoria

Localidades:

1. Cutuglagua - EECS
2. Pujilí
3. Pilahuín

1.5 Operacionalización de variables

3.5.1 Cuadro N°1. Operacionalización de la variable independiente:

Variedades de Papa y Proceso (Horneo y Fritura)

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
En el Ecuador existe una gran diversidad de papas y por medio de este investigación se pretende estudiar los compuestos antinutricionales en papa procesada.	Variedades Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Horneo • Fritura • 11 Variedades de papa • Localidad • Con y sin cáscara 	<p>¿Cómo?</p> <p>¿De qué manera?</p>	<p>Diseño factorial</p> <p>A*B*C*D</p>

Elaborado por: *Estefanía Guerrero, 2013*

3.5.2 Cuadro N° 2. Operacionalización de la variable dependiente:
Concentración de compuestos antinutricionales en papas procesadas.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
De acuerdo a la especie vegetal se podrá estudiar la concentración de compuestos antinutricionales en papas procesadas evaluando así las desventajas de dichos compuestos.	Compuestos	<ul style="list-style-type: none"> • Nitratos • Oxalatos • Taninos • Glicocalcoides • Polifenoles • Ácido Fítico 	¿Concentración de antinutricionales? ¿Concentraciones y Biodisponibilidad?	<p>Técnicas para la determinación de compuestos antinutricionales y perfil nutricional:</p> <p>Nitratos : Método de la A.O.A.C (1998)</p> <p>Oxalatos: Método adaptado por Abaza, R. (1968)</p> <p>Taninos: Método de la A.O.A.C (1964)</p> <p>Glicocalcoides: Método adaptado de Hellenäs, K. (1986)</p> <p>Polifenoles: Método de Waterhouse, A. (2002)</p> <p>Ácido Fítico: Método de (Megazyme, 2007)</p> <p>Vitamina C: método reflectométrico con tiras de ensayo.</p> <p>Carotenos totales: Método adaptado por Rodríguez – Amaya y Kimura (2004)</p> <p>Minerales: (Fe y Zn): (Fick et al., 1979)</p> <p>Lisina Disponible :(Kakade yLiener, 1969)</p> <p>Digestibilidad del almidón : (Hsu et, al)</p>
	Perfil Nutricional	<ul style="list-style-type: none"> • Biodisponibilidad de Minerales (Fe y Zn) • Vitamina C • Lisina Disponible • Digestibilidad del almidón • Carotenoides Totales 		

Elaborado por: *Estefanía Guerrero, 2013*

1.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

1.6.1 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES EN PAPA PROCESADA

3.6.1.1 Especie vegetal: Papa

- **Factor en estudio:** Localidad, Variedades de papa, Proceso, Con y sin cáscara.

Tabla N° 5. FACTORES DE ESTUDIO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES

LOCALIDAD	L1: EESC	
	L2: Pilahuín	
	L3: Pujilí	
VARIEDAD	Coneja Negra	Leona Negra
	Chaucha Roja	Natividad
	Chaucha Amarilla	Libertad
	Yana Shungo	Victoria
	Puca Shungo	Puña
	Uvilla	
PROCESO	Horneo	
	Fritura	
CÁSCARA	Sin cáscara	
	Con cáscara	

FUENTE: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013).

- **Unidad experimental:** estará constituida por 1 kg de cada variedad a estudiarse.
- **Tipo de diseño:** se aplicará un diseño completamente al azar factorial: A*B*C*D
- **Análisis estadístico:** en la tabla N° 7 se presenta el esquema del análisis de varianza.

Tabla Nº 6. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	395
Interacción A*B*C*D	20
Error	264

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, (INIAP, 2013).

- **Manejo específico del experimento:** los tubérculos cosechados fueron transportados al laboratorio, lavados, rebanados, preparados de acuerdo de su proceso (horneo y fritura), con y sin cáscara seguidamente congelados y liofilizados. Posteriormente, las muestras fueron analizadas de acuerdo a los parámetros requeridos de cada metodología.

Análisis de resultados

La significancia estadística en los tratamientos, orientará la aplicación de la prueba de Tukey al 5%, para identificar las variedades con un menor contenido de compuestos antinutricionales.

Métodos de evaluación:

COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES

- ❖ **Nitratos:** Método de la A.O.A.C (1998) Por medio del ácido sulfúrico se destruye la materia orgánica, este actúa como oxidantes, los gases de H_2SO_4 que se forman a una temperatura de $100^{\circ}C$ se disocia en forma de SO_3 y H_2O .
- ❖ **Oxalatos:** Método adaptado por Abaza, R. (1968) La determinación de oxalato por permanganometría gracias a la oxidación del oxalato un precipitado negrusco.
- ❖ **Taninos:** Método de la A.O.A.C (1964) Se realiza en una muestra libre de grasas y pigmentos utilizándose un extracto acuoso el cual reacciona

con el reactivo de Follin.-Denis en medio alcalino. Se utiliza ácido tánico como estándar y se realizan las lecturas en un espectrofotómetro UV-VIS a 680nm.

- ❖ **Glicoalcaloides:** Método adaptado de Hellenäs, K. (1986) se realiza en muestras liofilizadas con ácido ortofosfórico (puro) realizando lecturas en el espectrofotómetro a 408 nm.
- ❖ **Polifenoles:** Método de Waterhouse, A. (2002) Se realiza utilizando metanol acuoso y sonicado, condiciones recomendadas para material liofilizado y molido, se determina por el método colorimétrico que emplea el reactivo de Folin Ciocalteau.
- ❖ **Ácido Fítico:** Método de (Megazyme, 2007) la determinación del ácido fítico se efectúa a través de la desfosforilación del ácido fítico efectuada por las enzimas fitasas.

PERFIL NUTRICIONAL

- ❖ **Vitamina C:** método reflectométrico con tiras de ensayo. Mediante tiras reflectométricas se evalúa Vitamina C con 10 gr de muestra y 10 ml de agua destilada.
- ❖ **Carotenos totales:** Método adaptado por Rodríguez – Amaya y Kimura (2004) Los carotenos totales se determinan espectrofotométricamente a 450 nm, basados en el coeficiente de extinción ($E_{1\%}$) de estos compuestos en éter de petróleo.
- ❖ **Minerales (Fe y Zn):** (Fick *et al.*, 1979) la dializabilidad de los minerales como un indicador de la biodisponibilidad potencial es determinada por el método in vitro de Miller donde se involucra la digestión enzimática.

- ❖ **Lisina Disponible** (Kakade y Liener, 1969) este método determina lisina disponible como aquella que tiene el grupo épsilon amino libre y que es capaz de unirse al ácido trinitrobencensulfónico.
- ❖ **Digestibilidad del almidón** (Hsu *et, al*) la pepsina es una enzima digestiva que en la presencia de un medio ácido desdobla las proteínas del alimento.

1.7 Plan de Procesamiento de la Información

Procesamiento y análisis

- ❖ Revisión crítica de la información recogida durante la determinación de la concentración de compuestos y propiedades antioxidantes.
- ❖ Selección de la información más importante y puntual que se obtuvo durante la determinación de compuestos antinutricionales y perfil nutricional.
- ❖ Tabulación de la información según las variables de las hipótesis en los paquetes informáticos Word y Excel.
- ❖ Estudio de la información según las variables de las hipótesis.
- ❖ Estudio estadístico de datos para presentación de resultados (STATGRAPHICS Centurión 15.2.14) y para la interacción A*B*C*D el programa estadístico INFOSAT ESTUDIANTIL.

El análisis e interpretación de resultados abarcará:

- ❖ Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.
- ❖ Interpretación de los resultados con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente.
- ❖ Comprobación de hipótesis.
- ❖ Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES EN LAS VARIEDADES PROCESADAS

Los resultados presentados a continuación fueron realizados en el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión 15.2.14 tomando en cuenta cada variable de estudio: Localidad, Variedad, Proceso y Cáscara (con / sin) de acuerdo a los diferentes compuestos antinutricionales analizados; cabe recalcar que los resultados se encuentran presentados en base seca.

4.1.1. NITRATOS

En la Tabla N°7 se detalla el análisis de varianza, el cual mostró una diferencia significativa entre las localidades, por lo que se aplicó la prueba de Tukey en un nivel de significancia del 5% para la categorización de los contenidos. La localidad que presentó menor valor de Nitratos fue Pilahuín (25,39 mg/100g) seguidamente de la localidad de Pujilí (26,36 mg/100g) y finalmente EESC (26,44 mg/100g).

Posiblemente se debe esta diferencia a los distintos factores medioambientales: como las condiciones agrícolas de cada localidad: la composición del suelo, intensidad luminosa, suministro de agua, humedad del ambiente y temperatura (Seint, 1986).

Tabla Nº 7. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE NITRATOS DE ACUERDO A LA LOCALIDAD DE LA PAPA.

<i>LOCALIDAD</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
PILAHUIN	25,39	a
PUJILI	26,36	b
EESC	26,44	c

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

El análisis de varianza (Tabla N°8) muestra que existe diferencia significativa entre las variedades estudiadas, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%. La variedad con menor contenido de Nitratos es Victoria (14,02 mg/100g), le sigue Chaucha Amarilla (19,89 mg/100g), en un rango considerable (20,77 a 26,76 mg/100g) se encuentran las variedades Puña, Puca Shungo, Chaucha Roja, Natividad, Uvilla, Leona Negra y Coneja Negra; la variedad Yana Shungo presenta (39,17 mg/100gr) y con el valor mas alto de nitratos se encuentra la Variedad Libertad con 44,63 mg/100g.

La diferencia del contenido de Nitratos entre las variedades depende de los factores agrícolas como la variedad y especie de la planta, fertilización, manejo del cultivo, órgano vegetal comestible, etc. (Martí, 2011).

Tabla Nº 8. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE NITRATOS DE ACUERDO A LA VARIEDAD DE PAPA

<i>VARIEDAD</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
VICTORIA	14,02	a
CHAUCHA AMARILLA	19,89	b
PUÑA	20,77	c
PUCA SHUNGO	21,73	d
CHAUCHA ROJA	24,38	e
NATIVIDAD	24,50	f
UVILLA	25,21	g
LEONA NEGRA	25,61	h
CONEJA NEGRA	26,76	i
YANA SHUNGO	39,17	j
LIBERTAD	44,63	k

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Al analizar estadísticamente los resultados del contenido de Nitratos de acuerdo al proceso empleado (Tabla N°9); se determina que el proceso de Horneo (21,35 mg/100g) es menor ante al proceso de Fritura (30,77 mg/100g) por lo que se puede establecer que el Horneo ofrece un menor contenido de nitratos frente al proceso de fritura, tomando en cuenta tiempos de proceso empleados y la metodología.

Tabla N° 9. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE NITRATOS DE ACUERDO AL PROCESO

<i>PROCESO</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
HORNEO	21,35	a
FRITURA	30,77	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Debido a que se determinó significancia estadística entre las muestras con y sin cáscara se aplicó la prueba de Tukey (Tabla N°10); registrando menor contenido las muestras sin cáscara (19,93 mg/100g) mientras que las muestras con cáscara presentan (32,19 mg/100g); por lo que se puede apreciar que el mayor contenido de Nitratos se encuentran en la cáscara del tubérculo es una distribución desigual de nitratos en la planta debido al transporte de agua y nutrientes desde las raíces hasta las hojas.

También, los procesos de manipulación que se llevan a cabo en la transformación (lavado, cocción) y conservación de las muestras (refrigeración, congelación); son factores que intervienen en la reducción de nitratos favorecida por las malas condiciones de almacenamiento.

Tabla N° 10. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE NITRATOS SEGÚN LA CONDICIÓN DEL TUBÉRCULO (CON Y SIN CÁSCARA)

CÁSCARA	Media (mg/100g)	Grupos Homogéneos
Sin	19,93	a
Con	32,19	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

4.1.2. OXALATOS

El análisis de varianza mostró diferencia significativa en el contenido de Oxalatos de acuerdo a la localidad donde fueron cultivados los tubérculos. Los tubérculos provenientes de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) presentan un contenido de 120,96 mg/100g de ácido oxálico, un menor contenido presentaron los tubérculos cultivados en Pujilí con 130,84 mg/100g; mientras que los cultivados en Pilahuín presentaron el mayor valor con 141,29 mg/100g.

Las diferencias en la concentración de ácido oxálico en las diferentes localidades pueden asociarse al ritmo de absorción del compuesto durante el curso de cultivo, de acuerdo al mineral presente en el suelo, sustancias orgánicas y fertilizantes presentes en el agua de riego. (Patruno, 1984).

Según varios autores, las áreas agrícolas más contaminadas, en las que se practica una agricultura intensiva, con grandes aportes de fertilizantes y con sistemas de producción altamente tecnificados, registran un mayor contenido de oxalatos.

Tabla N° 11. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE OXALATOS DE LA PAPA, SEGÚN LA LOCALIDAD DE CULTIVO

<i>LOCALIDAD</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
EESC	120,969	a
PIJULÍ	130,84	b
PILAHUÍN	141,29	c

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

En la Tabla N°12 se presenta el análisis de Varianza, las variedades que presentaron menor contenido son: Puca Shungo (90,73 mg/100g); Libertad (106,93 mg/100g); Chaucha Amarilla y Coneja Negra con 115,24 y 118,05 mg/100g respectivamente. En otras variedades como: Puña, Leona Negra, Natividad y Victoria el contenido de oxalatos varió entre 128,65 – 139,64 mg/100g; sin embargo valores más altos se encontraron en las variedades Chaucha Roja con 153,27 y Yana Shungo con 187,57 mg/100g.

Las diferencias registradas podrían guardar relación con cantidad de ácido oxálico asociado algún fertilizante y la asimilación del mismo; el ácido oxálico se produce en estado natural en forma de oxalato de potasio o de calcio en las raíces y rizomas de muchas plantas. (Hitomi *et al* ,1992).

Tabla Nº 12. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE OXALATOS EN DIFERENTES VARIEDADES DE PAPA

<i>VARIEDAD</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
PUCA SHUNGO	90,73	a
LIBERTAD	106,93	b
CHAUCHA AMARILLA	115,24	c
CONEJA NEGRA	118,05	c
PUÑA	128,66	d
LEONA NEGRA	129,12	d
NATIVIDAD	132,94	d
UVILLA	139,22	e
VICTORIA	139,64	e
CHAUCHA ROJA	153,27	f
YANA SHUNGO	187,57	g

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Se aplicó también la prueba de Tukey para establecer diferencias significativas de acuerdo al proceso aplicado. Se determinó que las papas horneadas presentaron un promedio de 107,11 mg/100g mientras que en las papa fritas se determinó un promedio de 154,95 mg/100g.

Tabla Nº 13. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE OXALATOS EN PAPA FRITA Y HORNEADA

<i>PROCESO</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
HORNEO	107,11	a
FRITURA	154,95	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

El menor contenido de oxalatos se determinó en la papa pelada (111,98 mg/100 g), con relación al tubérculo con cáscara, en el que se registró un valor promedio de 150,09 mg/100g, determinándose que la mayor concentración de compuestos antinutricionales se presenta en la cáscara, por el proceso de absorción de nutrientes de la planta (suelo, raíz, tubérculo).

Tabla N° 14. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE OXALATOS SEGÚN LA CONDICIÓN DEL TUBÉRCULO (CON Y SIN CÁSCARA).

CÁSCARA	Media (mg/100g)	Grupos Homogéneos
Sin	111,97	a
con	150,09	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

4.1.3. TANINOS

Se encontró diferencia significativa en el análisis de Varianza para el contenido de Taninos según la localidad donde se cultivaron los tubérculos. Se determinó que las variedades cultivadas en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) presentaron un promedio de 4,35 mg/100 g Base Seca; los materiales provenientes de Pilahuín registraron un contenido de 4,51 mg/100g, mientras que en los materiales procedentes de Pujilí se determinó un promedio de 6,29 mg/100g.

Tabla N° 15. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE TANINOS DE LA PAPA, SEGÚN LA LOCALIDAD DE CULTIVO

LOCALIDAD	Media LS	Grupos Homogéneos
EESC	4,35	a
PILAHUIN	4,51	a
PUJILÍ	6,29	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

El análisis de varianza mostró diferencia significativa de este antinutricional para las diferentes variedades de papa evaluadas. Las que registraron menor contenido fueron: Victoria y Libertad con 4,05 y 4,20 mg/100g respectivamente; En las restantes variedades, se registró un rango de variación entre 4,42 a 5,46 mg/100g. El mayor contenido de taninos se registró en la variedad Puca Shungo con 9,04 mg/100g.

Los taninos son más o menos abundantes en ciertas variedades pigmentadas de cereales (sorgo), leguminosas (habas, papas nativas), frutas (mango y uvas) y bebidas (té, cacao, y vino tinto). En las plantas cumplen funciones de defensa contra los microorganismos, ayudando a prevenir los ataques de hongos y bacterias patógenos. (Calvo, 2012).

Una mayor concentración de taninos se registró en los tubérculos de piel y pulpa moradas como Puca shungo y Yana shungo.

Tabla N° 16. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE TANINOS EN DIFERENTES VARIEDADES DE PAPA

<i>VARIEDAD</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
VICTORIA	4,05	a
LIBERTAD	4,20	b
LEONA NEGRA	4,42	c
UVILLA	4,54	d
PUÑA	4,63	de
CHAUCHA AMARILLA	4,69	de
CHAUCHA ROJA	4,72	de
NATIVIDAD	4,75	f
CONEJA NEGRA	5,06	g
YANA SHUNGO	5,46	h
PUCA SHUNGO	9,04	i

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Al analizar estadísticamente los resultados de la papa procesada (Tabla N°17), se determinó que el proceso de fritura provocó una mayor disminución de taninos (3,90 mg/100 g), en relación al proceso de horneado (6,20 mg/100g).

Los resultados obtenidos podrían guardar relación con el tiempo y la intensidad del proceso de fritura, que ayuda a hidrolizar los polímeros de ácidos fenólicos (Calvo, 2012).

Tabla N° 17. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE TANINOS EN LA PAPA FRITA Y HORNEADA

<i>PROCESO</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
FRITURA	3,90	a
HORNEO	6,20	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

La Tabla N°18, detalla el análisis de varianza para las muestras de papa con cáscara (6,21 mg/100g) y sin cáscara (3,89 mg/100g). Al igual que ocurre con los otros antinutricionales, el mayor contenido de taninos se concentra en la cáscara de los tubérculos.

Tabla N° 18. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE TANINOS EN PAPA CON Y SIN CÁSCARA

<i>CÁSCARA</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
sin	3,89	a
con	6,21	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

4.1.4 GLICOALCALOIDES

Millones de personas consumen diariamente patatas, nivel superado únicamente por el de trigo, maíz y arroz. Sin embargo, la patata presenta una serie de tóxicos naturales, como los glicoalcaloides del tipo solanina y la chaconina, que transmiten al tubérculo un cierto sabor amargo. De hecho, si la patata se hubiera introducido hoy en día como un nuevo alimento, sería necesario llevar a cabo una evaluación cuidadosa y un examen detallado de su seguridad para decidir su idoneidad para el consumo humano, dada la presencia de estos compuestos (Robinson, 2000).

Con un nivel de confianza del 95 % (Tukey 5 %), se determinó que el contenido de glicoalcaloides en papa es menor en la localidad de Pilahuín con 31,28 mg/100 TGA, los tubérculos cultivados en Pujilí se ubicaron en el segundo lugar con 51,47

mg/100g TGA y con el valor más alto se ubicaron los tubérculos sembrados en la Estación Experimental Santa Catalina con 75,58 mg/100g TGA.

La acumulación de estos compuestos en la papa depende de varios factores como: el tipo de suelo, las condiciones climáticas durante la época de cultivo, uso de fertilizantes, etc. (Tajner-Czopeck *et al.*, 2007).

Tabla Nº 19. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE GLICOALCALOIDES SEGÚN LA LOCALIDAD DE CULTIVO

<i>LOCALIDAD</i>	<i>Media (mg/100g TGA)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
PILAHUÍN	31,28	A
PUJILI	51,47	B
EESC	75,58	C

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

También, se determinó diferencia significativa en el contenido de glicoalcaloides de las diferentes variedades de papa. En la variedad Leona Negra se encontró el menor contenido con 24,13 mg/100g TGA, mientras que la variedad Victoria presentó el mayor contenido de glicoalcaloides (79,11 mg/100g). La concentración de este antinutricional no se asoció con ninguna característica física de la papa.

Según Friedman, 2008, la variación de glicoalcaloides en la papa se asocia con factores como la variedad, grado de madurez, germinación, tamaño, presencia de daños físicos, condiciones de almacenamiento, la exposición a la luz natural o artificial y situaciones de estrés a las que se somete la planta. Cuando esto ocurre, son perceptibles el color verde de la piel y presencia de deformidades que las hacen inapropiadas para el consumo.

Tabla Nº 20. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE GLICOALCALOIDES EN DIFERENTES VARIEDADES DE PAPA

VARIEDAD	Media (mg/100g TGA)	Grupos Homogéneos
LEONA NEGRA	24,13	a
CHAUCHA ROJA	27,57	b
PUÑA	43,68	c
YANA SHUNGO	44,52	c
LIBERTAD	49,36	d
UVILLA	49,44	d
CONEJA NEGRA	50,56	d
CHAUCHA AMARILLA	63,04	e
NATIVIDAD	73,91	f
PUCA SHUNGO	75,24	g
VICTORIA	79,11	h

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Con un nivel de confianza del 95 %, se puede afirmar que el proceso que induce una disminución notable de los glicoalcaloides es el horneado con 44,30 mg/100g TGA, mientras que con la aplicación de la fritura se obtuvo un valor promedio de 61,25 mg/100g TGA.

Tabla Nº 21. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE GLICOALCALOIDES EN LA PAPA SOMETIDA A HORNEO Y FRITURA

PROCESO	Media (mg/100g TGA)	Grupos Homogéneos
HORNEO	44,30	a
FRITURA	61,25	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

El menor contenido de glicoalcaloides se registró en la papa pelada con 45,48 mg/100g, mientras que en la papa con cáscara este valor se elevó a 60,08 mg/100g TGA, infiriéndose que estos compuestos al igual que otros antinutricionales se concentran en la cáscara del tubérculo.

Machado *et al.*, (2007), señalan que los glicoalcaloides se concentran en el primer milímetro a partir de la superficie y decrecen conforme se acerca hacia el

centro. Los mencionados autores añaden que en los tubérculos germinados, los brotes y ojos de la cáscara presentan el mayor contenido de glicoalcaloides.).

Tabla Nº 22. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE GLICOALCALOIDES EN LA PAPA PELADA Y CON CÁSCARA

CÁSCARA	Media (mg/100g TGA)	Grupos Homogéneos
sin	45,47	a
con	60,08	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

4.1.5 POLIFENOLES

Estos compuestos se biosintetizan como productos secundarios del metabolismo de la planta como protección en situaciones de estrés, como la fotooxidación, presencia de heridas, luz UV, enfermedades, patógenos y plagas (Dixon *et al.*, 1994).

El tipo de polifenoles está influenciado por factores extrínsecos al vegetal, ligados a circunstancias del cultivo (factores agroambientales) y a las condiciones de conservación tras la recolección.

La Tabla Nº23, revela que el contenido de polifenoles es menor en los tubérculos cultivados la Estación Experimental Santa Catalina con 817,01 mg/100g en Base Seca, mientras que los tubérculos provenientes de Pujilí presentaron un contenido promedio de 960,65 mg/100g y los cultivados en Pilahuín presentaron el valor más alto con 1911,53 mg/100g..

Tabla Nº 23. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE POLIFENOLES DE LA PAPA CULTIVADA EN TRES LOCALIDADES

<i>LOCALIDAD</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
EESC	817,01	a
PUJILÍ	960,65	b
PILAHUIN	1911,53	c

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Con la prueba de Tukey al 5 %, se determinó que la variedad Libertad presentó el menor contenido de polifenoles con 565,06 mg/100g Base Seca, seguida de la variedad Chaucha Roja y Natividad con 806,70 y 810,24 mg/100g respectivamente; Leona negra presentó 909,922 mg/100g; en las variedades Chaucha Amarilla y Coneja Negra se registró mayores valores con 1127,95 y 1138,92 mg/100g, alcanzando los mayores valores (1573,61 a 1889,45 mg/100g) en las variedades Yana Shungo y Puca Shungo de piel y pulpa color morado.

Estudios realizados por investigadores del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, con la colaboración de agricultores, en cultivos de papas nativas de la Sierra Centro, Norte del Ecuador, señalan que las variedades de piel y pulpa color morado, a más de tener formas y colores vistosos, también aportan con cantidades importantes de polifenoles, compuestos predominantes en los alimentos vegetales de colores morados y rojos. (Cuesta, 2005).

Ezekiel *et al.*, (2011), señalan que los tubérculos rojos y púrpuras pueden llegar a contener el doble de concentración de ácidos fenólicos en comparación con variedades de piel blanca.

Tabla N° 24. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE POLIFENOLES EN DIFERENTES VARIEDADES DE PAPA

<i>VARIEDAD</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
LIBERTAD	565,06	a
CHAUCHA ROJA	806,70	b
NATIVIDAD	810,24	b
LEONA NEGRA	909,92	c
CHAUCHA AMARILLA	1127,95	d
CONEJA NEGRA	1138,92	d
VICTORIA	1359,22	e
UVILLA	1573,61	f
PUÑA	1603,87	f
YANA SHUNGO	1742,12	g
PUCA SHUNGO	1889,45	h

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Con un nivel de confianza del 95 % se puede afirmar que el proceso de horneado ayuda a disminuir el contenido de polifenoles a un nivel de 1109,44 mg/100g, mientras que con el proceso de fritura, el contenido se redujo a un nivel de 1350,02 mg/100g.

Tabla N° 25. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE POLIFENOLES EN PAPA HORNEADA Y FRITA

<i>PROCESO</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
HORNEO	1109,44	a
FRITURA	1350,02	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Con la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5 % (Tabla N°26), se determinó diferencias notables en la papa pelada y con cáscara. El menor contenido se registró en los tubérculos sin cáscara (1047 mg/100g), mientras que en la papa con cáscara el valor promedio ascendió a 1412 mg/100g, estos resultados concuerdan con lo señalado por Saharan, (1994), acerca de que los compuestos fenólicos se distribuyen principalmente entre la piel y los tejidos de la

papa y la eliminación de estas fracciones supone una reducción significativa en el tubérculo.

En la papa sin cáscara, el rango de polifenoles totales fluctuó entre 191 a 1864 mg/100 g en base seca (BS), mientras que en los tubérculos con cáscara el rango de variación fue mayor (345 a 2852 mg /100 g en BS), lo que evidencia la localización de los polifenoles en la cáscara de los tubérculos, según lo expresado por Ah-hen, Fuenzalida, Hess, Contreras, & Vega-galvez,(2012).

Tabla Nº 26. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE POLIFENOLES EN PAPA PELADA Y CON CÁSCARA

CÁSCARA	Media (mg/100g)	Grupos Homogéneos
sin	1047,16	a
con	1412,31	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

4.1.6. ÁCIDO FÍTICO

El ácido fítico es el mayor depósito de fósforo en las plantas, ya que del fósforo total, entre un 60-90% se encuentra en forma de fitato (Cherian, 1980). Es sintetizado a partir de glucosa 6-P y se localiza en forma notable en los granos y semillas de cereales, legumbres y oleaginosas; también se lo ha encontrado en el polen, tubérculos, frutas y otros vegetales (McCance y Widdowson, 1935).

El menor contenido de ácido fítico correspondió a los tubérculos cultivados en la Estación Santa Catalina con 187,88 mg/100gr en Base Seca, mientras que los provenientes de las localidad de Pujilí y Pilahuín presentaron valores similares con 237,53 y 242,53 mg/100g, respectivamente; lo que demuestra que el contenido de ácido fítico en la papa varía dependiendo de la localidad de cultivo.

Tabla Nº 27. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ÁCIDO FÍTICO DE LA PAPA CULTIVADA EN TRES LOCALIDADES

<i>LOCALIDAD</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
PILAHUÍN	187,88	a
PUJILÍ	237,53	b
ESSC	241,53	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Raboy *et al.*, (1991); Feil y Fossati,(1997), señalan que además de la localidad de cultivo en la concentración de este antinutriente también influyen las condiciones de cultivo, localización y año, aplicación de fertilizantes y variedad del cultivo.

Según la prueba de Tukey detallada en la Tabla N°28, el menor contenido se registró para la variedad Victoria con 175,71 mg/100g, seguida de Puña y Chaucha Amarilla con valores de 181,81 mg/100g y 199,27 mg/100g, respectivamente. En las variedades Yana Shungo y Leona Negra se registró el más alto contenido con 267,97 y 280,87 mg/100g.

Tabla Nº 28. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ÁCIDO FÍTICO DE DIFERENTES VARIEDADES DE PAPA

<i>VARIEDAD</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
VICTORIA	175,71	a
PUÑA	181,81	a
CHAUCHA AMARILLA	199,27	b
LIBERTAD	209,06	bc
PUCA SHUNGO	210,60	bcd
CONEJA NEGRA	217,86	bcd
UVILLA	225,80	cd
CHAUCHA ROJA	229,32	e
NATIVIDAD	247,13	f
YANA SHUNGO	267,97	g
LEONA NEGRA	280,87	g

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Al analizar estadísticamente el contenido de ácido fítico de acuerdo al proceso aplicado a la papa, se encontró una diferencia significativa, registrándose el menor valor para la papa horneada (200,73 mg/100g), mientras que en la papa frita, el promedio se elevó a 243,89 mg/100g.

Tabla Nº 29. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ÁCIDO FÍTICO EN PAPA HORNEADA Y FRITA

<i>PROCESO</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
HORNEO	200,73	a
FRITURA	243,89	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Según la condición del tubérculo (pelada y sin pelar), con la prueba de Tukey a un nivel del 5 %, se determinó las muestras sin cáscara presentaron con contenido promedio de ácido 9,72 mg/100g, mientras que en los tubérculos con cáscara se determinó 264,90 mg/100g de ácido fítico en base seca.

Tabla Nº 30. PRUEBA DE TUKEY PARA EL CONTENIDO DE ÁCIDO FÍTICO EN LAS MUESTRAS DE PAPA CON CÁSCARA Y SIN CÁSCARA

<i>CÁSCARA</i>	<i>Media (mg/100g)</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
sin	179,72	a
con	264,90	b

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

4.2 EFECTO DE LA INTERACCIÓN LOCALIDAD, VARIEDAD, PROCESO Y CONDICIÓN DEL CULTIVO, EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES

Muchos de los alimentos que consumimos presentan de forma natural una serie de sustancias capaces de disminuir e incluso impedir la absorción y utilización de determinados nutrientes por nuestro organismo. (Mitjavila, 1990).

Por tanto se valorará y seleccionará para aplicaciones futuras a las variedades que presenten menor contenido de nitratos, oxalatos, taninos, glicoalcaloides, polifenoles y ácido fítico.

En el anexo A, se encuentra la Tabla N°32 donde se muestra los resultados de la interacción A*B*C*D para el contenido de Nitratos, verificándose que la variedad Victoria cultivada en la Estación Experimental Santa Catalina, sometida a los procesos de pelado y horneado presenta el menor contenido de Nitratos con un valor de 5,05 mg/100g.

La tabla N°33 muestra que la variedad Libertad cultivada en la EESC; sometida a los procesos de pelado y horneado presentó el menor contenido de oxalatos; con un valor promedio 59,91 mg/100g.

Igualmente la Tabla N°34 revela que la variedad que presenta menor contenido de taninos es Puña, cultivada en la EESC y sometida a los procesos de pelado y fritura con 5,80mg/100g.

En la Tabla N°35 se presenta el contenido de glicoalcaloides, la variedad con menor contenido de este compuesto es Chaucha Roja cultivada en la Estación Experimental Santa Catalina bajo y sometida a los procesos de pelado y horneado, con 4,77 mg/100g TGA.

La Tabla resumen N°36, muestra el menor contenido de polifenoles, correspondiente a la variedad Victoria, cultivada en la EESC, pelada y horneada con 214,36 mg/100g en Base Seca.

En la Tabla N°37 se muestra el análisis de varianza y la Prueba de Tukey para el contenido de ácido Fítico; destacando que la variedad Yana Shungo, sembrada en

la Estación Experimental Santa Catalina, sometida a los proceso de pelado y horneado, presentó el menor contenido de ácido fítico (35,03 mg/100g).

El análisis de la interacción A*B*C*D, muestra que la localidad donde se detectó la menor concentración de compuestos antinutricionales corresponde a la Estación Experimental Santa Catalina, con la aplicación de pelado y horneado. Sólo en el caso de los taninos, la fritura resultó el proceso más efectivo para disminuir su concentración.

La determinación de la concentración residual de antinutricionales después de la aplicación de uno o más procesos, resulta relevante en la nutrición de grupos vulnerables como niños, personas anémicas y tercera edad, ya que pueden obstaculizar tanto los procesos metabólicos como la biodisponibilidad de nutrientes durante la digestión y/o después de la absorción, pueden llegar a provocar toxicidad y deficiencias nutricionales en algunos casos (Calvo, 2012).

Por lo expuesto para la determinación del perfil nutricional se consideró a los cultivares con el menor contenido de compuestos antinutricionales; sembrados en la Estación Experimental Santa Catalina y sometidos a los procesos de pelado y horneado.






4.3. EFECTO DEL PROCESO SOBRE LOS COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES

En general se observa una disminución de la concentración de los compuestos antinutricionales en las muestras procesadas con relación a las crudas. La disminución de la concentración (%) se determinó mediante la diferencia del valor inicial (crudo) y el valor obtenidos luego de los proceso tecnológicos aplicados dividido para el valor inicial y por cien. Para al análisis de los resultados del efecto del proceso sobre las muestras de papa, se consideró los promedios de las tres

localidades en estudio (EESC, Pilahuín, Pujilí), para cada antinutriente (Nitratos, Oxalatos, Taninos, Glicoalcaloides, Polifenoles y ácido Fítico. A continuación se describe la reducción de los compuestos antinutricionales por efecto del proceso y el porcentaje de pérdida de los mismos.

Para identificar de mejor manera el efecto del proceso sobre las muestras de papa en los gráficos presentados a continuación, se consideró la codificación detallada en la tabla N° 31.

Tabla N° 31. CODIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DE PAPA PROCESADAS

	Hsc	Papas Horneadas Sin cáscara.
	Hcc	Papas Horneadas Con cáscara.
	Fsc	Papas Fritas Sin cáscara.
	Fcc	Papas Fritas Con cáscara.
	Cruda	Papas Crudas.

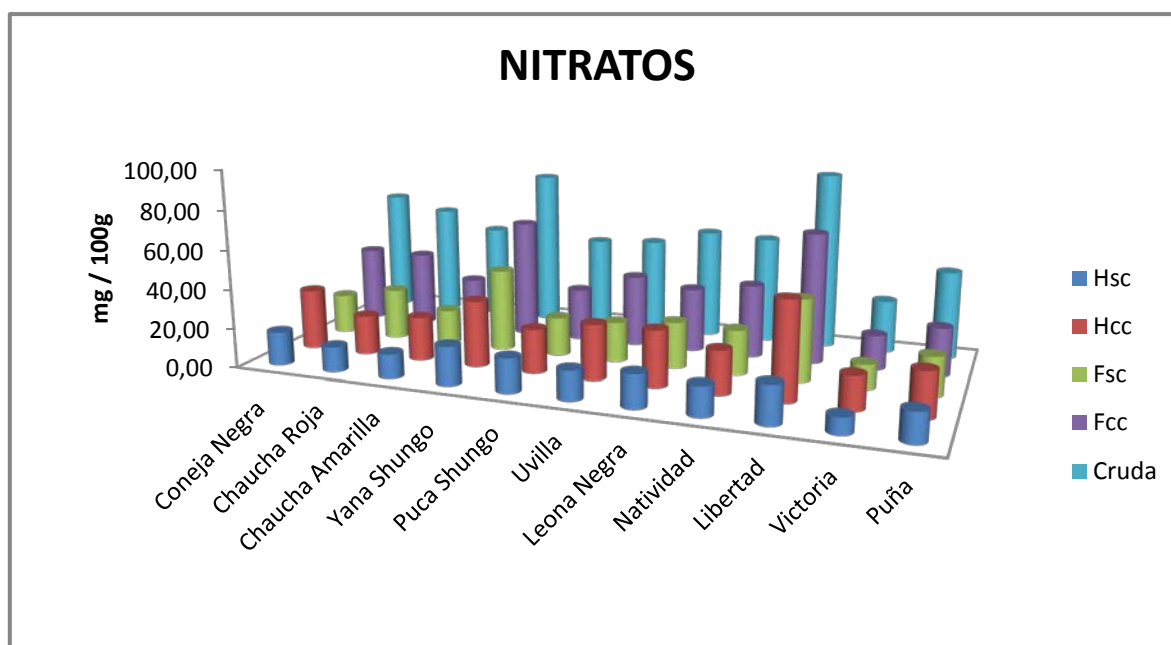
Elaborado Por: *Estefanía Guerrero, 2013.*

4.3.1. NITRATOS

La ingesta diaria aceptada (IDA) de nitratos es de 3,70 mg/kg de peso corporal (EFSA, 2008); por lo que una persona adulta de 60 kg de peso podría admitir 222mg. Sin embargo se debe considerar el aporte de otras fuentes de nitratos, como la proveniente del agua potable u otros alimentos como los embutidos, por lo que es recomendable que el aporte de nitratos en este caso no supere los 157 mg/día. Con esta consideración, el consumo de papas horneadas sin cáscara, resulta seguro para el consumo humano, siempre que no se consuman nitratos provenientes de otras fuentes. Resaltando la importancia de procesar la papa con el fin de lograr una disminución de los nitratos y asegurar su inocuidad para el consumo.

Los nitratos resultan peligrosos cuando bajo determinadas condiciones se transforman en nitritos y estos últimos se ligan a otros compuestos formando los llamados N-nitrosados o nitrosaminas, que realmente presentan toxicidad. Giannuzzi, (2010), señala que los compuestos mencionados causan necrosis hepática, oclusión fibrosa de las venas y hemorragia pleural y peritoneal. La intoxicación crónica con las nitrosaminas o los N-nitrosados produce fibrosis hepática, proliferación de conductos biliares e hiperplasia hepática.

Gráfico N°7: EFECTO DEL PROCESO EN EL CONTENIDO DE NITRATOS (mg/100g).



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

En el gráfico N°7 se presenta el efecto del proceso en las muestras de papa, destacándose el efecto del pelado y el horneado en la disminución de un 72 % en el contenido de nitratos, en relación a las muestras en estado crudo. En la papa con cáscara, con la aplicación de horneado se logró una disminución del 51%. Con la aplicación del pelado y la fritura se obtuvo una pérdida del 57%, mientras que sólo con la fritura se logró una disminución del 35% en los nitratos.

La disminución significativa del contenido de Nitratos en las variedades procesadas es atribuible a la termolabilidad de estos antinutricionales, que se destruyen fácilmente por la acción del calor, resultando más efectivo el proceso de horneado aplicado a la variedad Victoria.

4.3.2. OXALATOS

El ácido oxálico disminuye la absorción o biodisponibilidad de minerales divalentes. Su carácter tóxico se deriva de la disminución de la asimilación de calcio; con este mineral, forma sales de disociación débil que dan lugar a la formación de cálculos renales. Se considera que la dosis letal mínima es de 5 gramos. Debido a su capacidad para unirse a ciertos minerales como el calcio, hierro, sodio, potasio o magnesio, el consumo de alimentos ricos en ácido oxálico puede causar deficiencias nutricionales. (Calvo,2012).

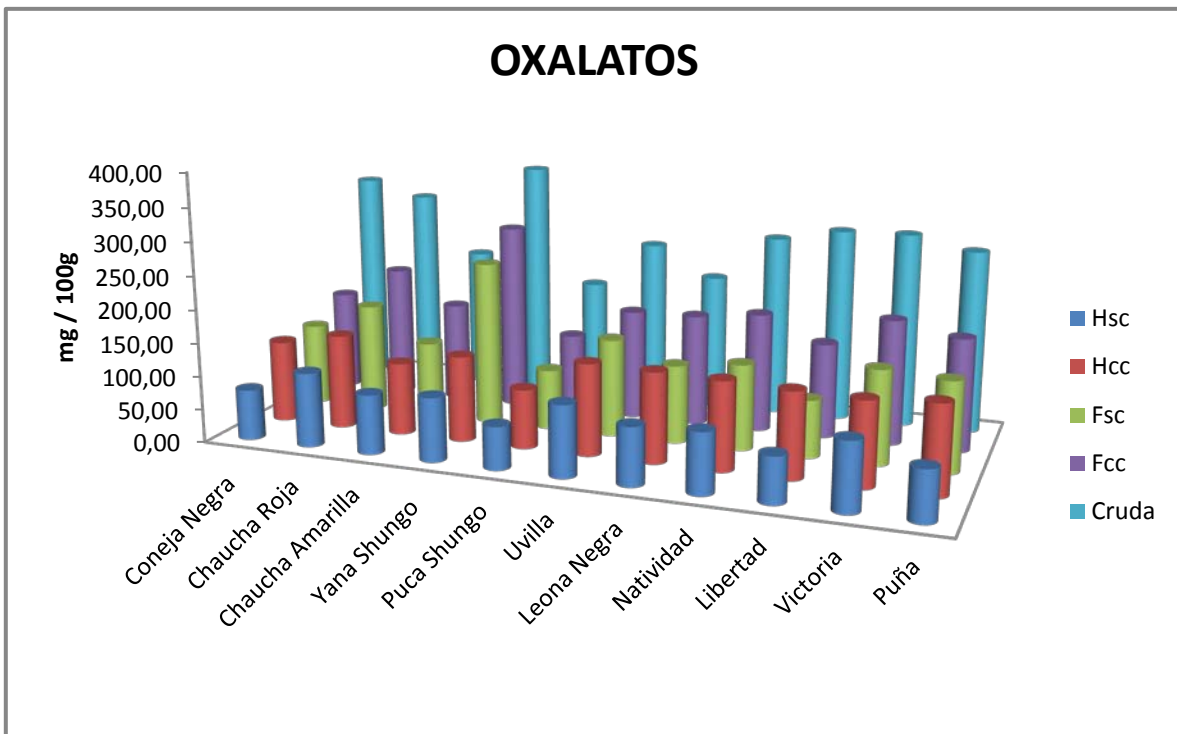
Se encuentra en alimentos como el cacao, té, papas, espinaca, etc. El ácido oxálico forma complejos fibra-cobre-oxalato o fibra-zinc-oxalato, que son más difíciles de romper en el tracto digestivo que los que sólo incluyen mineral-oxalato o mineral-fibra. (Calvo, 2012). La IDA de ácido oxálico no debe superar los 150 mg. (Kotz, Teichel y Weaver, 2006).

El gráfico N°8, indica los resultados del efecto del proceso en las muestras de papa analizadas; el proceso que reduce notablemente el contenido de oxalatos es el horneado sin cáscara (88,09 mg/100g), con relación a las muestras en estado crudo (268,97 mg/100g). En la papa con cáscara, el contenido de oxalatos disminuyó a 126,14 mg/100 g, por aplicación del horneado y 173,24 mg/100 g por aplicación de la fritura. En la papa pelada, el contenido de oxalatos disminuyó a 135,87 mg/100 g por efecto de la fritura. Reducciones que se traducen a niveles del 66 % en el caso de la papa horneada sin cáscara, 52 % en la horneada con

cáscara, 49 % en la papa frita sin cáscara y 35 % en la fritura con cáscara. Destacándose como procesos efectivos para lograr una reducción significativa del ácido oxálico, el pelado y el horneado, aplicados a la variedad la Puca Shungo.

Una vez procesada la papa, los niveles de ácido oxálico se reducen notablemente y no revisten peligrosidad para el consumo humano, aunque las personas con trastornos renales, gota, artritis reumatoide, o ciertas formas de dolor crónico vulvar (vulvodinia) deben evitar los alimentos ricos en ácido oxálico.

Gráfico N°8: EFECTO DEL PROCESO EN EL CONTENIDO DE OXALATOS (mg/100g).



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

4.3.3. TANINOS

Se caracterizan por otorgar al alimento un sabor amargo y astringente; el efecto antinutricional de los taninos sobre las proteínas se debe a su capacidad para formar complejos tanino – proteína que reducen el valor biológico de los alimentos (Calvo, 2012).

Se caracterizan por inhibir las enzimas digestivas como amilasas y proteasas, por lo que tienen una acción directa sobre la mucosa digestiva que estimula las secreciones, además de destruir la vitamina B₁, disminuir las reservas de vitamina A y reducir la biodisponibilidad de vitamina B₁₂. Se caracterizan por formar complejos iones divalentes y trivalentes que disminuyen la disponibilidad de calcio, hierro y cobre; así mismo, por actuar como antivitaminas, aunque pueden resultar benéficos cuando reducen la absorción de algunos metales pesados como el plomo (Calvo, 2012).

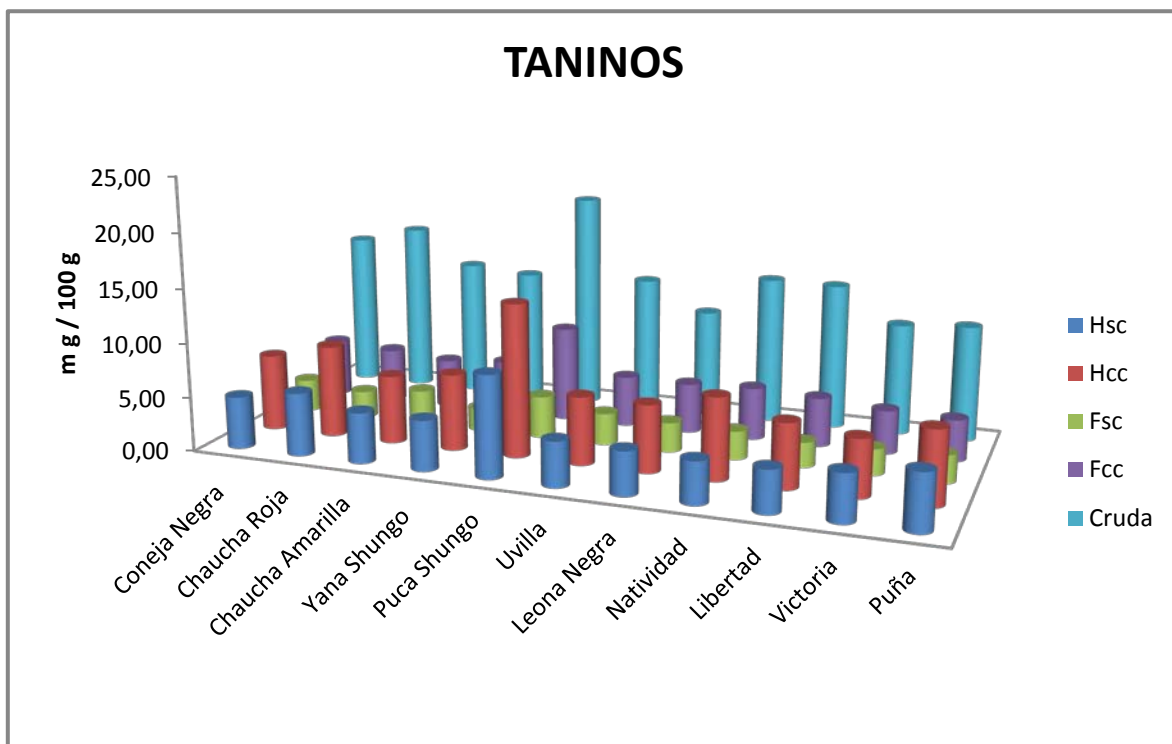
La toxicidad de los taninos es baja, pero su consumo excesivo, especialmente de taninos hidrolizables, puede provocar molestias gástricas debido a su acción inhibitoria sobre las secreciones gastrointestinales, causando vómito, estreñimiento, dolor de cabeza, mareos, dolor de extremidades, baja de presión e incluso abortos (Hall, Rocha y Rodríguez, 2002).

En el Gráfico N°9, se encuentra el efecto del proceso para el contenido de taninos, destacándose que el pelado y la fritura son los procesos apropiados para lograr una disminución notable de los taninos, con cuya aplicación el contenido se redujo a un valor de 2,78 mg/100g, seguido de la fritura en la papa con cáscara con 5,04 mg/100g. En la papa pelada, con el horneado, los taninos se redujeron a 5,01 mg/100g, mientras que en la papa con cáscara el valor residual ascendió a 7,40 mg/100g, que resultó menor al de la papa cruda con 13,31 mg/100g. Los valores mencionados corresponde a una pérdida del 79%, en la papa pelada y

frita, 62 % en la papa frita con cáscara, 45 % en la papa horneada con cáscara. Determinándose que el proceso recomendable para la reducción de los taninos, es la fritura en la papa sin cáscara, debido a la alta temperatura alcanzada en este proceso (170°C).

No se han registrado datos de IDA de taninos, pero se recomienda que su consumo diario sea menor a 1000 mg/kg de peso corporal, para evitar problemas de toxicidad (Sánchez *et al.*, 2008). De lo que se infiere que el consumo de papa, considerando la concentración residual de taninos en la papa procesada, resulta seguro para el consumo humano.

Gráfico N°9: EFECTO DEL PROCESO EN EL CONTENIDO DE TANINOS (mg/100g).



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

4.3.4 GLICOALCALOIDES

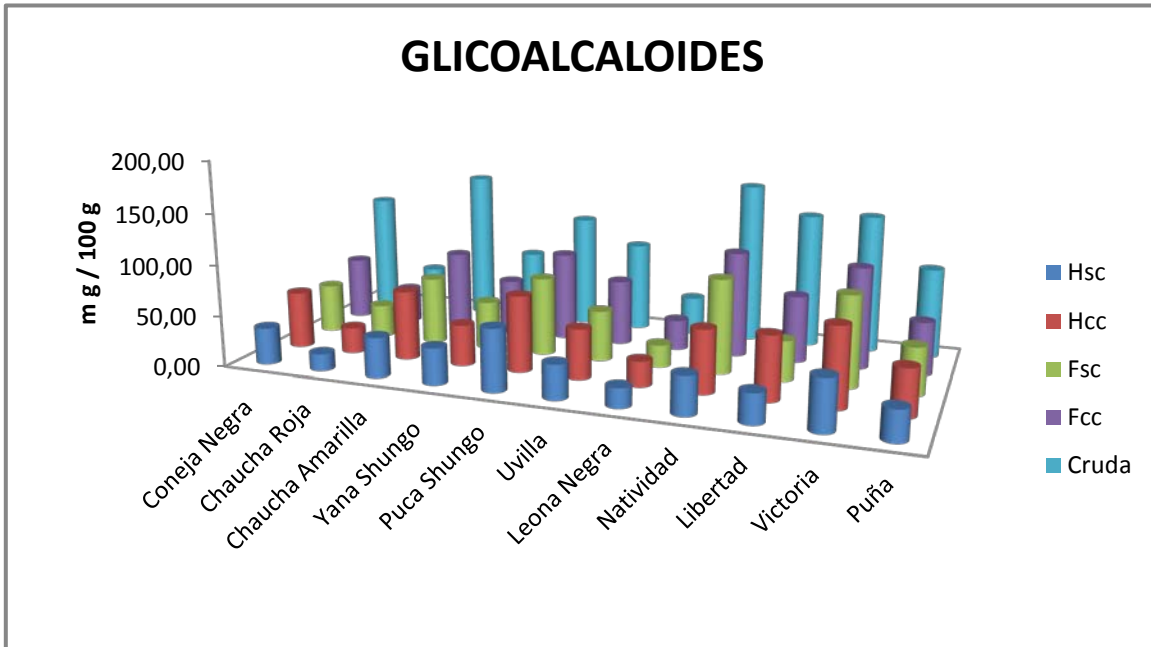
Partiendo de la frase, "*La dosis hace al veneno*" (Trautmann, 2012); los efectos de la ingesta de estos compuestos dependen de su concentración, resultando muy tóxicos para humanos y animales a altas dosis.

Los efectos que producen los glicoalcaloides son muy variados. Entre las principales alteraciones se citan los trastornos gastrointestinales a dosis media y si la dosis es elevada, pueden producir inhibición de la acetilcolinesterasa y efectos teratogénicos, desórdenes neurológicos, hemorragias en el tracto intestinal y en casos muy graves, edema cerebral y la muerte (Blankemeyer, 1992).

Según el gráfico N°10, con la aplicación del proceso de horneado sin cáscara se tiene un promedio 35,31 mg/100g; mientras que el horneado aplicado a tubérculos con cáscara proporciona un promedio 53,30 mg/100g, con la fritura sin cáscara 55,64 mg/100g, la fritura con cáscara 66,81 mg/100g, mientras que en las muestras en estado crudo se registró 103,03 mg/100g. Estos valores corresponden a una disminución del 63 % por efecto del pelado y el horneado, 46 % sólo por efecto del horneado, 44 % por efecto del pelado y la fritura y 32 % por acción de la fritura en la papa con cáscara.

No existe legislación del contenido de glicoalcaloides, pero si un gran número de publicaciones que señalan sus efectos, así como las dosis que producen intoxicaciones. Bonilla (2003), señala que en la papa se registran contenidos variables entre 10-350 mg/100g. y se consideran normales niveles entre 10-130 mg/100g, cuando la concentración asciende a 140-150 mg/100g, es detectable un sabor amargo, que induce al rechazo de los tubérculos. Niveles superiores a 200 mg/100g se consideran peligrosos para el ser humano.

Gráfico N°10: EFECTO DEL PROCESO EN EL CONTENIDO DE GLICOALCALOIDES (mg/100g).



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

4.3.5. POLIFENOLES

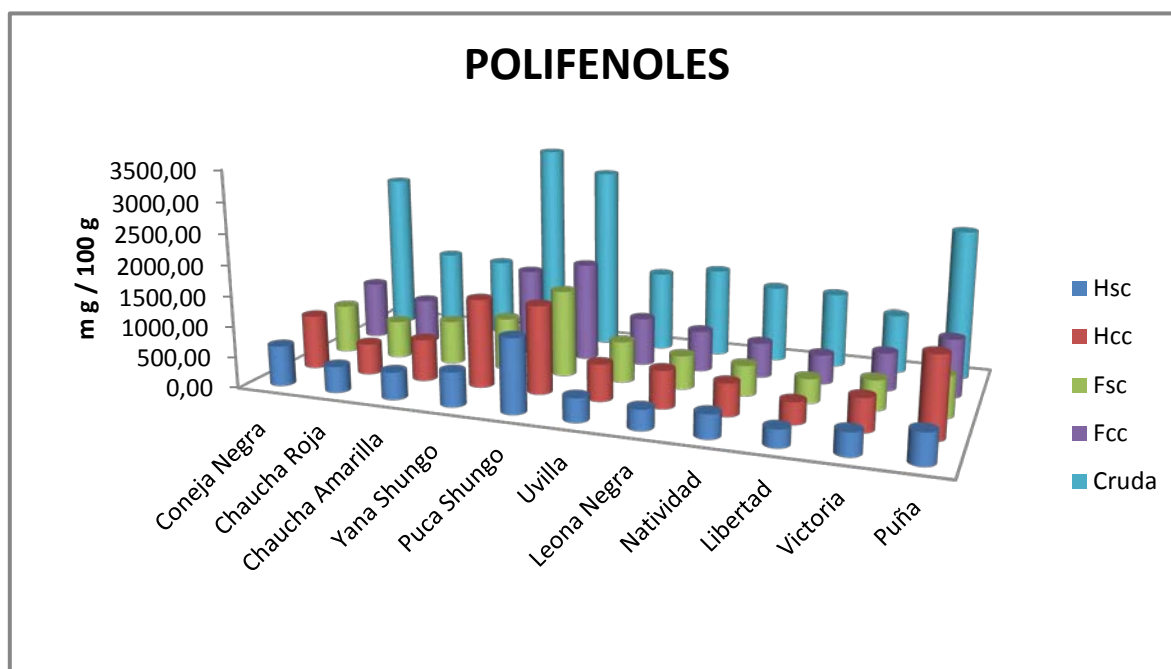
Dada su complejidad y diversidad en estructuras químicas y efectos biológicos, es también importante tener presente que diversos polifenoles, o incluso la mayoría de ellos, poseen también efectos adversos, como la interferencia que causan en la absorción de proteínas, así como su posible efecto pro-oxidante en elevadas cantidades.

En consecuencia, los polifenoles pueden ocasionar una disminución en la absorción de proteínas y carbohidratos, ambos efectos ocasionados por su habilidad de formar complejos con macromoléculas, el principal motivo por el cual la ingesta de polifenoles puede interferir negativamente en la salud (Reed, 2010).

Otra desventaja de la ingesta de polifenoles es su interacción con minerales divalentes como el hierro no hemático, inhibiendo la absorción de los metales, lo que puede llegar a ser un problema en poblaciones de riesgo como anémicos y población vegetariana (Perron y Brumaghim, 2009).

Diversos autores señalan que el efecto benéfico o nocivo de los compuestos polifenólicos es dependiente de la cantidad en que son ingeridos por el consumidor. Algunos estudios sugieren como normal una ingesta aproximada de polifenoles de 800 mg al día en la dieta, sin embargo, estas estimaciones son en base a la determinación de compuestos fenólicos totales (Hervert *et al.*, 2011).

Gráfico N°11: EFECTO DEL PROCESO EN EL CONTENIDO DE POLIFENOLES (mg/100g).



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

El gráfico N°11, muestra el efecto del proceso en el contenido de polifenoles. En estado crudo las muestras de papa presentan un valor promedio de 1838,89

mg/100g; que se reduce a 504,28 mg/100 g por efecto del pelado y el horneado. En la papa con cáscara se registró un promedio de 807,67 mg/100 g por efecto del horneado, mientras que con la fritura el valor inicial se redujo a 699,32 mg/100g en la papa pelada y 872,87 mg/100 g en la papa con cáscara. Lo que se traduce en pérdidas del 71 % para la papa pelada y horneada, 56 % para la papa con cáscara y horneada. Mientras que con la fritura se obtuvieron pérdidas menores en el orden del 59 y 50 % en el caso de la papa sin y con cáscara, respectivamente.

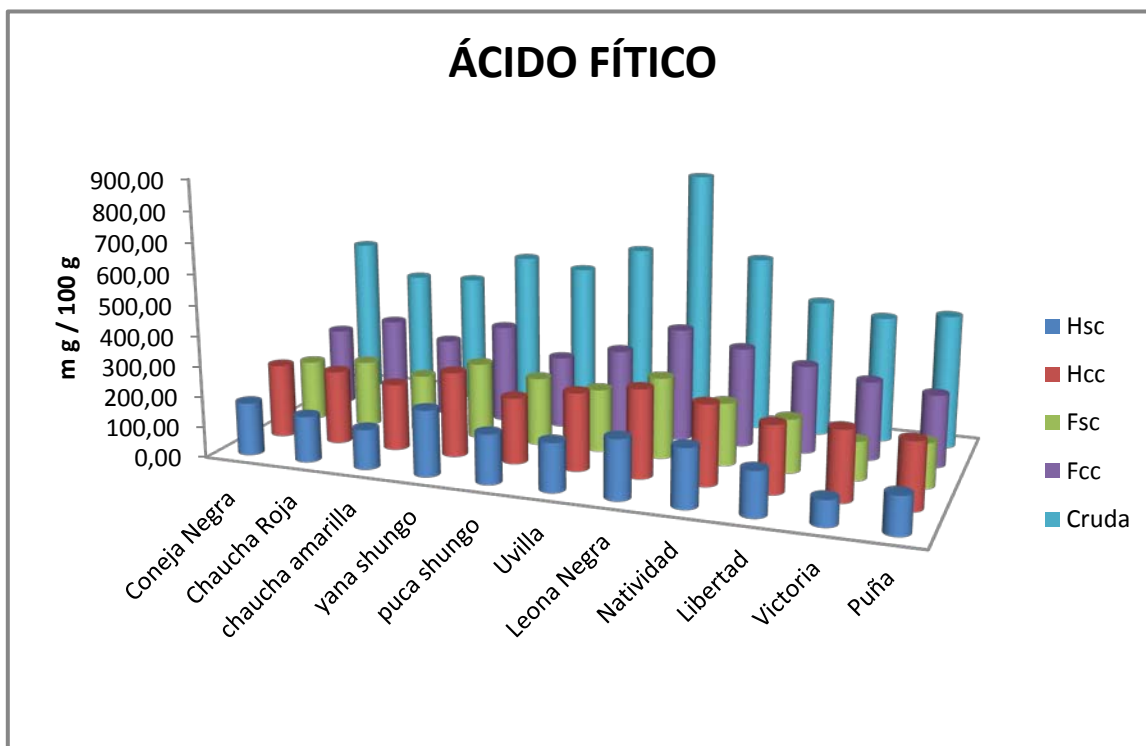
4.3.6. ÁCIDO FÍTICO

El ácido fítico puede inhibir de forma significativa la absorción de minerales mediante la formación de complejos insolubles con minerales de interés nutricional, como el hierro no hemo, el calcio y el cinc, impidiendo su absorción y alterándose de este modo la homeostasis mineral. Asociado a esto, pueden aparecer problemas en la salud tan importantes como alteraciones en el crecimiento de los niños, anemia, disfunciones reproductivas, cáncer, enfermedades cardíacas o alteraciones inmunológicas. (Hurrell *et al.*, 1992)

Bajo las condiciones de pH intestinal, se forman quelatos insolubles, que impiden la absorción de los minerales a nivel digestivo en el hombre y los animales. Distintos estudios han comprobado que el ácido fítico también produce una disminución en la digestibilidad de lípidos, proteínas y almidón (Frías, 2003).

La IDA de ácido fítico no debe superar los 70 mg/kg de peso corporal ya que ingestas mayores disminuyen la absorción de calcio, hierro y magnesio en el organismo. En una persona de 60 kg de peso, la IDA corresponde a 4200 mg. (Ibañez, Torre y Irigoyen, 2003). Los tratamientos térmicos incluyendo el horneado y fritura reducen los niveles de ácido fítico (Gamel, *et al*, 2006).

Gráfico N°12: EFECTO DEL PROCESO EN EL CONTENIDO DE ÁCIDO FÍTICO (mg/100g).



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

Según el Gráfico N°12, los procesos con los que se registraron la menor cantidad de ácido fítico fueron con el pelado y el horneado (157,79 mg/100g), con relación a las muestras en estado crudo (518,32 mg/100). En la papa horneada con cáscara se registró 243,68 mg/100g, en la papa frita sin cáscara 201,66 mg/100g y finalmente frita con cáscara 286,13 mg/100g. Lo que corresponde a porcentajes de pérdida 69% en la papa horneada sin cáscara, 52 % en la papa horneada con cáscara, 61 % en la papa pelada y frita y 61 % en la papa con cáscara y frita.

4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PERFIL NUTRICIONAL

Se determinó el perfil nutricional de las muestras de papa procesadas correspondientes al mejor tratamiento, y se comparó con el material en estado crudo. Para determinar el mejor tratamiento, se consideró:

1. La pérdida o eliminación de factores antinutricionales.
2. Grado de pérdida de cada factor nutricional.

De acuerdo a lo anterior, se escogió como mejor tratamiento al horneado sin cáscara aplicado a las once variedades, cultivadas en la Estación Experimental Santa Catalina.

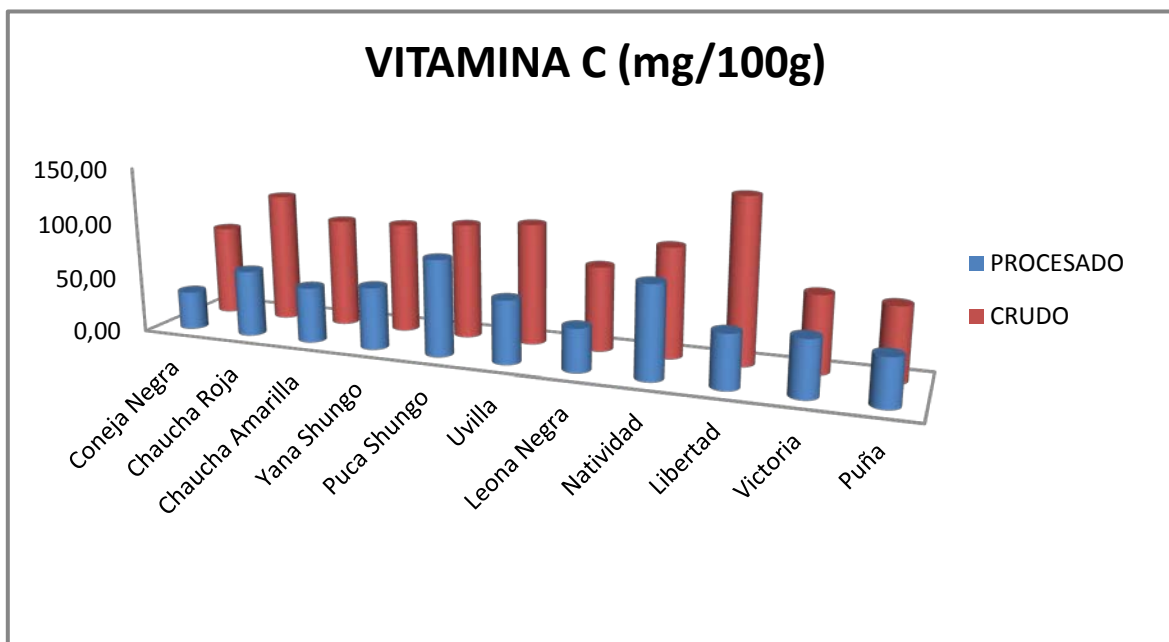
La importancia de analizar el perfil nutricional de los tubérculos procesados con el mejor tratamiento, radica en conocer su aporte real a la alimentación con respecto al contenido en el material en estado crudo.

Los parámetros nutricionales considerados para el análisis fueron: Vitamina C, carotenoides totales, digestibilidad de la proteína, lisina disponible y concentración de Fe y Zn.

4.4.1 VITAMINA C

La vitamina C es importante en la formación y conservación del colágeno, la proteína que sostiene muchas estructuras corporales y que representa un papel muy importante en la formación de huesos y dientes. También favorece la absorción de hierro procedente de los alimentos de origen vegetal (Calvo, 2012).

Gráfico N°13: CONTENIDO DE VITAMINA C EN MUESTRAS DE PAPA EN ESTADO CRUDO Y PROCESADO



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

El gráfico N°13, presenta los resultados del contenido de Vitamina C en las muestras de papa pelada y horneada y provenientes de la EESC, en comparación con las muestras en estado crudo. Se puede apreciar un porcentaje de pérdida significativo de vitamina C al aplicar un proceso tecnológico; la variedad que presenta mayor porcentaje de pérdida es Libertad con 67%, las variedades con menor porcentaje de pérdida son Puca Shungo y Natividad con el 16 y 17%; en las variedades restantes la pérdida fluctuó entre 28 y 58%.

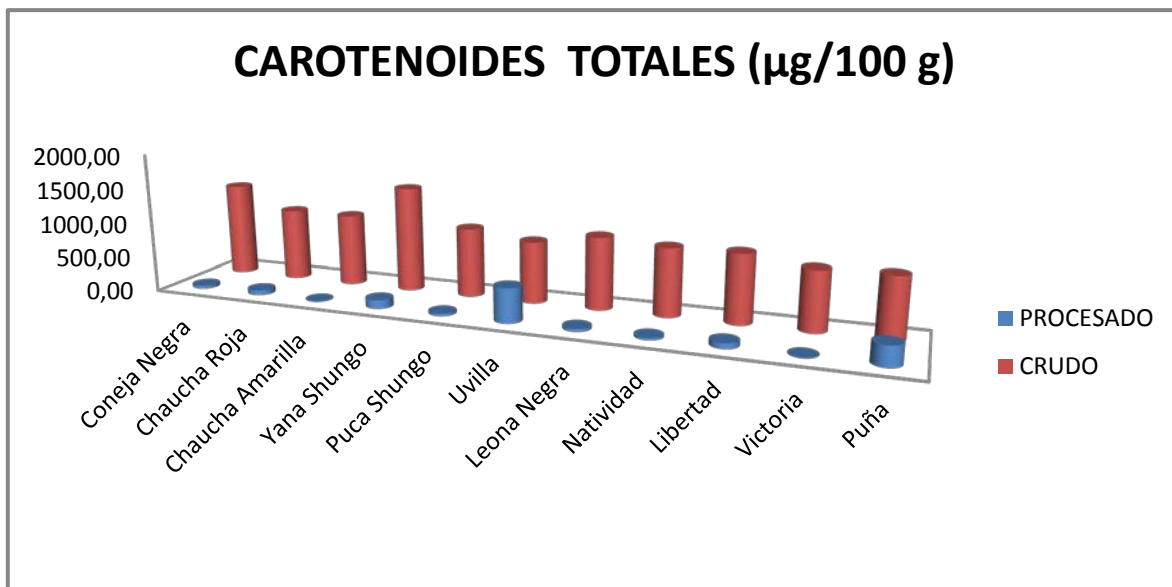
Según Agustín (1975), una papa horneada pierde entre un 18-24% de vitamina C a través de su pellejo; sin él, la pérdida puede estar entre un 35% - 50%. Aun así, la cantidad de vitamina C que queda luego de hornearla es alta, y una porción de 150 gramos de papa provee cerca del 40% de los requerimientos diarios recomendados de esta vitamina.

4.4.2 CAROTENOIDES TOTALES

Los carotenoides son pigmentos ampliamente distribuidos en la naturaleza, que se encuentran en tejidos fotosintéticos y no fotosintéticos como raíces, flores y frutos; son los responsables de la gran mayoría de los colores amarillos, anaranjados o rojos presentes en los alimentos vegetales (Burgos *et al.*, 2009). Dos de los más abundantes carotenoides en la papa son la luteína y la zeaxantina (Lu W, Haynes K, Wiley, 2001).

En la actualidad, su máximo interés radica en su papel como antioxidantes en la protección del organismo frente a los radicales libres. En los últimos años es extenso el número de publicaciones acreditadas en las que se concluye que los carotenoides son beneficiosos en la prevención de diversas enfermedades como ciertos tipos de cáncer, trastornos oculares o vasculares, entre otros (Rodríguez-Amaya, 2010).

Gráfico N°14: CAROTENOIDES TOTALES EN MUESTRAS DE PAPA EN ESTADO CRUDO Y PROCESADO



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

El gráfico N°14 muestra que las variedades con mayor contenido de carotenoides después de los procesos aplicados (pelado y horneado), son las variedades Uvilla (492,80 µg/100g), Puña (284,52 µg/100g) y Yana Shungo (123,93 µg/100g); en las restantes variedades se registró menores contenidos. En comparación con las muestras en estado crudo la reducción de los carotenoides es muy significativa, alcanzando un valor del 88 %, en promedio para las 11 variedades evaluadas.

Debido a su estructura, los carotenoides están sujetos a cambios químicos inducidos por las distintas condiciones de procesamiento que se emplean en la industria alimentaria. Por ello desde un punto de vista nutricional, es de gran importancia conocer qué factores intervienen en la degradación de estos compuestos, el nivel de pérdida y su incidencia en el valor nutricional y características físicas de un alimento.

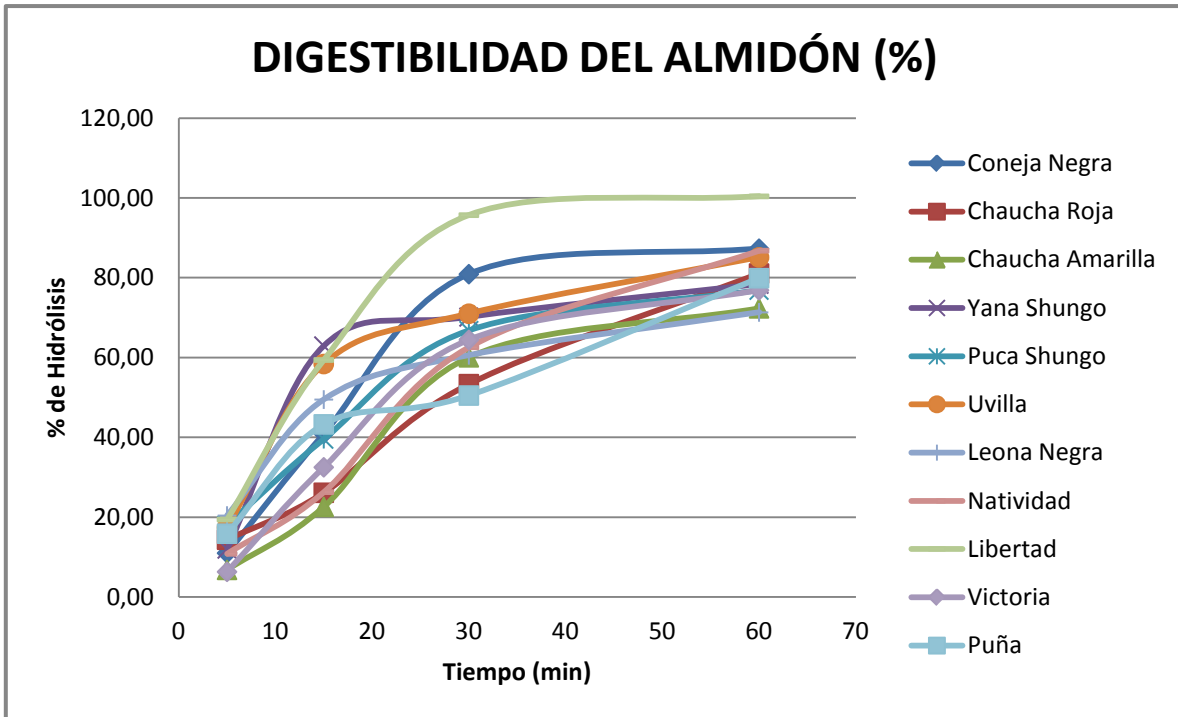
4.4.3 DIGESTIBILIDAD DEL ALMIDÓN

Una de las características más importantes de los alimentos ricos en almidón es la digestibilidad de este compuesto, la misma que guarda relación con la respuesta glicémica en el metabolismo (Englyst y Englyst, 2005; Rosin *et al.*, 2002). La presencia de ciertos factores antinutricionales afecta la disponibilidad del almidón. Igualmente el tamaño de partícula también tiene un papel importante en las hidrólisis, gránulos pequeños muestran mayor susceptibilidad enzimática. Además de los factores mencionados, la digestibilidad del almidón depende de diversos factores tanto intrínsecos como extrínsecos, a saber: la fuente botánica, el tipo de tratamiento térmico durante el procesamiento, las condiciones y tiempo de almacenamiento de la papa (Lehmann y Robin, 2007).

La digestibilidad del almidón de papa se muestra en el gráfico N°15, en el que sobresale la variedad Libertad, cuyo almidón se digiere totalmente a los 60 minutos de reacción. Luego sigue la variedad Coneja negra, que alcanzó una tasa

de digestión del 87 % en el mismo tiempo de reacción; en las demás variedades la digestibilidad del almidón varió entre 71% al 85%.

Gráfico N°15: DIGESTIBILIDAD DEL ALMIDÓN (%), EN ONCE VARIEDADES DE PAPA PROCESADA



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

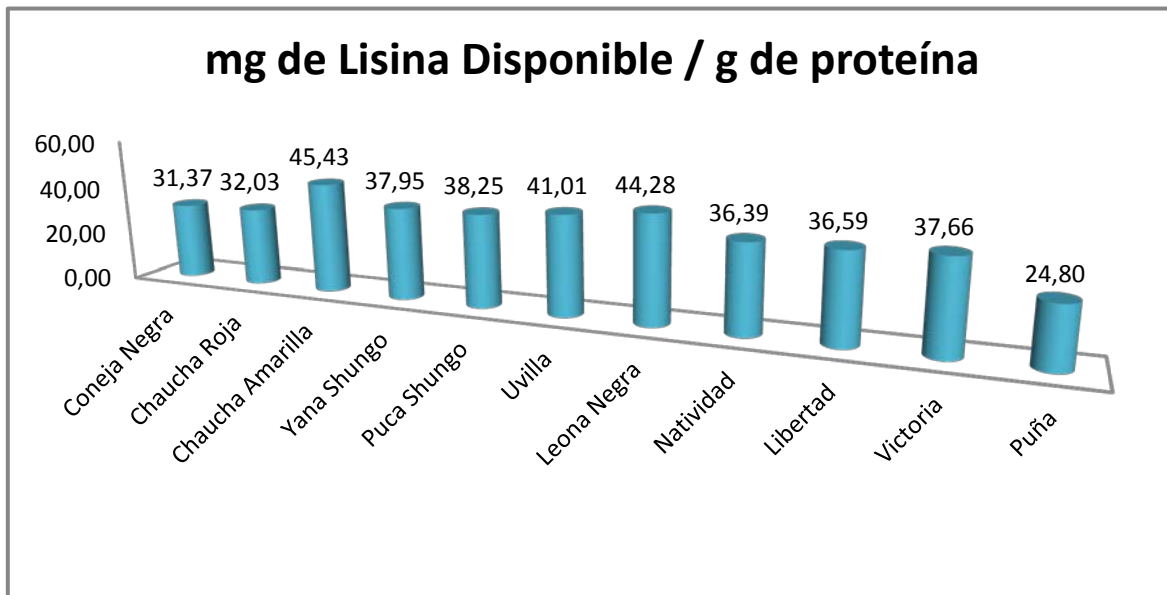
4.4.4 LISINA DISPONIBLE

La lisina es un aminoácido, componente de las proteínas sintetizadas por los seres humanos. Es uno de los 10 aminoácidos esenciales; un elemento necesario para la construcción de todas las proteínas del organismo.

Desempeña un papel central en la absorción del calcio; en la construcción de las proteínas musculares; en la recuperación de las intervenciones quirúrgicas o de

las lesiones deportivas, y en la producción de hormonas, enzimas y anticuerpos (Moughan, 2005).

Gráfico N°16: LISINA DISPONIBLE (mg de Lisina disponible/ g de proteína) DE ONCE VARIEDADES DE PAPA PROCESADA



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

El gráfico N°16 presenta los valores de Lisina disponible en las once variedades de papa. En el tubérculo crudo, se determinó un promedio de 44,75 mg/g de proteína, mientras que en la variedad Chaucha Amarilla procesada, este promedio se elevó a 45,43 mg/g de proteína, lo cual concuerda con lo señalado por Hurell, (1992), acerca de que el proceso de cocción ayuda a incrementar el contenido de lisina disponible entre el 1% a 2%.

Sin embargo, lo señalado no se aplica a los demás materiales experimentales, ya que en éstos se determinó una disminución de la lisina disponible por efecto del procesamiento térmico, en comparación con la muestra de papa en estado crudo. La variedad que presentó el menor contenido de lisina disponible es la variedad Puña con 24,80 mg/g de proteína, lo cual podría atribuirse a la reacción de Maillard, la misma que se lleva a cabo entre los aminoácidos y los azúcares, con

la ayuda de calor, dando como resultado una disminución del valor nutritivo del alimento. Los diferentes valores registrados en los tubérculos horneados y fritos es atribuible a la intensidad y duración de cada proceso aplicado.

En general la papa presentó un contenido de lisina disponible similar a la quinua (47,50 mg/g de proteína) y mayor que el chocho (11,89 mg/g de proteína), (Riera, 2011).

4.4.5 CONCENTRACION DE FE

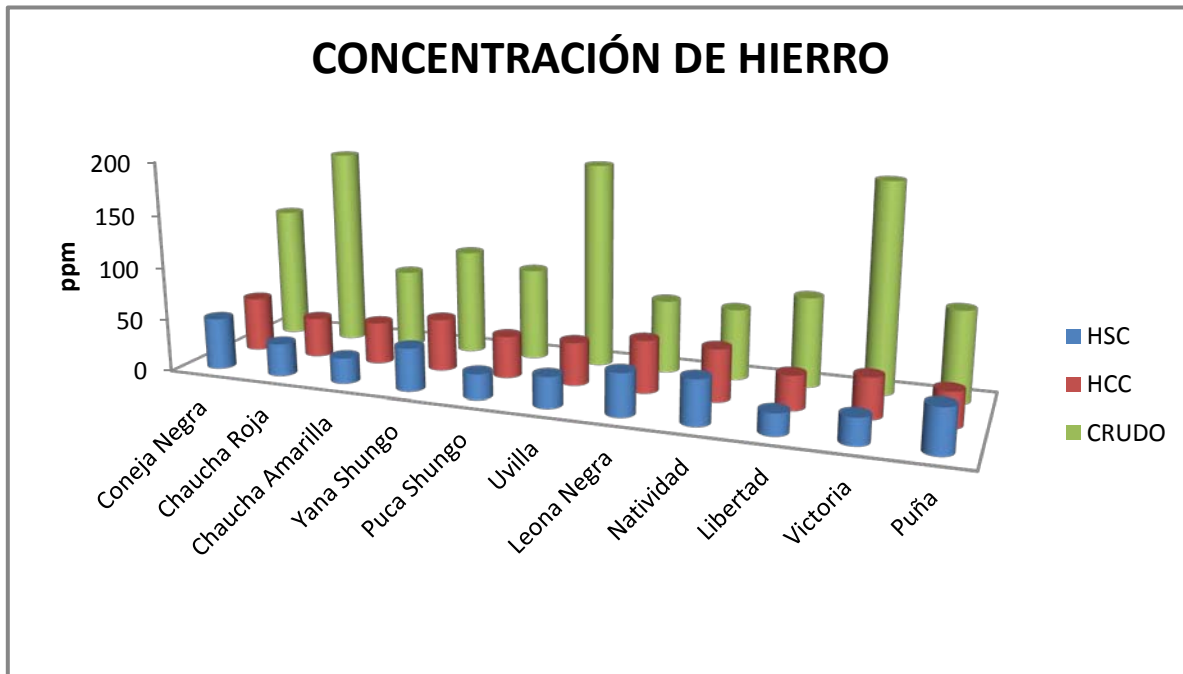
Al hierro, se le reconoce como nutriente esencial desde 1860, se conserva muy bien en el organismo y el 90 % es recuperado y reutilizado. El hierro de los alimentos se encuentra en forma de sales férricas o formado parte de Ferroproteínas (hemoglobina, mioglobina, etc.). (Varela, 2010).

Existen factores que facilitan la absorción: el contenido en ácido ascórbico, presencia de calcio y necesidades aumentadas como se dan en el crecimiento y embarazo. Los factores que disminuyen la absorción de hierro son el medio alcalino y la presencia de ácido oxálico (Vásquez *et al.*, 2005).

Miyoshi y col. 1995, estudiaron los cambios en el contenido de minerales durante la cocción de vegetales. Estos autores observaron correlaciones significativas entre los cambios en el peso de los vegetales tras el hervido.

Se requiere mucha más investigación para determinar la forma en que puede hacerse que el hierro de las diversas fuentes alimenticias esté disponible para la absorción y las condiciones que aumenten o disminuyan esta propiedad. (Corinne, 1979).

Gráfico N°17: CONCENTRACIÓN DE HIERRO (ppm) DE ONCE VARIEDADES DE PAPA PROCESADA



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013).

El gráfico N°17 detalla la concentración de Hierro en ppm para las papas sometidas al proceso de horneado con y sin cáscara, donde se muestra un notable descenso de la concentración de hierro en las muestras horneadas y más aún en las muestras sin cáscara con una pérdida del 66% a diferencia de las muestras con cáscara que presentan una pérdida del 57%.

La concentración de este mineral en la planta no es un valor fijo, sino que varía debido a varias causas como el movimiento de los nutrientes dentro y entre partes de la planta pues ejerce su influencia en la concentración de este mineral por ello las papas con cáscara registran menor porcentaje de pérdida; esto probablemente se deba a que hay un cambio en la proporción de los tejidos estructurales y sustancias de reserva existentes en la cáscara. (Smith, 1962).

4.4.6 CONCENTRACIÓN DE ZN

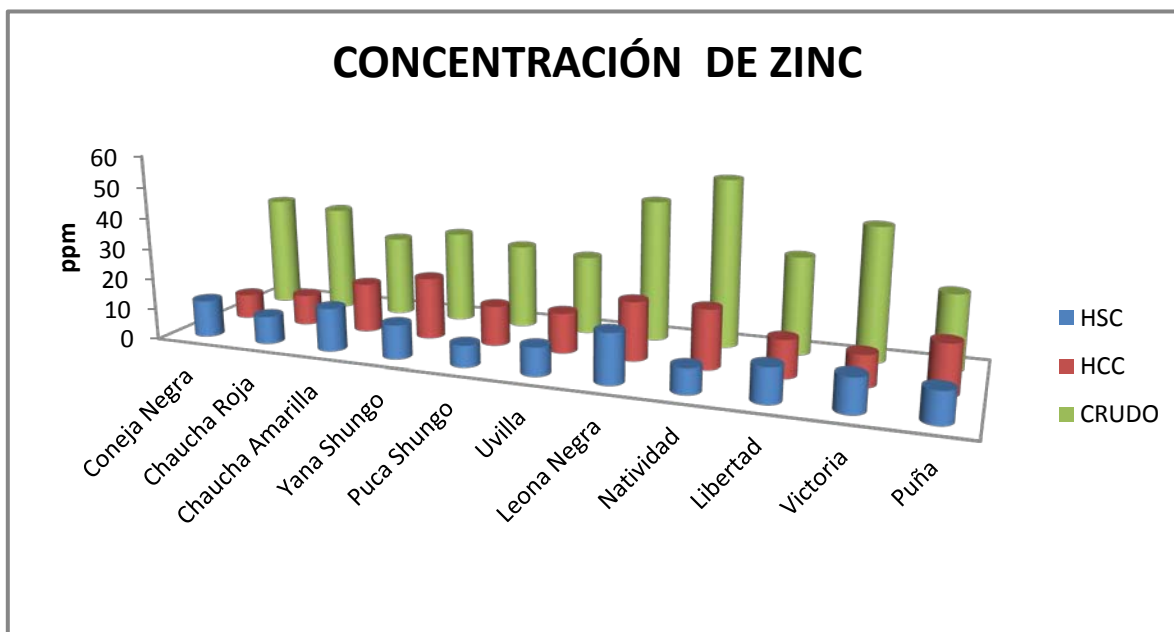
El zinc es componente de las metaloenzimas e intervienen en muchas funciones del organismo: crecimiento y replicación celular, cicatrización de heridas, maduración sexual, fertilidad y reproducción, en la visión nocturna, respuesta inmune y sentido del gusto y apetito. Interviene también en la estabilización de las membranas y transcripción del ADN. (Vásquez *et al.*, 2005).

Los productos animales son, en general, una fuente importante de zinc: ostras, carne, hígado, huevos y leche. Las legumbres y cereales integrales solo aportan el 2 % (Vásquez *et al.*, 2005). Otros alimentos ricos en zinc son el pan integral, los guisantes, el maíz y las zanahorias. (Williams, 2002).

Se ha demostrado que las condiciones ambientales como la humedad del aire, del suelo, la temperatura y la intensidad de la luz afectan la concentración de nutrientes en la planta y por consiguiente en el tubérculo. (Reuter, 1998).

Los factores que inhiben o afectan la absorción de zinc son los fitatos ya que se unen al mineral bloqueando su absorción y el calcio que en combinación con el ácido fítico inhiben al zinc porque forma complejos insolubles para el intestino. (Burgos, 2007).

Gráfico N°18: CONCENTRACIÓN DE ZINC (ppm) DE ONCE VARIEDADES DE PAPA PROCESADA



Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013)

El gráfico N°18 permite visualizar la concentración de zinc en las once variedades de papa sometidas al proceso de horneado, mostrando diferencia significativa en las muestras con cáscara que presentan un 56% de pérdida; mientras que en las muestras peladas es del 67% en comparación con las muestras en estado crudo.

Esta desigualdad se debe posiblemente a que la mayor concentración de zinc se acumula en la raíz y follaje de la planta, por lo tanto la cáscara alberga la mayoría de nutrientes como vitaminas y minerales y al pelarlas inmediatamente estamos perdiendo lo más valioso que tiene este tubérculo por lo tanto las muestras horneadas con cáscara presentan un menor porcentaje de pérdida de zinc.

El horneado retiene minerales ya que evita la fuga de los mismo a pesar de utilizar altas temperaturas las pérdidas significativas en la concentración de Fe y Zn se debe principalmente al proceso de pelado. (BADUI, 2012).

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ❖ Se evaluó el contenido de compuestos antinutricionales en once variedades de papa procesada seleccionando al proceso de horneado sin cáscara como el más apropiado por lograr una disminución efectiva de los compuestos antinutricionales.

- ❖ Se determinó el contenido de antinutrientes en las muestras de papa horneadas y fritas, concluyendo que la concentración de los compuestos varía en un amplio rango, dependiendo del genotipo (variedad), las condiciones del cultivo (localidad) y el proceso aplicado.

- ❖ Los antinutricionales que registraron mayor concentración en las papas procesadas fueron: polifenoles con un valor promedio de 1067,16 mg/100g B.S., ácido fítico con un valor de 318,09 mg/100g B.S., oxalatos con un valor de 180,17 mg/100g B.S.; glicoalcaloides con 70,66 mg/100g B.S., nitratos con 37,14 mg/100g B.S.; y finalmente taninos con 5,06 mg /100g B.S.

- ❖ El análisis de antinutricionales en las diferentes variedades, reveló que la variedad Victoria, cultivada en la Estación Experimental Santa Catalina

presentó menor contenido de antinutricionales con relación a las demás variedades de tubérculos evaluados.

- ❖ La Estación Experimental Santa Catalina presentó el menor contenido de antinutricionales en cuanto al análisis por localidad y con mayor contenido a Pujilí, debido a distintos factores medioambientales como las condiciones agrícolas de cada localidad: la composición del suelo, intensidad luminosa, suministro de agua, humedad del ambiente y temperatura.
- ❖ El proceso de mayor efecto en la disminución de los antinutricionales es la horneado de la papa sin cáscara, lo que hace suponer que la mayor parte de estos compuestos se concentran en la cáscara, y el proceso térmico como el horneado logra una reducción del 67% de antinutricionales.
- ❖ Se elaboró el perfil nutricional en once variedades de papa pertenecientes a la Estación Experimental Santa Catalina sometidas al proceso de horneado, evidenciándose que el tratamiento produce pérdidas del 42% y 88% de vitamina C y carotenoides totales.
- ❖ En cuanto a lisina disponible se encontraron valores aceptables de este aminoácido, en comparación con otros tubérculos, igualmente se determinó que la digestibilidad del almidón alcanza entre un 100 – 80% de hidrólisis en un tiempo de 60 minutos de reacción.
- ❖ En relación a la concentración de Fe y Zn en muestras crudas se tiene una pérdida del 66% y 67% en las muestras de papa sometidas al proceso de horneado sin cáscara lo que representa una pérdida notable de estos minerales.

5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Determinar las formas bioactivas de los antinutricionales relevantes de la papa.
- ❖ Evaluar la actividad biológica de los polifenoles y ácido fítico en las muestras de papa seleccionadas.
- ❖ Estudiar el efecto del procesamiento en la bioactividad de los antinutricionales en papa.
- ❖ Evaluar los compuestos antinutricionales en las variedades comerciales (variedades de consumo masivo) de papa del Ecuador.
- ❖ Se sugiere continuar con la investigación para evaluar el efecto del proceso en la biodisponibilidad de minerales como el Fe y Zn.
- ❖ Confirmar los resultados obtenidos de los compuestos antinutricionales, empleando métodos como: HPLC.
- ❖ Investigar sobre los procesos térmicos convencionales que ayuden a mejorar o mantener el perfil nutricional de la papa.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

TITULO

Efecto del procesamiento en la biodisponibilidad de Fe y Zn en once cultivares de papa.

UNIDAD EJECUTORA

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad.

BENEFICIARIOS

- Profesionales en el área Alimenticia.
- Estudiantes de Ingeniería Alimentos o afines.
- Consumidores y productores
- Comunidad científica

DIRECTORES DEL PROYECTO

- Ing. Elena Villacrés – INIAP
- Dra. Jacqueline Ortiz – UTA / FCIAL

PERSONAL OPERATIVO

- Técnicos del Departamento de Nutrición y Calidad
- Egresados de la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la FCIAL
- Egresados de otras universidades.

TIEMPO DE DURACIÓN: 12 meses

FECHA ESTIMADA DE INICIO: Diciembre del 2013

FECHA ESTIMADA DE FINALIZACIÓN: Diciembre del 2014

LUGAR DE EJECUCIÓN: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador INIAP. Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En el Ecuador, el consumo per cápita de papa fue de 31.8 kg/persona (Devaux, 2010). Las familias rurales consumen mayor cantidad de papa que las de la zona urbana, sin embargo las variedades seleccionadas por los agricultores para la alimentación no cubren el requerimiento nutricional, debido a esto, la desnutrición tiene un efecto mayor en el desarrollo de niños que viven en el área rural (Moreno, 2004), debido principalmente a la falta de accesibilidad de alimentos.

La desnutrición en los menores a cinco años del área urbana pasó del 23.3 % a 19.2 % en el período 1999 al 2006, mientras que en el área rural pasó de 42.8 % a 35.5 %. Estas cifras evidencian que se mantiene una profunda brecha en relación a la salud de los niños/as entre el área urbana y el área rural, donde en la última se presenta un poco más de prevalencia de desnutrición crónica que las zonas urbanas (Calero *et al.*, 2010). Con estos índices de desnutrición, la deficiencia de hierro y las anemias, afectan al 70 % de los niños de 11 a 23 meses de edad; de igual manera, el 60 % de las mujeres embarazadas sufren de anemia. Todos estos problemas se distribuyen en forma heterogénea al interior del país, siendo la población del área rural de la sierra la más afectada (Herrera *et al.*, 1999).

Por otro lado, la deficiencia de zinc, se asocia a retardo del desarrollo físico, psicomotor y al aumento de la morbilidad por enfermedades infecciosas durante la infancia. Estas manifestaciones se hacen más marcadas si su déficit se asocia a deficiencia de hierro (Piñeiro, 2010). Para solucionar estas deficiencias se ha buscado alternativas con las variedades nativas como la papa.

A pesar de que la papa no suele considerarse una buena fuente de hierro en la dieta (Camire *et al.*, 2011), la prevalencia de este tubérculo en las sierra ecuatoriana hace que este producto sea el de mayor consumo. Sin embargo, estudios previos realizados por Quilca (2007). Han identificado a ciertas variedades de papa que tienen cantidades importantes de hierro y zinc, siendo estos: Coneja Negra, Chaucha Roja, Chaucha Amarilla, Uvilla, Puña y Leona Negra.

Se entiende por biodisponibilidad la proporción de un nutriente en un alimento o dieta que es capaz de absorberse y utilizarse para funciones metabólicas normales o para acumularse. Más concisamente diríamos que es la capacidad de un nutriente de ser utilizado.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La alimentación constituye uno de los componentes esenciales del bienestar y un valioso indicador de los niveles de vida de una sociedad, y representa, junto con otros indicadores, el grado de desarrollo de un país. Una de las formas de expresión del atraso y la pobreza de una colectividad está dada por el hambre y la desnutrición (Collazo, 2003).

Paradójicamente, el problema en Ecuador no es la falta de disponibilidad de alimentos, es la inequidad en el acceso a una alimentación adecuada lo cual se debe a factores educativos y económicos (UNICEF, 2012).

La concentración de hierro y zinc en la papa es baja en comparación con la concentración de estos minerales en los cereales y las legumbres. Sin embargo, la biodisponibilidad de hierro en la papa puede ser mayor que en los cereales y las leguminosas debido a la presencia de altos niveles de ácido ascórbico, que es un promotor de la absorción de hierro y zinc, y niveles bajos de ácido fítico, un inhibidor de la absorción de minerales. (Fairweather-Tait *et al.* 1983).

El Ecuador enfrenta serios problemas relacionados con la nutrición y alimentación, los cuales son más severos en la población infantil, el alto consumo de papa en la región andina del Ecuador y su bajo contenido de minerales como Fe y Zn, no favorece la nutrición de las personas que lo consumen, en especial niños y mujeres en edad fértil que viven en pobreza, por lo que se hace necesario investigar sobre el efecto del procesamiento en la biodisponibilidad de Fe y Zn en once cultivares de papa pertenecientes a la Estación Experimental Santa Catalina debido a que las deficiencias de hierro y de zinc son las principales causas de la malnutrición se hace énfasis en el análisis de estos minerales.

Siguiendo este lineamiento, surge el interés de hacer esta revisión sobre los factores que influyen en la biodisponibilidad del hierro y zinc dietario, para utilizarla como una herramienta que permita realizar recomendaciones apropiadas a la población vulnerable y a aquellas personas que presentan actualmente cuadros de deficiencia de dichos minerales garantizando la calidad de vida de los consumidores.

En la actualidad se da mayor importancia a los alimentos nativos, por su riqueza proteica, la misma que no es aprovechada en su totalidad, el gobierno ha creado campañas informativas para que se conozca las ventajas que proporcionan y así se consuma estos alimentos tan saludables y nutritivos, dando la oportunidad al crecimiento de estudios que permitan ampliar los conocimientos sobre los micronutrientes de la papa.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. General

- ❖ Determinar el contenido de hierro y zinc biodisponibles en once variedades de papa cultivadas en la Estación Experimental Santa Catalina.

6.4.2. Específicos

- Evaluar el efecto de varios procesos convencionales (cocción, fritura y horneado) en la biodisponibilidad de minerales (Fe y Zn).
- Comparar los resultados obtenidos de acuerdo a la cantidad biodisponible de Fe y Zn con otros tubérculos andinos.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La propuesta planteada es factible ya que al conocer el efecto del procesamiento en los compuestos antinutricionales y su incidencia en el perfil nutricional de los tubérculos a través de este trabajo de investigación, se puede orientar al desarrollo de nuevas propuestas de investigación.

El estudio de la disponibilidad de minerales, van de acuerdo a las necesidades nutricionales de los consumidores; por ello, es importante evaluar la biodisponibilidad de hierro y zinc es decir su absorción metabólica en el organismo; tomando en cuenta la influencia el proceso tecnológico realizado en los tubérculos.

Dando paso a nuevas estrategias para ser empleadas en la Industria alimentaria y así, mejorar la biodisponibilidad mineral en las papas; de igual forma aportando a la sociedad con nuevos estudios que permitan conocer los compuestos que aumenten o disminuyan la biodisponibilidad de hierro y zinc.

Cuadro N° 3. RECURSOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
A. PERSONAL				
BECARIA	Unid.	1	\$ 450,00	\$ 2.400,00
B: RECURSOS VARIABLES				
B1: Análisis				
Análisis Fenoles Totales	Unid.	22	\$ 33,60	\$ 739,20
Fe y Zn Biodisponible	Unid.	22	\$ 45,00	\$ 990,00
Carotenos Totales Disponibles	Unid.	22		
B2: REACTIVOS				
Acetona	L	3	\$ 51,60	\$ 154,80
Ácido Ascórbico	g	10	\$ 1,41	\$ 14,10
Ácido Clorhídrico	L	0,1	\$ 48,95	\$ 4,90
Ácido Tricloroacético	g	50	\$ 0,44	\$ 22,00
Bicarbonato de Sodio	g	250	\$ 0,10	\$ 25,00
Buffer PIPES	g	350	\$ 0,95	\$ 332,50
Carbonato de Sodio	g	200	\$ 0,09	\$ 18,00
Cloruro de Calcio	g	5	\$ 0,29	\$ 1,45
Extracto de Bilis	g	300	\$ 1,10	\$ 330,00
Pancreatina	g	75	\$ 2,22	\$ 166,50
Peptidasa	Unit	90	\$ 8,31	\$ 747,90
Hidróxido de Sodio	g	250	\$ 0,25	\$ 62,50
Metanol	L	1	\$ 29,20	\$ 29,20
Folin	L	2,5	\$ 96,00	\$ 240,00
B.3. Equipos				
Kit determinación de fenoles	Unid.	2	\$ 600,00	\$ 1.200,00
Kit determinación biodisponibilidad	Unid.	2	\$ 600,00	\$ 1.200,00
B4. Materiales de Oficina				
Cartuchos para impresora	U	2	\$ 0,35	\$ 0,70
CD-RW	U	4	\$ 1,50	\$ 6,00
Papel	Hojas	1500	\$ 0,03	\$ 45,00
C. Publicación (Proyecto)				
Tesis	Ejemplar	8	\$ 10,00	\$ 80,00
SUBTOTAL				\$ 8.809,75
Imprevistos 5%				\$ 440,49
TOTAL				\$ 9.250,23
FUENTE DE FINANCIAMIENTO		Organización	Porcentaje	Aporte
		<i>Proyecto</i>	80%	\$ 7.400,19
		<i>INIAP</i>	20%	\$ 1.850,05

Elaborado Por: Estefanía Guerrero, 2013.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

Los alimentos contienen nutrientes que el cuerpo necesita para su funcionamiento óptimo. Cuando un alimento se consume pasa por una serie de etapas que liberan los nutrientes del alimento y los hacen disponibles para ser utilizados por el cuerpo.

La biodisponibilidad es la parte del nutriente que el cuerpo digiere, absorbe y utiliza en sus funciones fisiológicas. Esta biodisponibilidad puede variar entre el 0% y 100% por diversos factores: la concentración y el tipo de nutriente, la interacción con los otros nutrientes presentes en la dieta y el estado nutricional de la persona. (CIAT, 2000)

Ante la necesidad de aumentar la producción de los recursos alimenticios en países Latinoamericanos, es de esperar que se le preste mayor atención al cultivo, consumo e industrialización de raíces y tubérculos, ya que son cultivos que ofrecen muy buenas perspectivas económicas en los países andinos con excelente calidad de las raíces tuberosas que se producen. (Montaldo, 1991)

Los micronutrientes más importantes en la alimentación infantil son el hierro, zinc, calcio entre los minerales y la vitamina A. (FAO, 1998). En los países industrializados, los alimentos más empleados son frecuentemente enriquecidos con hierro, mientras que los países en desarrollo, estos alimentos suelen presentar bajos niveles o baja disponibilidad de hierro. La situación que presenta el calcio y el zinc es similar.

El organismo humano contiene aproximadamente un 4% de minerales que deben ser aportados por la dieta. (Linder, 1988). Las necesidades de elementos minerales durante el primer año de vida son muy importantes ya que juega un papel esencial en la mineralización ósea y el desarrollo físico y mental. Es

necesario establecer los requerimientos nutricionales para evitar enfermedades que derivan una insuficiencia mineral, tanto a corto plazo como en la edad adulta.

En un individuo normal, las necesidades diarias de hierro son muy bajas en comparación con el hierro circulante, por lo que sólo se absorbe una pequeña proporción del total ingerido. Esta proporción varía de acuerdo con la cantidad y el tipo de hierro presente en los alimentos, el estado de los depósitos corporales del mineral, las necesidades, la actividad eritropoyética y una serie de factores lumenales e intralumenales que interfieren o facilitan la absorción.

La esencialidad del zinc en humanos fue demostrada basándose en observaciones sobre adolescentes con deficiencia en zinc que presentaban hipogonadismo y enanismo. (Prasad, 1963).

El zinc es necesario para el metabolismo de los ácidos nucleicos, de modo que su deficiencia produce una reducción en el crecimiento. Su deficiencia también se encuentra asociada a una reducción en la respuesta inmune y distintas alteraciones en el metabolismo celular. (Rimbach *et al*, 1996).

Las recomendaciones de consumo diario para Fe y Zn varían con la edad y el sexo, pero es importante considerar que algunos factores dietarios pueden afectar su absorción intestinal y dar como resultado una baja absorción de ambos minerales. En países en vías de desarrollo se ha reportado que los principales aportadores de Fe y Zn son alimentos de origen vegetal, los cuales abastecen también cantidades importantes de fibra, taninos y fitatos que pueden actuar de manera negativa en la absorción de Fe y Zn. (Linder, 1991).

6.7. METODOLOGÍA (MODELO OPERATIVO)

En la siguiente tabla se presenta el Plan de Acción que se llevara a cabo durante la ejecución del Proyecto de Investigación, que contempla las siguientes etapas:

Cuadro N° 4. MODELO OPERATIVO (PLAN DE ACCIÓN)

Fases	Metas	Actividades	Responsable	Recursos	Presupuesto	Tiempo
Formulación de la propuesta	Identificar la Importancia de la Biodisponibilidad de Fe y Zn en papa.	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Materiales Económicos		3 mes
Desarrollo de la propuesta	Cronograma de la Propuesta	Determinación del contenido de Fe y Zn biodisponibles en once variedades de papa.	Investigador	Humanos Materiales Económicos		4 meses
Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Evaluar el efecto del proceso sobre la biodisponibilidad de Fe y Zn. (Análisis estadístico)	Investigador	Humanos Materiales Económicos		3 mes
Evaluación de la propuesta	Comprobación del proceso de la implementación	Comparar los resultados obtenidos con otros tubérculos.	Investigador	Humanos Materiales Económicos	Total: \$ 9.250,23	2 meses

Elaborado por: Estefanía Guerrero, 2013

6.8. ADMINISTRACIÓN

La administración de la propuesta se llevara a cabo bajo el siguiente planteamiento:

Cuadro N° 5. ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA

Características a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsabilidades
<ul style="list-style-type: none">- Calidad nutricional de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>).- Problemas de desnutrición.	Desconocimiento de la biodisponibilidad de Fe y Zn en papas procesadas.	Cuantificación de la biodisponibilidad de Fe y Zn en once variedades de papa procesada.	Aplicación de pruebas analíticas que determinen la biodisponibilidad de Fe y Zn en papa.	Investigador

Elaborado por: Estefanía Guerrero, 2013

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La previsión de la evaluación plantea la toma de decisiones oportunas que permitan mantener la propuesta se solución, mejorarla, modificarla, suprimirla o sustituirla, la que se simplifica de la siguiente manera.

Cuadro N° 6. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN PROPUESTA

<u>PREGUNTAS BÁSICAS</u>	<u>EXPLICACIÓN</u>
<i>¿Quién solicitan evaluar?</i>	<ul style="list-style-type: none">- Investigadores- Técnicos Departamento de Nutrición y Calidad.- Técnicos del Centro Internacional de la Papa.
<i>¿Por qué evaluar?</i>	Para identificar la biodisponibilidad de Fe y Zn en muestras de papa procesada.
<i>¿Qué evaluar?</i>	Biodisponibilidad de Fe y Zn.
<i>¿Quién evalúa?</i>	<ul style="list-style-type: none">- Técnicos del Departamento de Nutrición y Calidad (INIAP).- Egresados de la carrera de Ingeniería en Alimentos o afines.
<i>¿Cuándo evaluar?</i>	En el periodo de investigación.
<i>¿Cómo evaluar?</i>	Mediante pruebas analíticas, estadísticas
<i>¿Con que evaluar?</i>	<ul style="list-style-type: none">- Observación directa- Reactivos- Equipos- Comparación biodisponibilidad mineral de otros alimentos o tubérculos.

Elaborado por: Estefanía Guerrero, 2013

BIBLIOGRAFÍA

1. AACC. 2000. Approved Methods of American Association Of Cereal Chemists, St. Paul, M.N American Association Of Cereal Chemists. 10 Ed. Vol. II
2. A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemist), 1964. Métodos. Peer Verified Methods. Manual on Polices and Procedures, Arlington, Estados Unidos.
3. A.O.A.C. (Association of official Analytical Chemist), 1968. Métodos. Peer Verified Methods. Manual on Polices and procedures, Arlington, Estados Unidos.
4. A.O.A.C. (Association of official Analytical Chemist), 1998. Métodos. Peer Verified Methods. Manual on Polices and procedures, Arlington, Estados Unidos.
5. ABAZA, R; Blake, J; Fisher, E. 1968. "Oxalate determination: analytical problems encountered with certain plant species". Journal of the Association of Official Analytical Chemists.
6. ABRIL, Víctor., 2009. "Niveles o tipos de investigación". Editorial Limusa – España
7. AGUSTÍN, J. y col. Ascorbic Acid Content in Russet Burbank Potatoes. Journal of Food Sci 40 (2): 415-416, 1975.
8. ALMA, A. VASQUEZ, F. 2012. Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo. Tecnología Chihuahua.
9. ALONSO Arce, F., 2002. El cultivo de la patata. Ed. Mundiprensa. Madrid.
10. ANDRADE, H.; Bastidas, O., y Sherwood, S., 2002. "La papa en Ecuador". En: El Cultivo de la papa en Ecuador. Pumisacho, M., y Sherwood, S. Editores. INIAP-CIP. Quito., pp: 24.

11. AH-HEN, K., Fuenzalida, C., Hess, S., Contreras, A., & Vega-galvez, A. (2012). Antioxidant capacity and total phenolic compounds of twelve selected potato landrace clones grown in southern Chile. *Chilean journal of agricultural research.*, 72, 3–9.
12. ANTÓN, A. 2002. Nitritos, Nitratos y Nitrosaminas. Fundación Ibérica para la seguridad alimentaria.
13. ASTIASARÁN, Iciar. 2005. Alimentos composición y propiedades. Segunda Edición. Editorial McGRAW Hill. México.
14. BADUI, Salvador. 2012. La ciencia de los alimentos en la práctica. Primera Edición. Pearson Educación. México.
15. BLAKEMEYER, J., 1992. Effect of potato glycoalkaloids on membrane potential of frog embryos. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2022.
16. BRENNAN, James. 2008. Manual del Procesado de los Alimentos. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza – España.
17. BONILLA, A., 2003. Toxinas en las papas .Asuntos agrícolas. <https://www.alexanderbonilla.com>
18. BURGOS, G., 2012. Carotenoid concentrations of native Andean potatoes as affected by cooking *Food Chemistry*, 133.
19. Burgos, G. Amoros, W., Morote, M.; Stangoulis, J. y Bonierbale, M. (2007). Iron and zinc concentration of native Andean potato varieties from a human nutrition perspective. *Journal of Science of Food and Agriculture*.
20. BURTON, M. 1987. Guía de Trabajos Prácticos de Análisis de los Alimentos: Principios nutritivos orgánicos e inorgánicos. Cátedra de Química Agrícola – FCAgrarias. Mendoza 50 pp.
21. CABALLERO, H., 2008. “Del péndulo de los nutrientes hacia los alimentos”. En: Congreso Latinoamericano de Nutrición; Argentina.

- 22.**CALVO, Ma. De la Concepción., 2012. Toxicología de Alimentos. Primera Impresión. Edit. McGraw – Hill. México. D.F.
- 23.**CAYGILL, J., 1999. Secondary plants products: antinutricional and beneficial actions in animal feeding. Nottingham, United Kingdom: Nottingham University Press.
- 24.**CENTENO, P., 2002. Toxicants Of Plant Origin, Vol. 2. Florida, United States. Editorial CRC Press, Boca Raton.
- 25.**CIAT. 2000. Centro Internacional de Agricultura Tropical. On line: http://www.agrosalud.org/descargas/poster_biodisponibilidad_julio_08.pdf
- 26.**CHEN YC., Yiang CI., Lin RS., Pu YS., Lai MK. 2005. Diet vegetarian food and prostate carcinoma among men in Taiwan. s.l. : J. Cancer, 2005.
- 27.**COLLAZO, C. 2003. Alimentación y nutrición. Perú. P. 1
- 28.**CORINNE, Robinson. 1979. Fundamentos de Nutrición Normal. Segunda Edición. Impreso en México.
- 29.**CUESTA, X., 2005. Las papas nativas en el Ecuador, cualitativas sobre oferta y demanda. Biodiversidad de las papas Nativas ecuatorianas. Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones.
- 30.**DEVAUX, Andre., Ordinola, M., Hibón, A., Flore, R., 2010. El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa. Lima – Perú.
- 31.**DIXÓN, R., 1999. A gold mine for metabolic engineering, 13 – 85.
- 32.**FLORES, J., 2002. Eficacia Limitada de la vaselina en el control de Varroa. Vida Apícola. Vol. 112.
- 33.**ECONOMOS C., W.D. Clay., 1999. Nutritional and health benefits of citrus fruits. Rev. FAO; 24: 11-18.
- 34.**EFSA (European Food Safety Authority). 2008. Nitrate in vegetables. EFSA Journal. Vol. 689.

35. ELIZALDE, Ana de Dios., 2009. Factores Antinutricionales en Semillas. Grupo de Investigación Innovaciones Agroindustriales con Proyección Social. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad del Cauca.
36. EGÚSQUIZA, Rolando., 2000. La papa producción, comercialización y transformación. Lima – Prisma. Pág. 192.
37. ENRICHING L. 1994. Overcoming vitamin and mineral malnutrition in developing countries. Washington DC: The World Bank.
38. EZEKIEL, R., Singh, N., Sharma, S., & Kaur, A. (2011). Beneficial phytochemicals in potato — a review. Food Research International, 1–10.
39. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2010), Estimaciones de la producción del papas en el mundo, Consultado 15 de septiembre del 2012 http://www.fao.org/corp/google_result/en/?cx=018170620143701104933%3.
40. FAO, 2008. Legado Andino. Año Internacional de la Papa. <https://www.potato2008.orgs/es/lap/lapapa/origenes>.
41. FENNEMA, O., 1995. Química de los Alimentos. Formato electrónico.
42. FRIAS, J., Doblado, R., Antezana, J.R., Vidal- Valverde, C. 2003. Inositol phosphate degradation by the action of phytase enzyme in legume seeds. s.l.: Food Chemistry. 2003.
43. FRIEDMAN, M., 2006. “Potato Glycoalkaloids and Metabolites: Roles in the Plant and in the Diet”. Agricultural and Food Chemistry. Vol (54).
44. GAMEL, H., 2006. Seeds treatments affect functional and nutritional properties of amaranth flours. Journal Of the Science of Food and agriculture. Vol. 86.
45. GARCÍA, F. 1996 El ciclo del nitrógeno en ecosistemas agrícolas. inta.gov.ar/balcarce/noticias/inta.../ImpactoAgroqAmbiente.doc

- 46.** GIANNUZZI Leda 2010: Dra, Profesora Adjunta Toxicología y Química Legal. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
- 47.** GIBSON R. 1997. Technological approaches to combating iron deficiency. *Eur J Clin Nutr*; 51:25S–7S.
- 48.** GIL, A. (2010). Tratado de Nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tomo II (2da. Ed.) Madrid , España: Editorial Médica Panamericana.
- 49.** GOMÉZ, Andrea., 2013. Selección de un proceso de Transformación para la disminución de compuestos antinutricionales en el grano y hojas de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) y sangorache (*Amaranthus hybridus L.*). Facultad de ingeniería Química y Agroindustria. ESPN. Quito - Ecuador.
- 50.** GRAIFENBERG, A.; Barsanti, L.; Botrini, L.; Temperini, O. 1993. La problematica dei nitrati. *Supplemento a L Informatore Agrario* 6: 43-48.
- 51.** HALL, V., 2002. Plantas Medicinales. CIMED. Universidad de Costa Rica. Vol. 2.
- 52.** HELLENÄS, K., 1986, “A simplified procedure for quantification of potato glycoalkaloids in tuber extracts by HPLC: comparison with ELISA and a colorimetric method”, *J. Sci. Food Agric.*
- 53.** HOTZ C, Gibson RS, Temple L. 2001. A home-based method to reduce phytate content and increase zinc bioavailability in maize-based complementary diets. *Food Sci Nutr*, 2001.
- 54.** HURRELL RF. 2004. Phytic acid degradation as a means of improving iron absorption. *s.l. : J. Vitam. Nutr. Res*, 2004. Vol. 74. 6.
- 55.** HURRELL R. Preventing iron deficiency through food fortification. *Nutr Rev* 1997; 55:210-22.

56. HURRELL RF., Juillerat MA., Reddy MB., Lynch SR., Dassenko SA. 1992. Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. s.l. : Clin. Nutr., 1992. Vol. 56.
57. JAMES Arthur Finch Stoner, R. Edward Freeman, Daniel R. Gilbert, Pilar Mascaró Sacristán, 2012, Diseño de negocios Santiago Restrepo Barrera. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Herramienta_modelo_de_negocio.pdf Bogotá.
58. JAÚREGUI, D. 2004. Acidic characteristics of fermented and dried cocoa beans from different countries of origin. *Journal Of Food Science*. 550.
59. JIMÉNEZ, V. y Murillo, O., 1996, “Información Nutricional sobre Papa (*Solanum tuberosum*)”, Consejo nacional de producción – dirección mercadeo y agroindustria, Área desarrollo de productos.
60. KUKLINSKI, Claudia., 2003. “Nutrición y Bromatología”. Ediciones Omega. Plató – Barcelona.
61. KUHN, Tomás., 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago. Press, Chicago.
62. LACHMAN, J., 2001. Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition. Praga República Checa.
63. LINDER MC. Nutrition and metabolism of the trace elements. In: Linder MC, editor. *Nutrition Biochemistry Metabolism*. Amsterdam: Elsevier; 1991. pp. 36–49.
64. LOCK de Ugaz. 1988. Investigación fitoquímica de métodos en el estudio de productos naturales. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Primera edición.
65. LUJÁN, G., 2003. “Desarrollo de marcadores SCAR y CAPS en un QTL con efecto Importante sobre la resistencia al tizón tardío de la papa”, Trujillo, Perú, http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/trujillo_lg/cap2.
66. LU, W., 2001. Carotenoid content and color in diploid potatoes. *Sci*. 126, 722.

67. MACHADO, R., 2007. Effect of light and temperature on the formation of glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition. Praga. República Checa.
68. MAKKAR, H., 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals adaptation to tannins. *Small Ruminant Research*, 241.
69. MARTI, Luis. 2011. *Agronomía General y Ambiental*. Mendoza- Argentina. En prensa.
70. MARTÍNEZ, A., 2002. Alcaloides esteroidales de solanáceas. Red Electrónica de la Papa (REDPAPA).
71. MARTÍNEZ B, Ibáñez MV, Rincón, F. 2002. Ácido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. s.l. : Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 2002.
72. MCANUFF, M., Omoruyi, F., Sotelo, A. y Asemota, H., 2005. "Proximate analysis and some antinutritional factor constituents in selected varieties of Jamaican yams. *Plant Foods for Human Nutrition*.
73. MEGAZYME, 2007. Phytic acid /total Phosphorus. Assay Procedure K.PHYT 05/07.
74. MILLER JA. 2000 Functional Foods: The US perspective. *American Journal of Nutrition* 71.
75. MITJAVILA, S., 1990. *Sustancias naturales nocivas en los alimentos*. In R. Derache, *Toxicología y seguridad de los alimentos*. s.l. : Omega, 1990.
76. MONTALDO, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José. Costa Rica 2^{da}. 407 p.
77. MONTEROS, C. Reinoso, I. Villacres, E., 2010. "Papas Nativas Rescatando la Biodiversidad" Boletín Divulgativo INIAP # 321, Quito - Ecuador.
78. MONTEROS, C., Grijalva, A., Vásquez, W. y López, G., 2005, "Las papas nativas en el Ecuador. Estudios, cualitativos sobre oferta y demanda: Sondeo

de la oferta de papas nativas en Ecuador”, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Quito, Ecuador, p. 20.

79. MONTEROS, C; Yumisaca, F; Andrade, Piedra; Reinoso, I., 2010. “Cultivo de Papas Nativas Sierra Centro Norte del Ecuador” Publicación Miscelánea N° 179, Quito –Ecuador.
80. MOREIRAS, Olga. 2011. Tablas de Composición de Alimentos. Ediciones Pirámide. Madrid – España.
81. MOUGHAN, P.J. Absorption of chemically unmodified lysine from proteins in food that have sustained damage during processing and storage.
82. OVIEDO, A., 2005. “Estudio de características físico-químicas en clones promisorios de papa”, Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Químicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de ciencias exactas y naturales escuela de ciencias químicas, Quito, Ecuador, pp. 9, 166.
83. PADRÓN, Carlos,. 2008. Composición química, análisis estructural y factores antinutricionales de filocladios de *Epiphyllum Phyllanthus*, Haw. Var. *Hookeri* (link & otto) kimn. (cactaceae). Universidad Experimental Simón Rodríguez (UNESR). Caracas – Venezuela.
84. PATRUNO, 1984. Influenza dei fattori agronomici sul contenuto di nitrati nei prodotti agricoli. Riv. Di Agron.
85. PEÑA, William,. Evaluación del Contenido de Glicoalcaloides en el pelado, cocción y fritura de variedades de papa nativa. INIAP. Facultad de Ingeniería Química Agroindustrial. ESPN. Quito – Ecuador.
86. PERALTA. E, Murillo A, Mazon. N, Pinzon. J., 2009. “Variedades de papa ” Negro, Boletín Divulgativo INIAP # 350, Quito - Ecuador.
87. PRASAD AS., SCHULERT AR., MIALE A. 1963. Zinc and iron deficiency in male subjects with dwarfism and hypogonadism but without ancylostomiasis, schistosomiasis or severe anemia. Am 12. 444.

- 88.** PUMISACHO, M. y Velásquez, J. 2009 Manual del cultivo de papa para pequeños productores. Quito. INIAP, COSUDE. 98 p.
- 89.** QUILCA, N., 2008. "Caracterización morfológica, física, organoléptica, química y funcional de papas nativas (*Solanum tuberosum ssp.*), para orientar sus usos futuros", Proyecto de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, p. 78.
- 90.** QUITRAL, V., 1997. Efectos de tratamientos térmicos sobre el contenido de lisina disponible en carne de jaiba de mora. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- 91.** REED, J., 2010. Nutritional toxicology on tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal Of Animal Science*.73.
- 92.** REDDY MB., Hurrell RF., Cook JD. (2006). Meat consumption in a varied diet marginally influences nonheme iron absorption in normal individuals. *J. Nutr.*
- 93.** REUTER, D. 1998. Plant Analysis, An Interpretation Manual. Second Edition. Csiro. Australia.
- 94.** RIERA. María Belén., 2011. Estudio de la acción fuertemente Quelante del ácido fítico como factor antinutricional en granos andinos y su incidencia en la baja Biodisponibilidad de Minerales. Universidad Técnica de Ambato. INIAP. Quito – Ecuador.
- 95.** RIMBACH G., MARKANT A., PALLANF J. 1996. Zinc – Update eines essentiellen spurenelements. 35- 142.
- 96.** ROBINSON, C., 2000. Alimentos y tecnología de modificación genética. Salud y seguridad en el consumidor. Europe.
- 97.** ROMÁN, J., 2003. Nutrición y Salud. Nuevos Alimentos para nuevas necesidades. Madrid – España. Editorial MAD. S. L.
- 98.** RUZA, J., Cuidados Intensivos pediátricos. Tercera Edición. Madrid España. Capitel Ediciones.

- 99.** SAHARAN, K. (1994). Studies on the development of products from ricebean and fababean: Their sensory and nutritional evaluation. PhD Thesis, pp. 1–275, CCS. Haryana Agricultural University, *Hisar, India*.
- 100.** SÁNCHEZ, L., 2008. Toxicidad aguda u suaguda oral del extracto acuoso liofilizado de *Rhisophora mangle L.* en ratas. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 13.(3).
- 101.** SÁNCHEZ, M., 2003. Procesos de elaboración de alimentos y bebida. Primera edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid – España.
- 102.** SEDCA (Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación) 2006. www.nutricion.org. [En línea] 2006.
- 103.** SEITZ P. 1986. La problemática dei nitrati in orticoltura. *Colture Protette* 10:17-24
- 104.** TAJNER – CZOPEK, A., 2007. Changes in glycoalkaloids content of potatoes destined for. *Food Chemistry*. Vol 106. Poland.
- 105.** TRAUTMAN, N. 2011 La dosis hace al veneno, ¿cierto o no? Artículo original de actionbioscience. www.actionbioscience.org (última visita Mayo. 2011).
- 106.** UNICEF. (2012). UNICEF, PMA Y OPS trabajan juntos contra la desnutrición infantil. Disponible en: http://www.unicef.org/ecuador/media_9001.htm
- 107.** VALDÉS, A., Martí, L; Filippini, M.F.; Salcedo, C. 2004. "Determinación de nitratos en vegetales: comparación de cuatro métodos analíticos". ISSN 0370-4661. *Rev. de la Facultad de Ciencias Agrarias - UN de Cuyo*. Tomo XXXVI, nº1. 21-28 pp.
- 108.** VARELA, J., 2010. Alimentación medicinal. 20 enfermedades, 576 dietas naturales. Lima Perú. p. 153. Disponible en: [http://books.google.es/books?id=P4ahY5VQRSIC&pg=PA153&dq=alimento s+ricos+en+hierro&hl=es&sa=X&ei=e07sUPeWI6i30gHanoAo&ved=0CEQ Q6AEwAw#v=onepage&q=alimentos %20ricos %20en %20hierro&f=false](http://books.google.es/books?id=P4ahY5VQRSIC&pg=PA153&dq=alimento+s+ricos+en+hierro&hl=es&sa=X&ei=e07sUPeWI6i30gHanoAo&ved=0CEQ Q6AEwAw#v=onepage&q=alimentos %20ricos %20en %20hierro&f=false). Acceso 10 de Octubre del 2013.

- 109.** VÁSQUEZ, C., De Cos, A. I., López, N., 2005. Alimentación y Nutrición. Manual Teórico Práctico. 2da Edición, Madrid-España. p.50 y 51. Disponible en:[http://books.google.com.ec/books?id=FxV6RuI96kC&pg=PA51&dq=alimentos+que+tienen+altos+contenidos+de+hierro+y+zinc&hl=es&sa=X&ei=ewDrUIHKCfDJ0AGy6IHYAg&redir_esc=y#v=onepage&q=alimentos %20que %20tienen %20altos %20contenidos %20de %20hierro %20y %20zinc&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=FxV6RuI96kC&pg=PA51&dq=alimentos+que+tienen+altos+contenidos+de+hierro+y+zinc&hl=es&sa=X&ei=ewDrUIHKCfDJ0AGy6IHYAg&redir_esc=y#v=onepage&q=alimentos%20que%20tienen%20altos%20contenidos%20de%20hierro%20y%20zinc&f=false). Acceso 10 de Octubre del 2013.
- 110.** VILAPLANA, Montserrat., 2006. "Nutrición: Alergias alimentarias". En: Liquats Vegetals. Vol. 19, No. 13 p.
- 102.** VILLALOBOS, María., 2007. Factores Antinutricionales presentes en el arroz pilado crudo. Centro de Investigación Biología Celular y Molecular. CIBCM. Costa Rica.
- 111.** WATERHOUSE, A., 2002. "Current Protocols in Food Analytical Chemistry. University of California, Davis, U.S.A.

ANEXO A

TABLAS DE RESULTADOS INTERACCIÓN A*B*C*D

L3	CONEJA NEGRA	FRITURA	sin	10,72	3 0,06	v	w
L2	UVILLA	HORNEO	con	10,72	3 0,06	v	w
L3	VICTORIA	FRITURA	sin	10,54	3 0,06	v	w
L2	UVILLA	FRITURA	sin	10,48	3 0,06	v	w x
L2	PUÑA	HORNEO	sin	10,47	3 0,06	v	w x
L1	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	10,45	3 0,06	v	w x
L2	VICTORIA	HORNEO	sin	10,45	3 0,06	v	w x
L3	NATIVIDAD	HORNEO	sin	10,40	3 0,06	w	x
L1	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	10,37	3 0,06	x	y
L3	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	10,37	3 0,06	w	x y
L2	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	10,12	3 0,06	x	y z
L1	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	10,09	3 0,06	x	y z
L3	VICTORIA	HORNEO	sin	10,09	3 0,06	x	y z
L2	UVILLA	HORNEO	sin	10,01	3 0,06	y	z
L1	VICTORIA	HORNEO	con	9,96	3 0,06	z	
L1	VICTORIA	FRITURA	con	9,87	3 0,06	z	
L1	VICTORIA	FRITURA	sin	9,85	3 0,06	z	
L1	VICTORIA	HORNEO	sin	5,05	3 0,06	0	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013) – INFOSTAT ESTUDIANTIL

L1	NATIVIDAD	HORNEO	con	126,99	3 5,33	R	S	T	U	W	X	
L2	PUCA SHUNGO	FRITURA	con	126,89	3 5,33	R	S	T	U	W	X	
L2	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	126,79	3 5,33	R	S	T	U	W	X	
L3	PUCA SHUNGO	FRITURA	con	126,66	3 5,33	R	S	T	U	W	X	
L1	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	con	125,32	3 5,33	R	S	T	U	W	X	Y
L3	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	120,31	3 5,33	S	T	U	W	X	Y	Z
L1	UVILLA	FRITURA	sin	119,97	3 5,33	S	T	U	W	X	Y	Z
L1	CHAUCHA ROJA	HORNEO	con	114,33	3 5,33	T	U	W	X	Y	Z	a
L1	YANA SHUNGO	HORNEO	sin	113,88	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L2	CONEJA NEGRA	FRITURA	sin	113,84	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L1	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	113,80	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L1	CONEJA NEGRA	FRITURA	sin	113,80	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L3	CONEJA NEGRA	HORNEO	con	113,76	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L2	LIBERTAD	FRITURA	sin	113,69	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L3	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	con	113,68	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L3	PUCA SHUNGO	HORNEO	con	113,68	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L3	CHAUCHA ROJA	HORNEO	con	113,67	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L1	VICTORIA	HORNEO	con	113,67	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L1	CONEJA NEGRA	HORNEO	con	113,62	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L3	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	113,61	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L1	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	sin	113,50	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L1	CONEJA NEGRA	FRITURA	con	113,38	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L3	YANA SHUNGO	HORNEO	con	113,32	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L3	UVILLA	HORNEO	con	113,21	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	
L1	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	112,76	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	b
L1	NATIVIDAD	HORNEO	sin	112,36	3 5,33	U	W	X	Y	Z	a	b
L1	UVILLA	HORNEO	con	107,17	3 5,33	W	X	Y	Z	a	b	
L1	UVILLA	FRITURA	con	107,08	3 5,33	W	X	Y	Z	a	b	
L2	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	con	107,00	3 5,33	W	X	Y	Z	a	b	
L2	YANA SHUNGO	HORNEO	con	100,48	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L1	PUÑA	HORNEO	sin	100,45	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L1	LIBERTAD	FRITURA	con	100,43	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L2	LEONA NEGRA	HORNEO	con	100,41	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L1	PUCA SHUNGO	FRITURA	con	100,41	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L3	PUÑA	HORNEO	con	100,40	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L1	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	100,39	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L1	LIBERTAD	HORNEO	con	100,38	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L1	NATIVIDAD	FRITURA	sin	100,38	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L2	PUCA SHUNGO	FRITURA	sin	100,37	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L3	VICTORIA	HORNEO	con	100,13	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L3	UVILLA	FRITURA	sin	100,10	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L2	LIBERTAD	HORNEO	con	100,07	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L3	PUCA SHUNGO	FRITURA	sin	99,85	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L2	NATIVIDAD	HORNEO	con	99,71	3 5,33	X	Y	Z	a	b	c	
L3	PUÑA	FRITURA	sin	93,69	3 5,33	Y	Z	a	b	c	d	
L1	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	93,20	3 5,33	Y	Z	a	b	c	d	
L1	VICTORIA	HORNEO	sin	92,53	3 5,33	Z	a	b	c	d	e	
L2	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	con	87,10	3 5,33	a	b	c	d	e	f	
L3	NATIVIDAD	HORNEO	sin	87,04	3 5,33	a	b	c	d	e	f	
L3	YANA SHUNGO	HORNEO	sin	87,02	3 5,33	a	b	c	d	e	f	
L3	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	87,00	3 5,33	a	b	c	d	e	f	
L3	VICTORIA	FRITURA	sin	86,86	3 5,33	a	b	c	d	e	f	
L2	YANA SHUNGO	HORNEO	sin	86,80	3 5,33	a	b	c	d	e	f	
L1	PUCA SHUNGO	HORNEO	con	80,37	3 5,33	b	c	d	e	f		
L2	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	80,30	3 5,33	b	c	d	e	f		
L2	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	80,30	3 5,33	b	c	d	e	f		
L1	UVILLA	HORNEO	sin	80,18	3 5,33	b	c	d	e	f		
L2	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	73,66	3 5,33	c	d	e	f			
L3	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	73,65	3 5,33	c	d	e	f			
L3	VICTORIA	HORNEO	sin	73,65	3 5,33	c	d	e	f			

L3	LIBERTAD	HORNEO	sin	73,63	3 5,33	c	d	e	f
L2	NATIVIDAD	HORNEO	sin	73,62	3 5,33	c	d	e	f
L1	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	73,62	3 5,33	c	d	e	f
L3	PUCA SHUNGO	HORNEO	sin	73,61	3 5,33	c	d	e	f
L3	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	73,60	3 5,33	c	d	e	f
L2	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	sin	73,59	3 5,33	c	d	e	f
L2	PUCA SHUNGO	HORNEO	con	73,59	3 5,33	c	d	e	f
L3	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	73,56	3 5,33	c	d	e	f
L3	LIBERTAD	FRITURA	sin	73,56	3 5,33	c	d	e	f
L2	LIBERTAD	HORNEO	sin	73,56	3 5,33	c	d	e	f
L3	UVILLA	HORNEO	sin	73,46	3 5,33	c	d	e	f
L1	LIBERTAD	FRITURA	sin	73,43	3 5,33	c	d	e	f
L1	PUCA SHUNGO	FRITURA	sin	73,04	3 5,33	c	d	e	f
L2	PUÑA	HORNEO	sin	66,69	3 5,33	d	e	f	
L1	PUCA SHUNGO	HORNEO	sin	60,22	3 5,33	e	f		
L3	PUÑA	HORNEO	sin	60,18	3 5,33	e	f		
L2	PUCA SHUNGO	HORNEO	sin	60,09	3 5,33	e	f		
L1	LIBERTAD	HORNEO	sin	59,91	3 5,33	f			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013) – INFOSTAT ESTUDIANTIL

L1	YANA SHUNGO	HORNEO	sin	10,26	3	0,32	8	9	.A	.B	.C
L1	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	10,26	3	0,32	8	9	.A	.B	.C
L2	NATIVIDAD	FRITURA	sin	10,22	3	0,32	8	9	.A	.B	.C
L1	PUÑA	FRITURA	con	9,86	3	0,32	9		.A	.B	.C .D
L1	VICTORIA	FRITURA	sin	9,49	3	0,32			.A	.B	.C .D ,E
L2	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	con	9,42	3	0,32			.A	.B	.C .D ,E
L1	UVILLA	FRITURA	sin	8,83	3	0,32			.B	.C	.D ,E .F
L1	YANA SHUNGO	FRITURA	sin	8,80	3	0,32			.B	.C	.D ,E .F
L3	LIBERTAD	FRITURA	sin	8,77	3	0,32			.B	.C	.D ,E .F
L1	LIBERTAD	FRITURA	con	8,46	3	0,32			.C	.D	,E .F .G
L1	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	7,92	3	0,32			.D	,E	.F .G .H
L1	PUÑA	HORNEO	sin	7,70	3	0,32			,E	.F	.G .H .I
L3	VICTORIA	FRITURA	sin	7,37	3	0,32			.F	.G	.H .I
L1	LIBERTAD	FRITURA	sin	7,18	3	0,32			.F	.G	.H .I
L2	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	sin	6,96	3	0,32			.F	.G	.H .I
L1	CONEJA NEGRA	FRITURA	sin	6,77	3	0,32			.G	.H	.I
L1	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	6,34	3	0,32			.H	.I	
L1	PUÑA	FRITURA	sin	5,80	3	0,32			.I		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013) – INFOSTAT ESTUDIANTIL

L2	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	sin	56,78	3 1,54	T	U	W	X	Y	Z	a
L1	LIBERTAD	HORNEO	sin	56,21	3 1,54	U	W	X	Y	Z	a	
L2	NATIVIDAD	FRITURA	sin	54,53	3 1,54	W	X	Y	Z	a	b	
L3	UVILLA	FRITURA	sin	54,42	3 1,54	W	X	Y	Z	a	b	
L1	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	52,97	3 1,54	X	Y	Z	a	b		
L3	CHAUCHA ROJA	HORNEO	con	52,14	3 1,54	X	Y	Z	a	b		
L1	PUÑA	FRITURA	con	51,71	3 1,54	X	Y	Z	a	b	c	
L1	UVILLA	FRITURA	con	51,30	3 1,54	Y	Z	a	b	c		
L3	VICTORIA	HORNEO	sin	49,64	3 1,54	Z	a	b	c	d		
L2	UVILLA	FRITURA	sin	49,53	3 1,54	Z	a	b	c	d		
L2	LIBERTAD	FRITURA	con	49,17	3 1,54	Z	a	b	c	d		
L3	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	con	48,95	3 1,54	Z	a	b	c	d		
L1	PUÑA	FRITURA	sin	48,71	3 1,54	a	b	c	d			
L3	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	48,64	3 1,54	a	b	c	d			
L1	NATIVIDAD	HORNEO	sin	48,39	3 1,54	a	b	c	d			
L3	PUÑA	HORNEO	sin	48,20	3 1,54	a	b	c	d			
L3	UVILLA	HORNEO	sin	48,10	3 1,54	a	b	c	d			
L3	LEONA NEGRA	FRITURA	con	48,02	3 1,54	a	b	c	d	e		
L1	UVILLA	FRITURA	sin	46,26	3 1,54	b	c	d	e	f		
L2	LIBERTAD	HORNEO	con	45,99	3 1,54	b	c	d	e	f		
L1	PUÑA	HORNEO	con	42,53	3 1,54	c	d	e	f	g		
L3	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	sin	41,78	3 1,54	d	e	f	g	h		
L3	LEONA NEGRA	HORNEO	con	41,05	3 1,54	d	e	f	g	h		
L2	PUÑA	FRITURA	con	37,24	3 1,54	e	f	g	h	i		
L3	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	36,99	3 1,54	e	f	g	h	i		
L2	NATIVIDAD	HORNEO	sin	36,88	3 1,54	e	f	g	h	i		
L2	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	36,65	3 1,54	f	g	h	i			
L1	PUÑA	HORNEO	sin	36,12	3 1,54	g	h	i				
L2	LIBERTAD	FRITURA	sin	35,28	3 1,54	g	h	i	j			
L2	PUCA SHUNGO	FRITURA	con	34,61	3 1,54	g	h	i	j	k		
L1	LEONA NEGRA	FRITURA	con	32,75	3 1,54	h	i	j	k	l		
L3	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	31,57	3 1,54	i	j	k	l	m		
L2	PUCA SHUNGO	FRITURA	sin	31,42	3 1,54	i	j	k	l	m		
L3	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	30,86	3 1,54	i	j	k	l	m	n	
L2	PUÑA	HORNEO	con	30,68	3 1,54	i	j	k	l	m	n	
L3	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	con	30,60	3 1,54	i	j	k	l	m	n	
L2	UVILLA	HORNEO	sin	29,48	3 1,54	i	j	k	l	m	n	
L2	LIBERTAD	HORNEO	sin	26,70	3 1,54	j	k	l	m	n	o	
L3	NATIVIDAD	HORNEO	sin	26,58	3 1,54	j	k	l	m	n	o	
L2	PUCA SHUNGO	HORNEO	con	26,19	3 1,54	j	k	l	m	n	o	
L1	LEONA NEGRA	HORNEO	con	25,88	3 1,54	k	l	m	n	o		
L1	UVILLA	HORNEO	con	25,73	3 1,54	k	l	m	n	o	p	
L2	PUÑA	FRITURA	sin	24,27	3 1,54	l	m	n	o	p		
L2	PUCA SHUNGO	HORNEO	sin	23,84	3 1,54	l	m	n	o	p	q	
L1	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	23,31	3 1,54	m	n	o	p	q	r	
L1	UVILLA	HORNEO	sin	23,30	3 1,54	m	n	o	p	q	r	
L3	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	21,56	3 1,54	n	o	p	q	r	s	
L1	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	21,53	3 1,54	n	o	p	q	r	s	
L1	CHAUCHA ROJA	HORNEO	con	18,88	3 1,54	o	p	q	r	s	t	
L1	CHAUCHA ROJA	FRITURA	con	18,86	3 1,54	o	p	q	r	s	t	
L1	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	16,37	3 1,54	p	q	r	s	t	u	
L3	YANA SHUNGO	FRITURA	con	16,34	3 1,54	p	q	r	s	t	u	
L3	YANA SHUNGO	HORNEO	con	14,69	3 1,54	q	r	s	t	u	v	
L2	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	13,99	3 1,54	r	s	t	u	v	w	
L2	VICTORIA	HORNEO	sin	12,61	3 1,54	s	t	u	v	w		
L2	YANA SHUNGO	FRITURA	con	12,39	3 1,54	s	t	u	v	w		
L2	CONEJA NEGRA	FRITURA	con	11,93	3 1,54	t	u	v	w			
L3	YANA SHUNGO	FRITURA	sin	9,86	3 1,54	t	u	v	w			
L2	YANA SHUNGO	FRITURA	sin	9,80	3 1,54	t	u	v	w			
L2	LEONA NEGRA	FRITURA	con	9,66	3 1,54	t	u	v	w			

L2	CHAUCHA ROJA	FRITURA	con	9,58	3	1,54	t	u	v	w
L2	CONEJA NEGRA	FRITURA	sin	9,49	3	1,54	t	u	v	w
L3	YANA SHUNGO	HORNEO	sin	8,28	3	1,54	u	v	w	
L2	CONEJA NEGRA	HORNEO	con	8,27	3	1,54	u	v	w	
L3	LIBERTAD	FRITURA	con	7,81	3	1,54	u	v	w	
L2	YANA SHUNGO	HORNEO	con	7,51	3	1,54	u	v	w	
L2	LEONA NEGRA	HORNEO	con	7,14	3	1,54	u	v	w	
L2	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	6,98	3	1,54	u	v	w	
L3	LIBERTAD	HORNEO	con	6,83	3	1,54	v	w		
L2	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	6,67	3	1,54	v	w		
L3	LIBERTAD	FRITURA	sin	6,60	3	1,54	v	w		
L2	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	6,45	3	1,54	v	w		
L2	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	5,99	3	1,54	v	w		
L2	PUÑA	HORNEO	sin	5,99	3	1,54	v	w		
L2	CHAUCHA ROJA	HORNEO	con	5,69	3	1,54	v	w		
L3	LIBERTAD	HORNEO	sin	5,23	3	1,54	w			
L2	YANA SHUNGO	HORNEO	sin	5,07	3	1,54	w			
L1	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	4,77	3	1,54	w			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013) – INFOSTAT ESTUDIANTIL

L1	CONEJA NEGRA	FRITURA	sin	971,05	3	66,06	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
L1	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	967,14	3	66,06	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
L3	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	957,61	3	66,06	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
L2	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	952,84	3	66,06	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
L1	LEONA NEGRA	FRITURA	con	944,76	3	66,06	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
L3	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	939,89	3	66,06	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
L2	CHAUCHA ROJA	HORNEO	con	934,00	3	66,06	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
L2	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	930,57	3	66,06	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
L3	YANA SHUNGO	HORNEO	sin	918,96	3	66,06	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
L2	LIBERTAD	FRITURA	con	875,79	3	66,06	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
L2	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	867,14	3	66,06	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
L1	UVILLA	HORNEO	con	863,82	3	66,06	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
L2	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	839,67	3	66,06	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
L2	LIBERTAD	FRITURA	sin	837,73	3	66,06	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
L1	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	827,46	3	66,06	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x
L3	NATIVIDAD	HORNEO	con	820,22	3	66,06	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
L1	UVILLA	FRITURA	con	820,02	3	66,06	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
L1	CHAUCHA ROJA	FRITURA	con	796,99	3	66,06	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
L2	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	780,39	3	66,06	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
L1	NATIVIDAD	FRITURA	con	765,84	3	66,06	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	0
L1	LEONA NEGRA	HORNEO	con	760,20	3	66,06	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	0
L1	PUÑA	FRITURA	sin	756,31	3	66,06	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	0
L1	UVILLA	FRITURA	sin	754,67	3	66,06	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	0
L3	NATIVIDAD	FRITURA	con	742,13	3	66,06	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	0
L3	CHAUCHA ROJA	HORNEO	con	738,45	3	66,06	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	0
L1	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	737,31	3	66,06	r	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1
L2	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	737,31	3	66,06	r	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1
L1	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	con	727,25	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L3	PUÑA	FRITURA	sin	715,55	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L3	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	715,55	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L3	LIBERTAD	FRITURA	con	681,01	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L3	UVILLA	FRITURA	con	677,31	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L2	LIBERTAD	HORNEO	con	666,11	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L1	PUÑA	HORNEO	sin	662,38	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L3	VICTORIA	FRITURA	con	650,94	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L1	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	sin	648,59	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L3	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	640,62	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L3	LEONA NEGRA	FRITURA	con	639,00	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L1	NATIVIDAD	FRITURA	sin	625,85	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L3	NATIVIDAD	FRITURA	sin	625,17	3	66,06	s	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2
L3	LEONA NEGRA	HORNEO	con	614,32	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L1	CHAUCHA ROJA	HORNEO	con	577,95	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L1	LIBERTAD	FRITURA	con	572,51	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L3	NATIVIDAD	HORNEO	sin	565,34	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L1	LIBERTAD	FRITURA	sin	560,45	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L1	VICTORIA	FRITURA	con	542,37	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L1	VICTORIA	HORNEO	con	536,49	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L1	NATIVIDAD	HORNEO	con	532,56	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L3	VICTORIA	HORNEO	con	503,41	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L1	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	con	501,39	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L3	LEONA NEGRA	FRITURA	sin	484,16	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L2	LIBERTAD	HORNEO	sin	481,58	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L3	VICTORIA	FRITURA	sin	475,77	3	66,06	t	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3
L3	LIBERTAD	HORNEO	con	467,16	3	66,06	u	v	w	x	y	z	0	1	2	3	
L1	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	460,48	3	66,06	v	w	x	y	z	0	1	2	3		
L3	UVILLA	HORNEO	con	450,92	3	66,06	w	x	y	z	0	1	2	3			
L3	LIBERTAD	FRITURA	sin	449,65	3	66,06	w	x	y	z	0	1	2	3			
L3	PUÑA	HORNEO	sin	445,22	3	66,06	w	x	y	z	0	1	2	3			
L1	LIBERTAD	HORNEO	con	443,43	3	66,06	w	x	y	z	0	1	2	3			
L3	UVILLA	FRITURA	sin	442,08	3	66,06	w	x	y	z	0	1	2	3			
L1	YANA SHUNGO	HORNEO	sin	433,50	3	66,06	x	y	z	0	1	2	3				
L3	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	431,48	3	66,06	x	y	z	0	1	2	3				
L1	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	418,62	3	66,06	y	z	0	1	2	3					
L3	LIBERTAD	HORNEO	sin	410,64	3	66,06	z	0	1	2	3						
L1	UVILLA	HORNEO	sin	407,87	3	66,06	z	0	1	2	3						
L1	VICTORIA	FRITURA	sin	398,70	3	66,06	z	0	1	2	3						
L1	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	395,91	3	66,06	z	0	1	2	3						
L1	NATIVIDAD	HORNEO	sin	367,59	3	66,06	0	1	2	3							

L1	LIBERTAD	HORNEO	sin	334,65	3	66,06	1	2	3
L3	UVILLA	HORNEO	sin	328,55	3	66,06	2	3	
L3	VICTORIA	HORNEO	sin	328,51	3	66,06	2	3	
L1	VICTORIA	HORNEO	sin	214,36	3	66,06	3		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013) – INFOSTAT ESTUDIANTIL

L1	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	sin	221,35	3	12,24	U	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f
L3	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	con	212,27	3	12,24	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g
L2	LIBERTAD	FRITURA	sin	212,27	3	12,24	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g
L3	VICTORIA	HORNEO	con	212,27	3	12,24	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g
L3	UVILLA	FRITURA	sin	212,27	3	12,24	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g
L2	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	con	208,95	3	12,24	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g
L3	LIBERTAD	FRITURA	sin	208,95	3	12,24	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g
L1	UVILLA	HORNEO	sin	208,42	3	12,24	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g
L2	PUÑA	HORNEO	con	204,48	3	12,24	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g	h
L2	CONEJA NEGRA	FRITURA	con	203,76	3	12,24	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g	h	i
L1	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	197,25	3	12,24	Z	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
L3	PUCA SHUNGO	FRITURA	sin	196,21	3	12,24	Z	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
L2	CONEJA NEGRA	FRITURA	sin	195,11	3	12,24	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
L3	UVILLA	HORNEO	sin	194,00	3	12,24	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
L1	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	193,68	3	12,24	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
L2	LIBERTAD	HORNEO	sin	192,34	3	12,24	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
L3	CHAUCHA ROJA	HORNEO	con	192,34	3	12,24	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
L3	PUCA SHUNGO	HORNEO	con	187,91	3	12,24	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
L2	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	179,54	3	12,24	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
L1	NATIVIDAD	HORNEO	sin	176,59	3	12,24	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
L2	PUÑA	FRITURA	sin	175,94	3	12,24	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
L2	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	sin	175,73	3	12,24	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
L3	CHAUCHA AMARILLA	FRITURA	sin	175,73	3	12,24	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
L2	CONEJA NEGRA	HORNEO	con	175,16	3	12,24	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
L1	NATIVIDAD	FRITURA	sin	173,83	3	12,24	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
L1	LIBERTAD	FRITURA	con	172,56	3	12,24	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
L2	PUCA SHUNGO	FRITURA	con	169,43	3	12,24	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
L3	NATIVIDAD	FRITURA	sin	169,08	3	12,24	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
L3	VICTORIA	FRITURA	sin	169,08	3	12,24	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
L2	PUÑA	HORNEO	sin	169,08	3	12,24	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
L2	LEONA NEGRA	HORNEO	sin	166,74	3	12,24	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
L1	CONEJA NEGRA	HORNEO	con	160,95	3	12,24	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
L1	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	159,18	3	12,24	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
L2	VICTORIA	FRITURA	con	159,12	3	12,24	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
L1	CONEJA NEGRA	FRITURA	con	158,73	3	12,24	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
L1	PUÑA	FRITURA	sin	156,50	3	12,24	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
L3	LIBERTAD	HORNEO	sin	153,03	3	12,24	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
L2	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	151,61	3	12,24	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
L2	VICTORIA	HORNEO	con	140,85	3	12,24	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
L3	CHAUCHA ROJA	FRITURA	sin	140,85	3	12,24	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
L3	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	137,53	3	12,24	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
L2	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	132,54	3	12,24	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
L1	LIBERTAD	HORNEO	con	129,31	3	12,24	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
L3	PUÑA	FRITURA	con	129,06	3	12,24	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
L2	PUCA SHUNGO	HORNEO	con	124,19	3	12,24	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
L1	CHAUCHA AMARILLA	HORNEO	sin	121,15	3	12,24	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
L2	PUCA SHUNGO	FRITURA	sin	112,96	3	12,24	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
L3	CHAUCHA ROJA	HORNEO	sin	112,61	3	12,24	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
L2	UVILLA	FRITURA	con	112,61	3	12,24	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
L2	VICTORIA	FRITURA	sin	110,95	3	12,24	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
L1	PUÑA	HORNEO	sin	109,59	3	12,24	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
L1	LIBERTAD	FRITURA	sin	109,45	3	12,24	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
L3	PUÑA	FRITURA	sin	109,29	3	12,24	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
L1	VICTORIA	FRITURA	sin	104,47	3	12,24	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
L3	PUÑA	HORNEO	con	104,14	3	12,24	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
L3	NATIVIDAD	HORNEO	sin	102,65	3	12,24	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
L2	UVILLA	HORNEO	con	102,65	3	12,24	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
L1	CONEJA NEGRA	FRITURA	sin	100,32	3	12,24	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	
L3	PUCA SHUNGO	HORNEO	sin	99,88	3	12,24	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	
L2	PUCA SHUNGO	HORNEO	sin	96,92	3	12,24	o	p	q	r	s	t	u	v	w		
L1	CONEJA NEGRA	HORNEO	sin	94,81	3	12,24	o	p	q	r	s	t	u	v	w		
L1	LIBERTAD	HORNEO	sin	94,74	3	12,24	o	p	q	r	s	t	u	v	w		
L3	PUÑA	HORNEO	sin	92,68	3	12,24	p	q	r	s	t	u	v	w			
L2	VICTORIA	HORNEO	sin	86,04	3	12,24	q	r	s	t	u	v	w				
L3	VICTORIA	HORNEO	sin	86,04	3	12,24	q	r	s	t	u	v	w				
L2	UVILLA	FRITURA	sin	84,38	3	12,24	r	s	t	u	v	w					
L1	VICTORIA	HORNEO	sin	80,93	3	12,24	s	t	u	v	w						
L2	YANA SHUNGO	FRITURA	con	78,67	3	12,24	s	t	u	v	w						

L2	UVILLA	HORNEO sin	77,18	3	12,24	t	u	v	w
L2	YANA SHUNGO	HORNEO con	64,91	3	12,24	u	v	w	
L2	YANA SHUNGO	FRITURA sin	43,92	3	12,24	v	w		
L1	YANA SHUNGO	HORNEO sin	35,03	3	12,24	w			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad. (INIAP, 2013) – INFOSTAT ESTUDIANTIL

ANEXO B

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

DETERMINACIÓN DE NITRATOS (-NO₃)

A.O.A.C., (Association of Official Analytical Chemist). 1998. Determinación de Nitratos. Peer Verified Methods. Manual on policies and procedures. Arlington, U.S.A. Adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.

MATERIALES Y EQUIPO

- Reflectómetro RQflex plus 10
- Baño María POLYSTAT Scientific
- Estufa MEMMERT

REACTIVOS

- Acido sulfúrico al 72%.

PROCEDIMIENTO

- Se prepara una solución del extracto y se afora a un determinado volumen de agua destilada. La relación de extracto/agua es de 1 a 10.
- Se realiza una hidrólisis, con acido sulfúrico concentrado, con el fin de eliminar el color de modo que no interfiera en las lecturas reflectométricas, para lo cual se toman 5ml de muestra, se le añade 150 µl de acido sulfúrico al 72%, el conjunto se deja en baño María (25°C) por 3 horas.
- Se añade 1.55 ml de agua destilada y se incuba por 2 horas a 100°C, enfriar y filtrar.
- Se toma una varilla analítica y se introduce en la muestra.

DETERMINACIÓN DE OXALATO DE CALCIO

Abaza, R; Blake, J; Fisher, E. 1968. "Oxalate determination: analytical problems encountered with certain plant species". Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 51(5). 963-967.

MATERIALES Y EQUIPO

- Muestras de papa secas liofilizadas (30 g de cada una).
- Cápsulas y crisoles para cenizas.
- Agua destilada.
- Papel Filtro Whatman N°1
- Estufa
- Balanza
- Mufla
- Microbureta de 5 ml
- Erlenmeyer de 250 ml
- Pipetas de 1, 5 y 10 mL

REACTIVOS

- Acido Sulfúrico al tercio (1:3).
- Permanganato de potasio 0,001 N.

PROCEDIMIENTO

- Pesar en una cápsula 5 g de materia seca y llevar a una mufla. Subir la temperatura lentamente, para que demore 9-10 horas en conseguir llegar a 350°C.
- Luego de obtener la ceniza libre de carbón, mantener la cápsula 2 horas más en la mufla, luego dejar enfriar.

- Agregar 5 a 7,5 ml de H₂ SO₄ al tercio a la cápsula. Si se observa burbujas indica la presencia de carbonatos.
- Filtrar, lavando con agua destilada caliente la cápsula y el filtro, ayudándose de una bagueta.
- Agregar 10 ml más de H₂ SO₄ al tercio y 25 ml de agua destilada caliente.
- Titular en caliente con permanganato de potasio 0.001 N hasta que aparezca una coloración rosada, debiendo persistir el color por 30 segundos.
- Para el cálculo se procederá a considerar que un gasto de 1 ml de permanganato de potasio 0,001 N equivale a 64 x 10⁻⁶ g de oxalato de calcio.

CÁLCULOS

$$\% \text{ ÁCIDO OXÁLICO} = (V \text{ (ml)} * N \text{ (Eq/lt)} * PE \text{ (gr/Eq)}) / (\text{Peso Muestra (gr)})$$

DETERMINACIÓN DE TANINOS

A.O.A.C (Association of Official Analytical Chemist). 1964. Determinación taninos. Peer Verified Methods. Manual on policies and procedures. Arlington, U.S.A. Adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.

PRINCIPIO

La determinación de taninos se realiza en una muestra libre de grasas y pigmentos, utilizándose un extracto acuoso el cual reacciona con el reactivo Folin-Denis en medio alcalino. Se utiliza ácido tánico como estándar y se realizan las lecturas en un espectrofotómetro UV VIS a 680 nm.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Espectrofotómetro
- Baño maría
- Lana de vidrio

REACTIVOS

- Wolframato de sodio deshidratado
- Ácido fosfomolibdico
- Ácido fosfórico
- Carbonato de sodio anhidro
- Cristales de carbonato de sodio decahidratado
- Ácido tánico
- Hexano

PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

Solución de Folin-Denis

Disolver 100g de wolframato de sodio deshidratado, 20g de ácido fosfomolibdico, 50 ml de ácido fosfórico, en 750 ml de agua destilada. Se calienta dos horas a reflujo, se enfría y se afora a un litro.

Solución de carbonato de sodio saturado

En 100ml de agua destilada a 70-80°C añadir 35g de carbonato de sodio anhidro, enfriar y dejar precipitar durante 12 horas; colocar en la solución algunos cristales de carbonato de sodio decahidratado, y luego que se cristaliza filtrar a través de lana de vidrio.

Solución estándar de ácido tánico

Preparar una solución madre de 100 ppm de ácido tánico, cada vez que se va a realizar esta determinación.

PROCEDIMIENTO

- Pesar 1g de muestra y extraer durante 8 horas con hexano.
- Se coloca en ebullición el residuo durante 2 horas con 300ml de agua destilada.
- Se enfría, se filtra y se diluye a 500 ml.
- Se toma alícuotas del filtrado en balones de 50 ml, se añade 2,5ml de reactivo Folin-Denis, 5 ml de solución de carbonato de sodio y se afora a 50ml con agua destilada.
- Se lee en un espectrofotómetro a 680nm, después de 30 minutos que ocurre la reacción.

- Se prepara una curva patrón de ácido tánico de 0-5 ppm, proceder desde la adición del reactivo Folin-Denis.

CÁLCULOS

Se debe tener en consideración para los cálculos las diluciones realizadas y el peso de la muestra. Los taninos vienen expresados como Ac. Tánico y los resultados se expresan como siguen:

$$mg \text{ taninos} / g \text{ muestra} = \left(\frac{LR(\mu g / ml) \times V(ml) \times FD \times 10^{-3}(mg / \mu g)}{Pm(g)} \right)$$

Donde:

LR = Lectura de regresión.

V = Volumen final.

FD = Factor de dilución.

Pm = Peso de la muestra.

METODOLOGÍA ESPÉCTROFOTOMÉTRICA PARA LA DETERMINACIÓN DE GLICOALCALOIDES TOTALES EN PAPA

Hellenäs, K., 1986, A simplified procedure for quantification of potato glycoalkaloids in tuber extracts by HPLC: comparison with ELISA and a colorimetric method", J. Sci. Food Agric, Vol(37), pp.779 y 780.

FASE DE EXTRACCIÓN

- Pesar 5 gr de muestra de papa en polvo liofilizada.
- Preparar 210 ml de la mezcla extractora Metanol: Cloroformo (2:1 v/v) y adicionar 100 ml de esta mezcla a la muestra hidratada y agitarla durante 10 minutos a baja velocidad.
- Añadir 100 ml de la mezcla Metanol: Cloroformo y agitar por una hora.
- La Solución colocar en un rota vapor (60°C y 500 mmHg de presión) y concentrar hasta un volumen de aproximadamente 20 ml.
- A esta solución acuosa se añade 15 ml de HCl 0,2N y se agita durante 20 minutos; y después filtrar.
- Se adiciona NH₄OH (25%) para ajustar un pH de 11.
- Calentar la muestra a 70°C por un lapso de 20 minutos, posteriormente se deja en refrigeración por un tiempo de una hora.
- Centrifugar el contenido a 20 rpm por 20 minutos.

DETERMINACIÓN

- Descartar el sobrenadante y sobre el pellet formado agregar 5 ml de ácido ortofosfórico (puro). Agitar fuertemente y leer el espectrofotómetro a 408 nm.

PREPARACIÓN DE LA CURVA ESTÁNDAR

Disolver 2 mg de solanina pura en 2 ml de ácido ortofosfórico (puro). A partir de este stock preparar las siguientes concentraciones: 20, 40, 60, 80 y 100 ppm con el mismo ácido ortofosfórico. Para lo cual se deberá tomar:

Concentración stock (1 mg/ml) ac. Ortofosfórico

20 ppm 0,1 ml 4,90

40 ppm 0,2 ml 4,80

60 ppm 0,3 ml 4,70

80 ppm 0,4 ml 4,60

100 ppm 0,5 ml 4,50

Leer cada uno de estos en el espectrofotómetro a 408 nm.

Graficar la curva de concentración en ppm vs. Absorbancia (DO) donde el r^2 no debe ser menor de 0,98.

DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES

Waterhouse A. 2002. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. University of California, Davis, U.S.A..

Extracción de CFT

- Pesar una porción de muestra liofilizada en un tubo de vidrio. El peso depende del color de la muestra (0,8 – 1,0g para muestras de color blanco o crema, 0,5 a 0,7g para muestras amarillas o rojas, y 0,1 a 0,4g para muestras moradas)
- Añadir 10 ml de metanol al 70%, homogenizar en un vortex durante 10 segundos y sonicar 10 minutos (Primera extracción).
- Filtrar el extracto metanólico a través del papel filtro Whatman #4 en una fiola volumétrica de 25 ml.
- Añadir 10 ml de metanol al 70% al residuo, homogenizar en un vortex y colocar en baño maría a 80°C durante 5 minutos (Segunda extracción).
- Filtrar el extracto en la fiola volumétrica y enrasar a 25 ml con la solución extractante.

Determinación de CFT

- Colocar 400 µl de la muestra en un tubo de ensayo, en el caso del blanco de muestra colocar 400 µl de agua destilada. después de esto seguir los mismos pasos para las muestras y el blanco de muestra.
- Añadir 8 ml de agua destilada y 500µl del reactivo de Folin Ciocalteu 2N, mezclar y dejar reposar durante 6 minutos.
- Añadir 1500 µl de solución de carbonato de sodio saturado y mezclar muy bien. colocar los tubos en baño maría a 40°C durante 30 minutos.

- Leer a 765 nm y calcular la concentración de los compuestos fenólicos totales en base a la curva estándar y expresar los resultados en mg ácido clorogénico/100g de muestra.

Preparación Curva Estándar para CFT

- Preparar una solución stock de ácido clorogénico a una concentración de 5000 mg/l, para ello pesar 250 mg de ácido clorogénico en un vaso de precipitado y disolver en 5 ml de metanol puro, trasvasar la solución a un fiola de 50 ml protegida de la luz y enrasarlo con agua destilada.
- A partir de la solución stock preparar soluciones estándares de ácido clorogénico con concentraciones de 50, 100, 200, 300, 400, 500, 700, 1000 y 1500 mg/l para ello tomar alícuotas de 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3.5, 5, 7.5 ml de la solución stock y llevar a una fiola de 25 ml con agua destilada, analizar cada estándar por duplicado.
- De cada solución estándar colocar 100 μ l en un tubo de ensayo y 100 μ l de agua destilada en el caso del blanco de reactivo, añadir 8 ml de agua destilada y 500 μ l del reactivo de Folin Ciocalteu.
- Mezclar en el vortex y dejar reposar por 6 minutos.
- Añadir 1500 μ l de la solución saturada de carbonato de sodio y mezclar.
- Colocar los tubos en baño maría a 40°C durante 30 minutos.
- Leer a 765 nm.

Preparación de Reactivos

Solución extractante: metanol 70%

En una probeta de vidrio, medir 300 ml de agua destilada y transferir a una fiola de 1 L, enrasar con metanol puro.

Solución de carbonato de sodio saturada (20%)

Pesar 50 g de carbonato de sodio anhidro, añadir 200 ml de agua destilada y colocar en el agitador, calentador hasta que se disuelva completamente y ebullición. Dejar la solución enfriar a temperatura ambiente y añadir una cucharadita (aproximadamente 1,5g) de carbonato de sodio para saturar la solución, agitar hasta que este completamente disuelto, después de 24 horas, filtrar la solución con doble papel filtro Whatman #2, el filtrado se trasvasa a una fiala de 250 ml y enrasar con agua destilada. Transferir la solución a un frasco ámbar.

DETERMINACIÓN DE ÁCIDO FÍTICO (FITATO)/FÓSFORO TOTAL MEDIDO COMO FÓSFOROS LIBERADO POR FITASA Y FOSFATASA ALCALINA

Megazyme Internacional Ireland Limited (2007). K-PHYT05/07

Principio

El ácido fítico (fitato; myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6, hexakisfosfato) es la principal fuente de inositol y fósforo almacenado en las semillas de las plantas, contribuyendo con el 70% del fósforo total. La determinación de ácido fítico se efectúa a través de la desfosforilación del ácido fítico efectuada por las enzimas fitasas.

Equipos y Materiales

- Vasos de precipitación (75 ml)
- Tubos desechables de microcentrífuga (1,5 ml)
- Tubos desechables de polipropileno (13 ml)
- Micro cubetas plásticas (1,5 ml)
- Micro pipetas (100 µl - 1 ml)
- Pipeta de desplazamiento positivo
- Cronómetro
- Balanza analítica
- Espectrofotómetro
- Mezclador vórtex
- Baño maría
- Microcentrífuga

Reactivos del kit

Botella 1: Buffer de acetato de sodio (25 ml; 200 mM; pH 5,5), azida de sodio (0,02 % p/v) como preservante. Estable por 2 años a 4 °C (Denominada Solución 1).

Botella 2: Suspensión de fitasa (1,2 ml; 12000 U/ml). Estable por 2 años a 4 °C (Denominada Suspensión 2).

Botella 3: Buffer de glicina (25 ml; 400 mM; pH 10.4), más MgCl₂ (4 mM), ZnSO₄ (0.4 mM) y azida de sodio (0.02 % p/v) como conservante. Estable durante más de 2 años a 4 ° C (Denominada Solución 2).

Botella 4: Suspensión de fosfatasa alcalina (1,2 ml; 80 U/ml). Estable durante más de 2 años a 4 ° C (Denominada Suspensión 4).

Botella 5: Solución estándar de fósforo (24 ml; 50 µ/ml) y azida de sodio (0.02 % p/v) como conservante. Estable durante más de 2 años a 4 ° C.

Botella 6: Harina de avena, polvo de control. Estable por 5 años a temperatura ambiente.

Reactivos no incorporados

- Ácido ascórbico 10% p/v
- Ácido sulfúrico 1M
- Molibdato de amonio 5% p/v
- Ácido tricloroacético 50% p/v
- Ácido clorhídrico 0,66 M
- Hidróxido de sodio 0,75 M
- Ácido fítico (estándar)

Preparación de las soluciones

A. Reactivos de color

Solución A. Ácido ascórbico (10% p/v) / Ácido sulfúrico (1M): 100 ml

- Añadir 10 g de ácido ascórbico (Sigma cat. No 95210) a 10 ml de agua destilada

- Añadir 5,35 ml de ácido sulfúrico concentrado (Sigma cat. No 84718) y disolver el ácido ascórbico. Aforar la solución a 100 ml con agua destilada (Solución estable por 1 semana a 4 °C).

Solución B. Molibdato de amonio (5% p/v): 25 ml

Añadir 1,25 g de molibdato de amonio (Sigma cat. No 31402) a 20 ml de agua destilada y disolver. Aforar con agua destilada a 25 ml (Solución estable por 1 mes a 4 °C).

Solución AB

Mezclar una parte de la solución B con 5 partes de la solución A (ej. 1 ml de solución B mezclar con 5 ml de solución A). Preparar 0,6 ml de solución AB por cada muestra a ser analizada (incluyendo blancos y estándares). Preparar esta solución el día de su utilización.

Cantidades requeridas

- Solución A (ml) = N° de muestras * 0,5 ml
- Solución B (ml) = N° de muestras * 0,1 ml

B. Ácido tricloroacético (50% p/v): 100 ml

Añadir 50 g de ácido tricloroacético (Sigma cat. No 33731) a 60 ml de agua destilada y disolver. Aforar con agua destilada a 100 ml. Almacenar la solución a 4 °C.

C. Ácido clorhídrico (0,66 M): 1 litro

Añadir 54,5 ml de ácido clorhídrico (Sigma cat. No 1.00317.2500) a 945,5 ml de agua destilada y mezclar. Almacenar la solución a temperatura ambiente.

D. Hidróxido de sodio (0,75 M): 200 ml

Añadir 6 g de hidróxido de sodio (Merck cat. No 1.06482.5000) a 180 ml de agua destilada. Aforar con agua destilada a 200 ml. Almacenar la solución a temperatura ambiente.

E. Ácido fítico

Cuando se requiera de una muestra control de ácido fítico, se recomienda el estándar de ácido fítico (phytic acid dipotassium salt) Sigma cat. No P5681.

Procedimiento

1. Extracción de la muestra

- Pesar 1 g de muestra en un vaso de precipitación. Añadir 20 ml de ácido clorhídrico (0,66 M); cubrir el recipiente con papel aluminio y agitar vigorosamente por un mínimo de 3 horas a temperatura ambiente (preferentemente durante la noche).
- Transvasar 1 ml de solución a un tubo de microcentrífuga y centrifugar a 13.000 rpm durante 10 min. Inmediatamente transferir 0,5 ml de sobrenadante del extracto resultante a un nuevo tubo de microcentrífuga, y neutralizar mediante la adición de 0,5 ml de hidróxido de sodio (0.75 M). Utilice el extracto de la muestra neutralizada en el proceso de desfosforilación enzimática que se describe a continuación.

2. Reacción de desfosforilación enzimática

A. Determinación de Fósforo libre (FL)

- Colocar en un tubo de microcentrífuga: 0,62 ml de agua destilada; 0,20 ml de solución 1; 0,05 ml del extracto de la muestra neutralizada.
- Mezclar utilizando el mezclador vórtex e incubar durante 10 minutos a 40 °C en un baño maría.
- Añadir en el tubo de microcentrífuga: 0,02 ml de agua destilada; 0,20 ml de solución 2.

- Mezclar utilizando el mezclador vórtex e incubar durante 15 minutos a 40 °C en un baño maría.
- Añadir 0,30 ml de ácido tricloroacético.
- Centrifugar la solución final a 13000 rpm durante 10 minutos.
- Cuidadosamente pipetear el sobrenadante que se empleará en la determinación colorimétrica.

B. Determinación de Fósforo total (FT)

- Colocar en un tubo de microcentrífuga: 0,60 ml de agua destilada; 0,20 ml de solución 1; 0,05 ml del extracto de la muestra neutralizada; 0,02 ml de suspensión 2.
- Mezclar utilizando el mezclador vórtex e incubar durante 10 minutos a 40 °C en un baño maría.
- Añadir en el tubo de microcentrífuga: 0,20 ml de solución 2; 0,02 ml de suspensión 4.
- Mezclar utilizando el mezclador vórtex e incubar durante 15 minutos a 40 °C en un baño maría.
- Añadir 0,30 ml de ácido tricloroacético.
- Centrifugar la solución final a 13000 rpm durante 10 minutos.
- Cuidadosamente pipetear el sobrenadante que se empleará en la determinación colorimétrica.

3. Preparación de soluciones estándar de fósforo

La preparación de las soluciones estándar (STD), se detalla en el cuadro a continuación:

Preparar en tubos de 13 ml	STD 0 (0 μg)	STD 1 (0 μg)	STD 2 (0 μg)	STD 3 (0 μg)	STD 4 (0 μg)
Agua destilada	5,00 ml	4,95ml	4,75 ml	4,50 ml	4,25 ml
Solución estándar de fósforo 5	-	0,05 ml	0,25 ml	0,50 ml	0,75 ml
Volumen total	5, 00 ml	5,00 ml	5,00 ml	5,00 ml	5,00 ml

Nota: Por cada grupo de muestras, se debe realizar una curva de calibración utilizando el mismo grupo de reactivos de color.

4. Determinación colorimétrica de fósforo

Longitud de onda: 655 nm.

Micro cubeta: 1 cm de light path (vidrio o plástico; 1,5 ml semi-micro)

Temperatura: 40 °C

Volúmen final: 1,5 ml

Solución de la muestra: 0,5-7,5 μg de fósforo en 1 ml de volumen de muestra

Se compara con el aire (sin una cubeta en el light path) o con el agua.

- Pipetear en un tubo de microcentrífuga 1ml de muestra o estándar de fósforo y 0,5 ml de reactivo de color o solución AB.
- Mezclar utilizando el mezclador vórtex e incubar durante 1 hora a 40 °C en un baño maría.
- Mezclar utilizando el mezclador vórtex, y luego transferir 1 ml a una cubeta semi-micro; leer la absorbancia a 655 nm. (A_{655}) dentro de 3 horas.

Cálculos

A. Curva de calibración de fósforo

A.1. Determinar la absorbancia de cada estándar (STD 0-4). Restar la absorbancia del STD 0 de las absorbancias de los estándares (STD 1-4), de este modo se obtiene $\Delta A_{\text{fósforo}}$.

A.2. Calcular el valor M para cada estándar (STD 1-4)

$$M = \frac{P (\mu g)}{\Delta A \text{ fósforo}}$$

Donde:

P = Concentración de fósforo en μg

$\Delta A_{\text{fósforo}}$ = Diferencia de absorbancias del fósforo

A.3. Calcular el valor M promedio

$$M \text{ promedio} = \frac{(M \text{ STD1} + M \text{ STD2} + M \text{ STD3} + M \text{ STD4})}{4}$$

El valor de M promedio se utiliza para calcular el contenido de fósforo en las muestras como se indica en la Sección B.

B. Fósforo / Contenido de ácido fítico

Determinar la absorbancia (A_{655}) de las dos muestras; la muestra para determinar "Fósforo Libre (FL)", y la muestra para determinar "Fósforo Total (FT)". Restar la absorbancia de la muestra de FL, de la absorbancia de la muestra de FT, para así obtener $\Delta A_{\text{fósforo}}$.

La concentración de fósforo se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$C \left(\frac{g}{100g} \right) = \left(\frac{M \text{ promedio} * 20 * F}{10000 * 1,0 * V} \right) * \Delta A_{\text{fósforo}}$$

Donde:

C = Concentración de fósforo (g /100 g)

M promedio = Valor promedio de los estándares de fósforo

20 = Volumen de la muestra extraída originalmente (ml)

F = Factor de dilución

ΔA = Diferencia de absorbancia de las muestras

10000 = Conversión de $\mu g/g$ a g/100g

1,0 = Peso de la muestra original (g)

V = Volumen de la muestra (empleado en la determinación colorimétrica)

El cálculo sería entonces:

$$C \left(\frac{g}{100g} \right) = \left(\frac{M \text{ promedio} * 20 * 55,6}{10000 * 1,0 * 1,0} \right) * \Delta A_{\text{fósforo}}$$

$$C \left(\frac{g}{100g} \right) = M \text{ promedio} * 0,1112 * \Delta A_{\text{fósforo}}$$

Para obtener la concentración de ácido fítico se emplea la siguiente fórmula:

$$CAF \left(\frac{g}{100g} \right) = \frac{C}{0,282}$$

Donde:

CAF = Concentración de ácido fítico (g/100g)

C = Concentración de fósforo (g/100g)

0,282 = Contenido de fósforo asociado únicamente a la concentración de ácido fítico; el cual corresponde al 28,2% del ácido fítico

MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PERFIL NUTRICIONAL

DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

Merck (1999). Método reflectométrico, adaptado en el Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP.

Principio

El ácido ascórbico reduce el ácido molibdofosfórico amarillo a azul de fosfomolibdeno, cuya concentración se determina por reflectometría, que es una técnica basada en la interacción entre la luz y la materia. La luz es una forma de energía, que se expresa en parámetros de onda y gracias a la óptica geométrica se detecta la reflexión.

Procedimiento

- Obtener el extracto de los tubérculos frescos.
- Tomar una varilla analítica y cerrar inmediatamente el tubo. Presiona la tecla STAR del reflectómetro e introducir simultáneamente la varilla analítica en la zona de reacción durante aproximadamente 2 segundos; se elimina el exceso del líquido de la varilla, sacudiéndola manualmente.
- Cuando suena la señal acústica (5 segundos antes de transcurrir el tiempo de reacción) se introduce la varilla con las zonas de reacción en dirección a la pantalla hasta el tope, en el adaptador de varillas.
- Leer el valor de medición en la pantalla, en mg / lt y el valor se almacena automáticamente.

CAROTENOIDES TOTALES

Método adaptado por Rodríguez – Amaya y Kimura, 2004. Laboratorio de Nutrición y Calidad (CIP- Perú).

Principio

Los carotenos totales se determinan espectrofotométricamente a 450 nm, basados en el coeficiente de extinción ($E_{1\%}$) de los carotenos en éter de petróleo. Las concentraciones calculadas por este método se reportan en ($\mu\text{g} / \text{g}$) del total de carotenos.

Reactivos

- Carbonato de magnesio
- Acetona
- Éter de petróleo
- Sulfato de sodio anhidro

Procedimiento

- Pesar 4-5 g de muestra liofilizada.
- Homogenizar con 30 ml de acetona fría por 1 minuto usando el homogenizador vortex y filtrar (extracto).
- Colocar 50ml de éter de petróleo en un embudo de separación y añadir una pequeña porción de extracto.
- Añadir agua destilada lentamente, evitando la formación de una emulsión, no agitar (si se forma la emulsión puede ser rota añadiendo acetona).
- Esperar que las dos fases se separen. Añadir otra parte del extracto y repetir la operación hasta que todo el extracto haya sido transferido al éter de petróleo, entonces se lava 4-5 veces con agua estilada para remover toda la acetona residual.

- Recolectar el éter de petróleo en un balón de 100ml, haciendo que el extracto etéreo pase a través del embudo conteniendo sulfato anhídrido de sodio.
- Medir la absorbancia a la longitud de onda de 450 nm.

Cálculos

Concentración de carotenos en base seca:

$$X (\mu g) = \frac{Abs_{.544nm} \times Y (ml) \times 10^6}{A_{1cm}^{1\%} \times 100}$$

Donde:

X : Peso de la concentración de los carotenos

Y : Volumen de la solución, que da la absorbancia (Abs.) a 450nm

$A_{1cm}^{1\%}$: Coeficiente de absorción de los carotenos en éter de petróleo (2592)

TASA DE DIGESTIÓN DEL ALMIDÓN IN VITRO (III)

Holm y col, 1985. Starch availability in vitro and vitro after flaking, steam – cooking and popping of wheat. Journal of Cereal Sciences,3, 193-206.

PRINCIPIO

Este método permite la determinación de la tasa de hidrólisis in vitro del almidón de un alimento tal como se ingiere. El almidón es hidrolizado con α -amilasa y se reduce a azúcares los cuales son reportados como equivalentes de maltosa determinados espectrofotométricamente.

MATERIALES Y EQUIPOS

- Tampón fosfato: disolver en aproximadamente 700 ml de agua destilada 3,03 g de KH_2PO_4 ; 3,96 G DE $\text{NaHPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ Y 0,40 g de NaCl. Llevar a pH 6,9 y aforar a 1000 ml.
- Reactivo de Dinitrosalicílico (DNS): disolver en agua destilada 10,0 g ácido 3,5- dinitrosalicílico, 300.0 g tartrato de sodio y potasio tetrahidratado y 16,0 g NaOH. Aforar 1000 ml.
- α -amilasa Sigma Tipo IA 1200 U/mg (27 mg/ml). Diluir 56 μl de enzima con 16ml de tampón fosfato (preparar dentro de los 30 minutos previos al comienzo de la hidrólisis).
- Maltosa anhidra (solución estándar de 2mg/ml).

MÉTODO

1. Pesar 500 mg de almidón o su equivalente en un vaso de precipitación de 100 ml.

2. Añadir 50 ml de tampón fosfato máximo 30 minutos antes de iniciar la hidrólisis, para el caso de harinas, la muestra debe ser cocida antes del análisis. Para ello, añadir 30 ml de tampón y hervir con agitación constante durante toda la cocción. Esto puede hacerse 1-1,2 h antes de iniciar la incubación.
3. Colocar los vasos en un baño de agua a 37°C y poner un magneto en cada vaso, dejar que se estabilice la temperatura.
4. En los primero 5 minutos y antes de adicionar la enzima, tomar dos alícuotas de 0,2 ml de cada muestra para marcar como tiempo cero, determinar posteriormente el contenido de maltosa a tiempo inicial, antes de iniciarse la hidrólisis y muestra cero.
5. A intervalos exactos de 30 segundos, añadir 1,25 ml de enzima en cada frasco.
6. Incubar a 37°C durante 1 hora con agitación magnética continua.
7. A los 5, 15, 30 y 60 minutos exactos, respetando los intervalos de medio minuto entre muestras, tomar alícuotas de 0,2 ml y añadir sobre tubos de ensayo en los que se habrá añadido agua destilada, solución estándar de maltsa y/o reactivo de 3,5 Dinitrosalicílico de acuerdo a lo que se muestra en la siguiente tabla:

DOSIFICACIÓN FINAL

	<i>ml H₂O</i>	<i>ml estándar</i>	<i>ml DNS</i>	<i>ml muestra</i>
0 min	0,3	0,5	1,0	0,2
0 min	0,3	0,5	1,0	0,2
5 min	0,8	0,0	1,0	0,2
15 min	0,8	0,0	1,0	0,2
30 min	0,8	0,0	1,0	0,2
60 min	0,8	0,0	1,0	0,2
Blanco – tampón	0,8	0,0	1,0	0,2 tampóm

8. Hervir los tubos en un baño de agua durante 10 min. Enfriar con agua fría y dejar reposar por 2 minutos.
9. Con un frasco dosificador, añadir 15 ml de agua destilada. mezclar.
10. Leer la absorbancia a 530 nm ajustando el cero de absorbancia en el espectrofotómetro con el blanco-tampón.
11. Leer en paralelo una recta de calibrado de maltosa preparada según se indica en la siguiente tabla:

Curva estándar de maltosa

mg maltosa	ml sol. estándar	ml H ₂ O	ml DNS
0,0	0,00	1,00	1,0
0,2	0,10	0,90	1,0
0,5	0,25	0,75	1,0
1,0	0,50	0,50	1,0
1,5	0,75	0,25	1,0
2,0	1,00	0,00	1,0

CÁLCULOS

Construir la curva estándar y hacer un análisis de regresión lineal, para obtener los mg de maltosa contenidos en las muestras:

- % Hidrólisis a tiempo 0

$$\% \text{ Hidrólisis} = \frac{\text{mg maltosa a 0 min} - \text{mg de maltosa 0 min}}{1,82} * 0,95 * 100$$

- % Hidrólisis 5 – 60 min

$$\% \text{ Hidrólisis} = \frac{\text{mg maltosa} - (\text{mg maltosa a 0 min})}{1,78} * 0,95 * 100$$

NOTA: Se resta 1,0 debido a que se adiciona 1,0 mg de maltosa a las muestras 0 min y 0 m con el finde que puedan ser detectadas en el espectrofotómetro.

LISINA DISPONIBLE

HSU, (1977) adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Alcance

Este método se utiliza para cuantificar el porcentaje de proteína digerible que se encuentra en alimentos o harinas, mediante un método de determinación *in vitro*.

Método:

Una forma de evaluar la calidad de la proteína es considerar el grado de digestibilidad de esta, por ello se realiza un análisis por medio de un método *in vitro*, donde se toma como referencia los protocolos de Hsu. 1977 y McDonough, et al. 1990. Este método de determinación de digestibilidad de proteína se halla a través de la simulación de un proceso digestivo con enzimas de origen animal, como son: Tripsina, Chymotripsina y Peptidasa Pancreática.

Reactivos y materiales

- Suspensión de caseína: sal de sodio caseína de la leche bovina (Sigma – Aldrich; C8654).
 - Tripsina: pancreáticos de cerdo, Tipo IX (Sigma – Aldrich; T0303) (Debe de conservarse a -20°C).
 - Chymotripsina: pancreática bovina, Tipo II (Sigma – Aldrich; C4129) (Debe de conservarse a -20°C).
 - Peptidasa: intestinal porcina (Sigma –Aldrich; P7500) (Debe de conservarse a -20°C).
 - Tubos falcón: Aprox. de 15 mL.
 - Baño maría: Las muestra sumergidas en el baño debe de ser mantenido a una temperatura de 37°C.
 - Pipetas
 - PHmetro
- **Preparación de muestras y de soluciones**

- **Preparación de las muestras**

Todas las muestras usadas para el estudio de digestión *in vitro* son liofilizadas y molidas finamente.

- **Preparación de la solución de Proteína (patrón caseína)**

Se prepara la suspensión de proteína acuosa (caseína de sodio), a una concentración de 10 mg N/ml, a esta suspensión se le ajusta el pH a 8.0 con 0.1 N HCl y/o NaOH y se agita para obtener homogeneidad.

La suspensión de caseína se debe conservar refrigerada, pero debe estar a temperatura ambiente para poder ser utilizada. Para tener en cuenta, el contenido de nitrógeno en la caseína es 845.08 g/mol.

- **Preparación de la solución multienzimática**

Se prepara una solución multienzimática, de tripsina 2 mg/ml, chymotripsina 2.24 mg/ml y peptidasa 0.51 mg/ml.

Para preparar 25 mL de la solución multienzimática, se deben pesar las siguientes cantidades y aforar con agua destilada:

0.056 g Chymotripsina 2.24 mg / ml

0.0127 g Peptidasa 0.51 mg / ml

0.050 g Tripsina 2.00 mg / ml

La solución multienzimática se debe de mantener en un baño de hielo y su preparación debe ser a diario y comprobar su actividad usando una suspensión acuosa de caseína de sodio.

- **Procedimiento**

Medición de la digestibilidad de proteína.

Para la medición de la digestibilidad de la proteína se debe hacer un análisis previo para determinar el contenido de nitrógeno de las muestras a analizar.

Seguido de este análisis se toman las muestras por triplicado y se determina su digestibilidad de la siguiente manera:

- Se pesa en tubos Falcon, una cantidad de muestra que contenga 10 mg de Nitrógeno y se disuelve en 2.5 ml de agua 18 M_Ω
- Luego se procede a adicionar 2.5 ml de NaOH al 0.2 N y se hace una incubación de la solución por un periodo de 30 minutos en un baño de agua con una temperatura de 37 °C.
- Después de transcurrido los 30 minutos, se agrega 5.0 ml de HCl 0.075N a la solución.
- Se ajusta el pH a 8.0.
- Se mantiene la solución con una temperatura de 37 °C.
- Una vez ajustado el pH y mantenida la temperatura 37 °C, se agregan 2 ml de la solución multienzimática a cada una de las muestras, en donde se presenta un rápido descenso del pH, el cual es causado por la liberación de aminoácidos con grupos carboxílicos presentes en la proteína debido a la acción de enzimas proteolíticas.
- El descenso del pH se registra automáticamente después de un periodo de 10 minutos usando un medidor de pH.
- Finalmente se calcula el valor de digestibilidad a este tiempo (10 minutos).

Cálculos:

$$Y = 210,46 - X18,10$$

Y = digestibilidad in Vitro de la proteína

X = valor del pH después de 10 minutos de digestión con la solución multienzimática.

MINERALES

Métodos del Departamento de Nutrición y Calidad, por Espectrofotometría de Absorción Atómica.

DETERMINACION DE HIERRO

- Preparar la curva estándar de Fe de 0 a 5 ppm:
En tubos de ensayo colocar la solución estándar de Fe 0, 1, 2, 3, 4, 5 ml, adicionar agua bidestilada hasta 9 ml y adicionar 1 ml de la solución de lantano al 1%.
- Tomar 5 ml de la muestra y leer en el espectrofotómetro de absorción atómica de llama.

Nota: En caso de ser lecturas altas, realizar diluciones de 1/10.

CALCULOS

$$Fe(\%) = \frac{C * Fd}{Pm}$$

C = Concentración (ppm)

Fd = Factor de dilución

Pm = Peso de la muestra (g)

DETERMINACIÓN DE COBRE, MAGNESO Y ZINC

- Tomar 10 ml de la solución madre, agitar y leer
- Preparar la curva estándar de Cu, Mn y Zn de 5 y 0.5 ppm:

En tubos de ensayo colocar la solución estándar de Ca y Mg 0, 1, 2, 3, 4, 5 ml, y adicionar agua bidestilada hasta 9 ml y adicionar 1 ml de la solución de lantano al 1%.

- Leer en el espectrofotómetro de absorción atómica de llama, primero los estándares luego las muestras.

CALCULOS

$$Cu(ppm) = \frac{LR * Fd}{Pm}$$

LR = Lectura de Regresión

Fd = Factor de dilución

Pm = Peso de la muestra (g)