

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA
ESPECIALIDAD EN POSTCOSECHA Y MARKETING



**ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PLOMO
TOTAL EN ALIMENTOS PROCESADOS EN EXPANSORES TIPO
BATCH TRADICIONALES Y PROTOTIPO REDISEÑADO**

TESIS

PRESENTADA POR :

JHONY MAYTA HANCCO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGÍSTER SCIENTIAE

EN

POSTCOSECHA Y MARKETING



PUNO - PERÚ

2009

UNIVERS	ALTIPLANO -
BIBL C	A CENTRAL
Fecha	04 OCT. 2012
N°	00223

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA
ESPECIALIDAD EN POSTCOSECHA Y MARKETING

TESIS

ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PLOMO TOTAL EN ALIMENTOS PROCESADOS EN EXPANSORES TIPO *BATCH* TRADICIONALES Y PROTOTIPO REDISEÑADO

Tesis presentado por **JHONY MAYTA HANCCO** a la Escuela de Post Grado, Dirección de la Maestría en Agricultura Andina de la UNA-PUNO para optar el Grado Académico de:

MAGISTER SCIENTIAE EN POSTCOSECHA Y MARKETING

Sustentado y aprobado ante el jurado integrado por:

Presidente:



.....

Dra. Myrian E. Pacheco Tanaka

Primer Miembro



.....

Ing. M. Sc. Pablo Pari Huarcaya

Segundo Miembro



.....

Ing. M. Sc. Walter A. Zamalloa Cuba

Asesor



.....

Ing. M. Sc. Luis A. Palao Iturregui

Asesor



.....

Ing. M. Sc. Rosario I. Bravo Portocarrero

A Jehová.

*A mis hijos **Guido Javier**
y **Zully Nohélia.***

*A mi esposa **Graciela** y
mi madre **Demetria.***

AGRADECIMIENTOS

- Al proyecto "Fortalecimiento de las oportunidades de ingreso y la seguridad nutricional de los pobres rurales, a través del uso y mercadeo de especies olvidadas y subutilizadas". (NUS-IFAD II), que por intermedio del CIRNMA-CICADER-UNAP financiaron integralmente el trabajo de investigación.
- A la Ing. M. Sc. Rosario Bravo Portocarrero, Directora del Centro de Investigación y Capacitación para el Desarrollo Regional (CICADER) FCA-UNAP, por el asesoramiento y apoyo inmensurable, paciencia y atención, por todas sus cualidades personales y científicas, y por el trato siempre afectuoso y accesible sin las cuales muy difícilmente se hubiera realizado el trabajo de investigación.
- Al Ing. M. Sc. Luis Alfredo Palao Iturregui por su especial tutoría y dirección en el desarrollo de la tesis.
- Al Director Ejecutivo del Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA), en la persona del Lic. Adm. Roberto Valdivia Alatrística, por su apoyo incondicional al trabajo de investigación.
- Al Ing. Jaime Chincheros Paniagua, responsable del Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA) UMSA La Paz-Bolivia, por sus sabios consejos en materia de muestreo y análisis de laboratorio.
- A todas las personas que intervinieron directa o indirectamente en el desarrollo del trabajo de investigación y que he obviado involuntariamente, mis disculpas y gratitud.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	I
ÍNDICE DE GRÁFICOS	II
ÍNDICE DE TABLAS	III
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I: PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	7
2.1 MARCO CONCEPTUAL	7
2.1.1 EXPANDIDO	7
2.1.2 EXPANSOR	8
2.1.3 CEREAL	8
2.1.4 ALMIDÓN	8
2.1.5 METALES PESADOS	9
2.1.6 PLOMO	10
2.1.7 IMÁN	11
2.1.8 CONTAMINANTE	11
2.1.9 NIVEL MÁXIMO (NM)	11
2.1.10 LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICIÓN (LMPE)	11
2.1.11 TIPOS DE ALIMENTOS	12
2.1.12 ATOMIZACIÓN ELECTRO TÉRMICA	13
2.1.13 DISEÑO EN INGENIERÍA	14
2.1.14 ACERO INOXIDABLE	14
2.1.15 TEFLÓN	15
2.2 MARCO TEÓRICO	16
2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CEREALES	16
2.2.2 PROCESADO DE ALIMENTOS A ALTAS TEMPERATURAS	18
2.2.2.1 Expansión por explosión	18
2.2.2.2 Equipos de expansión por explosión	19
a) Equipo de expansión en <i>batch</i>	19
b) Sistema continuo de expansión por explosión	20
2.2.2.3 Proceso tecnológico de expansión de alimentos	20
2.2.2.4 Efectos del proceso de expansión por explosión en las propiedades físicoquímicas y nutritivas	23
2.2.3 METALES PESADOS EN ALIMENTOS	25
2.2.4 CONTAMINACIÓN POR PLOMO	28

2.2.4.1	Fuentes de contaminación	28
2.2.4.2	Efectos de la contaminación	28
a)	En la nutrición	28
b)	En la Agricultura	30
c)	En la Salud.....	32
2.2.5	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE PLOMO.....	35
2.2.5.1	Espectrometría de absorción atómica	35
2.2.6	DISEÑO DE EQUIPOS.....	38
2.2.6.1	Consideraciones para el diseño	38
CAPITULO III: METODOLOGÍA		41
3.1	LUGAR EXPERIMENTAL	41
3.2	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	41
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46
3.3.1	ANÁLISIS QUÍMICO.....	46
3.3.2	REPORTES DE LABORATORIO.....	46
3.4	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.4.1	VARIABLES	46
3.4.1.1	Factor en estudio.....	46
3.4.1.2	Variables dependientes	48
3.4.2	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	48
3.4.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	48
3.5	ESTRATEGIA OPERATIVA DE LA EXPERIMENTACIÓN.....	48
3.6	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	50
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		52
4.1	CONTENIDO DE PLOMO TOTAL	52
4.2	PROTOTIPO REDISEÑADO	56
4.2.1	MATERIALES DEL EQUIPO	56
4.2.1.1	Hierro fundido	57
4.2.1.2	Acero inoxidable 300 (acero martensítico)	57
4.2.1.3	Acero inoxidable 304-2b (acero austenítico).....	57
4.2.1.4	Teflón	57
4.2.1.5	Otros	57
4.2.2	PRUEBAS DE AJUSTE	59
4.3	EVALUACIÓN ECONÓMICA	59
CONCLUSIONES		61
RECOMENDACIONES		62
BIBLIOGRAFÍA		63

ANEXOS.....	67
ANEXO 1: CERTIFICADOS OFICIALES DE LABORATORIO.....	68
ANEXO 2: PROCEDIMIENTOS PARA ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE PLOMO.....	92
ANEXO 3: ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	95
ANEXO 4: PLANO DEL PROTOTIPO REDISEÑADO.....	100
ANEXO 5: ANÁLISIS DE COSTOS	102

Índice de Figuras

Figura A. Diagrama de flujo para la obtención de productos expandidos	22
Figura B. Esquema de un espectrofotómetro	35
Figura C. Esquema de una lámpara de cátodo hueco	37
Figura D. Ejemplo de un horno de tubo de grafito con cubierta de tubo de grafito	37
Figura E. Granos de quinua variedad Pasankalla. <i>Cortesía de la empresa El Altiplano SAC Juliaca. (2008)</i>	43
Figura F. Expandido de quinua variedad Pasankalla. <i>Cortesía de la empresa El Altiplano SAC Juliaca. (2008)</i>	43
Figura G. Granos de trigo perlado variedad El Gavilan. <i>Cortesía del Sr. Juan Yanque Belizario. Mercado Manco Capac Juliaca.(2008)</i>	44
Figura H. Expandido de trigo perlado variedad El Gavilan. <i>Cortesía de la empresa El Altiplano SAC Juliaca. (2008)</i>	44
Figura I. Expendio de alimentos expandidos en el mercado de Huancané (2008)	45
Figura J. Expendio de alimentos expandidos en el mercado de Ayaviri (2008)	45
Figura K. Diagrama de flujo de la metodología empleada para la conducción del trabajo de investigación de tesis.	47
Figura 1. (a) Vista lateral del expansor tipo <i>batch</i> tradicional, (b) tapa rellena con plomo. <i>Cortesía de la empresa El Altiplano SAC – Juliaca (2008)</i>	58
Figura 2. (a) Vista de perfil de prototipo rediseñado, (b) tapa provista de teflon. <i>Cortesía CICADER-FCA-UNAP-NUS-IFAD II. (2008)</i>	58

Índice de Gráficos

Grafico A. Contribución de distintos grupos de alimentos en la ingesta de plomo en la Comunidad Autónoma del País Vasco	26
Grafico B. Método de adición estándar	38
Grafico 1. Contenido promedio de plomo total (mg/kg) en cereales, alimentos expandidos y normas internacionales	53

Índice de Tablas

Tabla A. Composición química de cereales (por 100 g de parte comestible)	17
Tabla B. Condiciones de proceso para expandido de diferentes materias primas a 3200 m.s.n.m	21
Tabla C. Análisis fisicoquímico y biológico promedio de dos variedades de cañihua en grano y expandidos	24
Tabla D. Niveles máximo (NM) de plomo total en diversos alimentos	27
Tabla E. Rango de concentraciones tóxicas críticas (CTC) en suelos y plantas para diferentes metales y concentraciones máximas permitidas en suelos de uso agrícola y concentraciones típicas de metales en plantas hiper acumuladoras. Todas las concentraciones son mg/kg peso seco	31
Tabla F. Evaluación de algunos contaminantes alimentarios	33
Tabla G. Límites máximos permisibles de exposición (LMPE) a contaminantes de plomo	35
Tabla H. Límites de detección (ng/mL) para elementos seleccionados	36
Tabla I. Codificación de muestras para análisis de plomo total en el laboratorio de calidad ambiental (LCA) UMSA La Paz Bolivia	42
Tabla 1. Contenido de plomo total (mg/kg) de cereales y alimentos expandidos en provincias del departamento de Puno y Cusco con expansores tradicionales y prototipo rediseñado.	52
Tabla 2. Análisis de varianza del contenido de plomo total de las variables en estudio	55
Tabla 3. Prueba de comparación múltiple de Duncan al 1% para los bloques	55
Tabla 4. Condiciones de proceso del prototipo rediseñado para la obtención de diferentes alimentos expandidos en la Empresa El Altiplano SAC - Juliaca.	59
Tabla 5. Indicadores de rentabilidad para una planta de procesamiento de alimentos expandidos en la ciudad de Juliaca	60

RESUMEN

Se evaluó el contenido de plomo total en cereales y alimentos expandidos procesados en expansores tipo *batch* comunes y un prototipo rediseñado libre de plomo, se comparó con el nivel máximo (NM) del *Codex Alimentarius* para cereales (0.2 mg/kg). Se realizó el análisis de factibilidad de costos para una planta de procesamiento de alimentos expandidos. Los reportes del laboratorio indican que los cereales contienen valores menores a 0.1 mg/kg de plomo total. Los alimentos expandidos procesados en expansores tipo *batch* comunes provenientes de las provincias de Yunguyo, El Collao, Puno, San Román, Huancané, Melgar y Cusco, contienen promedios de 2.59 mg/kg para expandido de quinua, 3.07 mg/kg para expandido de maíz, 6.02 mg/kg para expandido de arroz y 2.82 mg/kg para expandido de trigo. Los alimentos expandidos con el prototipo rediseñado tuvieron promedios de 0.15 mg/kg para expandido de quinua; 0.48 mg/kg para expandido de maíz; menor a 0.10 mg/kg para expandido de arroz y 0.23 mg/kg para expandido de trigo. Entre los cereales y alimentos expandidos con el prototipo rediseñado no difieren estadísticamente y están dentro del NM del *codex alimentarius*, sin embargo los alimentos expandidos procesados con expansores tipo *batch* comunes provenientes de provincias, superan ampliamente el NM. Los materiales y partes de contacto con los alimentos del prototipo rediseñado fueron: Teflón (tapa) y acero inoxidable calidad 304-2b (cámara) los que redujeron el contenido de plomo total en los alimentos expandidos. Los indicadores de rentabilidad para un proyecto puro (proyecto sin financiamiento externo) indican la factibilidad para una planta de procesamiento de alimentos expandidos, la tasa interna de retorno (TIR) es de 20.27%; el valor actual neto (VAN) de 19.72; beneficio costo (B/C) de 1.04 y un periodo medio de la recuperación de inversiones (PMRI) de 8.5 años. Los costos medios por kilogramo de los alimentos expandidos para un 80% de la capacidad instalada es S/. 7.70 para expandido de quinua; S/. 5.00 para expandido de trigo y maíz; S/. 6.00 para expandido de arroz

ABSTRACT

It was assessed the content of total lead in cereals and expanded processed food within the batch type and the redesigned prototype free of lead; it was compared the maximum level (ML) of codex alimentarius for cereals (0.2 mg/kg). The feasibility analysis of costs for a processing plant of expanded food was made and the laboratory reports show that cereals have values less to 0.1% mg/kg of total lead. The expanded food in expanded of common bach type, come from the provinces of Yunguyo, Collao, Puno, San Román, Huancané, Melgar and Cusco; with an average of 2.59 mg/kg for the expansion of quinoa, 3.07 mg/kg for corn, 6.02 mg/kg for rice and 2.82 mg/kg for wheat. The expanded food with the redesign prototype had an average of 0.15 mg/kg for the expansion of quinoa; 0.48 mg/kg for corn; less than 0.10 mg/kg for the expansion of rice and 0.23 mg/kg for wheat. Among the cereals and expanded food with the redesign prototype there was not statistical difference, and they are within the ML of the codex alimentarius. However, the expanded processed foods with the bach expanders that come from the provinces have had a better performance in the ML. The materials and the contact parts of the redesign prototype food were: Teflon (cover), and stainless steel of 304-2b quality (chamber), that reduced the content of total lead in the expanded food. The indicators of profitability for a project (through external finance) show the feasibility for a processing plant of expanded food, the internal rate of return (IRR) is 20.27%, the net present value (NPV) was 19.73%, the benefit costs (B/C) was 1.04 and the average period of recovery investment (APRI) is 8.5 years. The average costs per kilogram of the expanded food for and 80% of the installed capacity is S/. 7.70 for expanded quinoa; S/. 5.00 for the expansion of wheat and corn; and S/. 6.00 for rice.

INTRODUCCIÓN

La Comisión conjunta FAO¹/OMS² del *Codex Alimentarius*, propone limitar en los alimentos los niveles máximos para plomo, mercurio, cadmio y otros metales pesados. En la Unión Europea, estas recomendaciones son de obligado cumplimiento desde el 5 de Abril de 2002, fecha de entrada en vigor del Reglamento (CE) 466/2001, que fija los valores máximos de plomo de 0.02 mg/Kg para leches y 0.1 mg/kg para carnes y 0.5 mg/kg para despojos comestibles. Para cadmio, los niveles fijados son de 0.05 mg/kg para carnes, 0.5 mg/kg para hígado y 1 mg/kg para riñones. Para mercurio solo se fijan límites para pescado.

Para la OMS los principales problemas sanitarios que pueden tener su origen en los productos son los causados por microorganismos como *salmonellas* y *campylobacterias*, infecciones entero hemorrágicas causadas por *E. Coli* y *listeriosis*, y *cólera* en países en desarrollo; *micotoxinas*, *dioxinas*, *priones*, residuos de pesticidas, medicamentos y metales pesados (plomo, cadmio y mercurio). De los problemas mencionados varios de ellos pueden tener su origen o parte de su origen en la alimentación. (FAO, 2000)

Los alimentos contaminados con plomo tienen efectos en la salud, estos son acumulables en el organismo, teniendo como consecuencia la enfermedad del saturnismo, razón por la cual el comité del *Codex Alimentarius* (CODEX STAN 230-2001, revisión 1-2003) en el apartado de observaciones, mantuvo el nivel máximo de plomo total (0.2 mg/kg) para los granos de cereales, legumbres y leguminosas. El Reglamento (CE) nº 1881/2006, establece los

¹ Food and Agriculture Organization

² Organización Mundial de la Salud

contenidos máximos de plomo para "alimentos infantiles" para lactantes y niños de corta edad (0.02 mg/kg).

El plomo puede ocasionar daño a concentraciones bajas, los niños son más sensibles que los adultos a sus efectos. En diversos estudios se ha utilizado la medición del coeficiente intelectual con la finalidad de probar el efecto del plomo en el desempeño *neuroconductual*. Otro grupo de estudios ha encontrado efectos del plomo sobre la sensibilidad auditiva, el equilibrio y la habilidad motora.

El consumo de los alimentos expandidos principalmente quinua, maíz, trigo y arroz ha tenido un incremento en los últimos años y tienen gran aceptación especialmente en los niños. Sin embargo el uso de expansores tipo *batch* contruidos con materiales inadecuados (plomo), combustión del kerosene como fuente de calor, merecen un estudio y evaluación con las normas internacionales desde la materia prima, procesamiento, producto final y un análisis de costos.

CAPITULO I

PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente los alimentos expandidos en el departamento de Puno no tienen una adecuada orientación tecnológica, la mayoría de ellos han sido obtenidos en forma empírica basándose fundamentalmente en la experiencia de los empresarios informales. La calidad del producto final y otros factores de proceso no han sido investigados adecuadamente, a pesar de ello, algunos alimentos expandidos se comercializan y consumen en los mercados sin ningún control.

Se utilizan expansores tipo *batch* contruidos con materiales inadecuados para el procesamiento (fierro fundido y plomo), ya que, según Febres (2004) indica que los alimentos expandidos están siendo contaminados con plomo, y atribuye al equipo utilizado en el proceso como fuente principal.

Los alimentos expandidos vienen siendo expendidos en los mercados locales de las diferentes provincias del departamento de Puno, los cuales tienen gran aceptación en la población y en especial en los niños.

La necesidad de contar con información de expansores tipo *batch* para el procesamiento de alimentos expandidos de calidad, permitirá conocer a

plenitud sobre el tipo de material de construcción, elementos que contiene, parámetros de proceso, así como el efecto en el producto final y este con el hombre.

El objetivo general del trabajo de investigación fue: Estudiar y evaluar el contenido de plomo total en alimentos procesados en expansores tipo *batch* tradicionales y prototipo rediseñado. Los objetivos específicos fueron:

1. Cuantificar y evaluar el contenido de plomo total en cereales (quinua, maíz, trigo y arroz) y alimentos expandidos.
2. Rediseñar y construir un prototipo de expansor tipo *batch* sin materiales de plomo.
3. Analizar costos para una planta de procesamiento de productos expandidos.

La hipótesis general fue: El contenido de plomo total en alimentos expandidos, está influenciada por el uso de expansores tipo *batch* tradicionales y prototipo rediseñado. Las hipótesis específicas fueron:

1. El contenido de plomo total en cereales está influenciada por la capacidad de acumulación de los metales tóxicos, y en los alimentos expandidos por el uso de expansores tipo *batch*.
2. El contacto directo de los alimentos con materiales de plomo, dependiendo de la naturaleza del alimento y del material, así como del tiempo y la temperatura de contacto, da lugar a la contaminación del alimento.
3. Los indicadores de rentabilidad con y sin financiamiento determinan la factibilidad para una planta de producción de expandidos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 EXPANDIDO

Son productos que se preparan a partir del grano acondicionado del maíz, trigo, arroz, avena y otros. El proceso de obtención consiste en: acondicionamiento, expansión por explosión, edulcorado y empaçado. (Alcázar del Castillo, 2002 b)

Se define a los expandidos de quinua como la quinua perlada que ha pasado por un proceso de expansión, es decir cambios bruscos de temperatura y presión que hacen se produzca este fenómeno de expansión. (Mujica, y otros, 2006)

Los productos expandidos son populares en el Perú y mayormente consumidos entre los niños y adultos de sectores populares y son conocidos como "cocoliche" (maíz expandido), "arrocillo" (arroz expandido), "trigo atómico" (trigo expandido). (Febres, 2004)

2.1.2 EXPANSOR

Consiste en una estructura metálica giratoria de diferentes formas: Esférica, cilíndrica, cilindro-cónica, etc., que tiene compuerta de alimentación del cereal, la operación de estas tostadoras es discontinua o por lotes. (Alcázar del Castillo, 2002 a)

Llamado también “cañón esponjador” o “tostador”, es de naturaleza sólida (hierro fundido) con 50 kg de peso, forma esférica y tamaño pequeño con capacidad para 0.5 a 1 kg de carga. El manejo es manual mecánico, consta de una cámara hermética con tapa y manómetro para medir la presión, además, requiere de un soplete a kerosén o gas para calentar. (Mujica, y otros, 2006)

2.1.3 CEREAL

Son semillas secas de los miembros de la familia de las gramíneas, que se cultivan para obtener sus granos y son las plantas que mayor importancia tienen en la alimentación humana. Son plantas *monocotiledóneas* cuyo cotiledón, localizado en el germen del grano es denominado botánicamente *escutelum* o escudo. Los cereales constituyen una de las fuentes principales de carbohidratos, aunque también contienen proteínas, grasas, algunas vitaminas y minerales. Los principales cereales son: maíz, trigo, avena, sorgo, cebada, centeno, arroz y mijo. (Alcázar del Castillo, 2002 b)

2.1.4 ALMIDÓN

Químicamente es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la *amilosa* y la *amilopectina*; el primero es el producto de la condensación de *D-glucopiranososa* por medio de enlaces *glucosídicos* $\alpha(1,4)$, que establece largas

cadena lineales con 200-2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir la *amilosa* es una α -D-(1,4)-*glucana*, cuya unidad repetitiva es la α -*maltosa*. La *amilopectina* se diferencia de la *amilosa* en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de un árbol; las ramas están unidas al tronco central (semejante a la *amilosa*) por enlaces α -D-(1,6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de *glucosa*; su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de daltones³. En términos generales, los *almidones* contienen aproximadamente 17-27% de *amilosa* y el resto es *amilopectina*. (Badui, 1999)

Es un carbohidrato formado por una mezcla de dos polisacáridos. Uno llamado *amilosa* de cadena recta y el otro llamado *amilopectina* de cadena ramificada. La mayor parte de los *almidones* contienen 22 al 26% de *amilosa* y 74 al 78% de *amilopectina*. El almidón se hidroliza fácilmente bajo la acción de enzimas (α -*amilasa* y β -*amilasa*), pasando a *maltosa* y *glucosa*. (Alcázar del Castillo, 2002 b)

2.1.5 METALES PESADOS

Bajo el término de metal pesado suelen agruparse todos los metales, excluyendo los *alcalinos* y *alcalinotérreos* cuyo peso específico supera los 5 a 6 g/cm³ o aquellos que tienen un número atómico superior a 20. Diversos autores han criticado el uso de este término argumentando que el peso de un metal por sí mismo no implica propiedades fisicoquímicas homogéneas ni proporciona información alguna a cerca de sus posibles funciones biológicas o su comportamiento medioambiental. De hecho entre los metales pesados

³ Unidad de masa atómica o Dalton, cuyo símbolo es u, equivale a la duodécima parte (1/12) parte de la masa de un átomo de carbono-12. $1u=1.6606 \times 10^{-27}$ kg

encontramos nutrientes esenciales para las plantas (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Ni) y animales (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Ni, Cr, Co) y elementos que hoy por hoy, no se considera que tengan función o efecto positivo en los seres vivos (Cd, Hg, Pb, Tc, etc.). De aquí que muchos autores prefieren usar el término *elemento traza* para designar genéricamente aquellos elementos que puedan causar efectos biológicos a bajas concentraciones. El efecto biológico de los metales pesados depende ampliamente de la capacidad de los iones de estos elementos para formar complejos estables con los componentes orgánicos de la materia viva. Pueden distinguirse los siguientes grupos, de acuerdo con su índice de covalencia: *iones de la clase A o ácidos fuertes*, con bajo índice de covalencia y preferencia para *ligandos* con oxígeno (*grupos carboxilo, sulfatos, fosfatos*, etc.). En este grupo se encuentran los siguientes metales: K^+ , Na^+ , Ba^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cr^{3+} , Al^{3+} ; *iones de la clase B o ácidos débiles*, con índice de covalencia elevado y preferencia para la unión a compuestos con grupos *amino* o *sulfhidrido*, entre otros. En este grupo se encuentran los siguientes metales: Hg^{2+} y *iones de la clase frontera o "borderline"*, con valores de índice de covalencia intermedios y una gran capacidad de unirse a una amplia gama de *ligandos*, incluyendo tanto los donadores de oxígeno como aquellos preferidos por los iones de la clase B. En este grupo se encuentran los siguientes metales: Pb^{2+} , Mn^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , etc. (Poschenrieder & Barcelo, 2004)

2.1.6 PLOMO

El plomo, es un elemento metálico de color gris azulado que se presenta en la naturaleza bajo la forma de cristales cúbicos con un punto de fusión de $327^{\circ}C$, y de ebullición de $1620^{\circ}C$, inicia el desprendimiento de

vapores a 425°C, (Carlín & Ferrándiz)

2.1.7 IMÁN

Es un mineral de hierro de color negrozco, opaco, casi tan duro como el vidrio, cinco veces más pesado que el agua, y que tiene la propiedad de atraer el hierro, el acero y en grado menor algunos otros cuerpos. Es combinación de dos óxidos de hierro, a veces cristalizada. Hierro de acero imantado. (D.R.A.E., 2001)

2.1.8 CONTAMINANTE

Cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, que está presente en dicho alimento como resultado de la producción (incluidas las operaciones realizadas en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o como resultado de contaminación ambiental. Este término no abarca fragmentos de insectos, pelo de roedores y otras materias extrañas. (FAO/OMS, 2007)

2.1.9 NIVEL MÁXIMO (NM)

El nivel máximo para un contaminante en un producto alimenticio o pienso es la concentración máxima de dicha sustancia que la comisión del *Codex Alimentarius* ha recomendado permitir legalmente en ese producto. (FAO/OMS, 2007)

2.1.10 LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICIÓN (LMPE)

Es la concentración de un contaminante del medio ambiente laboral, que no debe superarse durante la exposición de los trabajadores en una jornada de

trabajo. El LMPE-CT (corto tiempo), es la concentración máxima del contaminante del medio ambiente laboral, a la cual los trabajadores pueden estar expuestos de manera continua durante un periodo máximo de quince minutos, con intervalos de al menos una hora de no exposición entre cada periodo de exposición y un máximo de cuatro exposiciones en una jornada de trabajo y que no sobrepase el LMPE-PPT (promedio ponderado en el tiempo). El LMPE-PPT, es el tiempo de un contaminante del medio ambiente laboral para una jornada de ocho horas diarias y una semana laboral de cuarenta horas, a la cual se pueden exponer la mayoría de los trabajadores sin sufrir daños a su salud. El LMPE-P (pico) es la concentración de un contaminante del medio ambiente laboral, que no debe rebasarse en ningún momento durante la exposición del trabajador. (Palacios, 1999)

2.1.11 TIPOS DE ALIMENTOS

Alimento contaminado es aquel que presenta cualquier materia anormal, ya sean microorganismos, metales, sustancias tóxicas o cualquier otra cosa que comprometa la aptitud del alimento para ser consumido. (Alcázar del Castillo, 2002 b)

Alimentos preparados son aquellos que han sufrido una serie de tratamientos previos y un envasado y conservación finales, de modo que las operaciones que debe efectuar el usuario para su utilización, sean mínimas (calentar, abrir, etc.). Dentro de los *alimentos preparados* hay productos muy dispares, así tenemos: salsas especiales, platos precocinados, platos preparados congelados, alimentos infantiles, etc. (Alcázar del Castillo, 2002 b)

Los productos alimenticios para “*lactantes*”⁴ y “*niños de corta edad*”⁵, como complemento de su dieta y/o para su progresiva adaptación a los alimentos normales consisten en: a) “*Alimentos elaborados a base de cereales*”, que se dividen en: i) cereales simples reconstituidos o que deben reconstituirse con leche u otro líquido alimenticio adecuado; ii) cereales con adición de otro alimento rico en proteínas reconstituidas o que deben reconstituirse con agua u otro líquido que no contenga proteínas; iii) pastas que deben cocer en agua hirviendo o en otros líquidos apropiados antes de su consumo; iv) bizcochos y galletas que pueden consumirse directamente o, una vez pulverizados, con adición de agua, leche u otro líquido adecuado. b) «*alimentos infantiles*», distintos de los alimentos elaborados a base de cereales. (Directiva 2006/125/CE, 2006)

2.1.12 ATOMIZACIÓN ELECTRO TÉRMICA

La espectrometría de absorción atómica (AAS)⁶ mide la absorción de resonancia de la energía radiante (energía luminosa) por los átomos. Se estableció que la intensidad de la radiación de original se dividía en tres partes: radiación reflejada; radiación transmitida; radiación absorbida. (Matisseck, Schnepel, & Steiner, 1998)

Se usan para medir la absorción y la fluorescencia atómicas. Unos cuantos mililitros de la muestra se evaporan primero a una temperatura baja y luego se convierte en cenizas a una temperatura un poco más alta en un tubo de grafito que se calienta eléctricamente o en un crisol de grafito. Después de

⁴ Niños de menos de 12 meses

⁵ Niños entre 1 y 3 años

⁶ Atomic Absorption Spectrometry

convertirlos en ceniza, la corriente se incrementa con rapidez a varios cientos de amperes, que hacen que la temperatura se eleve de 2000 a 3000°C; la atomización de la muestra ocurre en un periodo que va de unos cuantos milisegundos hasta algunos segundos. La absorción o fluorescencia del vapor atómico se mide entonces en la región inmediatamente por arriba de la superficie calentada. (Skoog, Holler, & Crouch, 2008)

2.1.13 DISEÑO EN INGENIERÍA

Es la creación de los planos necesarios para que las máquinas, las estructuras, los sistemas o los procesos desarrollen las funciones deseadas. El proceso de diseño incluye lo siguiente: Reconocer una necesidad y establecerla en términos generales, considerar varios esquemas para resolver el problema y seleccionar uno para investigarlo con mayor cuidado, realizar un diseño preliminar de la máquina, estructura, sistema o proceso seleccionado y realizar el diseño de todos los componentes y preparar todos los dibujos necesarios y las especificaciones detalladas. (Hall, Holowenko, & Laughlin, 1971)

2.1.14 ACERO INOXIDABLE

El termino *acero inoxidable* caracteriza la alta resistencia a la corrosión que presentan las aleaciones de este grupo. Para clasificarla como acero inoxidable la aleación debe tener un contenido mínimo de cromo de 10%. La mayor parte tiene de 12 a 18% de cromo. Los tres grupos principales de aceros inoxidables son los *austeníticos*, los *ferríticos* y los *martensíticos*. Los aceros *austeníticos* pertenecen a las series 200 y 300 AISI⁷. Son grados para uso

⁷ American Iron and Steel Institute

general, con resistencia moderada. La mayor parte de ellos no se pueden tratar térmicamente; al temple que resulta se le llama $\frac{1}{4}$ duro, $\frac{1}{2}$ duro, $\frac{3}{4}$ duro y duro total. Estas aleaciones no son magnéticas y se emplean en equipos típicos de procesamiento de alimentos. Los aceros *ferríticos* pertenecen a la serie AISI 400, y se les designa como 405, 409, 430, 446 entre otros. Son magnéticos y trabajan bien a temperaturas elevadas de 700°C a 1040°C, dependiendo de la aleación. No pueden tener tratamiento térmico, pero se pueden trabajar en frío para mejorar sus propiedades. Los aceros inoxidables *martensíticos* también pertenecen a la serie AISI 400 incluidos los tipos 403, 410, 414, 416, 420, 431 y 440. Son magnéticos, se pueden tratar térmicamente y tienen mayor resistencia que los de las series 200 y 300, pero conservan buena tenacidad. (Mott, 2006)

El *acero inoxidable tipo 304*, es un acero inoxidable *austenítico* para todo propósito, bajo en carbón, 18 - 8 (cromo - níquel). Tiene buena resistencia a la corrosión y es soldable. El tipo 304 es el acero inoxidable más ampliamente utilizado, se usa tanto en los equipos de procesamiento químico como de alimentos, en los hospitales, en los equipos de fábricas de papel y en los intercambiadores de calor, entre muchos otros usos. (BAND-IT-IDEX, INC., 2002)

2.1.15 TEFLÓN

Nombre comercial de un polímero del *tetrafluoretileno*, que es resistente a casi a todos los agentes químicos. (Alcázar del Castillo, 2002 b)

El *politetrafluoretileno* (PTFE), es un plástico resistente al calor hasta unos 300°C y presenta una inercia química extraordinaria a todos los

disolventes y agentes químicos, excepto a los metales alcalinos en estado fundido y al flúor a presión y temperaturas elevadas. El teflón es incombustible, no inflamable, antiadherente y no absorbe olores ni sabores. Además es aislante eléctrico y presenta resistencia total al envejecimiento y a los rayos ultravioletas. (Microsoft Corporation, 2007)

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CEREALES

Los cereales constituyen una de las fuentes principales de carbohidratos, aunque también contienen proteínas, grasas, algunas vitaminas y minerales. La estructura anatómica de los cereales es básicamente similar, diferenciándose de un cereal a otro solamente en ciertos detalles. Los granos de trigo y maíz (*cariópsides desnudos*) consisten en una cubierta (*pericarpio*) y la semilla comprende el *germen* y el *endospermo*. Los granos de arroz (*cariópsides vestidos*) contienen además, fuera de la envoltura del fruto, las *glumas* (*lema, palea*) que constituyen la cáscara. Los cereales constan de las siguientes partes principales: *Endospermo*, es la parte central del grano, formada por células de paredes finas, que son de variado tamaño, forma, composición. Es la parte almidonosa del grano. *Aleurona* o *capa aleurónica*, es la cubierta externa del *endospermo* formada por capas celulares gruesas, cuyo contenido está libre de almidón, pero es rico en proteína y grasas; *salvado* o *afrecho*, es la capa que cubre al grano y le da su color característico, está compuesta por el *pericarpio*, la *testa* y la *capa hialina*. El salvado proporciona la fibra bruta constituida por *pentosanas*, *hemicelulosa*, *celulosa* y *lignina*; y *embrión* o *germen*, es la parte reproductora del grano, está separado del *endospermo* por una membrana llamada *escutelo*, es rico en proteínas y

aceites conteniendo también vitamina B. (Alcázar del Castillo, 2002 a)

La cantidad de nutrientes en los cereales es afectada por la variedad de cereal de que se trate, la región donde se cultiva, las prácticas agronómicas empleadas y el grado de extracción de la harina. Por su parte, la disponibilidad de los nutrientes depende de muchos factores: grado de extracción, contenido de la fibra, *fitatos*⁸ y los componentes de la dieta en general. El valor nutritivo de la proteína puede ser evaluado mediante pruebas biológicas, como la eficiencia de proteína (PER). (Repo-Carrasco, 1998)

Tabla A. Composición química de cereales (por 100 g de porción comestible)

Componentes		Arroz pilado	Trigo	Maíz amarillo	Quinua blanca
Valor energético	(Kcal)	359	336	315	376
Humedad	(g)	13.1	14.5	17.2	10.1
Proteína	(g)	8.2	8.6	8.4	11.5
Grasa	(g)	0.5	1.5	1.1	8.2
Carbohidratos	(g)	77.8	73.7	69.4	66.7
Fibra	(g)	0.4	3	3.8	5.1
Cenizas	(g)	0.4	1.7	1.2	3.5
Calcio	(mg)	6	36	6	120
Fosforo	(mg)	92	224	267	165
Hierro	(mg)	0.8	4.6	1.7	-
Vitamina A	(mg)	-	0	2	0
Tiamina	(mg)	0.09	0.3	0.3	0.12
Riboflavina	(mg)	0.08	0.08	0.16	0.14
Niacina	(mg)	1.6	2.85	3.25	1.35
Acido ascórbico reducido	(mg)	0.9	4.8	0.7	-

Fuente: Collazos, y otros (1996)

⁸ Compuesto presente en la cáscara de los cereales, inhiben la absorción de hierro y calcio.

2.2.2 PROCESADO DE ALIMENTOS A ALTAS TEMPERATURAS

2.2.2.1 Expansión por explosión

El principio es calentar un alimento en una cámara de presión hasta alcanzar una presión de 100-200 lb/pulg² y luego se baja la presión en forma instantánea, abriendo repentinamente la cámara de presión. (Castro, 1986)

El principio de la expansión radica en la vaporización explosiva del agua en el interior de un alimento resultando un producto poroso y voluminoso con un contenido de humedad baja. (Espinoza, 1986)

El fundamento de este proceso es la vaporización explosiva del agua en el interior del material alimenticio. Es el proceso por el cual, añadiendo calor a alta presión a la humedad residual que contiene el producto, se calientan por encima de su punto de ebullición, convirtiéndose en agua sobrecalentada. Durante ese instante comienza una *plastización*⁹ del producto, obteniéndose el expandido o pop. (Mujica, y otros, 2006)

El fenómeno de expansión es un proceso de caída de presión el cual involucra una repentina transferencia de masa de vapor sobrecalentado en un espacio de baja presión. El almidón que se encuentra en el endospermo de los granos en forma de corpúsculos, discretos, redondeados o poliédricos, denominados “gránulos” están sometidos a un calentamiento por encima de la temperatura de gelatinización y a una presión de 150-200 lb/pulg², en ese momento el gránulo de almidón pierde su estructura organizada rompiendo puentes de hidrógeno, aumentando la penetración de moléculas de agua en el gránulo, las cuales se asocian a grupos *hidroxilos*

⁹ Capacidad de un material para deformarse, por la acción de una fuerza, y retener la nueva forma después de que aquella ha dejado de actuar

liberados durante el proceso. El proceso continúa hasta que se alcance la viscosidad máxima en cuyo momento las fuerzas de cohesión que mantienen la estructura del gránulo se debilitan hasta el punto que se pierde su integridad, ello origina un aumento progresivo del volumen del grano y mediante el escape rápido del vapor de agua se logra un producto inflado y poroso. (Chavez, 1990)

El fenómeno de expansión del grano resulta de la repentina expansión de vapor de agua (agua en estado gaseoso) en los intersticios del gránulo; la partícula es limitada en su estado de ensanchamiento por la deshidratación como consecuencia de la rápida difusión de vapor de agua fuera de ella; este fenómeno puede ser efecto físico o lógico de un aumento aparente de volumen de 8 a 16 veces con relación al trigo, unas 6 a 8 veces con relación al arroz. (Castro, 1986)

El *índice de expansión*, el cual es la proporción de la densidad del grano no hinchado a aquel material hinchado. En el proceso de expansión de maíz blanco entero se obtuvo una expansión máxima de 9.5, con 25% de humedad y 175 lb/pulg². (Espinoza, 1986)

2.2.2.2 Equipos de expansión por explosión

a) Equipo de expansión en *batch*

Es el más difundido en el medio, dado su sencillez de operación y economía. El equipo consta de una cámara hermética en forma esférica o cilíndrica, usa como medio de calentamiento exterior un quemador de kerosene, gasolina o quemadores de gas. La alimentación es a razón de 0.16 g/cm³ dentro de la cámara. La desventaja de este equipo radica en

su baja capacidad productiva y las condiciones internas van variando con el tiempo. (Seminario, 1993)

b) Sistema continuo de expansión por explosión

Según Heiland, y otros (1977), citado por Seminario (1993) indica que en este equipo se ha conseguido separar el calentamiento y la expansión como dos funciones independientes. Este sistema está provisto de conexiones con calentamiento de vapor sobrecalentado suministrado por un caldero, controles de presurización, para regular la presión en el interior de la cámara, independientemente de la temperatura y equipos neumáticos, para carga, descarga y movimientos de mecanismos internos, tales como válvulas, fajas transportadoras. Posee tres compartimientos, que a grandes rangos realizan las funciones básicas de alimentación, calentamiento, presurización, cámara de descarga y el pistón de descarga. La capacidad alcanzada en este equipo es de hasta 1000 lb/h para productos que ingresan con una humedad de 25%.

2.2.2.3 Proceso tecnológico de expansión de alimentos

El proceso del expandido de quinua perlada abarca los siguientes pasos: *hidratación*, deben tener humedades de 10-15%, otros recomiendan un 13% de humedad con media hora de reposo y 14% de humedad con 24 h., de oreo; *precalentamiento*, previa a la carga del insumo, es necesario homogenizar la temperatura de la cámara del equipo con un soplete a gas durante 20 min; *alimentación*, de acuerdo a la capacidad de carga, se alimenta con un embudo metálico, luego, se cierra herméticamente; *calentamiento*, por un lapso de 8 min., hasta que el manómetro registre una

presión de 165 lb/pulg²; *expandido*, se retira el soplete y se retira la tapa del expansor; *recepción*, en una cámara de recepción; *selección*, debe homogeneizarse para seleccionar granos reventados, granos quemados y otras irregularidades del *expandido*, el tamizado se hace en tamices metálicos de diferente diámetro; *envasado*, debe envasarse y sellarse manualmente en bolsas de polietileno transparente. (Mujica, y otros, 2006)

*Tabla B. Condiciones de proceso para *expandido* de diferentes materias primas a 3200 m.s.n.m.*

Materia prima o producto	Carga por tanda (kg)	Humedad adecuada (%)	Presión de:	
			Retiro de quemador (lb/pulg ²)	Explosión descarga (lb/pulg ²)
Maíz duro	1	10	160	180
Arroz	1	10	160	180
Fideos	0.8	10	140	160
Trigo	1	15	180	200
Cebada	1	15	180	200
Quinua	1	15	160	180
Kiwicha	1.5	10	140	160
Habas	1.5	15	80	100
Piel de cerdo	0.4	20	80	100

Fuente: Montero (1992)

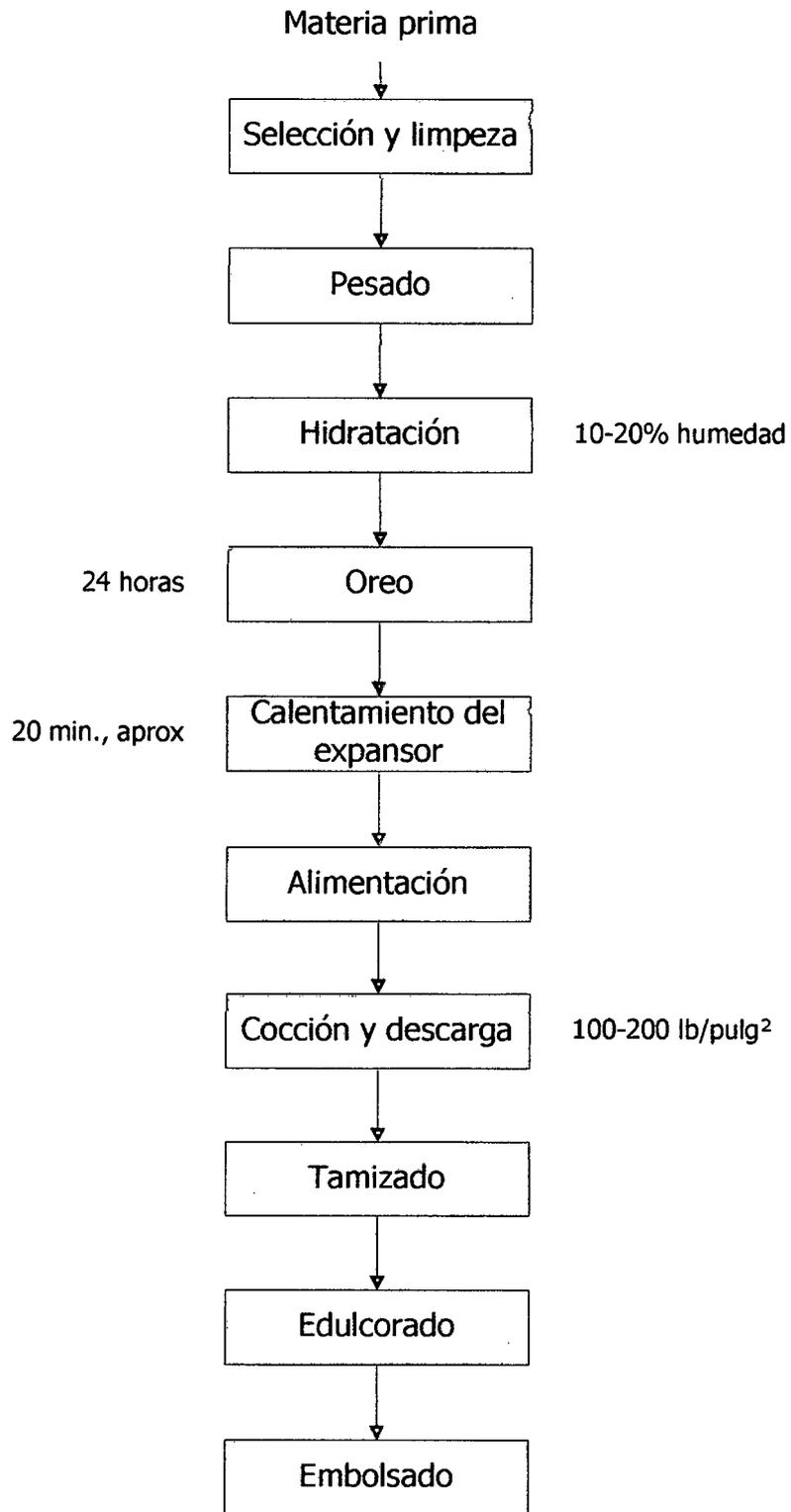


Figura A. Diagrama de flujo para la obtención de alimentos expandidos. (Mujica, y otros, 2006), (Montero, 1992)

2.2.2.4 Efectos del proceso de expansión por explosión en las propiedades fisicoquímicas y nutritivas

Los tratamientos térmicos son la causa principal de los cambios que se producen en las propiedades nutritivas de los alimentos. Así, por ejemplo, durante los mismos se produce la gelatinización de los almidones y la coagulación de las proteínas, lo que mejora su digestibilidad, al mismo tiempo que se destruyen algunos *compuestos antinutritivos*. Sin embargo, el calor destruye también algunas *vitaminas termolábiles* (vitamina C y el complejo B), reduce el *valor biológico* de las proteínas (debido a la destrucción de *aminoácidos* en las reacciones de *pardeamiento de Maillard*) y favorece la *oxidación de los lípidos*. (Fellows, 2000)

Se identificó la disminución de vitaminas y de otros nutrientes que sufrían los granos durante el proceso de tostado en caliente y se adoptó una práctica de restitución de ciertos nutrientes incorporando ya sea en la etapa de cocción, después del procesamiento o también el recubrimiento del azúcar, de esa manera alcanzar los niveles existentes en el grano entero. (Desrosier, 1983)

Uno de los compuestos nutricionales más valiosos de los granos andinos es el aminoácido *lisina*. Este, sin embargo, no soporta temperaturas altas. Los procesos que utilizan calor seco, como el tostado a alta temperatura y reventado, o el expandido de los granos, pueden disminuir notablemente la disponibilidad de la *lisina*. Así, la pérdida es significativa en el grano de amaranto reventado en calor seco; lo mismo en la harina tostada de qañiwa (cañihuaco), por lo que se debería preferir el consumo en forma hervida, en hojuelas o en extruido. (Tapia & Fries, 2007)

En el proceso de expansión por explosión de cañihua variedades *ramis* y *cupi*, se encontraron variaciones en la composición fisicoquímica y biológica de los granos y el producto expandido. (Sucari, 2003)

Tabla C. Análisis fisicoquímico y biológico promedio de dos variedades de cañihua en grano y expandido.

Componente	Variedad Ramis		Variedad Cupi	
	Grano	Expandido	Grano	Expandido
Humedad (%)	7.94	6.48	12.25	6.78
Proteína (%)	16.32	9.76	14.93	10.05
Grasa (%)	7.29	6.44	8.8	5.76
Fibra (%)	8.25	1.93	9.83	1.10
Cenizas (%)	2.55	1.35	2.47	1.20
Carbohidrato (%)	57.55	74.28	51.72	75.11
Energía (Kcal)	371.07	415.06	355.11	415.06
Almidón (%)	22.38	--	24.72	--
Azúcares reductores (g/100g)	--	6.74	--	7.05
Fósforo (mg/100g)	415	30.4	412	40
Calcio (mg/100g)	89.5	28	90	21.4
Hierro (mg/100g)	60.5	1.25	60.8	0.83
Digestibilidad proteica in vitro (%)	88.8	84.2	89.7	85.5

Fuente: Sucari (2003)

El tratamiento del calor aplicado a los cereales para desayuno tienen al menos dos principales *procesos unificantes*, uno es la creación de la textura frágil con su contenido de almidón gelatinizado, el otro es el cambio del aroma el cual resulta de la *dextrinación* de los almidones de los cereales. (Espinoza, 1986)

El afrecho de los cereales contiene *ácido fítico*, forma compuestos insolubles con el calcio y el hierro dificultando su *biodisponibilidad*. Mas del 90% de *ácido fítico* total del trigo se encuentra en la capa *aleurónica*. La enzima *fitasa* hidroliza el *ácido fítico* en *ácido fosfórico* e *inositol*. Su

temperatura óptima es de 55°C. Probablemente 40-60% del *ácido fítico* se hidroliza durante el procesamiento de diferentes productos, como expandidos y hojuelas. (Repo-Carrasco, 1998)

Se realizaron análisis a muestras aleatorias de productos expandidos encontradas en los mercados populares, éstos arrojaron residuales de plomo mostrando cantidades que no están permitidas para el consumo humano. Sin embargo, aun falta continuar con análisis exhaustivos tomados en diferentes momentos del proceso de producción para corroborar ésta hipótesis del residual de plomo en los productos por el uso del equipo, ya que al no estar envasados están expuestos también a la contaminación generada por los automóviles. (Febres, 2004)

Las ventajas principales del procesado con calor son: control relativamente sencillo de las condiciones del proceso; capacidad para producir alimentos estables que no requiere refrigeración; mejora la disponibilidad de algunos nutrientes (mejor digestibilidad de proteínas, gelatinización de almidones y liberación de niacina); destrucción de factores anti nutricionales. (Fellows, 2000)

2.2.3 METALES PESADOS EN ALIMENTOS

Los tóxicos se clasifican de la siguiente manera: sustancias nocivas para la salud en alimentos naturales; sustancias nocivas para la salud en alimentos en descomposición; sustancias nocivas para la salud formadas durante la preparación de los alimentos; residuos agropecuarios; residuos medio ambientales. (Matisseck, Schnepel, & Steiner, 1998)

La Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), en el 2005 realizó una

encuesta para la estimación de las ingesta de contaminantes provenientes de los alimentos. El plomo está presente en pequeñas cantidades en la mayor parte de los alimentos tal como se muestra en el grafico siguiente:

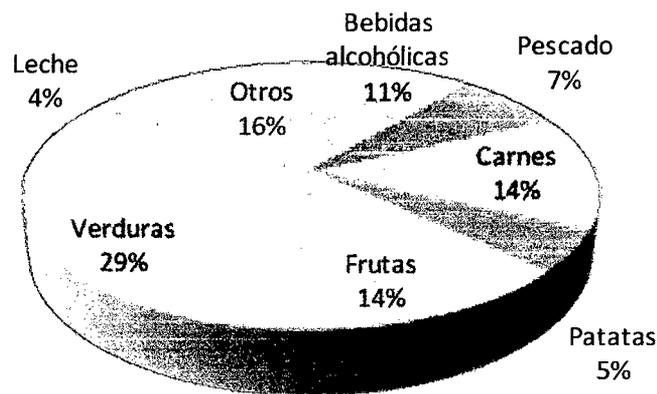


Gráfico A. Contribución de distintos grupos de alimentos en la ingesta de plomo en la Comunidad Autónoma del País Vasco. (Jalón, 2006)

Los contenidos máximos de contaminantes en *alimentos infantiles* para lactantes y niños de corta edad es: nitratos 200 mg/kg; aflatoxina B1 0.1 µg/kg; aflatoxina M1 0.025 µg/kg; ocratoxina A 0.5 µg/kg; patulina 10 µg/kg; deoxinivalenol 200 µg/kg; zearalenona 20 µg/kg; fumonisinas 200 µg/kg; plomo 0.02 mg/kg; estaño inorgánico 50 mg/kg; benzo(a)pireno 1 µg/kg. (Directiva 2006/125/CE, 2006)

El Comité del *Codex Alimentarius* acordó revisar la categoría de “productos a base de cereales, excepto el salvado” para denominarla “granos de cereales” y suprimir la frase “cereales destinados a elaboración posterior” en el apartado de observaciones; se mantuvo el nivel máximo (NM) de 0.2 mg/kg de plomo total para los granos de cereales, legumbres y leguminosas. (FAO/OMS, 2001)

Tabla D. Niveles máximo (NM) de plomo total en diversos alimentos

Numero de código	Alimento	NM (mg/kg)	Observaciones
FC1 FP9	Fruta	0.1	
FS12 FB18	Pequeñas frutas, bayas y		-
FT26 FI30	uva	0.2	
	Hortalizas		
VA35 VO50 VC45 VR75	Excepto las brasicáceas, las hortalizas de hoja, los hongos, los lúpulos y las hierbas	0.1	Incluidas las patatas peladas
VB40 VL53	Brasicáceas. Excepto la col Hortalizas de hoja. Excepto la espinaca	0.3	-
C81	Cereales en grano		
VD70	Legumbres	0.2	-
VP60	Hortalizas leguminosas		
MM97 PM100	Carne de bovino, ovino y porcino Carne de aves de corral	0.1	
MO97	Menudos comestibles de bovino, porcino y aves de corral	0.5	-
ML107	Leche ¹⁰	0.02	Se incluyen los productos lácteos secundarios
FF269	Vino	0.2	-
LM (sin especificar)	Preparados para lactantes	0.02	Listos para el consumo

Fuente: FAO/OMS (2007)

¹⁰ Debe aplicarse un factor de concentración a la leche parcialmente o totalmente deshidratada

2.2.4 CONTAMINACIÓN POR PLOMO

2.2.4.1 Fuentes de contaminación

La exposición al plomo ocurre mediante diferentes fuentes y vías, sin embargo, las bases de datos sobre las fuentes potenciales de exposición, con frecuencia no se encuentran disponibles. Cuando las fuentes no están bien identificadas, los datos sobre el uso industrial del metal pueden proporcionar información sobre las fuentes potenciales de exposición. Este metal se utiliza en muchos países para varios propósitos industriales como las pinturas, la soldadura, el barniz, la manufactura de baterías y como un aditivo para la gasolina. Por lo cual, las vías de exposición que resultan de su uso pueden incluir el aire, la comida, el agua, el polvo, el suelo y la pintura. En situaciones específicas existen otras vías que pueden ser importantes como la cerámica tratada con barniz que contiene plomo. (Romieu, 2003)

La mayoría de emisiones de plomo al ambiente provienen de la combustión de la gasolina a la cual se le ha agregado el tetra etilo de plomo como antidetonante y las principales *fuentes antropogénicas* del plomo son: humos y polvos emitidos en las fundiciones de plomo; fabricación de insecticidas, pinturas, vidrios y baterías; combustión de gasolinas con derivados de plomo; alimentos guardados en porcelana pintada con pigmentos de plomo. (Barrera, 1999)

2.2.4.2 Efectos de la contaminación

a) En la nutrición

El plomo tiene la capacidad de imitar y sustituir al calcio en muchos

sistemas biológicos. Otro mecanismo de toxicidad por plomo incluye la capacidad de interactuar con proteínas y enzimas fijadoras de metales; la interacción, por lo general, incluye la unión del plomo a grupos *sulfhídrico* y en menor grado a grupos fosfato y carboxilo. La unión a proteínas puede causar que la estructura proteica sufra un cambio conformacional, alterando así la capacidad de la proteína de funcionar con normalidad. (Yucra, Gasco, Rubio, & Gonzales, 2008)

En la actualidad, los envenenamientos por plomo se tratan administrando una sal de sodio o calcio del ácido *etilendiaminotetraacético* (EDTA). El plomo se elimina del organismo desplazando el calcio o el sodio y formando un complejo estable con EDTA que se evacúa por la orina. (Microsoft Corporation, 2007)

El mecanismo tóxico del plomo está dado por tres modalidades: compete con metales esenciales, especialmente el calcio y el zinc, en sus sitios de inserción; afinidad por los grupos *sulfhidrilos* (-SH) de las proteínas, lo que significa alteración de la forma y función de ellas; alteración del transporte de iones esenciales. (Poschenrieder & Barcelo, 2004)

El plomo trastorna fundamentalmente los procesos bioquímicos de, virtualmente, todas las células y los sistemas del organismo. Se une a las proteínas, particularmente a aquellas de los grupos del *sulfhidrico*, de tal manera que puede alterar su estructura y su función, o bien competir con otros metales en los sitios de enlace. Puesto que el plomo es químicamente similar al calcio, interfiere con diversos procesos dependientes de éste. Activa la *proteína C quinasa* (PCQ), que es una

enzima dependiente del calcio vinculada con el crecimiento y la diferenciación celular, la conservación de la barrera *hematoencefálica*, y la potenciación a largo plazo que se sospecha tiene que ver con la memoria. De hecho, la *proteína C quinasa* tiene una mayor afinidad con el plomo que el calcio. (Matte, 2003)

b) En la Agricultura

El punto más crítico del estrés por metales pesados, más que la toxicidad de los metales para las propias plantas, suele ser su capacidad de acumulación de los metales tóxicos y su posible transmisión, en la cadena trófica, hacia el hombre. Especial atención es este sentido merecen el cadmio y el plomo. Según sus patrones de acumulación de metales pueden distinguirse tres tipos de plantas: Las acumuladoras, las indicadoras y las excluyentes. Para que las raíces puedan absorber los metales del suelo, primero es preciso solubilizarlos (liberarlos de los componentes orgánicos e inorgánicos del suelo a los que están unidos). Esto podría conseguirse mediante secreción de radicular de moléculas *quelantes* o *reductasas*. Una vez solubilizados, los iones metálicos pueden entrar en las raíces a través de la vía *apoplástica* y de la *simplástica*, requiriendo generalmente esta última la presencia de un canal iónico o una proteína transportadora en la membrana plasmática de las células de la raíz. Se ha especulado con que algunos de estos canales iónicos podrían ser inespecíficos, de modo que podrían usarse por diferentes metales. Una vez que los iones metálicos alcanzan la raíz, pueden almacenarse en vacuolas en la primera raíz, a menudo en forma

quelada¹¹, o bien transportarse a partes aéreas: se ha informado de algunas especies híper acumuladoras que acumulan tanto en raíces como en partes aéreas. (Poschenrieder & Barcelo, 2004)

Tabla E. Rango de concentraciones tóxicas críticas (CTC) en suelos y plantas para diferentes metales y concentraciones máximas permitidas en suelos de uso agrícola y concentraciones típicas de metales en plantas híper acumuladoras. Todas las concentraciones son mg/kg peso seco.

Elemento	CTC en suelo ¹²	Concentración límite en suelos agrícolas ¹³		CTC _{10%} en planta ¹⁴	Concentraciones en algunas especies híper acumuladoras ¹⁵
		Suelo pH<7.0	Suelo pH>7.0		
		As	20-50		
Cd	3-8	1	3	4-200	-
Co	25-50	-	-	4-40	2000-10000
Cr	75-100	100	150	2-18	-
Cu	60-125	50	210	5-64	4000-12000
Hg	0.3-5	1	1.5	1-8	-
Mn	1500-3000	-	-	100-7000	11000-34000
Ni	100	30	112	8-220	13000-470000
Pb	100-400	50	300	-	1000-8200
Zn	70-40	150	450	100-900	10000-40000

Fuente: Poschenrieder & Barcelo (2004)

El plomo retarda la degradación de la materia orgánica afectando la dinámica del reciclaje de nutrientes del suelo. (Barrera, 1999)

¹¹ Son compuestos secuestrantes de iones metálicos y alcalinotérreos, que se combinan con rastros metálicos como hierro y cobre formando quelatos, estabilizando así los alimentos.

¹² Kabata Pendías, 2000

¹³ Real Decreto 1310/1990, BOE 1.11.1990

¹⁴ Alloway, 1995

¹⁵ Baker y Walker, 1990

c) En la Salud

La absorción de plomo se realiza por tres vías: respiratoria (por el aire), oral (con los alimentos) y cutánea (por contacto). Se deposita en riñón, hígado, bazo, médula ósea, cerebro, pulmones y sobre todo en el hueso. Los órganos o sistemas más afectados son: *Digestivo*; ribete negro de las encías, pérdida de apetito, dolor cólico abdominal, dolor de estómago y estreñimiento. *Nervioso*; cansancio y calambres. Si la intoxicación perdura pueden existir parálisis y alteraciones psíquicas. *Riñón*; insuficiencia renal. *Sangre*: Anemia. (Salud laboral en industrias del plomo, 2008)

La absorción de plomo puede constituir un grave riesgo para la salud pública. El plomo puede provocar un retraso del desarrollo mental e intelectual de los niños y causar hipertensión y enfermedades cardiovasculares en los adultos. (Reglamento CE nº 466/2001, 2001)

La ingestión de plomo más importante puede provenir de alimentos contaminados como resultado de: a) movilización del plomo desde fuentes naturales, b) depósito de partículas suspendidas en el aire en cultivos agrícolas o en alimentos preparados en la vía pública en áreas de gran tráfico vehicular, c) la cosecha, procesamiento, transporte, empaclado, preparación y almacenamiento de alimentos. Se indica que el empleo de envases sellados con soldadura de plomo y sin protección interna para impedir la movilización del plomo hacia el interior del envase, puede ser una fuente importante de contaminación de alimentos. (CEPIS-OPS-OMS)

Se considera *trabajador expuesto al riesgo de plomo* a todo trabajador que durante más de 30 días al año ejerce su actividad laboral en un ambiente con una concentración ambiental de plomo (Pb-A) superior o igual a 40 µg/m³ de aire, referido a 8 horas diarias y 40 semanales; en relación al nivel de plomo en sangre, aquél que presenta un nivel de plomo en sangre (Pb-B) mayor o igual a 40 mg/100 ml de sangre en el caso de los hombres y 30 mg/100 ml de sangre en el caso de las mujeres en periodo fértil. Los valores límite son: Ambientales, 0.15 mg/m³; Biológicos, 70 µg/100 mL sangre. (Salud laboral en industrias del plomo, 2008)

Tabla F. Evaluación de algunos contaminantes alimentarios

Sustancia	Ingestión semanal tolerable provisional para el hombre		Ingestión diaria admisible para el hombre
	mg/persona	mg/kg de peso corporal	mg/kg de peso corporal
Mercurio total	0.3	0.005	Ninguna
Metil mercurio (expresado en mercurio)	0.2	0.0033	Ninguna
Plomo ¹⁶	3	0.05	Ninguna
Cadmio	0.4-0.5	0.0067-0.0083	Ninguna

Fuente: FAO/OMS (1973)

El 10% de plomo ingerido en la comida es absorbido en el tracto intestinal, pero las tasas pueden ser mucho más altas si la ingestión ocurre en el estómago vacío. Los niños absorben proporcionalmente mucho más que los adultos; deficiencias de hierro y bajo consumo de

¹⁶ Estas dosis no se aplican a niños

calcio y vitamina D favorecen la absorción. Por otra parte, entre el 25 y 30% de plomo inhalado se deposita en los pulmones. El principal almacén de plomo en el organismo son los huesos y los dientes, en donde tiene un tiempo de residencia promedio de varios años. Existe un tiempo de residencia más corto, un mes aproximadamente, constituido por la sangre, los tejidos blandos y una parte del depósito óseo. El plomo inorgánico afecta la capacidad de síntesis de hemoglobina, el tiempo de vida de los eritrocitos, el sistema nervioso, los riñones, el tracto gastrointestinal, la reproducción y posiblemente sea agente cancerígeno y mutagénico y produzca patología cardiovascular y cerebro vascular. Si bien los efectos a corto plazo de los metales pesados pueden ser neutralizados con compuestos secuestrantes, los daños neurológicos y la degeneración de los tejidos causados por acumulación de metales pesados es irreversible. (Barrera, 1999)

El plomo es también una sustancia oxidante por lo que puede afectar diferentes órganos produciendo estrés oxidativo. (Yucra, Gasco, Rubio, & Gonzales, 2008)

El *saturnismo* es una enfermedad ocupacional conocida desde la antigüedad. El plomo su agente causal, inicia con el desprendimiento de vapores a 425°C, en cantidades significantes, los que al oxidarse en el medio ambiente forman óxidos de plomo, nocivos para el organismo. (Carlín & Ferrándiz)

Los límites máximos permisibles de exposición a contaminantes del medio ambiente laboral, están calculados para condiciones normales de temperatura y presión, y para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40

horas a la semana. (Palacios, 1999)

Tabla G. Límites máximos permisibles de exposición (LMPE) a contaminantes de plomo

SUSTANCIA	LMPE-PPT (mg/m ³ de aire)	LMPE-CT (mg/m ³ de aire)
Arseniato de plomo (como Pb)	0.15	0.45
Tetra etilo de plomo (como Pb)	0.1	0.3
Tetra metilo de plomo (como Pb)	0.15	0.5

Fuente. Palacios (1999)

2.2.5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE PLOMO

2.2.5.1 Espectrometría de absorción atómica

Los componentes de un aparato de AAS son una fuente de luz, que envía el espectro del elemento de interés; una "célula de absorción", en la que se forman los átomos por disociación térmica de la muestra a investigar; un monocromador para la división espectral de la luz, con la rendija de la salida, que selecciona la línea de resonancia; un receptor, que permite la medida la intensidad de la radiación, seguido de un intensificador, en el que se lee la absorción. (Matisseck, Schnepel, & Steiner, 1998)

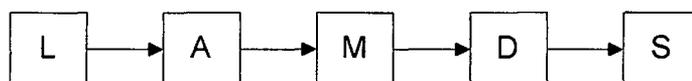


Figura B. Esquema de un espectrofotómetro. L Fuentes de luz (emisor de líneas), A Atomizador, M Monocromador, D Detector, S Registrador o indicador. (Matisseck, Schnepel, & Steiner, 1998)

La espectrometría de absorción atómica es un medio sensible para la identificación cuantitativa de más de sesenta metales. Las líneas de resonancia para los elementos no metálicos se localizan por lo general a longitudes de onda más cortas que 200 nm. Para muchos elementos, los

límites de detección para espectroscopia de absorción atómica con atomización de llama están en el intervalo de 1 a 20 ng/mL, o 0.001 a 0.02 ppm; para la atomización electrotérmica, las cifras son 0.002 a 0.01 ng/mL, o 2×10^{-6} a 1×10^{-5} ppm, tal como se observa en la siguiente tabla. (Skoog, Holler, & Crouch, 2008)

Tabla H. Límites de detección (ng/mL)¹⁷ para elementos seleccionados

Elemento	Llama en AAS	AAS ¹⁸ Electrotérmica	Llama de AES ¹⁹	AES ICP ²⁰	Llama de AFS ²¹
As	200	0.5	-	2	15
Cd	1	0.01	2000	0.07	0.1
Cr	4	0.03	5	0.08	0.6
Cu	2	0.05	10	0.04	0.2
Fe	6	0.25	50	0.09	0.3
Hg	500	5	-	-	5
Mg	0.2	0.002	5	0.003	0.3
Mn	2	0.01	-	0.01	1
Mo	5	0.5	100	0.2	8
Ni	3	0.5	600	0.2	0.4
Pb	8	0.1	200	1	5
Sn	15	5	300	-	200

Fuente: Skoog, Holler, & Crouch (2008)

El funcionamiento de un AAS con la técnica del tubo de grafito es como sigue: *Fuente de luz*; al aplicar una tensión a ambos electrodos (hasta 400 V aprox.), se origina una descarga, es decir, el gas noble se ioniza a baja presión reinante. Los iones formados, debido a la caída de tensión, llegan al cátodo, del que arrancan los átomos metálicos que a su vez resultaran excitados en la descarga, emitiendo un espectro característico del

¹⁷ ng/mL = 10^{-3} µg/mL = 10^{-3} ppm

¹⁸ Espectroscopía de absorción atómica

¹⁹ Espectroscopía de emisión atómica

²⁰ Plasma acoplado de manera inductiva

²¹ Espectroscopía de fluorescencia atómica

elemento. *Atomización*; la muestra se pasa al tubo de grafito frío con una micro pipeta, se eleva la temperatura paulatinamente (por ej., secado durante 20 s a unos 800-1200°C) para liberarla de sustancias acompañantes que pudieran interferir y finalmente se atomiza mediante una subida brusca de temperatura (por ej., 8 s a 2600°C; finalmente calentar 3 s a 2700°C). *Monocromador*, tiene la misión de seleccionar el intervalo espectral de interés y separar la línea de resonancia del elemento de interés de otras líneas de emisión. *Detector*, transforman el flujo de fotones en flujo de electrones, que serán acelerados nuevamente y liberarán a su vez un número todavía mayor de electrones. (Matisseck, Schnepel, & Steiner, 1998)

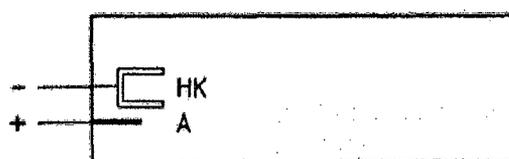


Figura C. Esquema de una lámpara de cátodo hueco. HK, Cátodo hueco, A Ánodo

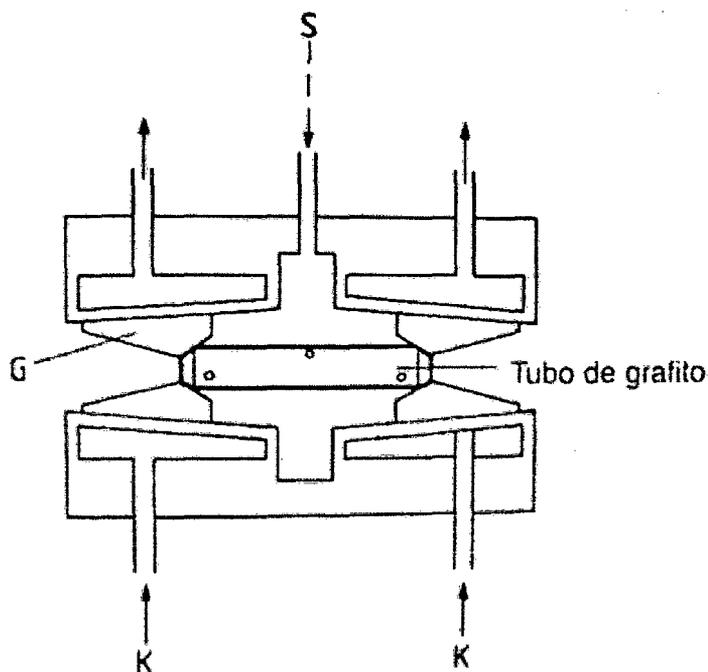


Figura D. Esquema de un horno de tubo de grafito con cubierta de tubo de grafito. S Gas protector, G Cono de grafito, K Agua de refrigeración

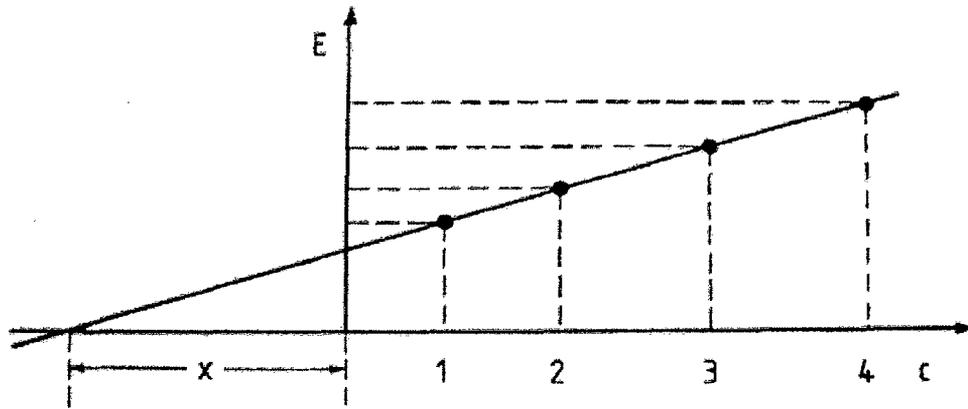


Gráfico B. Método de adición estándar. E Extinción, c Concentración, 1-4 Concentraciones conocidas añadidas a la disolución de la muestra, x Concentración de la muestra a determinar

Los cálculos se realizan sobre una curva patrón (extinción en función de la concentración) que es una recta debido a la validez de la ley de *Lambert-Beer*.

$$E = \lg \frac{I_0}{I_T} = k' \cdot c \cdot d$$

Donde:

E : Extinción

I_0 : Intensidad de la luz incidente

I_T : Intensidad de la luz transmitida

k' : factor de proporcionalidad

c : Coeficiente de absorción o concentración

d : Grosor de la capa

2.2.6 DISEÑO DE EQUIPOS

2.2.6.1 Consideraciones para el diseño

Durante la producción, elaboración, transporte, almacenamiento, preparación y servicio, los alimentos pueden entrar en contacto con una amplia variedad de materiales, por ej., metales, utensilios de cerámica

glaseada, vidrio y papel. En algunos casos, dependiendo de la naturaleza del alimento y del material, así como del tiempo y la temperatura de contacto, ello puede dar lugar a la contaminación del alimento. Tal contaminación debería evitarse seleccionando los materiales que entran en contacto con los alimentos, de forma que sean apropiados para el alimento y las condiciones de contacto. Debería evitarse el uso del plomo y el cadmio y sus compuestos en contacto con los alimentos. (FAO/OMS, 1999)

El equipo y los utensilios empleados en la manipulación de alimentos, deben estar fabricados de materiales que no produzcan ni emitan sustancias tóxicas ni impregnen a los alimentos y bebidas de olores o sabores desagradables; que no sean absorbentes; que sean resistentes a la corrosión y sean capaces de soportar repetidas operaciones de limpieza y desinfección. Las superficies de los equipos y utensilios deben ser lisas y estar exentas de orificios y grietas. El equipo y los utensilios deben estar diseñados de manera que permitan su fácil y completa limpieza y desinfección. La instalación del equipo fijo debe permitir su limpieza adecuada. (MINS/DIGESA, 1998)

Las consideraciones más importantes sobre el diseño y la construcción de equipos son: dimensiones, esto es, diámetros longitud, y sus limitaciones; presión de trabajo; temperatura de trabajo; diferencia de temperaturas en las paredes, método de calentamiento o enfriamiento; naturaleza corrosiva de los materiales que reaccionan y de los productos; tipo de funcionamiento, esto es, intermitente o continuo; número y tamaño de las aberturas en el recipiente, en la tapa y en el fondo; método de agitación; instalación vertical u horizontal; materiales disponibles, sus propiedades a la

tracción y su costo; tipo de construcción, esto es, forjada, soldada, remachada. (Perry & Chilton, 1982)

El proceso de diseño incluye lo siguiente: reconocer una necesidad y establecerla en términos generales; considerar varios esquemas para resolver el problema y seleccionar uno para investigarlo con mayor cuidado; realizar un diseño preliminar de la máquina, estructura, sistema o proceso seleccionado; realizar el diseño de todos los componentes y preparar todos los dibujos necesarios y las especificaciones detalladas. (Hall, Holowenko, & Laughlin, 1971)

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 LUGAR EXPERIMENTAL

Las muestras de productos expandidos fueron de las provincias de Yunguyo, El Collao, Puno, San Román, Huancané, Melgar y Cusco.

El rediseño y la construcción del expansor tipo *batch* se realizó en la Empresa SERVIFABRI SRL - maquinaria para la industria alimentaria, de la ciudad de Lima-Perú.

Las determinaciones de plomo total de las muestras de cereales y productos expandidos se hicieron en el Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA) de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) La Paz-Bolivia.

Las pruebas de funcionamiento del expansor rediseñado tipo *batch* y la obtención de productos expandidos, se realizaron en la Empresa El Altiplano SAC de la ciudad de Juliaca-Perú.

3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizaron muestras de cereales: Trigo (*Triticum aestivum* L.) variedad *El Gavilán*, arroz (*Oriza sativa* L.) variedad *Basmati* y maíz amarillo duro (*Zea*

mays L.) variedad INIA-605 Perú, procedentes del mercado Manco Capac de la ciudad de Juliaca, puesto del Sr. Juan Yanque Belizario. La quinua (*Chenopodium quinoa* willd) variedad Pasankalla y variedad Salcedo INIA, fue procedente de la Empresa El Altiplano SAC Juliaca, en cantidades de 50 gramos por muestra respectivamente.

Dentro de los productos expandidos envasados, las muestras de expandidos de quinua fueron provenientes de las empresas El Altiplano (Juliaca), TIC-PAC (Puno) e INCA SUR (Cusco), Los productos expandidos (trigo, maíz y arroz) a granel, se muestrearon de los mercados locales de la capital de las provincias respectivamente.

Las muestras se codificaron de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla I. Codificación de muestras para análisis de plomo total en el laboratorio de calidad ambiental (LCA) UMSA La Paz Bolivia

Rep.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	Cereales				Expandidos en provincias				Expandidos con prototipo rediseñado			
	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
1	A1	B1	C1	D1	a ₀ b ₀	a ₁ b ₀	a ₂ b ₀	a ₃ b ₀	A ₁ red	B ₁ red	C ₁ red	D ₁ red
2	A2	B2	C2	D2	a ₀ b ₁	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁	a ₃ b ₁	A ₂ red	B ₂ red	C ₂ red	D ₂ red
3	2-1	--	--	--	a ₀ b ₂	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂	a ₃ b ₂	2-3	--	--	--
4	2-2	--	--	--	a ₀ b ₃	a ₁ b ₃	a ₂ b ₃	a ₃ b ₃	2-4	--	--	--
5	--	--	--	--	a ₀ b ₄	a ₁ b ₄	a ₂ b ₄	a ₃ b ₄	--	--	--	--
6	--	--	--	--	a ₀ b ₅	a ₁ b ₅	a ₂ b ₅	a ₃ b ₅	--	--	--	--
7	--	--	--	--	A ₁ IS	--	--	--	--	--	--	--
8	--	--	--	--	A ₂ IS	--	--	--	--	--	--	--
Prom.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

a₀ expandido de quinua

a₁ expandido de maíz

a₂ expandido de arroz

a₃ expandido de trigo

b₀ Yunguyo

b₁ Ilave

b₂ Puno

b₃ Juliaca

b₄ Huancané

b₅ Melgar

A₁IS, A₂IS: expandido de quinua (Inca Sur – Cusco)

A₁red expandido de quinua con expansor rediseñado

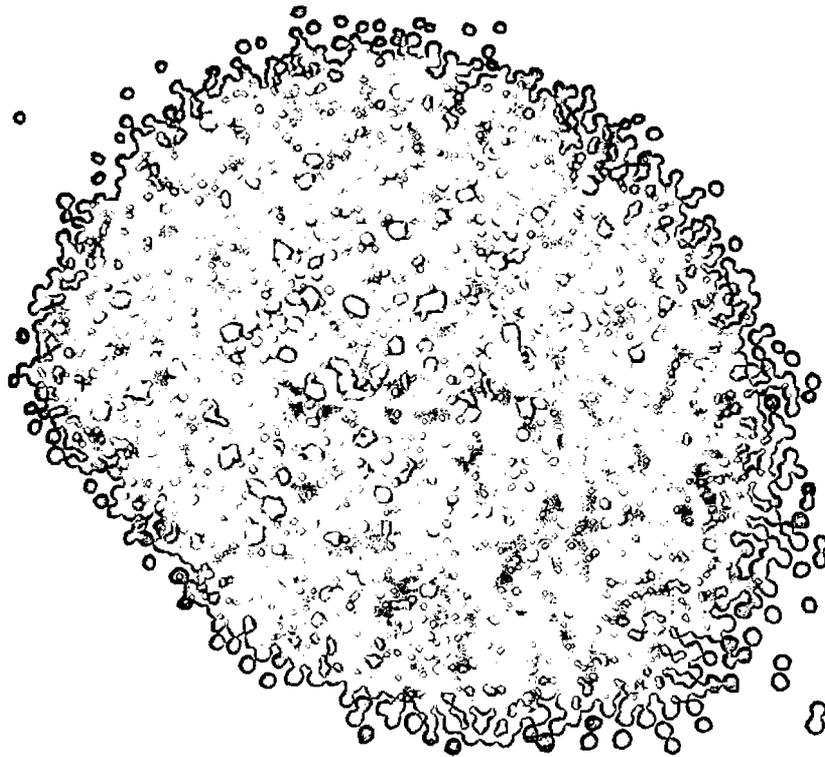


Figura E. Granos de quinua variedad Pasankalla. Cortesía de la empresa El Altiplano SAC Juliaca.(2008)

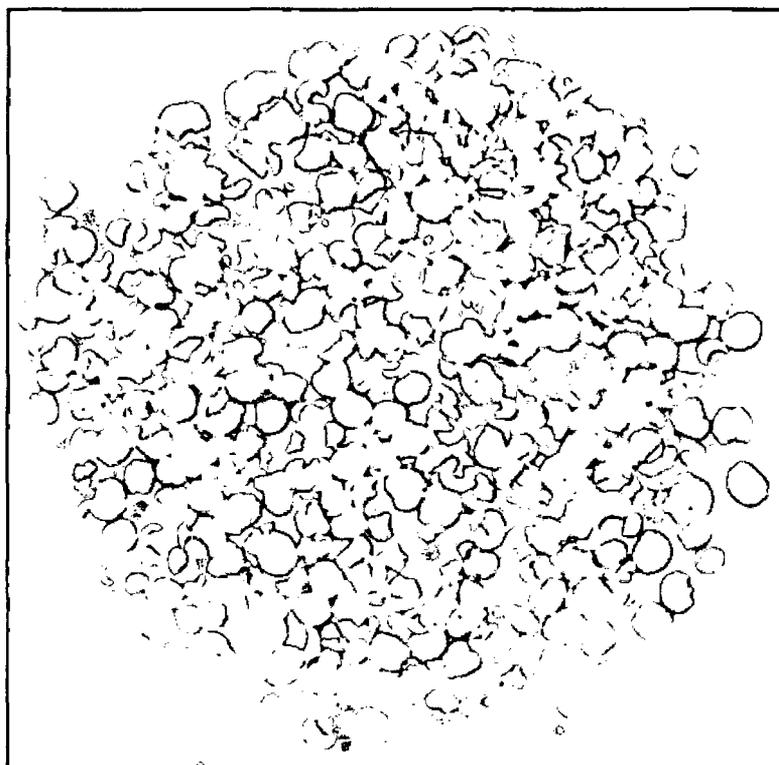


Figura F Expandido de quinua variedad Pasankalla. Cortesía de la empresa El Altiplano SAC Juliaca.(2008)



Figura G. Granos de trigo perlado variedad El Gavilan. Cortesía del Sr. Juan Yanque Belizario. Mercado Manco Capac Juliaca.(2008)



Figura H Expandido de trigo variedad El Gavilan. Cortesía de la empresa El Altiplano SAC Juliaca. (2008)



Figura I. Expendio de alimentos expandidos en el mercado de Huancané. (2008)



Figura J. Expendio de alimentos expandidos en el mercado de Ayaviri. (2008)

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 ANÁLISIS QUÍMICO

El contenido de plomo total expresado en mg/kg ó partes por millón (ppm), se realizó por el método de espectrofotometría por absorción atómica. Método *CEM BI-8/EPA 239.2* y *Microwave Reaction System / EPA 239.2*. En el anexo 2 se muestran procedimientos para el análisis de plomo.

3.3.2 REPORTES DE LABORATORIO

Los resultados del análisis de laboratorio de las muestras en estudio, se reportaron a través de los certificados oficiales de análisis, los cuales, se identificaron de acuerdo al código respectivo.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología empleada para el desarrollo del trabajo de investigación se presenta en la Figura 13.

3.4.1 VARIABLES

3.4.1.1 Factor en estudio

Contaminación de alimentos.

Los niveles son:

- Cereales
- Alimentos expandidos en provincias
- Alimentos expandidos con prototipo rediseñado

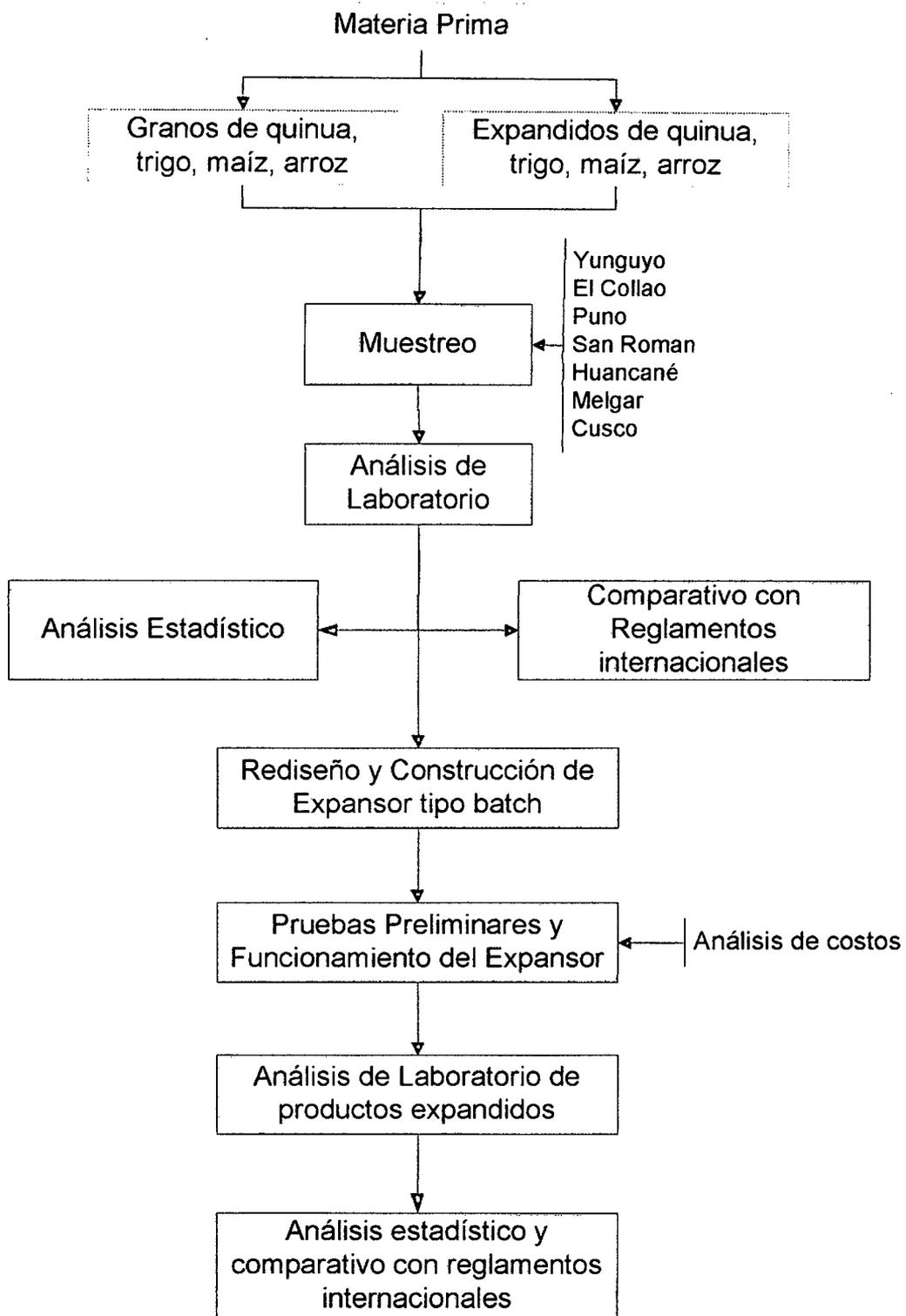


Figura K. Diagrama de flujo de la metodología empleada para la conducción del trabajo de investigación de tesis.

Fuente: Elaboración propia (2008)

3.4.1.2 Variables dependientes

- Contenido de plomo total (mg/kg)

3.4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se estableció bajo un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con diferente número de repeticiones. El factor en estudio es la contaminación de alimentos. Los tratamientos son los alimentos (quinua, maíz, arroz y trigo) y se considera como bloque al estado del alimento (cereales, alimentos expandidos en provincias y alimentos expandidos con prototipo rediseñado)

3.4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Al realizar el análisis de varianza y encontrar diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha=0.01$)

El modelo estadístico lineal es: $y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

Donde:

$i = 1; 2; 3; 4$. *Tratamientos: (quinua, maíz, arroz y trigo)*

$j = 1; 2; 3$. *Bloques: (cereales, alimentos expandidos en provincias, alimentos expandidos con prototipo rediseñado)*

3.5 ESTRATEGIA OPERATIVA DE LA EXPERIMENTACIÓN

El trabajo de investigación se realizó con las siguientes actividades claves:

- Para el análisis de plomo total de cereales y alimentos expandidos, se obtuvieron muestras representativas a través de un muestreo simple (nivel de inspección II y nivel de calidad aceptable NCA=0.4).

El peso fue de 50 gramos por muestra, que posteriormente fueron sellados herméticamente en bolsas de polietileno de baja densidad (PEBD).

- Para la evaluación de los materiales que constituyen el prototipo rediseñado, se realizó “la prueba del imán” recomendado por la Empresa INNOVA SRL-Juliaca, que consiste en: *Someter con un imán a la superficie de las partes que están en contacto o no con los alimentos.*
- Para el funcionamiento del prototipo rediseñado, se realizaron pruebas preliminares con el equipo y estos fueron: cierre hermético, cantidad de carga adecuada por *batch*, presión de retiro de la fuente de calor y presión de descarga del producto.
- Los productos expandidos obtenidos con el prototipo rediseñado, fueron envasados tal y como se obtuvieron, fueron sellados y logotipados
- Se realizó un análisis de costos para una planta de producción de alimentos expandidos con el prototipo rediseñado con y sin financiamiento. Los datos a octubre del 2009 son:
 - *Horizonte de planeamiento: 10 años*
 - *Se requiere un terreno de 210 m², con un precio neto por m² es de S/. 25. Todos los precios netos (no incluyen IGV).*
 - *Se ha estimado que la velocidad de rotación de las existencias es de 12 meses (periodo de desfase 01 mes).*
 - *La vida útil para los diferentes bienes de capital es: terrenos Indefinido, obras civiles 30 años, maquinaria y equipos 8 años, equipos de oficina 5 años e intangibles 3 años.*

- *Capacidad instalada 80%*
- *Gastos mensuales*
 - *Comunicaciones (telefonía e internet) : S/. 200*
 - *Papelería y útiles de oficina : S/. 230*
 - *Pasajes, viáticos y movilidad local : S/. 700*
 - *Publicidad : S/. 200*
 - *Mantenimiento de equipos : S/. 400*
- *Para financiar el proyecto se requiere de un préstamo que cubra aproximadamente el 60% del monto de la inversión, tanto para la inversión fija, como para el capital de trabajo, con una tasa de interés por deuda del 35% efectivo anual, con 12 trimestres para pagar la deuda incluida 2 periodos de gracia. El inversionista ha señalado que su tasa de interés de oportunidad alcanza 15% anual en términos de moneda constante (tasa de inflación 8% anual)*
- *Finalizado el horizonte de planeamiento y valorización de los activos fijos tangibles, se estima:*
 - *Terrenos valorizados en un 25% sobre su valor inicial*
 - *Edificaciones valorizadas en un 20% por debajo de su valor en libros*
 - *Maquinaria y equipo valorizado en un 20% de su valor inicial*
 - *El resto de activos en un valor despreciable.*
- Los precios y las cantidades de las edificaciones, maquinaria y equipos, equipos de oficina, intangibles, insumos, materiales directos e indirectos, mano de obra, energía eléctrica, agua, combustibles y lubricantes; se muestran en el anexo 5.

3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se realizó a través de los siguientes pasos:

- Recopilación de datos de contenido de plomo en alimentos en los registros respectivos.
- Elaboración de la matriz de la base de datos de contenido de plomo con reportes del laboratorio, se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel 2007.
- Verificación de los resultados según el modelo planteado, numero de tratamientos, numero de observaciones y parámetros estimados.
- Análisis e interpretación de la información estadística, comparando con normas del *Codex Alimentarius* y la *Unión Europea*
 - *Cereales* : 0.2 mg/kg NM plomo total
 - *Alimentos infantiles* : 0.02 mg/kg NM plomo total
- Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS Win v8.0 y SigmaPlot 11.
- Para el análisis de costos se utilizó el programa *Assistance Project Management (APM)* 2005. Se hizo comparaciones de la rentabilidad con financiamiento y sin financiamiento.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONTENIDO DE PLOMO TOTAL

En el gráfico 1 y la tabla 1, se presentan los resultados del contenido de plomo total (mg/kg) en cereales, alimentos expandidos en provincias y prototipo rediseñado.

Tabla 1. Contenido de plomo total (mg/kg) de cereales y alimentos expandidos en provincias del departamento de Puno y Cusco con expansores tradicionales y prototipo rediseñado.

Repetición	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	Cereales				Alimentos expandidos En provincias				Alimentos expandidos con Prototipo rediseñado			
	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5.4	1.4	7.5	3.3	<0.1	0.82	<0.1	<0.1
2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4.6	4.5	4.5	4.6	0.2	0.14	<0.1	0.35
3	<0.1	--	--	--	4.4	1.7	7.3	1.1	<0.1	--	--	--
4	<0.1	--	--	--	0.41	1.3	10	2.3	<0.1	--	--	--
5	--	--	--	--	4.9	6.3	3.9	4.5	--	--	--	--
6	--	--	--	--	<0.1	3.2	2.9	1.1	--	--	--	--
7	--	--	--	--	0.58	--	--	--	--	--	--	--
8	--	--	--	--	0.31	--	--	--	--	--	--	--
Promedio	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.59	3.07	6.02	2.82	0.13	0.48	<0.1	0.23

Fuente: LCA-UMSA (2009)

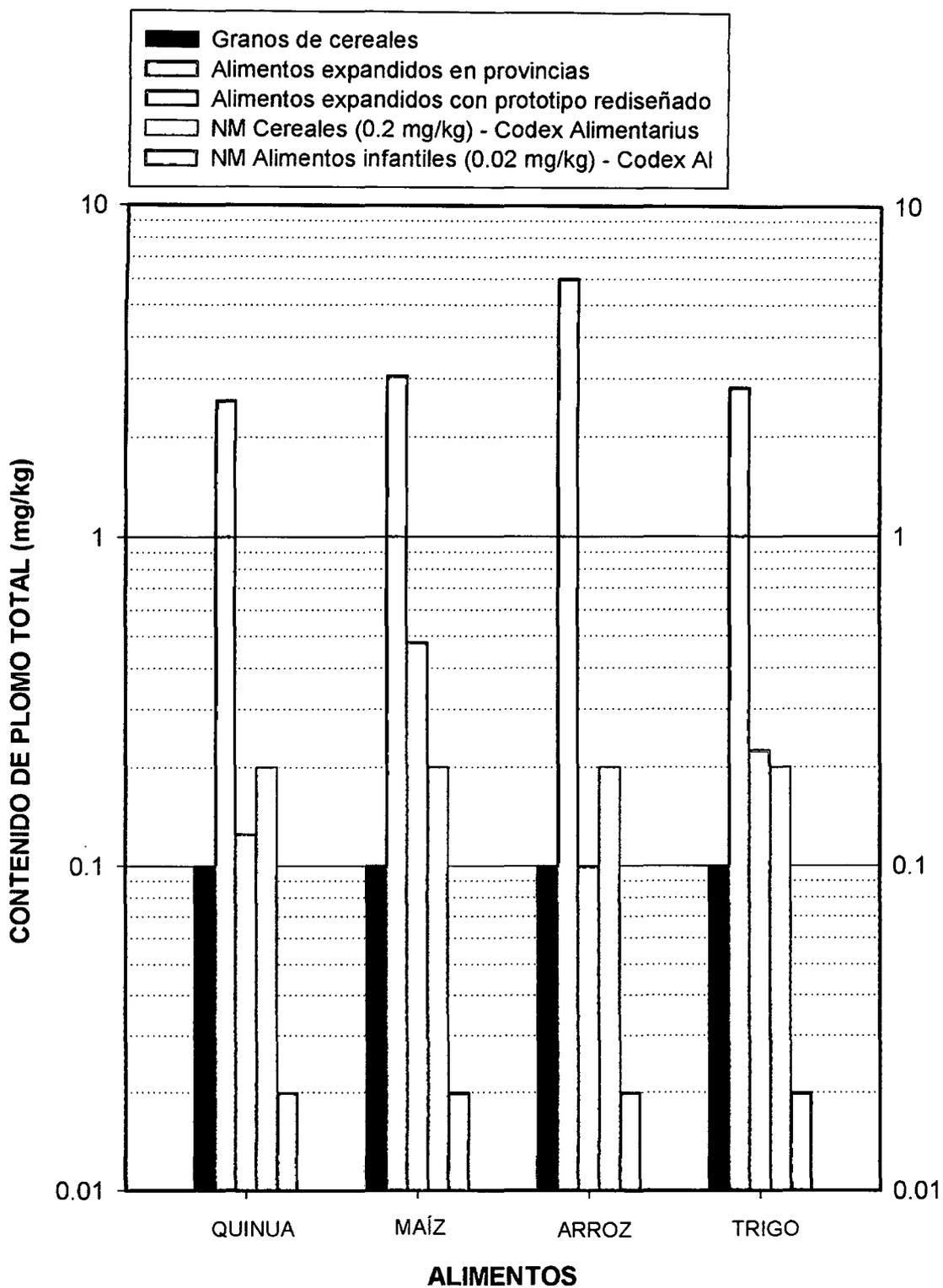


Gráfico 1. Contenido promedio de plomo total (mg/kg) en cereales, alimentos expandidos y normas internacionales

Fuente: Elaboración propia (2008)

Se puede observar que el contenido de plomo total de los cereales son menores a 0.1 mg/kg, están por debajo del nivel máximo del *Codex alimentarius* (0.2 mg/kg), este hecho se sustenta en lo manifestado por Poschenrieder & Barcelo (2004) que solo las plantas acumuladoras, las indicadoras y las excluyentes pueden acumular metales.

Al comparar el contenido de plomo total de los alimentos expandidos en provincias con las normas del *Codex alimentarius* y la *Unión Europea* para alimentos infantiles (0.02 mg/kg), sobrepasaron los niveles máximos. El incremento de plomo en alimentos sería por el uso del equipo, ya que según Febres (2004), atribuye al equipo utilizado en el proceso como fuente de la contaminación por plomo de alimentos expandidos. Asimismo al no estar envasados están expuestos también a la contaminación generada por los automóviles. Se observa un mayor contenido de plomo en el expandido de arroz, seguido de maíz, trigo y quinua, estos resultados probablemente estén relacionados con el contenido de carbohidratos y el índice de expansión, ya que según Chávez (1990) el almidón de los granos influye en el proceso de expansión por explosión y tras romper los puentes de hidrógeno, se aumenta la penetración de agua en los intersticios. Ello origina un aumento progresivo del volumen del grano de 8 a 16 veces con relación al trigo y unas 6 a 8 veces con relación al arroz (Castro, 1986)

El contenido de plomo total de los alimentos expandidos con el prototipo rediseñado en algunos casos (excepto el expandido de arroz) sobrepasaron las normas del *Codex alimentarius* y la *Unión Europea* para alimentos infantiles (0.02 mg/kg), este incremento probablemente sea por el ambiente de trabajo, derretimiento de la pintura de la superficie del equipo por la acción del calor

suministrado en la operación de calentamiento del expansor, ya que, Romieu (2003) señala a la pintura, soldaduras y el barniz como fuente de contaminación por plomo en alimentos. Por otro lado el límite de determinación de plomo del laboratorio fue de 0.1 mg/kg (ver anexo 1) lo que no permitió comparar con el nivel máximo de plomo para alimentos infantiles.

Se realizó el análisis de varianza (Anexo 3), al realizar la prueba de F se encontró una alta significación estadística para los bloques, por lo que se realizó la prueba de comparación múltiple de Duncan al 1% para observar mejor las diferencias de los promedios.

Tabla 2.- Análisis de varianza del contenido de plomo total de las variables en estudio.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr > F	Sig.
Bloques	2	10.76	5.38	27.87	<0.0001	**
Alimentos	3	1.45	0.48	2.50	0.0729	n.s.
Error	40	7.72	0.19			
Total	45	19.92				

Fuente: Elaboración propia (2008)

Tabla 3.- Prueba de comparación múltiple de Duncan al 1% para los bloques

Bloque	Media	N	Grupo Duncan
Alimentos expandidos en provincias	3.54	26	a
Alimentos expandidos con prototipo rediseñado	0.21	10	b
Granos de cereales	0.10	10	b

Fuente: Elaboración propia (2008)

La prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 1%, indica que, los alimentos expandidos de provincias tienen una media de 3.54 mg/kg de plomo total, que sobrepasa las normas del *Codex alimentarius* y la *Unión Europea* para alimentos infantiles (0.02 mg/kg). En cambio los alimentos expandidos con

el prototipo rediseñado y los granos de cereales (0.21 y 0.20 mg/kg respectivamente) no presentan diferencias estadísticas en el contenido de plomo. Las razones de la similitud del contenido de plomo entre cereales y alimentos expandidos con el prototipo rediseñado son por el material de contacto con los alimentos son de teflón (en la tapa) y acero inoxidable (en la cámara), pues, según el MINSA/DIGESA (1998) indica que el equipo y los utensilios empleados en la manipulación de alimentos, deben estar fabricados de materiales que no produzcan ni emitan sustancias tóxicas ni impregnen a los alimentos y bebidas de olores o sabores desagradables.

4.2 PROTOTIPO REDISEÑADO

Las dimensiones del prototipo rediseñado, se muestra en plano respectivo (ver anexo 4)

4.2.1 MATERIALES DEL EQUIPO

Para la evaluación de los materiales que constituyen el prototipo rediseñado, se realizó la “prueba del imán” y al someter en la superficie de las partes que estuvieron en contacto con los alimentos no existió atracción, esto es, característica de los materiales como es acero inoxidable, pues contiene cromo y níquel. Al someter el imán a las partes que no estuvieron en contacto con los alimentos, se observó una atracción y esto es característica del hierro fundido, ya que según la DRAE (2008) el imán tiene la propiedad de atraer el hierro, el acero y en grado menor algunos otros cuerpos. Asimismo los aceros *austeníticos* son aleaciones no magnéticas y se emplean en equipos típicos de procesamiento de alimentos. (BAND-IT-IDEX, INC., 2002)

4.2.1.1 Hierro fundido

- 2 medias tapas
- 2 soportes laterales
- Volante

4.2.1.2 Acero inoxidable 300 (acero martensítico)

- Tapa porta sello
- Horquilla con tuerca central
- Eje central roscado
- Eje lateral
- Palanca de ajuste de 5/8 pulg de diámetro
- Palanca de seguro de ½ pulg de diámetro

4.2.1.3 Acero inoxidable 304-2b (acero austenítico)

- Cámara receptora

4.2.1.4 Teflón

- Sellado hermético. Soporta temperaturas superiores a 300°C

4.2.1.5 Otros

- Manómetro con glicerina
- Fuente de suministro de calor a base de gas licuado de petróleo (GLP). Los accesorios están compuestos por una boquilla, válvula, manguera y regulador de gas.



Figura 1. (a) Vista lateral del expansor tipo batch tradicional, (b) tapa rellena con plomo.
Cortesía de la empresa El Altiplano SAC – Juliaca (2008)

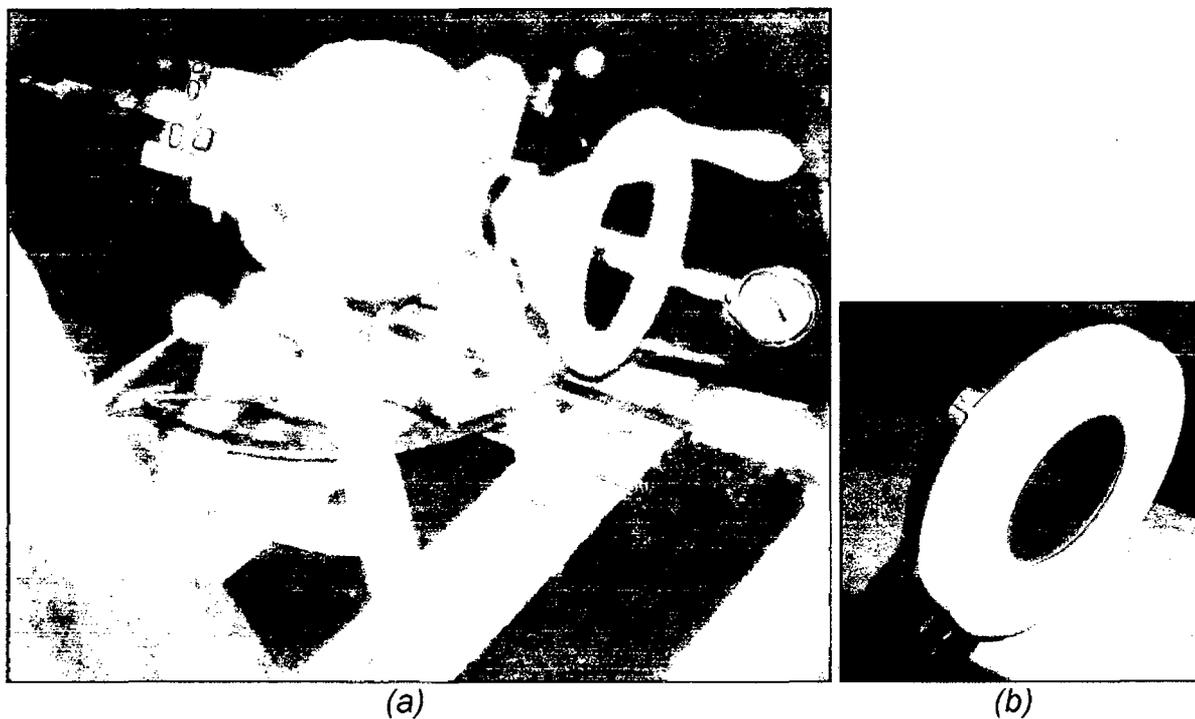


Figura 2. (a) Vista de perfil del prototipo rediseñado, (b) tapa provista de teflon. Cortesía
CICADER-FCA-UNAP-NUS-IFAD II (2008)

4.2.2 PRUEBAS DE AJUSTE

Con la finalidad de determinar las condiciones de proceso del prototipo rediseñado se realizaron pruebas de ajuste en la Empresa El Altiplano SAC Juliaca. Estas pruebas fueron: Cierre hermético, cantidad de carga, presión de retiro de la fuente de calor y presión de descarga con diferentes alimentos tal como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 4. Condiciones de proceso del prototipo rediseñado para la obtención de diferentes alimentos expandidos en la Empresa El Altiplano SAC - Juliaca.

Alimento	Carga por batch (kg)	Humedad adecuada (%)	Presión de:	
			Retiro de la fuente de calor (lb/pulg ²)	Explosión descarga (lb/pulg ²)
Maíz	1.5	10	130	150
Arroz	1	10	100	130
Trigo	1	10	130	150
Quinua	0,5	15	100	160
Kiwicha	1,5	15	100	150
Habas	1,5	10	80	100

Fuente: Elaboración propia (2008)

Los resultados de las condiciones de proceso tales como carga por batch, humedad, retiro de la fuente de calor y la presión de explosión para diferentes alimentos están alrededor de las condiciones indicadas por Montero (1992) a 3200 msnm; asimismo indica que las condiciones de proceso varían de acuerdo al lugar y la altura.

4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al realizar el análisis de costos para una planta de procesamiento de productos expandidos con características propias del Anexo 5, resulta que los

indicadores de rentabilidad para un proyecto puro (proyecto sin financiamiento externo) indican la factibilidad, pues, se tiene una tasa interna de retorno (TIR) de 20.27%; valor actual neto (VAN) de 19.72; beneficio costo (B/C) de 1.04 y un periodo medio de la recuperación de inversiones (PMRI) de 8.5 años.

Para un proyecto financiado hasta el 60% del capital total, resulta que el indicador de B/C es menor a 1 por lo que no se recomienda el financiamiento, a pesar de que los indicadores del TIR 15.27% y VAN 979 resulten factibles.

Tabla 5. Indicadores de rentabilidad para una planta de procesamiento de alimentos expandidos en la ciudad de Juliaca.

	Proyecto Puro	Proyecto Financiado
Interés de oportunidad	15%	15%
TIR	20.27%	15.27%
	Recomendable	Recomendable
VAN	19,72	979
	Recomendable	Mayor análisis
B/C	1.04	0.84
	mayor análisis	No recomendable
PMRI	8.50	9.94
	mayor análisis	mayor análisis

Fuente: Elaboración propia (2008)

La capacidad instalada de la planta de procesamiento de productos expandidos influye en los costos medios por kilogramo de productos expandidos. Para un 80% de la capacidad instalada se tienen costos medios de S/. 7.70 para expandido de quinua; S/. 5.00 para expandido de trigo y maíz; S/. 6.00 para expandido de arroz, los cuales son precios de venta aproximados a los mercados de las provincias del departamento de Puno.

CONCLUSIONES

Primero.- El contenido de plomo total promedio en cereales de quinua, maíz, arroz y trigo son menores a 0.1 mg/kg. Los alimentos expandidos de quinua, maíz, arroz y trigo que se expenden en mercados de provincias contienen en promedio 2.91; 3.07; 6.02 y 2.82 mg/kg. Los expandidos de los mismos cereales procesados en el prototipo rediseñado contienen 0.15; 0.48; menor de 0.10 y 0.23 mg/kg de plomo total respectivamente. Los cereales y alimentos expandidos con el prototipo rediseñado, no difieren estadísticamente y están alrededor del nivel máximo (NM) del *codex alimentarius* para cereales (0.2 mg/kg). Sin embargo el contenido de plomo total en los alimentos expandidos de provincias supera el NM del *codex alimentarius* en 17 veces aproximadamente.

Segundo.- Los materiales y partes de contacto con los alimentos del prototipo rediseñado son: Teflón (tapa) y acero inoxidable calidad 304-2b (cámara), los que redujeron el contenido de plomo total en alimentos expandidos.

Tercero.- Los indicadores de rentabilidad (TIR=20.27%; VAN=19.72 y B/C=1.04) reflejan la factibilidad para el proyecto de una planta de procesamiento de productos expandidos sin financiamiento externo. Los costos medios por kilogramo de los alimentos expandidos para un 80% de la capacidad instalada es S/. 7.70 para expandido de quinua; S/. 5.00 para expandido de trigo y maíz; S/. 6.00 para expandido de arroz

RECOMENDACIONES

Primero.- Implementar un sistema giratorio automático.

Segundo.-Estudiar los fenómenos de transferencia de masa y calor.

Tercero.- Considerar el ambiente de proceso y el uso o no de pintura en las superficies del equipo.

Cuarto.- Sensibilizar a través de medios de comunicación, municipios y otras entidades sobre el riesgo del consumo de expandidos en la salud y la necesidad de cambio de equipos de procesamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcázar del Castillo, J. (2002 b). *Diccionario técnico de industrias alimentarias*. Perú: ISBN 9972-9639-0X.
- Alcázar del Castillo, J. (2002 a). Tecnología de cereales. *Industrias Alimentarias*. SENATI, 32.
- Badui, S. (1999). *Química de los alimentos*. México: Alhambra Mexicana, S.A. de C.V.
- BAND-IT-IDEX, INC. (2002). *Especificaciones del acero*. THE CLAMPING EXPERTS. Recuperado el 13 de septiembre de 2008, de Empresa de Corporación IDEX: <http://www.BAND-IT-IDEX.com>
- Barrera, S. F. (1999). *Introducción a la problemática del medio ambiente*. Santafé, Colombia: Universidad de los andes. Departamento de ingeniería civil.
- Carlín, C. E., & Ferrándiz, J. J. (s.f.). *Algunas consideraciones sobre saturnismo entre los trabajadores de una fundición*. Recuperado el 15 de octubre de 2009, de Scielo: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v10n1/a05v10n1.pdf>
- Castro, N. R. (1986). *Procesamiento de la cebada por el metodo de expansión por explosión*. Tesis, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- CEPIS-OPS-OMS. (s.f.). *Lo que usted debe saber del plomo*. Recuperado el 12 de Octubre de 2009, de <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsars/e/fulltext/ineplomo/ineplomo.pdf>
- Chavez, R. N. (1990). *Planta de procesamiento de maíz, trigo y arroz por el método de expansión por explosión. Proyecto de prefactibilidad*. Tesis, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco.
- Collazos, C., White, P. L., White, H. S., Viñas, E., Alvistur, E., Urquieta, R., y otros. (1996). *Tablas Peruanas de composición de alimentos*. (7 ed.). (A. Zavaleta, C. Cabezas, J. Chang, & N. Baiochi, Edits.) Lima, Perú.
- D.R.A.E. (2001). Real Academia Española: Diccionario de la lengua española. *Microsoft Encarta y Student Program Manager (22a)*. (E. Abraham, E. Aguilar, J. Aguirre, E. Alberola, I. Alcázar, B. Alvarez, y otros, Trads.) Madrid, España.
- Desrosier, N. W. (1983). *Elementos de tecnología de alimentos*. México: AVI Publishing Company.

- Directiva 2006/125/CE. (2006). *Relativa a los alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad*. Diario oficial de la Unión Europea.
- Espinoza, Y. (1986). *Procesamiento de maíz por el método de expansión por explosión*. Tesis, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- FAO/OMS. (2007). *Comisión del Codex Alimentarius: Manual de procedimiento*. (17 ed.). Roma, Italia: ISSN 1020-8097.
- FAO/OMS. (1999). *Informe de la 30a reunión del comité del codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos*. Roma-Italia: ALINORM 99/12.
- FAO/OMS. (2001). *Informe de la 32a reunión del comité del codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos*. Ginebra, Suiza: ALINORM 01/12.
- Febres, M. (Septiembre de 2004). CONCYTEC. Recuperado el 13 de agosto de 2008, de Proyecto regional DESK de la red de transferencia tecnológica. Informe de consultoría. Sector Agroindustria: <http://www.concytec.gob.pe/red-andina/nodoperu/inforsecprioza/3sectoragroindustria.pdf>
- Fellows, P. (2000). *Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y práctica* (2da ed.). (J. Ceamanos, Trad.) Zaragoza, España: ACRIBIA S.A.
- Hall, A. S., Holowenko, A. R., & Laughlin, H. G. (1971). *Teoría y problemas de diseño de máquinas*. (1 ed.). (D. Lopez, & G. Sanchez, Trads.) México: MCGRAW-HILL.
- Jalón, M. (17 de Noviembre de 2006). *Asociación Vasca de Pediatría de Atención Primaria. Oinarrizko Osasun-Laguntzako Peditriari Buruzko XVIII. Jardunaldiak*. Recuperado el 20 de Agosto de 2008, de Seguridad química de los alimentos: Los niños como grupo de riesgo: <http://www.avpap.org/documentos/jornadas2006/segalimentos.pdf>
- Matisseck, R., Schnepel, F. M., & Steiner, G. (1998). *Análisis de los alimentos. Fundamentos-Métodos-Aplicaciones*. (O. Lopez, Trad.) Zaragoza, España: ACRIBIA S.A.
- Matte, T. D. (2003). Efectos del plomo en la salud de la niñez. *Salud Publica* , 45, 5.
- Microsoft Corporation. (2007). Microsoft Encarta y Student Program Manager. (E. Abraham, E. Aguilar, J. Aguirre, E. Alberola, B. Alvares, S. Arauz de Robles de la Riva, y otros, Trads.) Redmond, WA 98052-6399, Estados Unidos.
- MINSA/DIGESA. (1998). *Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas*. Decreto Supremo N° 007-98-SA, MINSA/DIGESA, Lima.

- Montero, R. (1992). Expandidos. *Tecnología intermedia ITDG - Programa de procesamiento de alimentos* (3), 24.
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. (4 ed.). (V. Gonzales y Pozo, Trad.) México: PEARSON Educación.
- Mujica, A., Ortiz, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., Romero, A., y otros. (2006). *Agroindustria de la quinua (Chenopodium quinoa Willd) en los países andinos*. Puno, Perú: Altiplano EIRL.
- Palacios, M. (1999). *NOM 010-STPS FABREGAT*. Recuperado el 12 de Octubre de 2008, de www.fabregat.com/catalogo/NOMs/NOM-010-STPS-1993.doc
- Palacios, M. (1999). *NOM 010-STPS FABREGAT*. Recuperado el 12 de Octubre de 2009, de Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral:
<http://www.fabregat.com/catalogo/NOMs/NOM-010-STPS-1993.doc>
- Perry, J. R., & Chilton, C. (1982). *Manual del ingeniero químico* (5a ed., Vol. I). México: McGRAW-HILL.
- Poschenrieder, C., & Barcelo, J. (2004). Estres por metales pesados. En M. J. Reigosa, N. Pedrol, & A. Sanchez, *La ecofisiología vegetal. Una ciencia de síntesis*. (pág. 1193). España: Paraninfo S.A.
- Reglamento CE nº 466/2001. (8 de Marzo de 2001). *Centro tecnológico de la industria cárnica de La Rioja*. Recuperado el 13 de Agosto de 2008, de Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Diario oficial de la Unión Europea: http://www.ctic-larioja.es/informacion/biblio_legislacion/legislacion84.pdf
- Repo-Carrasco, R. (1998). *Introducción a la ciencia y tecnología de cereales y de granos andinos*. Lima, Perú: AGRARIA.
- Romieu, I. (2003). Uso de los datos de plumbemia para evaluar y prevenir el envenenamiento infantil por plomo en latinoamérica. *Salud Pública* (2:S244-S251), 8.
- Salud laboral en industrias del plomo*. (2008). Recuperado el 12 de Agosto de 2008, de Junta de comunidades de Castilla-La Mancha: <http://www.jccm.es>
- Seminario, S. (1993). *Elaboración de gríts de manzana por el método de expansión por explosión*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.

- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2008). *Principios de análisis instrumental*. (6 ed.). (M. B. Anzures, Trad.) México: Cengage Learning.
- Sucari, M. L. (2003). *Determinación de la humedad y presión de proceso de expansión por explosión para dos variedades de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen)*. Tesis, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE Lima. (R. Cadmo, Ed.) Roma, Italia: ISBN 978-92-5-305682-8.
- Yucra, S., Gasco, M., Rubio, J., & Gonzales, G. F. (12 de Noviembre de 2008). *Exposición ocupacional a plomo y pesticidas organofosforados: Efecto sobre la salud reproductiva masculina*. Recuperado el 12 de Octubre de 2009, de Scielo: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n4/a09v25n4.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1: CERTIFICADOS OFICIALES DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente: JHONY MAYTA
Solicitante: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO-PERU
Dirección del cliente: Juliaca
Puno-Perú
Procedencia de la muestra: Juliaca
Provincia: Juliaca
Departamento: Puno
Punto de muestreo: No proporcionado por el cliente
Responsable del muestreo: Jhony Mayta
Fecha de muestreo: 2009-02-02
Hora de muestreo: 15:00
Fecha de recepción de la muestra: 2009-02-27
Fecha de ejecución del ensayo: Del 27 de febrero al 23 de marzo de 2009
Caracterización de la muestra: Granos de quinua
Tipo de muestra: Simple
Envase: bolsa de plástico selladas
Código LCA: 2-1, 2-2

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	INIA-01 2-1	INIA-02 2-2
Plomo total	CEM BI-8/EPA 239.2	mg/kg	0,10	< 0,10	< 0,10

El informe no debe reproducirse, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su integridad.

cc. Archivo
JClv/tpb



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente: JHONY MAYTA
Solicitante: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO-PERU
Dirección del cliente: Juliaca
Puno-Perú
Procedencia de la muestra: Juliaca
Provincia: Juliaca
Departamento: Puno
Punto de muestreo: No proporcionado por el cliente
Responsable del muestreo: Jhony Mayta
Fecha de muestreo: 2009-02-02
Hora de muestreo: 15:00
Fecha de recepción de la muestra: 2009-02-27
Fecha de ejecución del ensayo: Del 27 de febrero al 23 de marzo de 2009
Caracterización de la muestra: Expandido de quinua
Tipo de muestra: Simple
Envase: bolsa de plástico selladas
Código LCA: 2-3, 2-4

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	EXPANDIDO 01 2-3	EXPANDIDO 02 2-4
Plomo total	CEM BI-8/EPA 239.2	mg/kg	0,10	< 0,10	< 0,10

El informe no debe reproducirse, sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su integridad.




Ing. Jaime Chincheros Panjagua
RESPONSABLE LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

Informe de Ensayo: MO 015/09

Página 1 de 21

INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de quinua
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-1, 15-2

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	A1 IS 15-1	A2 IS 15-2
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	0,31	0,85

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



Informe de Ensayo: MO 015/09

Página 2 de 21

INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de quinua
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-3, 15-4

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	A1 RED 15-3	A2 RED 15-4
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	< 0,10	0,20

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



Informe de Ensayo: MO 015/09

Página 3 de 21

INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos De maíz y arroz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-5, 15-6

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	B1 RED 15-5	C1 RED 15-6
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	0.82	< 0,10

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de arroz y trigo
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-7, 15-8

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C2 RED 15-7	D1 RED 15-8
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	< 0,10	< 0,10

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de trigo y maíz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-9, 15-10

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	D2 RED	NE (B2 RED)
				15-9	15-10
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	0,35	0,14

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



Informe de Ensayo: MO 015/09

Página 6 de 21

INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de maíz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-11, 15-12

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a1b0 15-11	a1b1 15-12
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	1,4	4,5

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de maíz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-13, 15-14

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a1b2 15-13	a1b3 15-14
Plomo total	Microware Reacción System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	1,7	1,3

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



Informe de Ensayo: MO 015/09

Página 8 de 21

INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de maíz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-15, 15-16

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a1b4 15-15	a1b5 15-16
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	6,3	3,2

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de arroz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-17, 15-18

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a2b0 15-17	a2b1 15-18
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	7,5	4,5

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de arroz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-19, 15-20

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a2b2 15-19	a2b3 15-20
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	7,3	10

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de arroz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-21, 15-22

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a2b4 15-21	a2b5 15-22
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	3,9	2,9

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de trigo
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-23, 15-24

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a3b0 15-23	a3b1 15-24
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	3,3	4,6

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de trigo
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-25, 15-26

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a3b2 15-25	a3b3 15-26
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	1,1	2,3

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de trigo
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-27, 15-28

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a3b4 15-27	a3b5 15-28
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	4,5	1,1

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de quinua
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-29, 15-30

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a0b0 15-29	a0b1 15-30
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	5,4	4,6

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Ciente:	CICADER
Solicitante:	Ing: Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de quinua
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-31, 15-32

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a0b2 15-31	A0b3 15-32
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	4,4	0,41

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Expandidos de granos de quinua
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-33, 15-34

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	a0b4 15-33	A0b5 15-34
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	4,9	< 0,10

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Grano natural de quinua
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-35, 15-36

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	A1 15-35	A2 15-36
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	< 0,10	< 0,10

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Grano natural de maíz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-37, 15-38

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	B1 15-37	B2 15-38
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	< 0,10	< 0,10

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Grano natural de arroz
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-39, 15-40

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C1 15-39	C2 15-40
Plomo total	Microwave Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	< 0,10	< 0,10

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009



INFORME DE ENSAYO DE MUESTRAS ORGÁNICAS

Cliente:	CICADER
Solicitante:	Ing. Rosario Bravo Portocarrero
Dirección del cliente:	Puno - Perú
Procedencia de la muestra:	Puno
	País: Perú
Punto de muestreo:	Cultivo de quinua, maíz y arroz
Responsable del muestreo:	Jhony Mayta
Fecha de muestreo:	No especificado por el cliente
Hora de muestreo:	No especificado por el cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de abril 2009
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 28 de abril al 28 de mayo 2009
Caracterización de la muestra:	Grano natural de trigo
Tipo de muestra:	No especificado por el cliente
Envase:	Bolsa plástica selladas
Código LCA:	15-41, 15-42

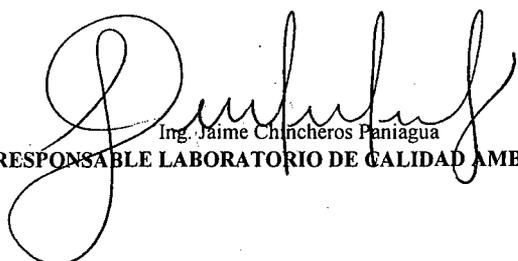
Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	D1 15-41	D2 15-42
Plomo total	Microware Reaction System/EPA 239.2	mg/kg	0,10	< 0,10	< 0,10

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

La Paz, junio 5 de 2009




Ing. Jaime Chincheros Paniagua
RESPONSABLE LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

**ANEXO 2: PROCEDIMIENTOS PARA ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE
PLOMO**

PROCEDIMIENTO 1

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSH), usa el siguiente procedimiento para determinar el contenido de plomo por absorción atómica.

a) Equipo a utilizar

- Espectrofotómetro de absorción atómica equipado para flama *Varian SpectrAA 110-220FS*.
- Lámpara de cátodo hueco *Varian SpectrAA* plomo, número de catalogo 56-101029-00

b) Material

- Vasos de precipitado de 40 mL.
- Piseta.
- Recipientes

c) Reactivos

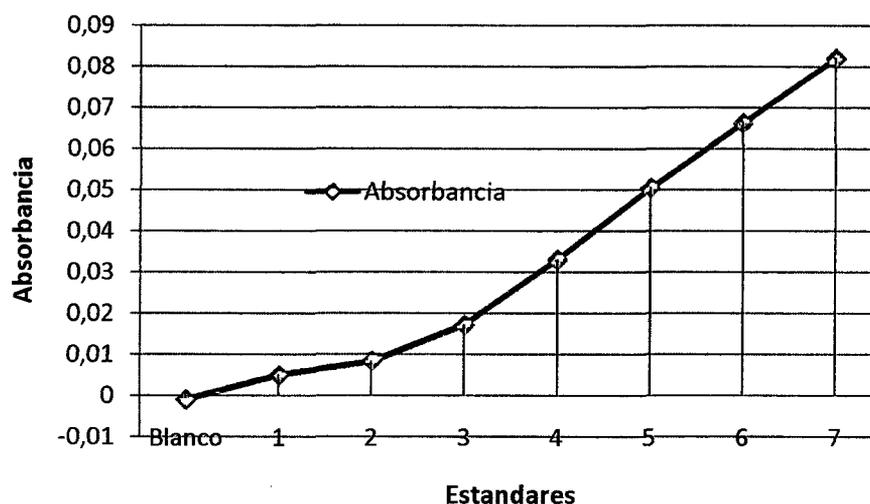
- Estándares de plomo en ácido clorhídrico 1N con las siguientes concentraciones: 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 y 2.00 ppm.
- Solución blanco: Solución de ácido clorhídrico 1N.
- Soluciones de muestras preparadas

d) Condiciones Instrumentales.

- Corriente de lámpara: 5.0 mA.
- Longitud de onda: 217 nm.
- Paso de la luz: 1.0 nm.
- Flujo de aire: 13.50 l/min
- Flama utilizada : Aire /Acetileno
- Flujo de acetileno: 2.0 l/min.

e) **Tabla 8. Curva de Calibración**

	ppm	Absorbancia	%RSD
Blanco	0	-0,0009	
Estándar 1	0,1	0,005	6,1
Estándar 2	0,2	0,0084	1,6
Estándar 3	0,4	0,0172	0,3
Estándar 4	0,8	0,0331	0,5
Estándar 5	1,2	0,0506	0,2
Estándar 6	1,6	0,0663	0,3
Estándar 7	2	0,0821	0,6



PROCEDIMIENTO 2

El procedimiento seguido por *Gabrielli Favretto (1990)* para analizar los metales pesados (Pb, Cd, Cu y Zn) por espectroscopia de absorción atómica en las muestras orgánicas consiste en:

- Pesar 50 g de muestra en crisoles de porcelana de 100 mL.
- Secar en estufa a 100°C hasta alcanzar peso constante, colocar los crisoles en la mufla a 450°C por 16 horas para incinerar las muestras.
- Una vez enfriados se añaden 2 mL de ácido nítrico 2N para favorecer el blanqueado de las cenizas y secar las muestras ácidas en una placa termostática.
- Posteriormente, se evapora el ácido y se vuelve a colocar los crisoles en la mufla a 450°C por una hora. Para la recuperación de las cenizas se añade 5 mL de ácido nítrico 2N y 20 mL de ácido nítrico 0.1N; posteriormente se realiza el filtrado con embudos y papel filtro Whatman No. 40.
- Se almacena en recipientes de polipropileno y se coloca las muestras en refrigeración. Todo el material de vidrio y plástico deben estar lavados con ácido nítrico al 10% antes de su uso.
- Las curvas de calibración se preparan considerando las siguientes concentraciones: Plomo: 0.0, 0.5, 1.5, 3.0, 5.0; cadmio: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5; cobre: 0.0, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0; zinc: 0.0, 0.2, 0.6, 0.8, 5.0 mg/L respectivamente.

ANEXO 3: ANÁLISIS ESTADÍSTICO

PROGRAMA S.A.S.

PROGRAM EDITOR

DATA PLOMO;

OPTIONS NODATE NONUMBER LS=75 PS=50;

INPUT BLOQ ALIM PB;

Y = (PB+1)**0.5;

CARDS;

1	1	0.1
1	1	0.1
1	1	0.1
1	1	0.1
1	2	0.1
1	2	0.1
1	3	0.1
1	3	0.1
1	4	0.1
1	4	0.1
2	1	5.4
2	1	4.6
2	1	4.4
2	1	0.41
2	1	4.9
2	1	0.1
2	1	0.58
2	1	0.31
2	2	1.4
2	2	4.5
2	2	1.7
2	2	1.3
2	2	6.3
2	2	3.2
2	3	7.5
2	3	4.5
2	3	7.3
2	3	10
2	3	3.9
2	3	2.9
2	4	3.3
2	4	4.6
2	4	1.1
2	4	2.3
2	4	4.5
2	4	1.1
3	1	0.1
3	1	0.2
3	1	0.1
3	1	0.1
3	2	0.82
3	2	0.14
3	3	0.1
3	3	0.1
3	4	0.1
3	4	0.35

;

PROC PRINT; RUN;

PROC GLM;

```

CLASS BLOQ ALIM;
MODEL PB Y = BLOQ ALIM;
MEANS BLOQ / DUNCAN ALPHA = 0.01;
RUN;

```

Donde:

```

BLOQ 1 = Granos de cereales
BLOQ 2 = Expandidos de provincias
BLOQ 3 = Expandidos con expansor rediseñado
ALIM 1 = Quinoa
ALIM 2 = Maíz
ALIM 3 = Arroz
ALIM 4 = Trigo

```

SAS OUT PLOMO

Obs	BLOQ	ALIM	PB	Y
1	1	1	0.10	1.04881
2	1	1	0.10	1.04881
3	1	1	0.10	1.04881
4	1	1	0.10	1.04881
5	1	2	0.10	1.04881
6	1	2	0.10	1.04881
7	1	3	0.10	1.04881
8	1	3	0.10	1.04881
9	1	4	0.10	1.04881
10	1	4	0.10	1.04881
11	2	1	5.40	2.52982
12	2	1	4.60	2.36643
13	2	1	4.40	2.32379
14	2	1	0.41	1.18743
15	2	1	4.90	2.42899
16	2	1	0.10	1.04881
17	2	1	0.58	1.25698
18	2	1	0.31	1.14455
19	2	2	1.40	1.54919
20	2	2	4.50	2.34521
21	2	2	1.70	1.64317
22	2	2	1.30	1.51658
23	2	2	6.30	2.70185
24	2	2	3.20	2.04939
25	2	3	7.50	2.91548
26	2	3	4.50	2.34521
27	2	3	7.30	2.88097
28	2	3	10.00	3.31662
29	2	3	3.90	2.21359
30	2	3	2.90	1.97484
31	2	4	3.30	2.07364
32	2	4	4.60	2.36643
33	2	4	1.10	1.44914
34	2	4	2.30	1.81659
35	2	4	4.50	2.34521
36	2	4	1.10	1.44914
37	3	1	0.10	1.04881
38	3	1	0.20	1.09545
39	3	1	0.10	1.04881
40	3	1	0.10	1.04881
41	3	2	0.82	1.34907
42	3	2	0.14	1.06771
43	3	3	0.10	1.04881
44	3	3	0.10	1.04881
45	3	4	0.10	1.04881
46	3	4	0.35	1.16190

Class Level Information			
Class	Levels	Values	
BLOQ	3	1	2 3
ALIM	4	1	2 3 4

Number of observations 46

Dependent Variable: PB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	123.1807082	61.5903541	18.83	<.0001
ALIM	3	27.8335698	9.2778566	2.84	0.0501
Error	40	130.8297818	3.2707445		
Corrected Total	45	288.3910978			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PB Mean
0.546346	87.37729	1.808520	2.069783

Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	10.75552659	5.37776329	27.87	<.0001
ALIM	3	1.44959060	0.48319687	2.50	0.0729
Error	40	7.71765413	0.19294135		
Corrected Total	45	19.92277132			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Y Mean
0.612621	27.05104	0.439251	1.623785

Duncan's Multiple Range Test for PB

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.01
Error Degrees of Freedom	40
Error Mean Square	3.270745
Harmonic Mean of Cell Sizes	12.58065

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	1.950	2.034

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	BLOQ
A	3.5423	26	2
B	0.2110	10	3
B	0.1000	10	1

Duncan's Multiple Range Test for Y

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.01
Error Degrees of Freedom	40
Error Mean Square	0.192941
Harmonic Mean of Cell Sizes	12.58065

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	.4736	.4939

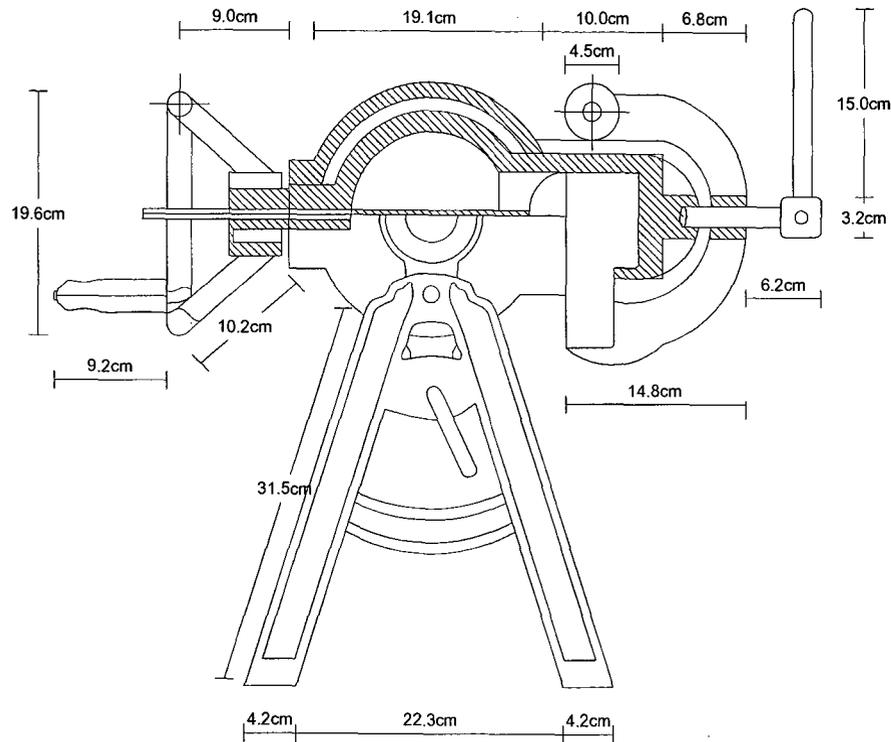
Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	BLOQ
A	2.0477	26	2
B	1.0967	10	3
B	1.0488	10	1

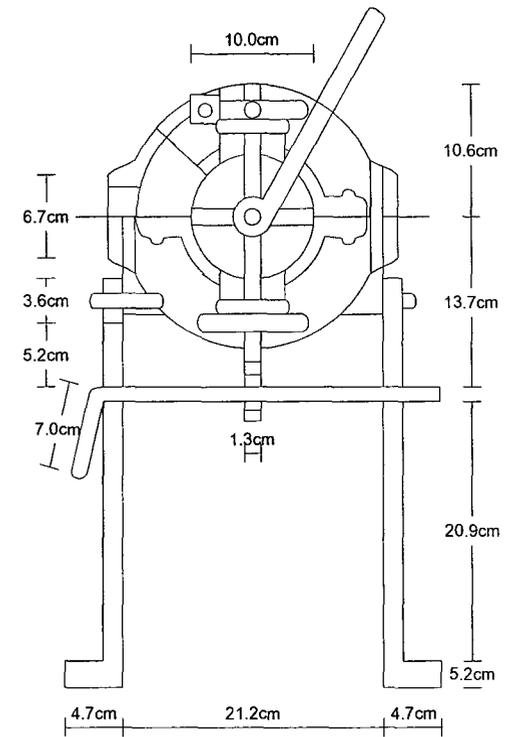
ANEXO 4: PLANO DEL PROTOTIPO REDISEÑADO

PLANO DEL EXPANSOR DE TIPO BATCH REDISEÑADO

VISTA FRONTAL



VISTA DE PERFIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO		
ESCUELA DE POST GRADO		
MAESTRIA EN AGRICULTURA ANDINA		
DISEÑO DE UN EXPANSOR TIPO "BATCH"		
ESCALA 1/3	RESPONSABLE Jhony Mayta Hanco	CODIGO A-1

ANEXO 5: ANÁLISIS DE COSTOS

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS EXPANDIDOS

Para implementar un proyecto de instalación de una planta de productos expandidos, se logró recopilar la siguiente información al 30 de octubre del 2009.

El horizonte de planeamiento es de 10 años

Se requiere un terreno de 210 m², con un precio neto de S/. 25 / m². Todos los precios netos (no incluyen IGV). Se ha estimado que la velocidad de rotación de las existencias es de 12 meses (periodo de desfase 01 mes).

La vida útil para los diferentes bienes de capital es:

- Terrenos : Indefinido
- Obras civiles : 30 años
- Maquinaria y equipos: 8 años
- Equipos de oficina : 5 años
- Intangibles : 3 años

El programa de producción y ventas ha estimado a partir del estudio de mercado, tamaño, localización y tecnología corresponden a un 80% de utilización de la capacidad instalada.

Los gastos mensuales en:

- Comunicaciones (telefonía e internet) : S/. 200
- Papelería y útiles de oficina : S/. 230
- Pasajes, viáticos y movilidad local : S/. 700
- Publicidad : S/. 200
- Mantenimiento de equipos : S/. 400

Para financiar el proyecto se requiere de un préstamo que cubra aproximadamente el 60% del monto de la inversión, tanto para la inversión fija, como para el capital de trabajo, con una tasa de interés por deuda del 35% efectivo anual, con 12 trimestres para pagar la deuda incluida 2 periodos de gracia. El inversionista ha señalado que su tasa de interés de oportunidad alcanza 15% anual en términos de moneda constante (tasa de inflación 8% anual)

Finalizado el horizonte de planeamiento y valorización de los activos fijos tangibles, se estima:

- Terrenos valorizados en un 25% sobre su valor inicial
- Edificaciones valorizadas en un 20% por debajo de su valor en libros
- Maquinaria y equipo valorizado en un 20% de su valor inicial
- El resto de activos en un valor despreciable.

Edificaciones

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (sin IGV)
Área Producción			
- Almacén de insumos	m ²	10.0	200.0
- Almacén de materias primas	m ²	20.0	200.0
- Almacén de productos terminados	m ²	50.0	200.0
- Sala de proceso	m ²	30.0	250.0
Área Administración			
- Oficinas administrativas	m ²	20.0	260.0
- Servicios higiénicos	m ²	8.0	230.0
Área Comercialización			
- Vereda y zonas de maniobra	m ²	20.0	80.0
- Cerco perimétrico	m ²	50.0	150.0

Maquinaria y equipos

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (sin IGV)
- Balanza de reloj - mostrador	Pzas.	1.0	130.0
- Balanza de precisión	Pzas.	2.0	390.0
- Mesa de trabajo de acero inox.	Pzas.	1.0	500.0
- Cocina a gas (4 hornillas)	Pzas.	1.0	200.0
- Olla de acero inox. 40 litros	Pzas.	2.0	90.0
- Prototipo rediseñado (incluido fuente de calor)	Pzas.	3.0	2,500.0
- Cabina de recepción de acero inox.	Pzas.	4.0	320.0
- Sellador - cocedor	Pzas.	2.0	120.0
- Seleccionador de acero inox. prod. Terminado	Pzas.	1.0	600.0
- Seleccionador manual de granos	Pzas.	1.0	300.0
- Cucharones de acero inox.	Pzas.	10.0	8.0
- Jarras graduadas de 500 mL	Pzas.	5.0	6.0
- Baldes (20 litros)	Pzas.	2.0	15.0
- Tina de mezclado (40 litros)	Pzas.	5.0	32.0
- Paletas de acero inox.	Pzas.	5.0	6.0
- Extinguidor	Pzas.	2.0	105.0

Equipos de oficina

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (sin IGV)
Área Producción			
- Mandil	Pzas.	5.0	20.0
Área Administración			
- Computadora	Pzas.	1.0	1,400.0
- Impresora	Pzas.	1.0	140.0
- Calculadora de bolsillo	Pzas.	1.0	50.0
- Escritorio con silla	Pzas.	1.0	200.0
- Vitrina	Pzas.	1.0	300.0
- Modulo de computadora	Pzas.	1.0	120.0
- Silla giratoria	Pzas.	1.0	80.0
- Sillas fijas	Pzas.	5.0	15.0

Otros tangibles

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (sin IGV)
- Extintores	Pzas.	2.0	300.0

Intangibles

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (sin IGV)
- Estudio técnico económico planta de procesamiento	Doc.	1.0	800.0
- Gastos de Implementación	Var.	1.0	200.0
- Gastos de supervisión	Var.	1.0	200.0
- Gastos diversos	Var.	1.0	200.0
- Montaje de los equipos	Var.	1.0	300.0
- Estudio e impacto ambiental	Doc.	1.0	800.0
- Costos de transporte, seguros, embalaje y almac.			
Por Maquinaria y equipos		1.0	200.0
Por equipos de oficina		1.0	100.0
Por otros tangibles		1.0	50.0

Insumos

Mat. Prima Básica	Unidad Medida	Costo unidad	Expandido de quinua	Expandido de trigo	Expandido de maíz	Expandido de arroz
Quinua	kg	5.50	0.60000			
Trigo	kg	2.00		0.60000		
Maíz amarillo	kg	2.00			0.60000	
Arroz	kg	3.00				0.60000
Azúcar	kg	3.00	0.09000	0.10000	0.10000	0.10000
Agua hervida fría	kg	0.40	0.10000	0.10000	0.10000	0.10000

Materiales directos

Materiales Directos	Unidad Medida	Costo unidad	Expandido de quinua	Expandido de trigo	Expandido de maíz	Expandido de arroz
Bolsa de PEBD	unid	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Etiqueta	Unid	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Materiales indirectos

Materiales indirectos	Unidad medida	Costo unidad	Expandido de quinua	Expandido de trigo	Expandido de maíz	Expandido de arroz
Cloro	Litro	1	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
Detergente	bolsa	2.5	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Jabón carbólico	Pza.	1.2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Requerimiento de mano de obra

Detalle	Rem. Mensual	N° trabajadores por mes
Mano Obra Directa	650	3
- Manipuladores	650.00	3

Mano de Obra Administrativa	850.00	2
- Gerente general	1,200.00	1
- Guardián	500.00	1

Energía eléctrica

Detalle	Costo/Kw-h	S/. 0.40	Mes 1
Requerimiento total =====>			78.0
Maquinaria y equipo de planta			50.0
Alumbrado interno de planta y otros			8.0
Alumbrado y otros oficinas administr.			20.0

Consumo de agua

Detalle	Costo/m ³	S/. 0.50	Mes 1
Requerimiento total =====>			45.0
Consumo en proceso de producción			10.0
Consumo interno de planta y otros			25.0
Consumo y otros oficinas administr.			5.0
Consumo y otros oficinas comerc.			5.0

Combustibles y lubricantes

Detalle	Unidad medida	costo unidad	Mes 1
Requerimiento total =====>			1005.0
Combustibles - Gas	Balón	30.0	33.0
Lubricantes	Unid.	5.0	3.0

RESULTADOS

1. Inversiones

MATERIALES Y EQUIPOS REQUERIDOS	COSTO TOTAL (S/.) sin IGV
INVERSIÓN FIJA	104,268.9
1. Terrenos	5,462.1
2. Edificaciones	40,432.8
- Área Producción	23,970.0
- Área Administración	7,180.8
- Área Comercialización	9,282.0
3. Maquinarias Y Equipos	12,495.0
- Planta De Procesamiento	11,944.2
- Plantas Auxiliares	550.8
4. Equipos De Oficina	2,514.3
- Área Producción	102.0
- Área Administración	2,412.3
5. Otros Tangibles	612.0
6. Intangibles	31,550.1
7. IGV	11,202.6
CAPITAL DE TRABAJO	17,104.5
1. Costo De Ventas	13,181.1
2. Gastos De Administración	3,252.7
3. Gastos De Venta	670.6
INVERSIÓN TOTAL	121,373.4

2. Presupuestos

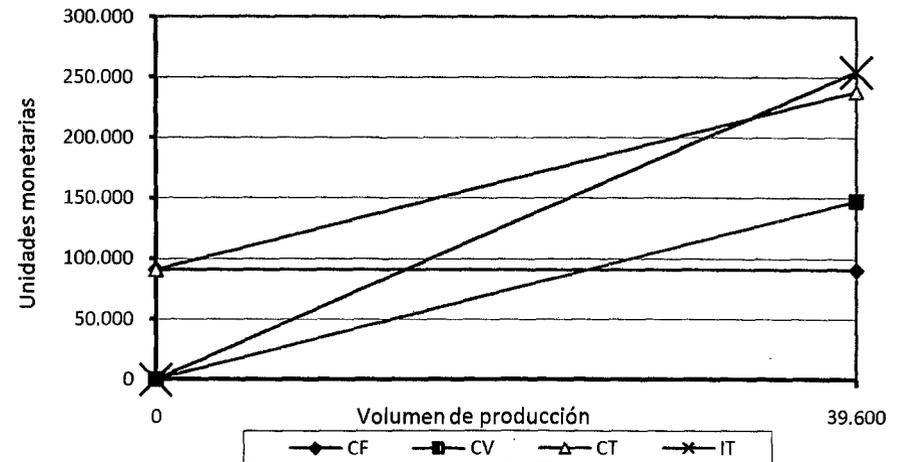
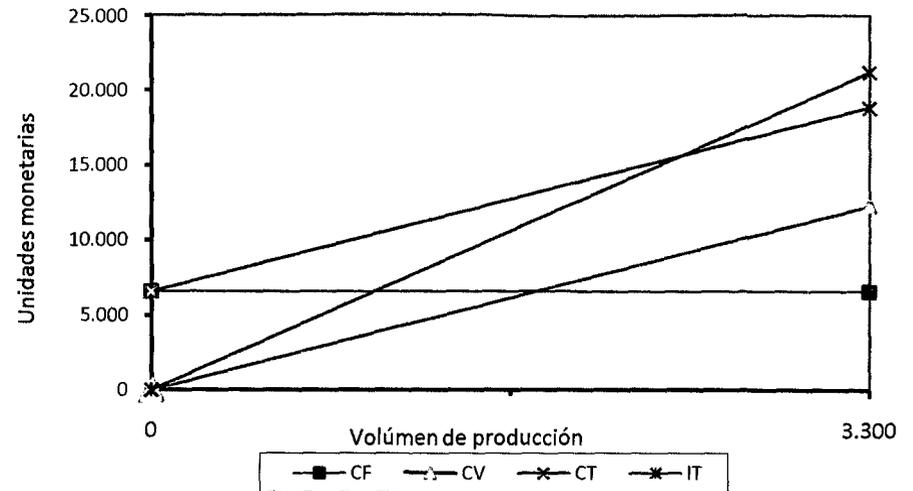
2.1 Punto de equilibrio

Primer mes de operación

RUBROS REQUERIDOS	Año 1
NIVEL DE PRODUCCIÓN	3,300.0
INGRESOS TOTALES	21,225.0
COSTOS TOTALES	18,879.2
COSTO FIJO TOTAL	6,569.4
COSTO VARIABLE TOTAL	12,309.7
INGRESO MEDIO	6.4
COSTO MEDIO	6.2
COSTO FIJO MEDIO	2.5
COSTO VARIABLE MEDIO	3.7
PUNTO DE EQUILIBRIO	
- En porcentaje de producción	73.7%
- En el nivel de ingresos	15,640.1
- En volumen de producción	2,431.7

Promedio general anual

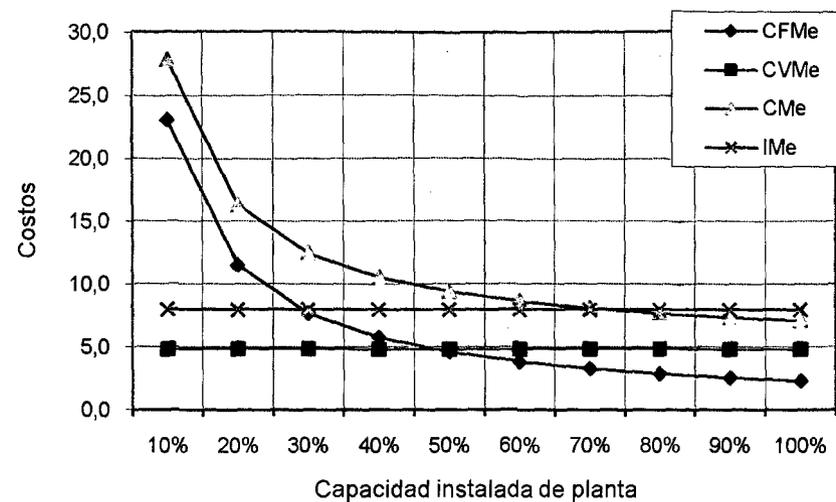
RUBROS REQUERIDOS	Promedio anual
NIVEL DE PRODUCCIÓN	39,600.0
INGRESOS TOTALES	254,700.0
COSTOS TOTALES	238,462.1
COSTO FIJO TOTAL	90,745.2
COSTO VARIABLE TOTAL	147,716.9
INGRESO MEDIO	6.4
COSTO MEDIO	6.2
COSTO FIJO MEDIO	2.5
COSTO VARIABLE MEDIO	3.7
PUNTO DE EQUILIBRIO	
- En porcentaje de producción	84.8%
- En el nivel de ingresos	216,041.7
- En volumen de producción	33,589.5



2.2 Costos unitarios

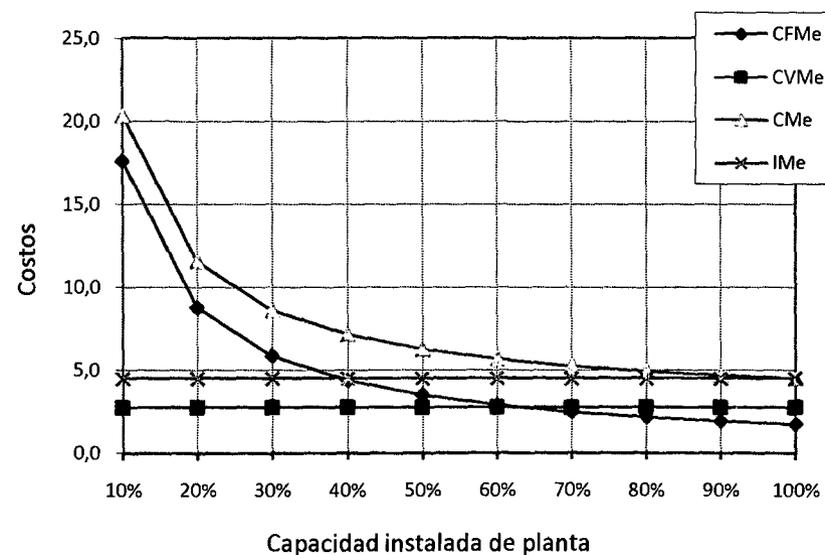
Expandido de quinua

Uso de capacidad instalada	CFMe	CVMe	CMe	IMe
10%	23.0	4.8	27.9	8.0
20%	11.5	4.8	16.3	8.0
30%	7.7	4.8	12.5	8.0
40%	5.8	4.8	10.6	8.0
50%	4.6	4.8	9.4	8.0
60%	3.8	4.8	8.7	8.0
70%	3.3	4.8	8.1	8.0
80%	2.9	4.8	7.7	8.0
90%	2.6	4.8	7.4	8.0
100%	2.3	4.8	7.1	8.0



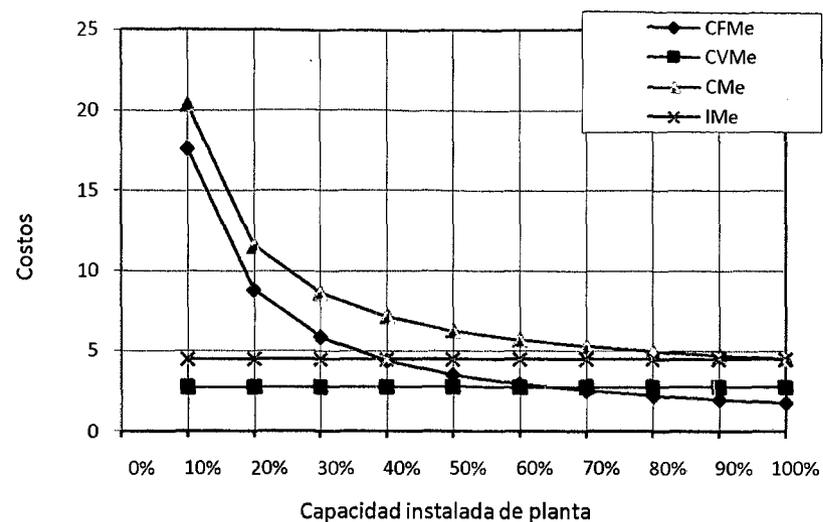
Expandido de trigo

Uso de capacidad instalada	CFMe	CVMe	CMe	IMe
10%	17.6	2.8	20.4	4.5
20%	8.8	2.8	11.6	4.5
30%	5.9	2.8	8.6	4.5
40%	4.4	2.8	7.2	4.5
50%	3.5	2.8	6.3	4.5
60%	2.9	2.8	5.7	4.5
70%	2.5	2.8	5.3	4.5
80%	2.2	2.8	5.0	4.5
90%	2.0	2.8	4.7	4.5
100%	1.8	2.8	4.5	4.5



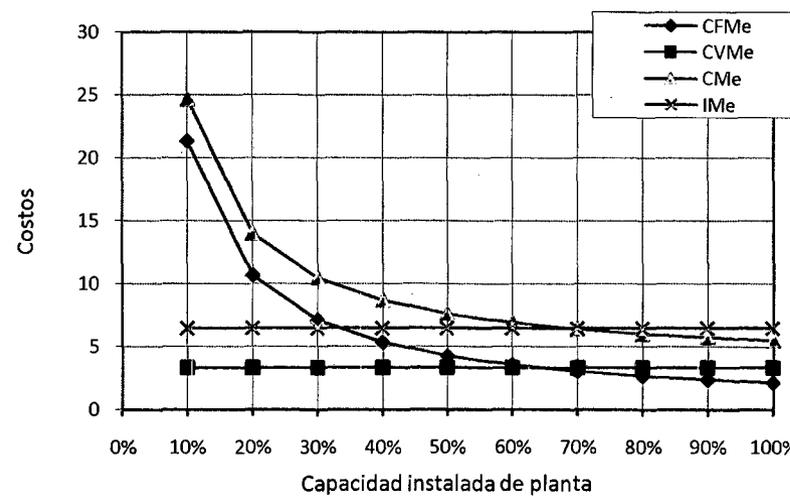
Expandido de maíz

Uso de capacidad instalada	CFMe	CVMe	CMe	IMe
10%	17.6	2.8	20.4	4.5
20%	8.8	2.8	11.6	4.5
30%	5.9	2.8	8.6	4.5
40%	4.4	2.8	7.2	4.5
50%	3.5	2.8	6.3	4.5
60%	2.9	2.8	5.7	4.5
70%	2.5	2.8	5.3	4.5
80%	2.2	2.8	5.0	4.5
90%	2.0	2.8	4.7	4.5
100%	1.8	2.8	4.5	4.5



Expandido de arroz

Uso de capacidad instalada	CFMe	CVMe	CMe	IMe
10%	21.4	3.4	24.7	6.5
20%	10.7	3.4	14.0	6.5
30%	7.1	3.4	10.5	6.5
40%	5.3	3.4	8.7	6.5
50%	4.3	3.4	7.6	6.5
60%	3.6	3.4	6.9	6.5
70%	3.1	3.4	6.4	6.5
80%	2.7	3.4	6.0	6.5
90%	2.4	3.4	5.7	6.5
100%	2.1	3.4	5.5	6.5



3. Estados financieros proyectados

3.1 Valores residuales

Detalle	Vida util (años)	Años de trabajo	Valor inicial del activo en libros	Variación
1. Terrenos	Indefinida	10	5,462.1	1,365.5
2. Edificaciones	30	10	40,432.8	
- Área Producción	30	10	23,970.0	3,196.1
- Área Administración	30	10	7,180.8	957.4
- Área Comercialización	30	10	9,282.0	1,237.7
3. Maquinarias Y Equipos	8	10	12,495.0	
- Planta De Procesamiento	8	10	11,944.2	2,388.8
- Equipos De Laboratorio	5	10		
- Plantas Auxiliares	5	10	550.8	110.2
- Almacén De Materia Prima	8	10		
- Almacén De Productos En Proceso	8	10		
- Otras Maquinarias Y Equipos	8	10		
4. Vehículos	5	10		
- Área Producción	5	10		
- Área Administración	5	10		
- Área Comercialización	5	10		
5. Equipos De Oficina	5	10	2,514.3	
- Área Producción	5	10	102.0	
- Área Administración	5	10	2,412.3	
- Área Comercialización	5	10		
6. Otros Tangibles	3	10	612.0	
- Otros Tangibles	3	10	612.0	
7. Intangibles	3	10	31,550.1	
TOTAL			93,066.3	1,365.5

3.2 Estado del costo total mensual del proyecto (primer año)

DETALLE	1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Costo de ventas	12,386.1	12,386.1	12,386.1	12,386.1	12,386.1	12,386.1	12,386.1	12,386.1	12,386.1	12,386.1	12,386.1	12,386.1
1.1. Costo de proceso	9,847.8	9,847.8	9,847.8	9,847.8	9,847.8	9,847.8	9,847.8	9,847.8	9,847.8	9,847.8	9,847.8	9,847.8
a. Costos primo	6,747.6	6,747.6	6,747.6	6,747.6	6,747.6	6,747.6	6,747.6	6,747.6	6,747.6	6,747.6	6,747.6	6,747.6
- Materia prima básica	6,615.6	6,615.6	6,615.6	6,615.6	6,615.6	6,615.6	6,615.6	6,615.6	6,615.6	6,615.6	6,615.6	6,615.6
- Materiales directos	132.0	132.0	132.0	132.0	132.0	132.0	132.0	132.0	132.0	132.0	132.0	132.0
- Otros (mano de obra por destajo)												
b. Mano de obra directa	1,950.0	1,950.0	1,950.0	1,950.0	1,950.0	1,950.0	1,950.0	1,950.0	1,950.0	1,950.0	1,950.0	1,950.0
c. Cargas a planilla	444.6	444.6	444.6	444.6	444.6	444.6	444.6	444.6	444.6	444.6	444.6	444.6
d. Otros beneficios sociales	325.0	325.0	325.0	325.0	325.0	325.0	325.0	325.0	325.0	325.0	325.0	325.0
e. Provisión liquidación	162.5	162.5	162.5	162.5	162.5	162.5	162.5	162.5	162.5	162.5	162.5	162.5
f. Energía eléctrica, agua	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
g. Imprevistos	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1
1.2. Gastos de proceso	2,538.3	2,538.3	2,538.3	2,538.3	2,538.3	2,538.3	2,538.3	2,538.3	2,538.3	2,538.3	2,538.3	2,538.3
a. Mano de obra indirecta												
b. Cargas a planilla												
c. Otros beneficios sociales												
d. Provisión liquidación												
e. Materiales indirectos	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
f. Gastos indirectos	2,498.9	2,498.9	2,498.9	2,498.9	2,498.9	2,498.9	2,498.9	2,498.9	2,498.9	2,498.9	2,498.9	2,498.9
g. Imprevistos	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1
2. Gastos de administración	3,367.7	3,367.7	3,367.7	3,367.7	3,367.7	3,367.7	3,367.7	3,367.7	3,367.7	3,367.7	3,367.7	3,367.7
2.1. Sueldos	1,700.0	1,700.0	1,700.0	1,700.0	1,700.0	1,700.0	1,700.0	1,700.0	1,700.0	1,700.0	1,700.0	1,700.0
2.2. Cargas a planilla	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6
2.3. Otros beneficios sociales	283.3	283.3	283.3	283.3	283.3	283.3	283.3	283.3	283.3	283.3	283.3	283.3
2.4. Provisión liquidación	141.7	141.7	141.7	141.7	141.7	141.7	141.7	141.7	141.7	141.7	141.7	141.7

2.5. Gastos diversos	560.5	560.5	560.5	560.5	560.5	560.5	560.5	560.5	560.5	560.5	560.5	560.5
2.6. Depreciación y amortización	233.1	233.1	233.1	233.1	233.1	233.1	233.1	233.1	233.1	233.1	233.1	233.1
2.7. Imprevistos	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
3. Gastos de venta	663.5	663.5	663.5	663.5	663.5	663.5	663.5	663.5	663.5	663.5	663.5	663.5
3.1. Sueldos												
3.2. Cargas a planilla												
3.3. Otros beneficios sociales												
3.4. Provisión liquidación												
3.5. Gastos diversos	552.5	552.5	552.5	552.5	552.5	552.5	552.5	552.5	552.5	552.5	552.5	552.5
3.6. Depreciación y amortización	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9
3.7. Imprevistos	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
4. Gastos financieros			3,540.8			3,179.6			2,797.8			2,394.0
4.1. Intereses			3,540.8			3,179.6			2,797.8			2,394.0
TOTAL ANUAL	16,417.2	16,417.2	19,958.0	16,417.2	16,417.2	19,596.8	16,417.2	16,417.2	19,215.0	16,417.2	16,417.2	18,811.2

3.3 Flujo caja mensual proyectado (primer año)

RUBROS	año 1												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. Ingresos		20206	20206	20206	18504	16980	16980	16980	16980	16980	16980	16980	16980
- Ingreso por ventas (bienes y/o servicios)		16980	16980	16980	16980	16980	16980	16980	16980	16980	16980	16980	16980
- Valor de salvamento gravable													
- Valor en libro activos vendidos (al cierre)													
- Valor en libro activos no vendidos (al cierre)													
- Ingresos Financieros gravables (al cierre)													
- Ingreso por Recup. Inversión Financiera													
- Ingreso por Recuperación Crédito Fiscal (IGV)		3226	3226	3226	1524								

- Ingresos no Gravables (rec. Cap. Trab.)													
B. Egresos	93292	15405	15405	15236	15236	15236	15236	15236	15236	15236	15236	15236	15236
(-) Inversión en activos fijos tangibles	61516												
(-) Inversión en activos fijos intangibles	3469												
(-) Costo de oper. no deducible (caja bancos inicial)	17104												
(-) Pago I.G.V. en inversiones fijas (crédito fiscal)	11203												
(-) Costos de operación deducible		12386	12386	12386	12386	12386	12386	12386	12386	12386	12386	12386	12386
(-) Gastos de administración deducibles		3368	3368	3368	3368	3368	3368	3368	3368	3368	3368	3368	3368
(-) Gastos de comercialización deducibles		663	663	663	663	663	663	663	663	663	663	663	663
(-) Impuestos indirectos (al patrimonio)													
(+) Depreciación, amortización Cargos diferidos		1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181
(-) Impuesto a la renta		169	169										
(-) Inversiones Financieras													
C. Flujo de fondos Proyecto Puro	-93292	4801	4801	4970	3268	1744	1744	1744	1744	1744	1744	1744	1744
(+) Créditos recibidos	73300												
(+) Ingreso por emisión de bonos, acciones													
(-) Amortizaciones de créditos y préstamos				6295			6656			7038			7441
(-) Dividendos pagados por bonos y/o acciones emitidas													
(-) Intereses sobre créditos recibidos por el proyecto	28082			3541			3180			2798			2394
(-) Ajuste en pago impuestos directos (endeudamiento)													
D. FLUJO CAJA (Proyecto Financiado)	-48073	4801	4801	-4865	3268	1744	-8091	1744	1744	-8091	1744	1744	-8091
- Aportes de Capital	48073												
- Aportes de Activos valorizado													
- Dividendos por distribuir		394	394										
- Otros (deducciones de ley)													
- Provisión Liquidación (CTS)		304	304	304	304	304	304	304	304	304	304	304	304
E. SALDO EN CAJA ANUAL	0	4712	4712	-4561	3572	2048	-7787	2048	2048	-7787	2048	2048	-7787
- Capital de trabajo,	17104												
F. SALDO EN CAJA RESIDUAL	17104	21816	26528	21967	25539	27587	19800	21848	23896	16109	18157	20205	12418

3.4 Flujo de fondos proyecto puro (primer año)

DETALLE	Año 1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(+) Ingresos de operación	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0
(+) Ingresos financieros												
(-) Costos de Operac.(incluye Imp.Indir.)	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0
(-) Cargos diferidos	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4
(-) Depreciación	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8
(=) Ganancias gravables	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8	562.8
(-) Impuestos directos 30%	168.8	168.8	168.8	168.8	168.8	168.8	168.8	168.8	168.8	168.8	168.8	168.8
(+) Valor de Salvam. Grav. (vta de Activos)												
(-) Imp. a la Utilidad en Venta de Activos												
(+) Ingreso por crédito fiscal I.G.V.	3,226.2	3,226.2	3,226.2	1,524.0								
(+) Ingr. no gravables (capital de trabajo)												
(+) Ingr. no grav. (recup. Princ. Inv. Financ.)												
(-) Costos de operación no deducibles	17,104.5											
(+) Valor libros Act. Vend. (Ingr. no Grav.)												
(=) Ganancias netas	-17,104.5	3,620.2	3,620.2	3,620.2	1,918.0	394.0	394.0	394.0	394.0	394.0	394.0	394.0
(+) Depreciación		304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8
(+) Cargos diferidos		876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4
(+) Valor de Salvam., Activos no Vendidos												
(-) Costos de inversión	64,984.8											
(-) I.G.V. en inversiones	11,202.6											
(-) Inversiones financieras		4,801.4	4,801.4	4,801.4	3,099.2	1,575.2	1,575.2	1,575.2	1,575.2	1,575.2	1,575.2	1,575.2
(=) Flujo de fondos neto	-93,291.9											

3.5 Flujo de fondos proyecto financiado (primer año)

Detalle	Año 1												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
(+) Ingresos de Operación	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0	16,980.0
(+) Ingresos Financieros													
(-) Costos de Operac.(incluye Imp.Indir.)	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0	15,236.0
(-) Inter.sobre Créd. Recib. por el Proyec.	28,081.5		3,540.8			3,179.6			2,797.8				2,394.0
(-) Cargos diferidos	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4
(-) Depreciación	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8
(=) Ganancias Gravables	-28,081.5	562.8	562.8	-2,978.0	562.8	562.8	-2,616.8	562.8	562.8	-2,235.0	562.8	562.8	-1,831.2
(-) Impuestos Directos 30%	-8,424.5	168.8	168.8	-893.4	168.8	168.8	-785.1	168.8	168.8	-670.5	168.8	168.8	-549.4
(+) Valor de Salvam. Grav. (vta de Activos)													
(-) Imp. a la Utilidad en Venta de Activos													
(+) Ingreso por crédito fiscal I.G.V.	3,226.2	3,226.2	3,226.2	1,524.0									
(+) Ingr. no gravables (capital de trabajo)													
(+) Ingr. no grav. (recup. Princ.. Inv. Financ.)													
(-) Costos de Operación no Deducibles	17,104.5												
(+) Valor libros Act. Vend. (Ingr. no Grav.)													
(=) Ganancias Netas	-36,761.5	3,620.2	3,620.2	1,141.6	1,918.0	394.0	-1,831.8	394.0	394.0	-1,564.5	394.0	394.0	-1,281.9
(+) Depreciación		304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8
(+) Cargos diferidos		876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4	876.4
(+) Valor de Salvam., Activos no Vendidos													
(-) Costos de Inversión	64,984.8												
(-) I.G.V. en inversiones	11,202.6												
(+) Ingr. Emis. de Bonos, Acciones Proy.													
(-) Dividendos Pagados													
(+) Créditos Recibidos	73,300.0												
(-) Amortizaciones de Créditos y Préstamos			6,294.7			6,655.8			7,037.7				7,441.4
(-) Inversiones Financieras		4,801.4	4,801.4		3,099.2	1,575.2		1,575.2	1,575.2		1,575.2	1,575.2	
(=) Flujo de Fondos Neto	-72,786.6												-7,542.1

3.6 Flujo de fondos proyectado para el horizonte de planeamiento

Año	Sin financiamiento			Con financiamiento		
	Ingresos	Costos	Beneficios	Ingresos	Costos	Beneficios
		93292	-93292	73300	121373	-48073
1	214963	183170	31793	214963	222512	-7549
2	203760	182832	20928	203760	222174	-18414
3	203760	183482	20278	203760	183482	20278
4	203760	188074	15686	203760	188074	15686
5	203760	188074	15686	203760	188074	15686
6	203760	188258	15502	203760	188258	15502
7	203760	188258	15502	203760	188258	15502
8	203760	188258	15502	203760	188258	15502
9	203760	188706	15054	203760	188706	15054
10	262538	191483	71055	262538	191483	71055

4. Indicadores evaluativos

	PROYECTO PURO	PROYECTO FINANCIADO
Interés de oportunidad	15%	15%
TIR	20.27%	15.27%
	Recomendable	Recomendable
VAN	19,718	979
	Recomendable	Mayor análisis
B/C	1.04	0.84
	Mayor análisis	No recomendable
PMRI	8.50	9.94
	Mayor análisis	Mayor análisis