

Id. Publi. 15878  
Id. Ejemplar: 38951

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“HIDROLIZADOS DE VAINAS DE *Vicia faba* (HABA),  
*Pisum sativum* (ARVEJA) Y *Phaseolus lunatus*  
(PALLAR) COMO SUSTRATOS VIABLES PARA EL  
*Lactobacillus acidophilus*”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUÍMICO

JOSÉ JAVIER FLORES COLLANTES  
ELVIA ANAIS SIFUENTES MENACHO

Callao, Setiembre, 2014

PERÚ

## PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue sustentada por los bachilleres **JOSÉ JAVIER FLORES COLLANTES Y ELVIA ANAIS SIFUENTES MENACHO**, ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

Dra. LIDA SANEZ FALCÓN	:	Presidente
Mg. ZOILA DÍAZ CÓRDOVA	:	Secretaria
Mg. SONIA HERRERA SÁNCHEZ	:	Vocal
Ing. ALBERTINA DÍAZ GUTIÉRREZ	:	Asesor

Tal como está asentado en el **Libro de Actas de Sustentación de Tesis N° 02, Folio N°65, Acta N° 248** de fecha **Diecisiete de Septiembre del 2014**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación por Tesis, de conformidad a lo establecido en el Reglamento de grados y títulos aprobado por **Resolución N° 759-2013-R del 21 de Agosto del 2013**.

## **DEDICATORIA**

### ***A Dios***

*Por bendecirnos, cuidarnos y darnos las fortalezas necesarias para levantarnos juntos cada vez que tropezamos, en el largo camino hacia el éxito de nuestros proyectos.*

### ***A nuestros amados padres***

*Francisca Menacho y Pablo Sifuentes, Gloria Collantes y Orlando Flores, por darnos la vida, amarnos, aconsejarnos, creer en nosotros y por brindarnos su apoyo incondicional siempre.*

## AGRADECIMIENTOS

*A nuestra asesora, la Ing. Albertina Díaz, por su tiempo, consejos y apoyo durante la presentación del proyecto de tesis y en el desarrollo de la misma.*

*Al Msc. Blgo Edgar Zárate y al Ing. Fredy Taipe por toda la orientación, asesorías, experiencias compartidas y conocimientos impartidos en cada etapa del desarrollo de la tesis.*

*Al Msc. José Cáceres (Vicerrector de Investigación-UNAC), a la Ing. Ana Mercado (Jefe del Centro Experimental Tecnológico-UNAC), al Msc. Natividad Leynard, al Ing. Erick Álvarez, a la Srta. María Tuanama y al Sr. Walter Paulino, quienes nos apoyaron y confiaron plenamente en nosotros, abriéndonos las puertas del Centro Experimental Tecnológico-UNAC, para poder llevar a cabo el desarrollo de la tesis.*

*Al Msc. Carlos Ancieta (Decano de la FIQ-UNAC), al Ing. Carlos Pereira, al Químico Farmacéutico Walter Tapia, al Ing. Bernardino Ramírez, a la Msc. Sonia Herrera y al Ing. César Cuba, docentes de la FIQ-UNAC, quienes confiaron también en nosotros, facilitándonos los ambientes y equipos de los Laboratorios de la FIQ-UNAC.*

*A nuestros amigos Liz Huincho, Sandra, Jeansheyla Cabrera, Giuliana Ulloa, Edward Silva e Irving Vargas, que estuvieron aconsejándonos, guiándonos y ayudándonos. Gracias.*

*A nuestros hermanos Rubí, Dennis y Max Sifuentes, Ysabel y José Flores; quienes nos brindaron su apoyo y de seguro lo seguirán haciendo siempre. Gracias*

## INDICE

	Pág.
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	17
1.5. IMPORTANCIA.....	18
II. MARCO TEORICO .....	19
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	19
2.2. MARCO TEÓRICO.....	31
2.3. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	42
III. VARIABLES E HIPÓTESIS .....	49
3.1. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN .....	49
3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	50
3.3. HIPÓTESIS .....	50
IV. METODOLOGÍA.....	51
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	51
4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	52
4.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	56
4.6. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	63
V. RESULTADOS .....	64
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	108
VII. CONCLUSIONES.....	122
VIII. RECOMENDACIONES.....	124
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
ANEXOS.....	134

## TABLAS DE CONTENIDO

### Índice de figuras

	Pág.
Figura N°4.1: Diagrama de flujo de la experiencia.....	62
Figura N°4.2: Siembra, incubación, desarrollo y conteo de colonias de <i>Lactobacillus acidophilus</i> en hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar.....	63
Figura N° A.1: Constancias de desarrollo de Tesis en el Centro Experimental Tecnológico – Universidad Nacional del Callao .....	172

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla N° 5.7: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	78
Tabla N° 5.8: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de Haba a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	79
Tabla N° 5.9: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de Haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^6$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	80
Tabla N° 5.10: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de Haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^9$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	81
Tabla N° 5.11: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de Pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	82
Tabla N° 5.12: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de Pallar a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	83
Tabla N° 5.13: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de Pallar a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	84
Tabla N° 5.14: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de Pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^6$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	85
Tabla N° 5.15: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de Pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^9$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	86



## Índice de cuadros

	Pág.
Cuadro N° 2.1: Clasificación científica del <i>Lb. acidophilus</i> .....	35
Cuadro N° 3.1: Operacionalización de las variables de la investigación .....	50
Cuadro N° 5.1: Humedad promedio y desviación estándar de las vainas.....	64
Cuadro N° 5.2: Proteínas totales promedio de las vainas .....	65
Cuadro N° 5.3: % Extracto etéreo promedio de las vainas .....	65
Cuadro N° 5.4: Cantidad de cenizas promedio de las vainas.....	66
Cuadro N° 5.5: Porcentaje de Nitrógeno total (%N) en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar .....	68
Cuadro N° 5.6: Porcentaje de Nitrógeno asimilable (%N asimilable) en hidrolizados.....	69
Cuadro N° 5.7: pH en los hidrolizados .....	70
Cuadro N° 5.8: Análisis microbiológico de calidad sanitaria e inocuidad de las vainas previas a la hidrólisis .....	71
Cuadro N° 5.9: Análisis microbiológico de calidad sanitaria e inocuidad de los hidrolizados luego de la hidrólisis .....	71
Tabla N° 5.1: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	72
Tabla N° 5.2: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	73
Tabla N° 5.3: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	74
Tabla N° 5.4: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de $10^6$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	75
Tabla N° 5.5: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^9$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	76
Tabla N° 5.6: Curva de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	77
Cuadro N° 5.10: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	87

Cuadro N° 5.11: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	87
Cuadro N° 5.12: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de bacteria de $10^3$ UFC/mL:	88
Cuadro N° 5.13: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de bacteria de $10^6$ UFC/mL:	88
Cuadro N° 5.14: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de bacteria de $10^9$ UFC/mL:	88
Cuadro N° 5.15: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	89
Cuadro N° 5.16: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	89
Cuadro N° 5.17: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de bacteria de $10^3$ UFC/mL:	89
Cuadro N° 5.18: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^6$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	90
Cuadro N° 5.19: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^9$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	90
Cuadro N° 5.20: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	90
Cuadro N° 5.21: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	91
Cuadro N° 5.22: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	91
Cuadro N° 5.23: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^6$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	91
Cuadro N° 5.24: tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de Arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^9$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :	92

Cuadro N° 5.25: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de bacteria:.....	94
Cuadro N° 5.26: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de bacteria:.....	94
Cuadro N° 5.27: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de bacteria:.....	94
Cuadro N° 5.28: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^6$ UFC/mL de bacteria:.....	95
Cuadro N° 5.29: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^9$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	95
Cuadro N° 5.30: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	95
Cuadro N° 5.31: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	96
Cuadro N° 5.32: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	96
Cuadro N° 5.33: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^6$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	96
Cuadro N° 5.34: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^9$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	97
Cuadro N° 5.35: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	97
Cuadro N° 5.36: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	97
Cuadro N° 5.37: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de $10^3$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	98
Cuadro N° 5.38: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de $10^6$ UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> :.....	98

Cuadro N° 5.39: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>9</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	98
Cuadro N° 5.40: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>3</sup> UFC/mL de bacteria: .....	100
Cuadro N° 5.41: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>3</sup> UFC/mL de bacteria: .....	100
Cuadro N° 5.42: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>3</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	101
Cuadro N° 5.43: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>6</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	101
Cuadro N° 5.44: Tiempo de latencia del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>9</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	101
Cuadro N° 5.45: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>3</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	102
Cuadro N° 5.46: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>3</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	102
Cuadro N° 5.47: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>3</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	102
Cuadro N° 5.48: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>6</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	103
Cuadro N° 5.49: Velocidad máxima de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>9</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	103
Cuadro N° 5.50: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>3</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	103
Cuadro N° 5.51: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>3</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	104
Cuadro N° 5.52: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>3</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	104

Cuadro N° 5.53: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>6</sup> UFC/mL de bacteria:.....	104
Cuadro N° 5.54: Tiempo de generación del crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10 <sup>9</sup> UFC/mL de <i>Lb. acidophilus</i> : .....	105
Cuadro N° 5.55: Resumen de los parámetros de crecimiento del <i>Lb. acidophilus</i> en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar:.....	107
Cuadro N° 6.1: Humedad, proteínas, extracto etéreo, cenizas en vainas.....	108
Cuadro N° 6.2: Grado de hidrólisis de los hidrolizados de vainas.....	109
Cuadro N° 6.3: pH en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar .....	110
Cuadro N° 6.4: Análisis microbiológico de los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar previo a la hidrólisis .....	110
Cuadro N° 6.5: Análisis microbiológico de los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar luego de la hidrólisis.....	111
Cuadro N°A.1. Porcentaje de vainas con respecto a (vainas+grano).....	163
Cuadro N°A.2. Producción total de vainas de arveja, haba y pallar en el año 2013 .....	164

## RESÚMEN

El presente trabajo consistió en obtener sustratos mediante hidrólisis térmica, a partir de las vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar); dicho tratamiento se llevó a cabo a 120°C y 120 lbf/in<sup>2</sup> durante 20 minutos. Se obtuvieron los hidrolizados en tres distintas concentraciones en relación L/S, las cuales fueron 10/1, 15/1 y 20/1; luego los hidrolizados se evaluaron, por separado, como sustratos favorables para la viabilidad del crecimiento de un microorganismo probiótico *Lactobacillus acidophilus* en aerobiosis. Para ello, se cultivó dicho microorganismo a poblaciones iniciales de 10<sup>3</sup>, 10<sup>6</sup> y 10<sup>9</sup> UFC/mL, en los hidrolizados de las vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar).

Los microorganismos se cultivaron durante 60 horas a 37°C. La capacidad como sustratos favorables, se evaluó a través de los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* (tiempo de latencia, velocidad máxima de crecimiento y tiempo de generación). Los resultados mostraron un mejor desarrollo del *Lb. acidophilus* (para poblaciones de 10<sup>3</sup>) en los hidrolizados a concentraciones de 10/1 (en relación L/S); ya que presentan mayor velocidad de crecimiento, menor tiempo de latencia y mejor tiempo de generación. Además al comparar las curvas de crecimiento, para poblaciones de *Lb. acidophilus* de 10<sup>3</sup>, 10<sup>6</sup> y 10<sup>9</sup> UFC/mL de sustrato, se obtuvieron mejores resultados para el hidrolizado de vainas de haba, que alcanzó poblaciones máximas de 5x10<sup>7</sup>, 9x10<sup>10</sup> y 9x10<sup>11</sup> UFC/mL, respectivamente; seguido del hidrolizado de vainas de arveja alcanzando poblaciones máximas de 9x10<sup>6</sup>, 9x10<sup>9</sup> y 3x10<sup>11</sup> UFC/mL, respectivamente; y finalmente del hidrolizado de vainas de pallar, que alcanzó poblaciones máximas de 3x10<sup>6</sup>, 5x10<sup>8</sup> y 1x10<sup>11</sup> UFC/mL, respectivamente.

## ABSTRACT

The present job consists in the obtaining of substrates by the thermal hydrolysis, from the *Vicia faba* pods (broad bean), *Pisum sativum L.* pods (peas) and *Phaseolus lunatus* pods (lima beans); this treatment was at 120°C and 120 Lbf/in<sup>2</sup> for 20 minutes. Hydrolyzates were obtained in three different concentrations in relation L/S, which were 10/1, 15/1 and 20/1; hydrolyzates were evaluated separately as favorable substrates for the viability of the growth a probiotic microorganism *Lactobacillus acidophilus* under aerobic conditions. For this, the microorganism was cultured at initial populations of 10<sup>3</sup>, 10<sup>6</sup> and 10<sup>9</sup> CFU/mL, in the hydrolyzates of *Vicia faba* pods (broad bean), *Pisum sativum L.* pods (peas) and *Phaseolus lunatus* pods (lima beans).

The microorganisms were cultured for 60 hours at 37°C. The capacity as favorable substrates was evaluated through the kinetic parameters of growth of *Lb. acidophilus* (latency time, high growth rate and generation time). The results showed a better development of *Lb. acidophilus* (for populations of 10<sup>3</sup>) in the hydrolyzates at concentrations of 10/1 (in L/S); since they present higher speed growth, lower latency and better generation time. Comparing the growth curves, for *Lb. acidophilus* populations of 10<sup>3</sup>, 10<sup>6</sup> and 10<sup>9</sup> CFU/mL of substrate, the best results were for the hydrolyzate of broad bean pods, which reached maximum populations of 5x10<sup>7</sup>, 9x10<sup>10</sup> and 9x10<sup>11</sup>CFU/mL, respectively; followed of the hydrolyzate of peas pods, which reached maximum populations of 9x10<sup>6</sup>, 9x10<sup>9</sup> y 3x10<sup>11</sup>CFU/mL, respectively; Finally of hydrolyzate of the lima beans pods, which reached maximum populations of 3x10<sup>6</sup>, 5x10<sup>8</sup> y 1x10<sup>11</sup>CFU/mL, respectively.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día, el Perú desecha millones de toneladas anuales de residuos provenientes de la agricultura, lo que origina diversos problemas medio ambientales. El mercado nacional expende productos de gran diversidad, como: verduras, frutas, cereales, etc., los que generan residuos, que presentan en su estructura fisiológica elementos que actúan como medios de supervivencia y vehículo para transportar a las bacterias probióticas *Lactobacillus acidophilus*, por la calidad de nutrientes que contienen estos residuos (Taípe, 2012).

Las leguminosas son un grupo muy numeroso del reino vegetal, su fruto está conformado por vaina y semilla. Estas vainas de leguminosas (habas, arvejas, pallares, etc.), son desechadas y desaprovechadas; sin embargo contienen proteínas y una gran cantidad de micronutrientes, convirtiéndose en una fuente nutricional para beneficio del hombre (Inmaculada, 2008).

Los sustratos que se obtienen de las vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar), son potenciados por la viabilidad del *Lactobacillus acidophilus*, incrementando los beneficios de estos sustratos; de este modo se busca demostrar la capacidad prebiótica de los hidrolizados de vainas de estas leguminosas, obteniéndose finalmente materias primas para el desarrollo de alimentos funcionales en nuestro país.



## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema general

¿Es factible obtener sustratos viables para el *Lactobacillus acidophilus* a partir de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar)?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características bromatológicas de las vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar)?
- ¿Cuál es la concentración más viable de los hidrolizados de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar) para poblaciones de *Lactobacillus acidophilus* de  $10^3$  UFC/mL de muestra?
- ¿En qué se diferencian las curvas de crecimiento para poblaciones de *Lactobacillus acidophilus* de  $10^3$ ,  $10^6$  y  $10^9$  UFC /mL de muestra, en las concentraciones más viables de los hidrolizados de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar)?
- ¿Cuáles son los parámetros de crecimiento del *Lactobacillus acidophilus* en los hidrolizados de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar)?

## 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. Objetivo general

Obtener hidrolizados de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar) como sustratos viables para el *Lactobacillus acidophilus*.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características bromatológicas de las vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum* L. (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar): humedad, proteínas, extracto etéreo y cenizas.
- Determinar la concentración más viable de los hidrolizados de las vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum* L. (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar) para poblaciones de *Lactobacillus acidophilus* de  $10^3$  UFC/mL de muestra.
- Comparar las curvas de crecimiento para poblaciones de *Lactobacillus acidophilus* de  $10^3$ ,  $10^6$  y  $10^9$  UFC/mL de muestra en las concentraciones más viables de los hidrolizados de las vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum* L. (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar).
- Determinar los parámetros de crecimiento: tiempo de latencia ( $\lambda$ ), velocidad de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) y tiempo generacional ( $T_g$ ) del *Lactobacillus acidophilus* en los hidrolizados de las vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum* L. (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar).

### 1.4. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del proyecto permitió evaluar la viabilidad del *Lb. acidophilus* en sustratos no convencionales, tales como son los hidrolizados de vainas de haba, arveja y pallar, otorgándole gran importancia al uso de estas vainas (considerados desechos orgánicos) como materias primas para el desarrollo de alimentos funcionales, debido a su comportamiento como ingrediente prebiótico, lo cual beneficiará a la salud de las personas (Roberfroid, 2001).

Además de favorecer el desarrollo sostenible del ambiente, al reducir la generación de residuos sólidos, ya que dichos residuos se utilizarán para su posterior industrialización, empleando métodos que no sean bruscos ni contaminantes.

### **1.5. IMPORTANCIA**

Según el Ministerio de Agricultura y Riego, en el año 2013 nuestro país ha producido aprox. 1 438 000,00 toneladas de arvejas, habas y pallares (véase el cuadro N°A.2, en la página 164), que representa solamente los granos, desechándose aprox. 921 000,00 toneladas de vainas, que al degradarse por la actividad de agua, generan vectores ambientales, acúmulo de desechos orgánicos, putrefacción, toxicidad y una gran contaminación del ambiente.

De acuerdo a la Ley 27314 “Ley General de Residuos Sólidos” y su Reglamento de la Ley, D.S 057-2004-PCM, es muy importante la apropiada gestión y manejo de los residuos sólidos; el aprovechamiento de los subproductos de las leguminosas de la actividad industrial y comercial, es uno de los objetivos de la presente investigación, el manejo adecuado de las vainas de arvejas, habas y pallares en los mercados, permite obtener un insumo inocuo, para su procesamiento y obtención del sustrato con valor nutricional, por contener proteínas y una gran cantidad de micronutrientes, convirtiéndose en fuente nutricional para beneficio del hombre (Inmaculada, 2008).

La definición de las características del medio, tales como: el pH, la actividad del agua, concentración de nutrientes y la temperatura, son importantes para el desarrollo de los *Lb. acidophilus* lo que garantiza la función de viabilidad de un sustrato.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

#### 2.1.1. Bacterias lácticas y prebióticos

Mundaca (2012), determinó la “Viabilidad del *Lactobacillus acidophilus* en yogur natural con extracto de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en Unidades Formadoras de colonias por mililitro de muestra (UFC/mL). Para lo cual se realizaron tres tratamientos, las relaciones del extracto de yacón en yogur natural fueron: 8%v/v, 16%v/v y 22%v/v. Los tratamientos se almacenaron entre 8 y 10°C por 3 días. El recuento se realizó cada 3 horas durante los 3 días, fueron sembrados en medio Agar MRS, de esta forma se obtuvo el crecimiento microbiano (UFC/mL). Se realizó un análisis de varianza ANOVA con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) demostrando que hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Resultando un mejor crecimiento microbiano en la relación de 22%v/v de extracto de yacón en yogur natural, el cual presentó una viabilidad de  $4,5 \times 10^{10}$  UFC/mL.

Barrón *et al* (2006), estudió la “Acción inhibitoria de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Lactococcus lactis*) sobre el crecimiento axénico in vitro de *Entamoeba histolytica*”, utilizando 1, 10, 20 y 100 mg/mL de liofilizados de medios condicionados con dichas bacterias. Las concentraciones ensayadas mostraron diferencia estadística significativa (ANOVA  $p=0.05$ ) como inhibidores el crecimiento in vitro de *Entamoeba histolytica*.

Los resultados obtenidos en el experimento permiten concluir que existe la posibilidad de tener una alternativa nutricional para la prevención y tratamiento de enfermedades estomacales.

**Baeza (2008)**, realizó el “Estudio de la determinación del efecto prebiótico de la harina de semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*)”, evaluado a través de dos microorganismos probióticos: *Lb. casei* y *Lb. acidophilus* en aerobiosis. Donde se molieron las semillas de linaza, se tamizaron y guardaron. Para la evaluación prebiótica utilizaron *Lb. Casei* y *Lb. acidophilus* los cuales se sembraron en el medio de cultivo preparado con harina de linaza e incubaron a 32°C y 37°C para cada microorganismo respectivamente durante 30 días. El contenido de proteína de la harina de linaza fue 29,8%, con contenido de humedad de 5,4% y 2,4% de cenizas. Se observó que el *Lb. Casei* creció en harina integral durante los dos primeros días y durante el resto de los días hasta el 30 no se incrementan el número de bacterias pero no mueren mientras que para el blanco las bacterias van desapareciendo. Se observó que durante los primeros 5 días las bacterias (*Lb. acidophilus*) se adaptaron al medio, durante los días 5 hasta 7 crecieron después de eso va comenzado la fase de muerte. Y con el blanco prácticamente van muriendo al sétimo día. Concluyendo que el *Lb. Casei* tiene una mayor capacidad de acumulación de reservas provenientes del medio de activación y que se comporta como prebiótico en presencia de harina de linaza mientras que *Lb. acidophilus* no lo es.

**Lamadrid (2009)**, desarrolló la “Capacidad de adhesión y fermentación a gránulos de almidón de papa por bacterias ácido lácticas silvestres para evaluar su actividad como prebiótico”, utilizando muestras de almidón de papa de diversas variedades y de maíz que se usó para compararlos con otros almidones de otros orígenes. Se caracterizó el almidón midiendo: el tamaño del gránulo, el contenido de amilosa y de amilopectina, el nivel de fosforilación, la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática y ácida y el contenido de almidón resistente para saber si alguno(s) de estos factores determinan su capacidad prebiótica. Concluye que el tamaño y el contenido de amilosa son características importantes de los gránulos de almidón en la definición de la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática y ácida respectivamente. El almidón de papa presentó un 80% de almidón resistente, el de maíz un 44,6%, y, no obstante las bacterias ácido lácticas estudiadas no presentaron actividad amilolítica, otras bacterias presentes en el colon podrían utilizar este almidón para producir ácidos grasos de cadena corta. Además, las bacterias estudiadas presentaron una alta capacidad de adhesión a los gránulos de almidón de papa, por lo que éste puede ser un prebiótico potencial para las bacterias amilolíticas del colon.

**Ramírez (2009)**, realizó la “Evaluación prebiótica del aguamiel del Maguey (*Agave Salmiana*) en *Lactobacillus del brueckii subsp. Bulgaricus*. Lo primero que se realizó fue acondicionar el maguey y realizar una serie de análisis como porcentaje de humedad, de cenizas, de grasas, de proteína, de fibra cruda, entre otros y determinación de

azúcares. El aguamiel de maguey fue sometido a un proceso de liofilización, otro de precipitación con alcohol, previo al proceso de liofilización y un tercero a un secado por aspersion. Se realizó análisis fisicoquímicos y se determinó el crecimiento microbiano de la bacteria láctica *Lb. delbrueckii* cultivada en medio MRS con y sin glucosa, el cual fue complementado con inulina de aguamiel y se comparó con los medios complementados con inulinas comerciales grado químico y alimentario, todas las inulinas se adicionaron en concentraciones de 4, 12 y 20 g/L. Se concluye que la piña de agave de salmiana es una fuente valiosa para extracción de carbohidratos y fibra. La inulina obtenida del aguamiel incrementó el crecimiento de bacterias lácticas al igual que las inulinas controles empleadas.

#### **2.1.2. Aprovechamiento de residuos de vaina de arveja, haba y pallar.**

**Inmaculada (2008)**, realizó el “Aprovechamiento de subproductos de leguminosas para la obtención de ingredientes funcionales”, para ello trabajó con vainas de haba, arveja y okara (el subproducto de la soya), a los cuales se les realizó características bromatológicas: humedad, cenizas, proteínas, grasas, fibra soluble e insoluble. Hizo una comparación de metodologías para la caracterización de la fibra alimentaria. Concluye que estos residuos son ricos en fibra alimentaria, por lo que se puede usar como una fuente potencial en la formulación de alimentos para el consumo humano.

**Arroyo (2008)**, realizó la “Obtención y caracterización fisicoquímica y funcional de las fibras dietéticas del níspero común”. Para ello, las fibras dietéticas se obtuvieron usando métodos gravimétricos estándar; para luego obtener espectros Infrarrojo de las fibras dietéticas usando un Espectrofotómetro Nicolet Abatar 380. El níspero común analizado presentó contenidos de 8,44% de pectina, 7,68% de celulosa, 4,98% de hemicelulosa y 0,62% de lignina; la caracterización con el Espectrofotómetro permitió la identificación de los grupos funcionales característicos de cada una de estas fibras dietéticas, como el estiramiento en  $1750\text{ cm}^{-1}$  para el grupo C=O. Se concluye que el níspero común es una fuente de fibra dietética con excelente balance, porque guarda una proporción de 56,54% de fibras dietéticas solubles (FDS) a 43,46% de fibras dietéticas insolubles (FDI).

**García (2003)**, desarrolló la “Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos obtenidos de la cáscara de mango criollo (*Mangifera Indica*) y la incorporación en galletas”. Como resultado se obtuvo un polvo de color amarillento ocre de olor y sabor agradable con rendimiento de 19,19% en base de cascara húmeda, el tamaño de partícula del residuo fibroso fue mayor de  $291\mu\text{m}$ , el contenido de humedad del residuo fibroso resultó 6,25%, el porcentaje de cenizas fue 5,43%, de proteína 4,82%, contenido de grasa de cruda de 1,98% y con un contenido de fibra cruda de 12,06%. El contenido de fibra dietética total fue de 56,68% y su contenido de fibra dietética soluble resultó 29,46% y fibra dietética insoluble 27,21%, la capacidad de retención



de agua y de aceite fue 4,07 y 1,46 mg/g fibra respectivamente. La actividad emulsificante de la fibra fue 7,46%. Realizó la prueba sensorial de la galleta elaborada con la fibra de mango y con un blanco que fue galleta de salvado para lo cual eligió a 85 jueces consumidores, después de realizada la prueba los jueces de las galletas elaboradas con los dos productos llegaron al nivel me gusta. En el estudio se concluye que debido a sus características fisicoquímicas encontradas, el residuo fibroso de mango es una buena fuente de fibra dietética y podría emplearse en productos auxiliares para aliviar ciertos males como estreñimiento, diabetes, etc. Pueden emplearse en productos de panificación y al elaborar galletas no se nota diferencia con la galleta elaborada con salvado.

**Vergara (2005)**, realizó la “Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética obtenida del mango (*Tommy Atkins*)” y determinó la capacidad antioxidante de los compuestos polifenólicos, evaluando su adición y digestibilidad en productos de panificación, obteniendo como fibra dietética de mango un polvo fino color amarillento de olor agradable y sabor ligeramente ácido. La fibra presentó un contenido de humedad de 7,58% así mismo su contenido de cenizas fue 2,86%, el contenido de proteína encontrado fue 4,22% y con un contenido de grasa de 2,32%. El contenido de fibra dietética total resultó ser 28,0% así mismo presentó un 14,2% de fibra dietética soluble y el contenido de fibra dietética insoluble fue de 13,8%. El contenido de polifenoles fue de 16,1mg/g, la determinación de su capacidad antioxidante fue alta porque su obtuvo

una eficiencia antirradical igual a  $15,0 \times 10^{-3}$ . Se concluye que el mango es una buena alternativa para la obtención de fibra alimentaria.

**Prieto (2007)**, determinó las condiciones de procesamiento para la obtención de residuos fibrosos a partir de sáculos de naranja empleando escaldado con vapor para esta determinación utilizaron un lote de naranjas de la variedad valencia, los sáculos se separaron manualmente de las cascaras y fueron troceadas a  $\frac{1}{4}$  de sáculo aplicándose luego escaldado con vapor a  $96^{\circ}\text{C}$  después se secaron a  $60^{\circ}\text{C}$  durante 6 horas. Los residuos obtenidos se molieron y se almacenaron para su análisis posterior, de la misma manera se realizó el escaldado con agua a  $95^{\circ}\text{C}$ , el secado a  $60^{\circ}\text{C}$  y una muestra sin tratamiento térmico que sirvió como control, secado a  $60^{\circ}\text{C}$ . La fibra obtenida con escaldado con vapor tuvo una humedad de 6,39%, con el escaldado por ebullición 6,97% y el de control 6,98% concluyéndose que la humedad de los residuos obtenidos se encuentra dentro del nivel de humedad requerida para polvos deshidratados. Los residuos fibrosos escaldados con vapor, con agua y control presentaron un porcentaje de cenizas de 2,82%, 2,84% y 3,14% respectivamente. La fibra dietética total para cada muestra tratada con vapor, con agua y control fueron 81,54%, 80,50% y 82,92% respectivamente. A los residuos fibrosos de sáculos de naranja tratado por métodos de escaldado con vapor y agua, se les realizó la caracterización microbiológica en la cual encontraron la ausencia de Coliformes Totales, Mohos y Levaduras mientras que para el control si se encontraron UFC/g.

### 2.1.3. Hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar

Taibe (2012), realizó la “Evaluación de los hidrolizados de *Hordeum vulgare* (cebada), *Chenopodium quinoa wildnow* (quinua) y *Glicine max* (soya) como sustrato favorable para la elaboración de un producto nutracéutico a base de *Lb. acidophilus*”. Para lo cual cultivó dicho microorganismo en tres medios: hidrolizado de soya, hidrolizado de quinua, hidrolizado de cebada y caldo MRS, este último como control de comparación. Dichos hidrolizados se obtuvieron a 120°C y 120 lbf/in<sup>2</sup> durante 20 minutos en autoclave. Los microorganismos se cultivaron a 38,5°C, durante 57 h. La capacidad como sustrato favorable de los hidrolizados de soya, quinua y cebada se evaluó a través de los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* que corresponden al tiempo de latencia, velocidad máxima de crecimiento, tiempo de generación, teniendo en cuenta la viabilidad del microorganismo por sobre 10<sup>7</sup>UFC/mL. Los resultados mostraron que el *Lb. acidophilus* en hidrolizado de soya tuvo menor tiempo de latencia, mayor velocidad máxima de crecimiento y mejor tiempo de generación, que los obtenidos en hidrolizados de quinua y en los hidrolizados de cebada. Alcanzando en el hidrolizado de soya una población máxima de 10<sup>10</sup>UFC/mL, bajo las condiciones de la experiencia.

Michael (2007), realizó la caracterización de los carbohidratos no estructurales del maguey mezcalero potosino, para lo cual realizó hidrólisis térmica a los jugos del *Agave salmiana* y trabajó a tres temperaturas (60°C, 70°C y 80°C) durante 2 horas e hidrólisis ácida; la técnica utilizada para

analizar a los hidrolizados obtenidos fue cromatografía de alta eficiencia (HPLC), analizó fructuosa, glucosa, sacarosa, xilosa y maltosa. La hidrólisis térmica y ácida aumentó la concentración de fructuosa en comparación con los jugos crudos del *Agave salmiana*, pero solo hubo un pequeño aumento de glucosa, estos dos carbohidratos fueron los que se presentaron en mayor concentración en los hidrolizados.

**Mejía et al (2007)**, desarrolló el aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común en la obtención de azúcares fermentables, para ello aplicaron tratamientos de hidrólisis al residuo del mango común, con el fin de hacer la conversión de sus polisacáridos a unidades de azúcares fermentables. Se aplicó hidrólisis ácida, enzimática e hidrólisis térmica (98°C- presión atmosférica y 125°C-1,4bar). De los resultados se concluye que el residuo del mango común tiene un alto contenido de carbohidratos, demostrando con ello que es un material muy bueno para la obtención de metabolitos fermentables.

**Castañón (2009)**, estudió el efecto de la adición de hidrolizados de levaduras para obtener leches acidificadas, el proceso de hidrólisis térmica se realizó a 30°C, 35°C, 40°C, 45°C y 50°C por 72 h, y se determinó el porcentaje de hidrólisis a cada temperatura, obteniéndose el mejor a 45°C, el hidrolizado obtenido se adicionó a 3,5% y 7% al medio de fermentación a 45°C por 6 horas, los mayores rendimientos se obtuvieron a la segunda concentración aumentando un 7% la conversión de la lactosa en ácido láctico.

**Guadix et al (2000)**, estudiaron los “Procesos tecnológicos y métodos de control de la hidrólisis de proteínas”, afirmando que una de las aplicaciones

más importantes de los hidrolizados de proteínas es su utilización como fuente de nitrógeno en la formulación de dietas enterales para la alimentación de infantes y/o adultos enfermos. Dichas dietas son esenciales en el tratamiento de pacientes con desórdenes estomacales o problemas de la mucosa intestinal, así como en lactantes con síndrome de mala absorción, mala nutrición o con cuadros alérgicos en la mayoría de los casos.

**Pintau (2006)**, estudió la “Caracterización e hidrólisis de residuos agrícolas como sustratos para producir etanol”, obteniendo primero disoluciones de azúcares tomando tres variables: temperatura, tiempo de reacción y concentración del catalizador que en este caso fue ácido sulfúrico, para luego fermentarlas y producir etanol que se pueda utilizar como combustible de motores de combustión interna, o bien, de diversos procesos químicos. Las muestras fueron hidrolizadas con ácido sulfúrico como catalizador con 2, 4 y 6% de concentración de ácido en volumen, temperaturas de 80, 100 y 121°C, así como, tiempos de 0, 20, 40, 60, 180 y 300 minutos, para establecer las condiciones en las cuales hay mayor producción de azúcares fermentables.

**Bravo (1997)**, realizó el “Estudio de la Hidrólisis enzimática de la harina de quinua”, utilizando las enzimas comerciales:  $\alpha$ -amilasa “FUNGAMYL 1600S”, celulasa “CELLUCLAST 1,5L”, pectinasa “ULTRASYM 100G”, aminoglucosidasa “AMG 400L”, complejo de proteasa/peptidasa “FLAVOURZYME” y endoproteasa “ALCALASE 2,4L” y “NEUTRASE 1,5 mg”, combinándolas para obtener hidrolizados de mayor recuperación de sólidos y más estables, para luego estudiar las hidrólisis sucesivas del almidón y

de la proteína. Se hidrolizó el almidón de la harina de acuerdo a los parámetros de concentración de enzima y tiempo seleccionados. Luego se acondiciona la mezcla hidrolizada para la hidrólisis de la proteína y sin activar la  $\alpha$ -amilasa previamente, se evaluó la hidrólisis en función de la concentración de enzimas y del tiempo. Se halló que la hidrólisis con “ALCALASE” o “FLAVOURZYME”, dieron como resultado hidrólisis de mayor contenido proteico (1,79% y 1,68% respectivamente) que los obtenidos con “NEUTRASE“(0,99%). Finalmente se obtuvo mayor grado de hidrólisis proteica en los hidrolizados obtenidos con “FLAVOURZYME”.

**Benítez *et al* (2008)**, en “Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones”, estudiaron la hidrólisis de proteínas hasta péptidos o aminoácidos, por acción de enzimas proteolíticas, la composición final y, por tanto, el uso de los hidrolizados dependerá principalmente de la fuente proteica, del tipo de proteasa usada, de las condiciones de hidrólisis y del grado de hidrólisis alcanzado en la reacción. Los hidrolizados se utilizan ampliamente en la tecnología alimentaria por sus propiedades nutricionales o funcionales (solubilidad, poder emulsificante, capacidad espumante).

#### **2.1.4. Alimentos funcionales**

**Chel *et al* (2008)**, estudiaron un nuevo concepto de nutrición alimentaria que incluye a aquellos alimentos que presentan una potencialidad en el mejoramiento de la salud y disminuyen los riesgos de enfermedades en el cuerpo humano. Por esto varias industrias alimentarias como Danone<sup>MR</sup>, Nestlé<sup>MR</sup>, Puleva<sup>MR</sup>, etc., han incluido en sus productos con ciertos nutrientes y

componentes bioactivos extraídos de fuentes animales y vegetales, capaces de ofrecer beneficios en la salud de los consumidores. Por lo tanto, el interés de la industria de los alimentos en encontrar materias primas naturales que presenten altos contenidos en proteínas de las cuales se pueden producir ciertos péptidos bioactivos con efectos benéficos en el organismo. Los péptidos bioactivos son secuencias de tamaño pequeño de aminoácidos, generalmente entre 2 y 15 residuos, los cuales se encuentran inactivos dentro de la proteína intacta pero que pueden ser liberados durante la digestión del alimento o por un proceso previo del mismo, como por ejemplo mediante hidrólisis enzimática. Las funciones de los péptidos bioactivos como antihipertensivos, antioxidantes, antimicrobianos, anticariogénicos, antiulcerativos y antitrombóticos, por mencionar algunas, permiten su utilización como ingredientes en la elaboración de alimentos funcionales y con ello obtener un efecto beneficioso para alguna función corporal del individuo produciendo una mejora en su salud o reduciendo el riesgo de padecer alguna enfermedad.

**Kahn et al (2009)**, concluye que el uso de probióticos en niños con diarrea aguda infecciosa sería útil en la práctica clínica diaria, disminuyendo la duración de la diarrea en aproximadamente un día. Los probióticos que incluyen a los *Lactobacillus* y *Bifidobacterias*, podrían inhibir a los patógenos entéricos mediante la secreción de agentes antibacterianos.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Haba, arveja y pallar

#### a. Haba(*Vicia Faba*)

Según Confalone (2008), es una planta trepadora herbácea, anual, de tallos semi-erectos que se enredan; cultivada en todo el globo por sus semillas, las cuales son empleadas en gastronomía. Da su nombre a la familia de las fabáceas, de la cual es la especie tipo.

Botánicamente, la planta del haba pertenece al orden *Rosaceae*, a la familia *Leguminosae* o *Papilionaceae* o *Fabaceae*, subfamilia *Papilionoidae*, y su nombre científico es *Vicia faba L.*, es una planta anual de porte recto, su sistema radicular (conjunto de raíces) está muy desarrollado. Los tallos son de coloración verde, fuertes, angulosos y huecos, ramificados, de hasta 1,5 metros de altura. Las hojas alternas, compuestas, con folíolos anchos ovales-redondeados, de color verde y desprovisto de zarcillos (López *et al*, 2005). Su composición se presenta en la tabla Peruana de Composición de Alimentos (véase el anexo N°25, en la página 168), además su contenido de aminoácidos según la FAO se detalla en la Tabla de Contenido de Aminoácidos en los alimentos (véase el anexo N°26, en la página 169).

#### b. Arveja (*Pisum sativum*)

Botánicamente, la planta del guisante pertenece al orden *Rosaceae*, a la familia *Leguminosae* o *Papilionaceae* o *Fabaceae*, subfamilia *Papilionoidae*, tribu *Vicieae* y su nombre científico es *Pisum sativum L.*



Es una planta con tallos trepadores y angulosos y su sistema radicular es poco desarrollado, aunque posee una raíz pivotante (raíz primaria), que puede llegar a ser muy profunda (Maroto, 1989). Su composición se presenta en la tabla Peruana de Composición de Alimentos (véase el anexo N°24, en la página 167), y su contenido de aminoácidos según la FAO se detalla en la Tabla de Contenido de Aminoácidos en los alimentos (véase el anexo N°26, en la página 169).

**c. Pallar (*Phaseolus lunatus*)**

Es la menestra o leguminosa nativa de Perú pertenece al género *Phaseolus lunatus*, tiene forma de riñón. El pallar tiene la ventaja de ser el más almidonado que el común de leguminosas.

El Pallar es un arbusto, que erecto tiene una altura aproximada de 0,5 a 0,6 metros. El tallo es vellosa, las hojas son pequeñas y las flores, púrpura dispuestas en espiga. Los frutos (legumbres) se presentan en vainas de 5 a 15 cm y contienen de 3 a 5 granos o semillas, que son la parte comestible, son de color blanco jaspeado o cremoso (FAO/ONU, 2011). Su composición se presenta en la tabla Peruana de Composición de Alimentos (véase el anexo N°24, en la página 167), y su contenido de aminoácidos según la FAO se detalla en la Tabla de Contenido de aminoácidos en los alimentos (véase el anexo N°25, en la página 168).

**2.2.2. Hidrolizados**

La hidrólisis térmica es un proceso donde la temperatura alta y la presión correspondiente, junto con el tiempo de retención óptimo, destruyen las paredes

celulares de un sustrato orgánico. Dicha destrucción conlleva a la disociación de los polímeros de cadena larga (hidrólisis de proteínas), y produce sustratos solubles (hidrolizados); ricos en péptidos (cadenas de aminoácidos) y aminoácidos libres (monómeros de las proteínas), que se caracterizan por su fácil digestión (McCarty *et al*, 1986).

La hidrólisis consiste en descomponer las proteínas en sus aminoácidos constituidos, ser incorporados al organismo por medio del torrente sanguíneo y desde allí ser distribuidas al lugar en que sean útiles. El agua es uno de los compuestos reaccionantes (Lifshitz, 1985).

Diversos estudios han mostrado que los hidrolizados de proteínas que contienen mayormente di y tripéptidos, son absorbidos más rápidamente que los aminoácidos libres y mucho más rápido que las proteínas intactas. Por otro lado, se ha demostrado que la ingesta de bebidas utilizadas en la recuperación deportiva que contienen hidrolizados de proteínas es de gran valor ergogénico (Anssi, 2004).

### **2.2.3. Bacterias lácticas**

#### **a. Definición**

Es un grupo heterogéneo de bacterias que tienen la capacidad de fermentar los glúcidos produciendo ácido láctico (Lahtinen, 2012).

#### **b. Género *Lactobacillus***

Los *Lactobacillus* tienen forma celular de bastoncillos generalmente agrupadas en cadenas. Existen los *Lactobacillus*.

homofermentativos obligatorios, que son incapaces de fermentar las pentosas y el gluconato. También existen los *Lactobacillus* homofermentativos facultativos, quienes fermentan las hexosas de manera homofermentativa y a las pentosas y gluconato heterofermentativamente con producción de ácido láctico y ácido acético. Finalmente están los *Lactobacillus* heterofermentativos facultativos, aquellos que fermentan las hexosas y producen ácido láctico, ácido acético (o etanol) y CO<sub>2</sub> en la relación de 1:1:1, mientras que al fermentar a las pentosas produce ácido láctico y ácido acético (Holt, 1992).

**c. *Lactobacillus acidophilus***

Es una bacteria del género *Lactobacillus*. El término "*Lactobacillus*" es la unión de un prefijo y una raíz: lacto que significa leche y "*bacillus*" que quiere decir en forma de barra o vara. "*Acidophilus*" quiere decir con afinidad por los ácidos (Holt, 1992). Con respecto a su morfología el *Lb. acidophilus* es un bacilo Gram Positivo (+), generalmente con dimensiones de 0,6 µm de ancho por 1,5 a 6µm de largo, es no móvil, tiene extremos redondeados, se presenta como células unitarias, en pares y/o en cadenas diminutas. Produce isómeros L (Levógiro) y D (Dextrógiro) del ácido láctico por fermentación de la lactosa, es homofermentativo y presenta un óptimo crecimiento entre 35 y 38°C, aunque se multiplica bien a 48°C; a valores inferiores a 15°C dejan de crecer (Group E104-IDF,

1995). Desarrollan su crecimiento en medios ligeramente ácidos (pH entre 6,4 a 4,5) y dejan de hacerlo cuando el pH adquiere valores desde 4 hasta 3,6 (Holt, 1992).

**d. Taxonomía del *Lactobacillus acidophilus***

Cuadro N° 2.1: Clasificación científica del *Lb. acidophilus*

Reino	<i>Bacteria</i>
División	<i>Firmicutes</i>
Clase	<i>Bacilli</i>
Orden	<i>Lactobacillales</i>
Familia	<i>Lactobacillaceae</i>
Genero	<i>Lactobacillus</i>
Especie	<i>L. acidophilus</i>
Nombre binomial	<i>Lactobacillus acidophilus</i>

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus\\_acidophilus](http://es.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_acidophilus)

**e. Hábitat del *Lactobacillus acidophilus***

Crece de manera natural en una gran variedad de alimentos, incluidos la leche, la carne, el pescado y los cereales. No solo está presente en los intestinos de los animales y en el del propio ser humano, sino también en la boca, la vagina (Heller, 2001), y en su tubo digestivo (Botazzi, 1988).

**f. Fisiología de crecimiento:**

➤ **Nutrición nitrogenada**

Crece en medios ricos en bases nitrogenadas, vitaminas, fuentes de carbono y nitrógeno; ciertas vitaminas no son exigidas pero tienen un efecto estimulante sobre el crecimiento (Desmazeaud, 1983).

Con respecto a la utilización de aminoácidos libres, su crecimiento puede estar limitado por la baja concentración de dichos aminoácidos.

Con respecto a la utilización de péptidos libres, estos son una necesidad, ya que la concentración de los aminoácidos libres no pueden asegurar el su crecimiento (St-Gelais *et al*, 1993). La permeación de los di o tripéptidos exige energía aportada por un azúcar, la energía necesaria podría ser proporcionada en forma de ATP (Van boven *et al*, 1986). Dado el pequeño tamaño de los péptidos capaces de penetrar en estas células y de servir de fuente de aminoácidos, las bacterias lácticas deben disponer de peptidasas superficiales capaces de acortar los péptidos de tamaño superior (Exterkate, 1981; Thomas *et al*, 1981).

Con respecto a la utilización de proteínas y polipéptidos, debido a la carga y tamaño, las proteínas no pueden atravesar la membrana citoplasmática de las bacterias: su hidrolisis necesita la presencia de proteasas y peptidasas bacterianas extracelulares o ligadas a la envoltura bacteriana. La actividad proteolítica global de las bacterias lácticas es considerada débil comparada con la de otros géneros bacterianos como *Bacillus* o *Pseudomonas*. Pero su equipo enzimático es complejo por la diversidad y la naturaleza de las enzimas detectadas y por su localización intra o extracelular. El sistema proteolítico de las bacterias lácticas está constituido por dos tipos de enzimas distintas: las proteasas capaces de hidrolizar proteínas nativas, por ejemplo la caseína o sus derivados, y las peptidasas caracterizadas por la hidrolisis de péptidos provenientes de la degradación de las proteínas (Dworkin *et al*, 2006).

➤ **Metabolismo de los azúcares**

Los azúcares utilizados por las bacterias lácticas propiamente dichas son fermentadas esencialmente hasta ácido láctico. Cuando la fermentación es homoláctica, la producción de lactato pasa por la vía de Embden-Meyerhof-Parnas (EMP). Las bacterias homofermentativas producen lactato como único producto de la fermentación de la glucosa.

➤ **Metabolismo aerobio**

La reacción de las bacterias lácticas con el oxígeno es compleja, por su incapacidad de sintetizar porfirinas hémicas, estas bacterias poseen un metabolismo fermentativo y son así pues consideradas como anaerobias. Sin embargo su sensibilidad al oxígeno puede ser muy variable según las cepas: desde anaerobia estricta a antitolerante hasta insensible (Condon, 1987).

➤ **Metabolismo y los minerales**

Aredes *et al* (2003) subrayan la necesidad de  $Mn^{+2}$  y/o de  $Fe^{+2}$  para un buen medio de crecimiento. La necesidad de los iones en el metabolismo se explica en primer lugar por su función de cofactor para numerosas enzimas.

**g. Efectos terapéuticos del *Lb. acidophilus* en la especie humana**

➤ **Sobre el tránsito intestinal**

El consumo de leche con *Lb. acidophilus* vivo facilitaría el tránsito intestinal y combatiría el estreñimiento, estimularía la mucosa intestinal

que a su vez excitaría la capa muscular subyacente. Los trastornos causados por los antibióticos en la flora intestinal podrían combatirse mediante la ingestión regular de leche o de yogurt con *Lb. acidophilus* ayudando a restaurar el equilibrio de la flora intestinal (Davies, 1986). La ingestión de *Lb. Acidophilus* permitiría la colonización del intestino por parte de estas cepas y la modificación de la flora intestinal, en particular por la disminución de los *Clostridium* (Sarra *et al*, 1984).

➤ **Sobre el equilibrio de la flora intestinal**

El efecto más documentado trata de la inhibición de un cierto número de bacterias entre ellas patógenas mediante la producción de antibióticos (*Lb. acidophilus*, *Lb. Delbrueckii subsp. Bulgaricus*, *Lb. Brevis*, *Lb. plantarum*) activos in vitro frente a bacterias Gram-positivas (*Bacillus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*) o Gram negativas (*Pseudomonas*, *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Serratia*, *Proteus*, *Vibrio*) (Lahtinen *et al*, 2012).

➤ **Sobre la defensa inmunitaria**

La administración oral de diversas bacterias lácticas a ratones activa los macrófagos, que son células del sistema inmunitario que se localizan en los tejidos (Perdigón *et al*, 1986, 1987). Por otro lado, las bacterias lácticas pueden servir como producto preventivo contra las diarreas causadas por *Salmonella* y *E. Coli* (Mission Scientifique de Recherche Nutritionnelle Sur les Aliments Laitiers Frais *et al*, 1989).

➤ **Sobre la formación del colesterol**

La ingestión de *Lb. acidophilus* disminuye la tasa de colesterol en el suero sanguíneo de ratas (Rao *et al*, 1981; Grunewald, 1982).

➤ **Sobre la cancerogénesis**

La alimentación de ratas con leche con *Lb. acidophilus* tienen menos enzimas fecales ( $\beta$ -glucosidasa,  $\beta$ -glucuronidasa) capaces de convertir sustancias pro-cancerígenas en cancerígenas (Davies, 1986; Mission Scientifique de Recherche Nutritionnelle Sur les Aliments Laitiers Frais *et al*, 1989). Por otro lado, hombres alimentados con estas mismas leches presentan menos enzimas fecales ( $\beta$ -glucuronidasa, nitrato reductasa, azoreductasa) durante el período de ingestión (Goldin *et al*, 1984). Por lo que el *Lb. acidophilus* podría ser el responsable de una resistencia a la aparición de cáncer al colon (Goldin *et al*, 1980).

**h. El *Lb. acidophilus* en alimentación animal**

Las bacterias lácticas en la alimentación animal se usa con los objetivos de mejorar el crecimiento evitando el empleo de antibióticos, y para aumentar la higiene alimentaria; los animales involucrados son mayormente el ternero de carnicería, el cerdo y las aves de corral. En el ternero, la adición de *Lb. acidophilus* es recomendada para combatir la enteritis del ternero recién nacido (Wolter *et al*, 1987). Mientras que sería



capaz de proteger a los pollitos de infecciones por *E. Coli*, *Salmonella typhimurium* y *Staphylococcus aureus* (Watkins *et al*, 1982; 1983).

#### **2.2.4. Cinética de crecimiento bacteriano**

Se entiende por crecimiento bacteriano el aumento del número de microorganismos a lo largo del tiempo es decir al incremento en el número de células y de la masa celular. Por tanto, no se refiere al crecimiento de un único microorganismo (ciclo celular) sino al demográfico de una población.

Se denomina ciclo celular al proceso de desarrollo de una bacteria considerada de forma aislada. A lo largo del ciclo celular, tiene lugar la replicación del material de la bacteria, la síntesis de sus componentes celulares, el crecimiento para alcanzar un tamaño doble del inicial y su división por bipartición de la bacteria para dar lugar a dos células hijas.

En relación a la cinética del crecimiento se considera a la población bacteriana como un sistema autocatalítico multiplicativo, siguiendo una cinética de primer orden (Pisabarro, 2003).

**Fase lag o de adaptación ( $\lambda$ ):** También llamado tiempo de latencia, es la fase donde los microorganismos adaptan su metabolismo a las nuevas condiciones ambientales (de abundancia de nutrientes) para poder iniciar el crecimiento exponencial. La duración de esta fase depende del cultivo previo, de la edad del inóculo, y de lo adecuado del medio de cultivo (Swinnem *et al*, 2004).

**Fase exponencial o logarítmica:** donde la velocidad de crecimiento es máxima y el tiempo de generación es mínimo. Durante esta fase las bacterias consumen los nutrientes del medio a velocidad máxima.

**Tiempo de Generación ( $T_g$ ):** Es aquel tiempo tomado por la población dentro de la fase de crecimiento exponencial para duplicarse (Stainer *et al*, 1989).

**Fase estacionaria:** en ella no se incrementa el número de bacterias (ni la masa u otros parámetros del cultivo). Las células en fase estacionaria desarrollan un metabolismo diferente al de la fase de exponencial y durante ella se produce una acumulación y liberación de metabolitos secundarios. En esta fase pueden utilizarse aún materiales de reserva, descomponerse parte de los ribosomas y sintetizar enzimas (Madigan *et al*, 1997).

**Fase de muerte:** se produce una reducción del número de bacterias viables del cultivo. En el caso de *Lactobacillus* es relativamente clara la condición de producir y acumular ácidos, lo cual hace que las células viables descendan exponencialmente (Madigan *et al*, 1997).

#### **2.2.5. Beneficios del *Lb. acidophilus* sobre la salud del hombre**

El *Lb. acidophilus* se considera un probiótico o bacteria beneficiosa para el hombre. Este tipo de bacterias habitan en los intestinos (y en la vagina de los mamíferos) protegiendo a sus poseedores del efecto nocivo de otros microorganismos. La degradación de nutrientes efectuada por este microorganismo produce ácido láctico, peróxido de hidrógeno y otros subproductos que crean un medio hostil para otros organismos indeseables. El *Lb. acidophilus* consume los nutrientes de otros muchos microorganismos entrando en competencia con ellos y controlando, por la disminución de nutrientes, el desarrollo desmedido de estos. Durante la digestión, también ayuda en la producción de niacina, ácido fólico y vitamina B6 (piridoxina).

Algunos estudios demuestran que el *Lactobacillus acidophilus* puede ayudar a la desconjugación y separación de los aminoácidos por los ácidos biliares, que posteriormente pueden ser reciclados por el cuerpo (Davies, 1986).

### 2.3. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS

**$\alpha$ -amilasa:** es una enzima proteica que se encuentra en la saliva humana y cataliza la degradación del almidón (Alexander, 1992).

**Ácido láctico:** Ácido 2-hidroxi-propanoico o ácido  $\alpha$ -hidroxi-propanoico, es un compuesto químico que desempeña importantes roles en diversos procesos bioquímicos, como la fermentación láctica (Organización mundial de Gastroenterología, 2008).

**Actividad amilolítica:** Una unidad de actividad amilolítica es la cantidad de enzima necesaria para hidrolizar un mol de glucosa en minuto, bajo condiciones constantes de experimentación (Sarmiento *et al*, 2003).

**Alimentos funcionales:** Son aquellos alimentos que son elaborados no sólo por sus características nutricionales, sino también para cumplir una función específica como puede ser el mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades (FAO/OMS, 2006).

**Almidón:** Es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, constituido por amilosa y amilopectina. Proporciona el 70-80%

de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo (Buléon, 1990).

**Aminoglucosidasa:** Es una enzima que hidroliza los enlaces glucosídicos de los carbohidratos complejos, como el almidón, liberando azúcares sencillos (Bello, 2005).

**Autocatalítico:** Se le denomina así a aquel compuesto químico que induce y controla una reacción química sobre sí mismo (Pisabarro, 2003).

**Axénico:** Es un cultivo o un microorganismo que se desarrolla en un ambiente donde no hay ningún otro organismo vivo (Barrón *et al*, 2006).

**Azúcar reductor:** Son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar con otras moléculas (Burns, 1996).

**Bacterias termodúricas:** Bacterias que resisten la pasteurización, pero que generalmente no desarrollan a elevadas temperaturas (Organización mundial de Gastroenterología, 2008).

**Bifidobacterias:** Son un género de bacterias Gram-positivas, anaeróbicas y a menudo ramificados. Se encuentran en el tracto gastrointestinal, la vagina y la boca de los mamíferos, incluyendo los seres humanos (Organización mundial de Gastroenterología, 2008).

**Biodegradación:** Es el resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos, protozoos y otros organismos (Frioni, 1999).

**Capacidad antioxidante:** Es la capacidad que tienen las sustancias existentes en determinados alimentos, que nos protegen frente a los radicales libres, causantes de los procesos de envejecimiento y de algunas otras enfermedades (FAO/OMS, 2006).

**Celulasa:** Es una enzima compleja especializada en descomponer celulosa, transformándola en múltiples monómeros de glucosa. Es producida con leves diferencias químicas por los integrantes del reino de los Hongos y el de las Bacterias (Alexander, 1992).

**Celulosa:** Es un polímero natural, constituido por una larga cadena de carbohidratos polisacáridos. La estructura de la celulosa se forma por la unión de moléculas de  $\beta$ -glucosa a través de enlaces  $\beta$ -1,4-glucosídico, lo que hace que sea insoluble en agua (Frioni, 1999).

**Coliformes totales:** Son bacilos gran negativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente (Heller, 2001).

**Compuestos fenólicos:** Son compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido al menos a un grupo funcional (Burns, 1996).

**Cultivo:** Es un método empleado para la multiplicación de microorganismos, tales como bacterias, hongos y parásitos, en el que se puede sembrar un microorganismo en un medio óptimo (agar), preparado para favorecer un proceso deseado (López, 2006).

**Endoproteasa:** Es una enzima que corta los enlaces peptídicos internos de un polipéptido (Alexander, 1992).

**Enzima:** Son moléculas de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas, siempre que sean termodinámicamente posibles (Alexander, 1992).

**Escaldado:** Es un calentamiento de corta duración destinado a inactivar enzimas propias de un alimento, de forma que se detenga su actividad metabólica y cese la degradación del alimento (Orrego, 2003).

**Fermentación:** Es un proceso en el cual un microorganismo transforma alimentos en otros productos, habitualmente a través de la producción de ácido láctico, etanol, y otros productos finales metabólicos (Campbell *et al*, 2007).

**Fibra dietética:** Llamada también fibra alimentaria, es la parte de las plantas comestibles que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado humano y que experimenta una fermentación parcial o total en el intestino grueso. Esta parte vegetal está formada por un conjunto de compuestos químicos de naturaleza heterogénea (polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias análogas (FAO/OMS, 2006).

**Género *Lactobacillus*:** Es un género de bacterias Gram positivas anaerobios aerotolerantes, denominadas así debido a que la mayoría de sus miembros convierte la lactosa y otros monosacáridos en ácido láctico, además resisten altas temperaturas (Heller, 2001).

**Glucoamilasa:** Son enzimas que se encuentran en la saliva humana que ayudan a descomponer los carbohidratos en azúcar para que de esta manera se puedan digerir (Alexander, 1992).

**Glucosa:** Es la fuente primaria de síntesis de energía de las células, y es el componente principal de polímeros de importancia estructural como la celulosa y

de polímeros de almacenamiento energético como el almidón y el glucógeno (Frioni, 1999).

**Hemicelulosa:** Son heteropolisacáridos formados por un conjunto heterogéneo de polisacáridos, a su vez formados por un solo tipo de monosacáridos unidos por enlaces  $\beta$  (1-4), fundamentalmente xilosa, arabinosa, galactosa, manosa, glucosa y ácido glucurónico, que forman una cadena lineal ramificada (Frioni, 1999).

**Hidrólisis:** Es una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, es decir el desdoblamiento de la molécula de ciertos compuestos orgánicos por acción del agua (Burns, 1996).

**Inulina:** Es el nombre con el que se designa a una familia de glúcidos complejos (polisacáridos), compuestos de cadenas moleculares de fructosa. Se encuentran generalmente en las raíces, tubérculos y rizomas de ciertas plantas fanerógamas (Bardana, achicoria, diente de león, yacón, etc.) como sustancia de reserva. Forma parte de la fibra alimentaria (Burns, 1996).

**Liofilización:** Es un proceso en el que se congela un producto y posteriormente se introduce en una cámara de vacío para realizar la separación del agua por sublimación (Orrego, 2003).

**Levaduras:** Son hongos microscópicos unicelulares importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias (Heller, 2001).

**Lignina:** Polímero fenilpropanoide de estructura compleja que se deposita generalmente en las paredes celulares secundarias, especialmente en el xilema (Frioni, 1999).

**Mohos:** Son especies microscópicas del reino fungi, que crecen en formas de filamentos pluricelulares o unicelulares. Se encuentran tanto al aire libre como en lugares húmedos y con baja luminosidad (Brock, 1993).

**Nutracéutico:** Son aquellos componentes de los alimentos o partes del mismo que aportan un beneficio añadido para la salud, capaces de proporcionar beneficios en la prevención y el tratamiento de enfermedades (FAO/OMS, 2006).

**Nutrientes ergogénicos:** Son nutrientes que ofrecen al consumidor una mejora del rendimiento más de lo que el entrenamiento puede brindar (Carvajal, 2000).

**Pectina:** Es un producto natural presente en la pared celular de todas las plantas superiores y es usada por la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica por sus propiedades gelatinizantes, espesantes y estabilizantes (Burns, 1996).

**Pectinasa:** Son un grupo de enzimas capaces de descomponer o separar grupos pectinos, sustratos de polisacáridos encontrados en la pared celular de las plantas (Alexander, 1992).

**Peptidasa:** Son enzimas que rompen los enlaces peptídicos de las proteínas. Usan una molécula de agua para hacerlo y por lo tanto se clasifican como hidrolasas (Alexander, 1992).

**Polifenoles:** Es un grupo de sustancias químicas encontradas en plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los polifenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son ésteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados (Burns, 1996).



**Polisacárido:** Son biomoléculas formadas por la unión de una gran cantidad de monosacáridos. Se encuadran entre los glúcidos, y cumplen funciones diversas, sobre todo de reservas energéticas y estructurales (Burns, 1996).

**Porfirinas hémicas:** Son el grupo prostético de las cromoproteínas porfirínicas, compuestas por un anillo tetrapirrólico consustituyentes laterales y un átomo metálico en el centro, unido mediante cuatro enlaces de coordinación (Condon, 1987).

**Prebiótico:** Sustancias no digeribles que brindan un efecto fisiológico beneficioso al huésped, estimulando selectivamente el crecimiento favorable o la actividad de un número limitado de bacterias autóctonas (OMG, 2008).

**Probiótico:** Microorganismos vivos que al administrarse en cantidades adecuadas, confieren un beneficio a la salud al huésped (OMG, 2008).

**Proteínas:** Las proteínas son macromoléculas conformadas por cadenas lineales de aminoácidos, las cuales, forman parte de la materia fundamental de las células y de las sustancias, tanto vegetales como animales (Burns, 1996).

**Secado por aspersión:** Es el proceso mediante el cual se convierte un producto o alimento de un estado líquido inicial a otro pulverizado (Orrego, 2003).

**Unidades Formadoras de Colonias (UFC):** Es el número mínimo de células separables sobre la superficie, o dentro, de un medio de agar semi-sólido que da lugar al desarrollo de una colonia visible del orden de decenas de millones de células descendientes (Brock, 1993).

**Viabilidad Bacteriana:** es definida como la capacidad de una bacteria para dividirse y formar una colonia en el medio de cultivo o sustrato (Brock, 1993).

### III. VARIABLES E HIPÓTESIS

#### 3.1. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Variable independiente

F(x): Vainas de haba, arveja y pallar.

##### Indicadores

x<sub>1</sub>= Producción de las vainas.

x<sub>2</sub>= Composición de las vainas.

x<sub>3</sub>= Características organolépticas de las vainas

##### 3.1.2. Variable dependiente

H(y): Viabilidad del *Lactobacillus acidophilus* en los hidrolizados de haba, arveja y pallar.

##### Indicadores

y<sub>1</sub>= Concentración de hidrolizados de las vainas.

y<sub>2</sub>= Concentración de *Lactobacillus acidophilus*.

y<sub>3</sub>= Parámetros para el crecimiento de *Lactobacillus acidophilus*.

y<sub>4</sub>= Curvas de crecimiento del *Lactobacillus acidophilus*.

### 3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Cuadro N° 3.1: Operacionalización de las variables de la investigación

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Método
F(x): Vainas de haba, arveja y pallar.	✓ Muestras de residuos	x <sub>1</sub> =Producción de las vainas. x <sub>2</sub> =Composición de las vainas. x <sub>3</sub> =Características organolépticas de las vainas.	✓ Ensayos fisicoquímicos ✓ Métodos AOAC ✓ Método Kjeldahl
Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Métodos
H(y): Viabilidad del <i>Lactobacillus acidophilus</i> en los hidrolizados de haba, arveja y pallar	✓ Parámetros de trabajo ✓ Crecimiento de <i>Lactobacillus acidophilus</i>	y <sub>1</sub> =Concentración de hidrolizados de las vainas. y <sub>2</sub> =Concentración de <i>Lactobacillus acidophilus</i> . y <sub>3</sub> =Parámetros para el crecimiento de <i>Lactobacillus acidophilus</i> . y <sub>4</sub> =Curvas de crecimiento del <i>Lactobacillus acidophilus</i> .	Ensayos microbiológicos

### 3.3. HIPÓTESIS

“Los hidrolizados de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar) son sustratos viables para el *Lactobacillus acidophilus*.”

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Los tipos de investigación que se realizó en el trabajo de tesis fueron:

Por su finalidad es de tipo exploratorio, puesto identificó nuevos rumbos para la investigación en campos del conocimiento no estudiados o poco estudiados.

Por su diseño interpretativo es experimental, porque en la investigación del trabajo de tesis realizada, el estudio se realizó mediante la observación, registro y análisis de las variables implicadas.

Por el énfasis de la naturaleza de los datos manejados fue del tipo cuantitativo, porque las variables de la investigación son cuantitativas.

### **4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio se caracterizó por ser longitudinal, ya que se estudió la variable a lo largo del tiempo establecido, por ser éste, el determinante en la relación causa efecto. Según el análisis y alcance de los resultados, la investigación es de tipo experimental, porque permitió introducir en ella los hidrolizados de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar) para conseguir la viabilidad del *Lactobacillus acidophilus* en cada uno de ellos. Por otro lado, el registro de la información se produjo según va ocurriendo el experimento.

### **4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

El criterio de población y muestra fue aplicado para la primera etapa de la investigación. En esta etapa, la población estuvo conformada por los puestos de

expendio de vegetales (verduras) del mercado “La Cumbre” AA.HH. La Cumbre del distrito de los Carabaylo-Lima.

Las muestras de las vainas estuvieron conformadas por 10 Kg de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar), cada una por separado.

#### **4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **4.4.1. Técnicas de recolección de datos**

###### **a. Acondicionamiento de la materia prima**

El acondicionamiento se hizo de acuerdo al procedimiento 4.5.1.a, descrito más adelante, para cada materia prima en análisis.

###### **b. Análisis Físico-Químicos de las vainas**

Se determinó el % humedad, % proteínas totales, % extracto etéreo y % ceniza, siguiendo los métodos referidos.

###### **c. Preparación de los hidrolizados de las vainas**

La preparación de los hidrolizados de cada tipo de vaina, se hizo con muestras de vainas frescas para cada uno de los análisis según procedimientos.

###### **d. Análisis Proteico de los hidrolizados de las vainas**

Se determinó el % Nitrógeno total, % Nitrógeno asimilable y el grado de hidrólisis, siguiendo los métodos referidos.

**e. Activación y obtención del inóculo de *Lactobacillus acidophilus***

La activación de las cepas y obtención del inóculo *Lactobacillus acidophilus* se hizo de acuerdo al procedimiento 4.5.1.d, aplicando técnicas microbiológicas.

**f. Inoculación del *Lactobacillus acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar**

La inoculación de las cepas en cada hidrolizado se hizo según el procedimiento 4.5.1.e, para poder contabilizar las UFC/mL producidas en el seno de cada hidrolizado en tiempos determinados y así estimar los parámetros de crecimiento del *Lb. acidophilus*. Aquí se determinó la concentración más viable de cada hidrolizado (hidrolizado base), para concentraciones de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*.

**g. Determinación de la viabilidad de poblaciones del *Lactobacillus acidophilus* en el hidrolizado base**

Se inoculó la cepa en cada hidrolizado base, pero esta vez a concentraciones de *Lb. acidophilus* de  $10^6$ UFC/mL y  $10^9$ UFC/mL, posteriormente se realizaron comparaciones de las gráficas obtenidas.

**h. Gráficos de resultados**

Los resultados se muestran en Tablas y Figuras, comparados con la literatura existente.

#### 4.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para proceder a la recolección de datos, hubo la necesidad de diferentes equipos, materiales y reactivos de laboratorio, a continuación se mencionan dichos requerimientos:

##### a. Equipos

- ✓ Para reducción de tamaño: Molino CZ13, Balanza analítica digital AND, Licuadora Osterizer classic.
- ✓ Para determinación de humedad: Balanza de determinación de humedad AND mx-50.
- ✓ Para determinación de cenizas: Cocinilla, Estufa Memmert 20-250°C, Mufla eléctrica XMT.
- ✓ Para determinación de proteínas: Equipo Kjeldahl (digestor/destilador de proteínas UDK 127), Destilador de agua Kottermann 1032.
- ✓ Para determinación de extracto etéreo: Equipo Soxhlet Gerhardt.
- ✓ Para plaqueo, sembrado, inoculación, conteo e incubación de microorganismos: Incubadora Memmert 20°C- 50°C, Cuenta colonias Dr. N Gerber & Co. 1143-04, Microscopio óptico binocular 1500X, Cuba de Baño María Memmert de 25°C-120°C.
- ✓ Para hidrólisis, pasteurización: Autoclave QUIMIS modelo Q290-21 de 100°C-143°C y 0-3Kgf/cm<sup>2</sup>, Congeladora Infrisa, Cámara de refrigeración Faeda Caravelle.

- ✓ Para determinación de pH: Potenciómetro 8025 VWR Scientific Products.

**b. Materiales:**

- ✓ Para reducción de tamaño: Cuchillo, Bolsa hermética.
- ✓ Para determinación de cenizas: Crisol, Desecador, Papel de aluminio, Pinza, Desecador.
- ✓ Para determinación de proteínas: Matraz Erlenmeyer (250 mL), Soporte universal, fiola, vaso de precipitado, bureta.
- ✓ Para hidrólisis, pasteurización: embudo de vidrio, botella de vidrio
- ✓ Para plaqueo, sembrado, inoculación, conteo e incubación de microorganismos: placa Petri de vidrio, tubo de ensayo con y sin tapa, termómetro, probeta, pipeta, asa de siembra bacteriológica, mechero.

**c. Material experimental:**

- ✓ Vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar), *Lactobacillus acidophilus* liofilizado (ATTC 4356-02).

**d. Reactivos:**

- ✓ Para preparación de soluciones: ácido clorhídrico 0,1N, fenolftaleína 1%.



- ✓ Para determinación de proteínas: ácido sulfúrico concentrado, ácido bórico al 4%, hidróxido de sodio al 35%, sulfato de cobre 100%, sulfato de potasio 100%, rojo de metilo 100%, azul de metileno 100%.
- ✓ Para determinación de pH: buffer pH 4, 7 y 10.
- ✓ Para limpieza de placas e inoculación de microorganismos: alcohol comercial, cloruro de bario 100%.

**e. Medios de cultivo:**

- ✓ Caldo MRS, caldo nutritivo, Agar agar, Agar MRS, VRB, Plate Count, Sabouraud, agua peptonada, suero fisiológico.

**f. Implementos de protección:**

- ✓ Cofia, gafas, guantes, mascarilla, mandil para laboratorio color blanco, pantalón largo, zapato cerrado.

## **4.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **4.5.1. Métodos**

Una vez que se tuvieron a disposición los equipos, materiales y reactivos de laboratorio, se aplicaron los métodos o procedimientos para la recolección de datos, los cuales se describen y/o mencionan a continuación:

**a. Acondicionamiento de la materia prima**

Se seleccionaron las materias primas en estudio, de acuerdo a sus condiciones organolépticas, sin fermentación y sin pardeamiento.

Luego se lavaron, desinfectaron y conservaron en bolsas herméticas bajo refrigeración.

## **b. Análisis Físico-Químicos de las vainas**

### **b.1. Porcentaje de humedad**

Según la NTP 205.037, se determinó la humedad de las muestras por calentamiento de las mismas, hasta obtener peso constante.

### **b.2. Determinación de proteínas totales**

Según el método de la AOAC 945.18-B, se determinó la cantidad de proteínas de cada muestra.

### **b.3. Determinación de extracto etéreo**

Según el método AOAC 945.16-B, se determinó el % de extracto etéreo en las muestras.

### **b.4. Porcentaje de ceniza**

Según la NTP 205.038, íntegramente, el material orgánico de la muestra fue incinerado a una temperatura de 600°C.

### **b.5. Preparación de los hidrolizados de las vainas**

✓ Se seleccionaron vainas frescas, evitando que estén fermentadas y pardeadas, luego se lavaron y picaron.

- ✓ Se licuaron las vainas de arveja, haba y pallar a concentraciones de 10/1, 15/1 y 20/1 (en relación L/S) de cada materia prima.
- ✓ Se traspasó las distintas vainas licuadas a sus respectivos envases de vidrio, previamente esterilizados.
- ✓ Se autoclavaron los licuados a 120°C y 120 lbf/in<sup>2</sup> durante 20 minutos, obteniendo así los hidrolizados de cada tipo de vaina.
- ✓ Inmediatamente después se enfrió en ambiente estéril y se filtraron los hidrolizados obtenidos en ambiente estéril.
- ✓ Se pasteurizó a 70°C por 15 minutos cada hidrolizado para garantizar su inocuidad, y se almacenaron en congeladora para su posterior análisis.

**c. Análisis Proteico de los hidrolizados de las vainas de Arveja, Haba y Pallar**

**c.1. Determinación de Nitrógeno Total**

Se determinó según el método de la AOAC 945.18-B.

**c.2. Determinación de Nitrógeno asimilable**

Según el método de Sorensen, se determinó el nitrógeno asimilable. Este método fue aplicado con el fin de medir el nitrógeno orgánico como aminoácidos libres, polipéptidos en extractos o soluciones.

El método consistió en neutralizar 10mL de muestra con NaOH 0,1N usando como indicador fenolftaleína. Esta neutralización finalizó cuando la solución se tornó rosácea durante 30 segundos. Posteriormente, se añadió 10 mL de formol neutralizado previamente llevado a pH 7; se tituló con NaOH 0,1N la acidez liberada hasta punto final. El gasto de NaOH de esta última titulación se usó para el cálculo de Nitrógeno asimilable.

$$\%N_{asimilable} = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times 0,014}{V_{muestra}} \times 100$$

Donde:

$V_{muestra}$ : Volumen de la muestra en mL.

$V_{NaOH}$ : Volumen del gasto de NaOH en mL.

### c.3. Determinación del grado de hidrolisis (%G.H.)

Está definido como el porcentaje de Nitrógeno asimilable con respecto al nitrógeno total (método Kjeldahl) de las muestras.

$$\%G.H. = \frac{\%N_{asimilable}}{\%N_{total}} \times 100$$

#### d. Activación y obtención del inóculo de *Lactobacillus acidophilus*

- ✓ Se activaron las cepas(a partir de un cepario de colección), tomando muestras (inóculos) y cultivándolas en un tubo de 180 milímetros x 20 milímetros con caldo MRS estéril a 37°C por 24 horas.

- ✓ Luego se sembraron las cepas en placas Petri estériles con Agar MRS (mediante el método de siembra por estrías), con la finalidad de obtener colonias aisladas, dejándolos en incubación a 37°C por 24 horas.
- ✓ Al obtener colonias aisladas, se tomó de la cepa, una cantidad de colonias suficientes como para producir una densidad comparativa a la mostrada en la escala de McFarland que contiene  $10^3$  UFC/mL.

**e. Inoculación del *Lactobacillus acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar**

- ✓ A las diferentes concentraciones de hidrolizado de vaina de arveja (10/1, 15/1 y 20/1 en relación L/S), se les adicionó 1mL de inóculo del *Lb. acidophilus* activo a una concentración de  $10^3$  UFC/mL.
- ✓ Una vez inoculado el hidrolizado con la bacteria probiótica, se realizaron movimientos de agitación suaves, a fin de disgregar la población en todo el seno del hidrolizado.
- ✓ Después de la agitación se tomó 0,1mL de la muestra y fue cultivada (por el método de incorporación) en agar MRS, con la finalidad de obtener al cabo de 24 horas y a una temperatura constante de 37°C, las UFC/mL; a esta población se le denominó tiempo cero ( $T_0$ ).

- ✓ Se repitió el paso anterior cada 3 horas por un tiempo total de 60 horas.
- ✓ El número de las UFC/mL producidas en cada iteración fueron trasladadas a una gráfica con el procesador de Excel, a fin de estimar los parámetros de crecimiento del probiótico *Lactobacillus acidophilus*.
- ✓ Se repitieron los pasos anteriores para los hidrolizados de vaina de haba y pallar, con sus respectivas concentraciones.
- ✓ Se determinó la concentración más viable de cada hidrolizado (hidrolizado base) para concentraciones de  $10^3$ UFC/mL de *Lactobacillus acidophilus*.

**f. Determinación de la viabilidad de poblaciones del *Lactobacillus acidophilus* en el hidrolizado base**

- ✓ Se dispuso de 3 envases de vidrio con 100 mL de hidrolizado base (arveja, haba y pallar), luego se inoculó con 1mL de cultivo de *Lactobacillus acidophilus* a una concentración de  $10^6$ UFC/mL.
- ✓ Se repitió el paso anterior en los ensayos del mismo hidrolizado a una concentración de  $10^9$  UFC/mL de inóculo.
- ✓ Para cada hidrolizado se muestreó alícuotas de tiempo cero, cubriendo las iteraciones cada 3 horas por un tiempo total de 60h.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la experiencia:

Figura N°4.1: Diagrama de flujo de la experiencia

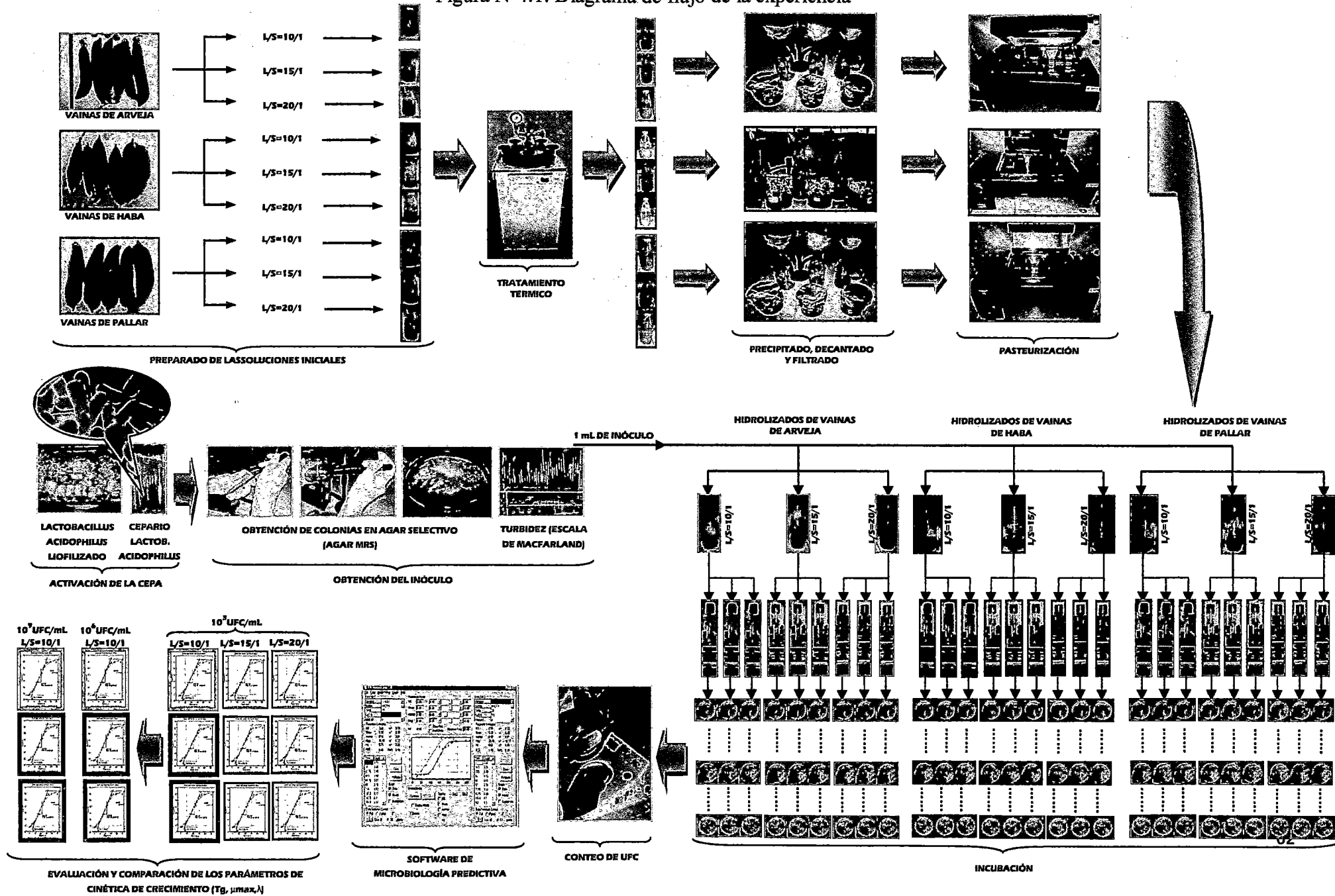
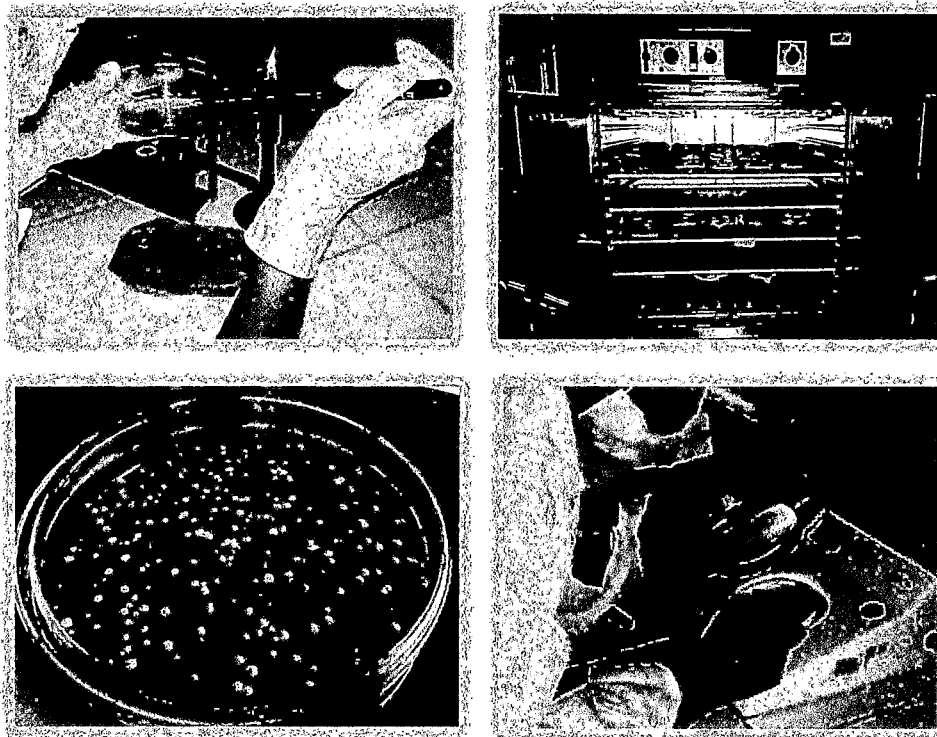


Figura N°4.2: Siembra, incubación, desarrollo y conteo de colonias de *Lactobacillus acidophilus* en hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar



Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS DE DATOS

Del diseño experimental de la parte microbiológica resultaron 15 combinaciones las cuales se realizaron en triplicado, obteniendo 45 ensayos. Las variables de respuesta fueron curva de crecimiento, viabilidad del microorganismo *Lb. acidophilus* sobre  $10^3$ ,  $10^6$  y  $10^9$  UFC/mL, los cuales en conjunto definen los mejores sustratos para la supervivencia del microorganismo. El modelamiento matemático de las curvas de crecimiento (para la determinación de parámetros de cinética de crecimiento) se realizó aplicando el software MicroFit versión 1.0. Mediante el uso de pruebas paramétricas de análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tuckey, con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ), se determinó la diferencia o similitud de los valores de los parámetros de crecimiento del *Lb. acidophilus* en cada sustrato, estas pruebas se desarrollaron en el software estadístico MINITAB versión 16.



## V. RESULTADOS

### 5.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS VAINAS DE ARVEJA, HABA Y PALLAR

Con el fin de tener un control de calidad de la materia prima empleada, se procede a exponer los resultados experimentales de cada análisis realizado a los tres tipos de vaina.

#### 5.1.1. Resultados del % humedad:

En el cuadro N° 5.1, se establece los contenidos de humedad promedio, se obtuvo para la vaina de arveja 85,51% con una desviación estándar de 0,143%; para la vaina de haba 87,48% con una desviación estándar de 0,422%; y para la vaina de pallar 83,05% con una desviación estándar de 0,739%.

Cuadro N° 5.1: Humedad promedio y desviación estándar de las vainas

Muestra	%Humedad				
	Ensayos			Promedio	Desv. Est.
	1	2	3		
Vaina de arveja	85,64%	85,53%	85,36%	85,51%	0,143%
Vaina de haba	87,03%	87,86%	87,54%	87,48%	0,422%
Vaina de pallar	83,86%	82,88%	82,42%	83,05%	0,739%

Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.2. Resultados del % proteínas totales:

En el cuadro N° 5.2, en la página 65, se establece los contenidos de proteínas totales, se obtuvo para la vaina de arveja 2,51% en base húmeda, 17,32% en base seca con una desviación estándar de 0,010% y 0,067% respectivamente; para la vaina de haba 2,73% en base húmeda, 21,76% en base seca con una desviación estándar de 0,019% y 0,154% respectivamente; y para la vaina de pallar 1,81% en base húmeda, 10,66% en base seca con una desviación estándar de 0,056% y 0,009% respectivamente.

Cuadro N° 5.2: Proteínas totales promedio de las vainas

Tipo de vaina	%Proteínas totales									
	Ensayos			Prom. B.S.	Ensayos			Prom. B.H.	Desv.est. B.S.	Desv.est. B.H.
	1	2	3		1	2	3			
arveja	17,40%	17,27%	17,30%	17,32%	2,52%	2,50%	2,51%	2,51%	0,067%	0,010%
haba	21,90%	21,60%	21,80%	21,76%	2,74%	2,70%	2,73%	2,73%	0,154%	0,019%
pallar	10,60%	10,69%	10,70%	10,66%	1,80%	1,81%	1,81%	1,81%	0,056%	0,009%

Fuente: Elaboración propia

**5.1.3. Resultados del% extracto etéreo.**

En el cuadro N° 5.3 se establece los contenidos de extracto etéreo, se obtuvo para la vaina de arveja 0,49% en base húmeda, 3,39% en base seca con una desviación estándar de 0,007% y 0,052% respectivamente; para la vaina de haba 0,39% en base húmeda, 3,14% en base seca con una desviación estándar de 0,001% y 0,012% respectivamente; y para la vaina de pallar 0,75% en base húmeda, 4,44% en base seca con una desviación estándar de 0,014% y 0,080% respectivamente.

Cuadro N° 5.3: % Extracto etéreo promedio de las vainas

Tipo de vaina	%Extracto etéreo									
	Ensayos			Prom. B.S.	Ensayos			Prom. B.H.	Desv. est. B.S.	Desv. est. B.H.
	1	2	3		1	2	3			
arveja	3,45%	3,34%	3,39%	3,39%	0,50%	0,48%	0,49%	0,49%	0,052%	0,007%
haba	3,14%	3,12%	3,14%	3,14%	0,39%	0,39%	0,39%	0,39%	0,012%	0,001%
pallar	4,36%	4,52%	4,44%	4,44%	0,74%	0,77%	0,75%	0,75%	0,080%	0,014%

Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.4. Resultados del % ceniza

En el cuadro N° 5.4, se establece los contenidos de ceniza en base seca, se obtuvo para la vaina de arveja 0,67% en base húmeda, 4,65% en base seca con una desviación estándar de 0,005% y 0,038% respectivamente; para la vaina de haba 0,86% en base húmeda, 6,87% en base seca con una desviación estándar de 0,005% y 0,036% respectivamente; y para la vaina de pallar 1,07% en base húmeda, 6,34% en base seca con una desviación estándar de 0,007% y 0,042% respectivamente.

Cuadro N° 5.4: Cantidad de cenizas promedio de las vainas

Tipo de vaina	%Ceniza									
	Ensayos			Promedio Base seca	Ensayos			Promedio Base húmeda	Desviac. estándar Base seca	Desviac. estándar Base húmeda
	1	2	3		1	2	3			
arveja	4,60%	4,67%	4,67%	4,65%	0,67%	0,68%	0,68%	0,67%	0,038%	0,005%
haba	6,84%	6,86%	6,91%	6,87%	0,86%	0,86%	0,87%	0,86%	0,036%	0,005%
pallar	6,37%	6,29%	6,35%	6,34%	1,08%	1,07%	1,08%	1,07%	0,042%	0,007%

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. ANÁLISIS PROTEICO DE LOS HIDROLIZADOS DE LAS VAINAS DE ARVEJA, HABA Y PALLAR

### 5.2.1. Resultados del % de Nitrógeno total (%N) en los hidrolizados

En el cuadro N° 5.5, en la página 68, se establece los contenidos de Nitrógeno Total, se obtuvo para el hidrolizado de vaina de arveja a una concentración de 10/1 un valor de 0,099% en base húmeda, 1,088% en base seca con una desviación estándar de 0,038% y 0,038% respectivamente; a una concentración de

15/1 se obtuvo un valor de 0,082% en base húmeda, 1,305% en base seca con una desviación estándar de 0,004% y 0,004% respectivamente; y a una concentración de 20/1 se obtuvo un valor de 0,076% en base húmeda, 1,593% en base seca con una desviación estándar de 0,007% y 0,007% respectivamente.

Para el hidrolizado de vaina de pallar a una concentración de 10/1 se obtuvo un valor de 0,072% en base húmeda, 0,791% en base seca con una desviación estándar de 0,025% y 0,025% respectivamente; a una concentración de 15/1 se obtuvo un valor de 0,051% en base húmeda, 0,821% en base seca con una desviación estándar de 0,017% y 0,017% respectivamente; y a una concentración de 20/1 se obtuvo un valor de 0,042% en base húmeda, 0,879% en base seca con una desviación estándar de 0,002% y 0,002% respectivamente.

Finalmente el hidrolizado de vaina de haba a una concentración de 10/1 se obtuvo un valor de 0,114% en base húmeda, 1,259% en base seca con una desviación estándar de 0,004% y 0,004% respectivamente; a una concentración de 15/1 se obtuvo un valor de 0,097% en base húmeda, 1,550% en base seca con una desviación estándar de 0,009% y 0,009% respectivamente; y a una concentración de 20/1 se obtuvo un valor de 0,087% en base húmeda, 1,822% en base seca con una desviación estándar de 0,012% y 0,012% respectivamente.

Cuadro N° 5.5: Porcentaje de Nitrógeno total (%N) en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar

Muestra	Conc. del hidrolizado	%N									
		Ensayos			Prom. B.S.	Ensayos			Prom. B.H.	Desv. est. B.S.	Desv. est. B.H.
		1	2	3		1	2	3			
Hidrolizado de arveja	10/1	1,09%	1,51%	0,67%	1,088%	0,099%	0,137%	0,061%	0,099%	0,038%	0,038%
	15/1	1,37%	1,31%	1,24%	1,305%	0,086%	0,082%	0,077%	0,082%	0,004%	0,004%
	20/1	1,45%	1,73%	1,59%	1,593%	0,069%	0,083%	0,076%	0,076%	0,007%	0,007%
Hidrolizado de pallar	10/1	1,07%	0,79%	0,51%	0,791%	0,097%	0,072%	0,047%	0,072%	0,025%	0,025%
	15/1	0,82%	1,10%	0,54%	0,821%	0,051%	0,069%	0,034%	0,051%	0,017%	0,017%
	20/1	0,92%	0,84%	0,88%	0,879%	0,044%	0,040%	0,042%	0,042%	0,002%	0,002%
Hidrolizado de haba	10/1	1,30%	1,26%	1,22%	1,259%	0,118%	0,114%	0,111%	0,114%	0,004%	0,004%
	15/1	1,69%	1,55%	1,41%	1,550%	0,105%	0,097%	0,088%	0,097%	0,009%	0,009%
	20/1	2,08%	1,82%	1,57%	1,822%	0,099%	0,087%	0,075%	0,087%	0,012%	0,012%

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2. Resultados del % de Nitrógeno asimilable en los hidrolizados

En el cuadro N° 5.6, en la página 69, se establece los contenidos de Nitrógeno Asimilable; se obtuvo para el hidrolizado de vaina de arveja a una concentración de 10/1 un valor de 0,069% y una desviación estándar de 0,003%; a una concentración de 15/1 un valor de 0,055% y una desviación estándar de 0,002%; y a una concentración de 20/1 un valor de 0,050% y una desviación estándar de 0,003%.

Para el hidrolizado de vaina de pallar a una concentración de 10/1 se obtuvo un valor de 0,036% y una desviación estándar de 0,002%; a una concentración de 15/1 un valor de 0,025% y una desviación estándar de 0,003%; y a una concentración de 20/1 un valor de 0,020% y una desviación estándar de 0,004%.

Finalmente para el hidrolizado de vaina de haba a una concentración de 10/1 se obtuvo un valor de 0,102% y una desviación estándar de 0,004%; a una concentración de 15/1 un valor de 0,085% y una desviación estándar de 0,002%; y a una concentración de 20/1 un valor de 0,076% y una desviación estándar de 0,001%.

Cuadro N° 5.6: Porcentaje de Nitrógeno asimilable (%N asimilable) en hidrolizados

Muestra	Concentración del hidrolizado	%N asimilable				
		Ensayo			Promedio	Desviación Estándar
		1	2	3		
Hidrolizado de arveja	10/1	0,069%	0,072%	0,066%	0,069%	0,003%
	15/1	0,057%	0,053%	0,056%	0,055%	0,002%
	20/1	0,053%	0,047%	0,050%	0,050%	0,003%
Hidrolizado de pallar	10/1	0,039%	0,035%	0,036%	0,036%	0,002%
	15/1	0,024%	0,029%	0,023%	0,025%	0,003%
	20/1	0,016%	0,022%	0,021%	0,020%	0,004%
Hidrolizado de haba	10/1	0,106%	0,098%	0,101%	0,102%	0,004%
	15/1	0,086%	0,086%	0,083%	0,085%	0,002%
	20/1	0,076%	0,077%	0,074%	0,076%	0,001%

Fuente: Elaboración propia

### 5.3. pH EN LOS HIDROLIZADOS DE VAINAS DE ARVEJA, HABA Y PALLAR

En el cuadro N° 5.7, en la página 70, se presenta los valores de pH, se obtuvo para el hidrolizado de vaina de haba a una concentración de 10/1 un valor de 5,096 y una desviación estándar de 0,093; a una concentración de 15/1 un valor de 5,058 y una

desviación estándar de 0,024; y a una concentración de 20/1 un valor de 5,042 y una desviación estándar de 0,010.

Para el hidrolizado de vaina de arveja a una concentración de 10/1 se obtuvo un valor de 4,950 y una desviación estándar de 0,113; a una concentración de 15/1 un valor de 4,940 y una desviación estándar de 0,088; y a una concentración de 20/1 un valor de 4,921 y una desviación estándar de 0,078.

Finalmente para el hidrolizado de vaina de pallar a una concentración de 10/1 se obtuvo un valor de 4,788 y una desviación estándar de 0,189; a una concentración de 15/1 un valor de 4,656 y una desviación estándar de 0,113; y a una concentración de 20/1 un valor de 4,548 y una desviación estándar de 0,460.

Cuadro N° 5.7: pH en los hidrolizados de vaina de haba, arveja y pallar

Muestra	Relación L/S	pH				
		Ensayo			Promedio	Desviación estándar
		1	2	3		
Hidrolizado de vaina de haba	10/1	5,012	5,080	5,195	5,096	0,093
	15/1	5,060	5,080	5,033	5,058	0,024
	20/1	5,030	5,046	5,049	5,042	0,010
Hidrolizado de vaina de arveja	10/1	5,020	5,010	4,820	4,950	0,113
	15/1	4,840	5,009	4,970	4,940	0,088
	20/1	5,010	4,870	4,882	4,921	0,078
Hidrolizado de vaina de pallar	10/1	4,980	4,780	4,603	4,788	0,189
	15/1	4,629	4,780	4,560	4,656	0,113
	20/1	4,864	4,760	4,021	4,548	0,460

Fuente: Elaboración propia

**5.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD DE LAS VAINAS E HIDROLIZADOS DE VAINAS DE ARVEJA, HABA Y PALLAR**

Cuadro N° 5.8: Análisis microbiológico de calidad sanitaria e inocuidad de las vainas previas a la hidrolisis

Muestra	Relación L/S	<i>Aerobios mesófilos</i> [10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup> ] UFC/g	<i>Escherichia coli</i> [10-10 <sup>2</sup> ] UFC/g	<i>Salmonella sp.</i> Ausencia/25g
Vaina de haba	10/1	1x10 <sup>3</sup>	2	Ausencia
	15/1	1x10 <sup>3</sup>	1	Ausencia
	20/1	1x10 <sup>3</sup>	2	Ausencia
Vaina de arveja	10/1	2x10 <sup>3</sup>	3	Ausencia
	15/1	1x10 <sup>3</sup>	1	Ausencia
	20/1	3x10 <sup>3</sup>	1	Ausencia
Vaina de pallar	10/1	3x10 <sup>3</sup>	1	Ausencia
	15/1	2x10 <sup>3</sup>	2	Ausencia
	20/1	1x10 <sup>3</sup>	2	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.9: Análisis microbiológico de calidad sanitaria e inocuidad de los hidrolizados luego de la hidrolisis

Muestra	Relación L/S	<i>Aerobios mesófilos</i> [10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup> ] UFC/g o mL	<i>Coliformes</i> [10-10 <sup>2</sup> ] UFC/g o mL	<i>Staphylococcus aureus</i> [10-10 <sup>2</sup> ] UFC/g o mL	<i>Escherichia coli</i> <3 UFC/g o mL	<i>Salmonella sp.</i> Ausencia/25g
Hidrolizado de vaina de haba	10/1	3	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	15/1	2	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	20/1	3	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
Hidrolizado de vaina de arveja	10/1	1	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	15/1	2	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	20/1	3	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
Hidrolizado de vaina de pallar	10/1	3	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	15/1	2	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	20/1	2	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia

Fuente: Elaboración propia



**5.5. CURVAS DE CRECIMIENTO DEL *Lb. acidophilus* EN LOS HIDROLIZADOS DE VAINAS DE ARVEJA, HABA Y PALLAR**

**5.5.1. Curvas de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentraciones de 10/1, 15/1 y 20/1 en relación L/S y a una concentración de 10<sup>3</sup> UFC/mL de *Lb. acidophilus*:**

Tabla N° 5.1: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10<sup>3</sup>UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°1		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	3,000	3,079	3,182
3	3,079	3,146	3,270
6	3,462	3,690	3,545
9	4,255	4,491	4,179
21	6,681	6,763	6,400
24	6,996	6,959	6,940
27	6,732	6,806	6,898
30	6,898	6,792	6,949
35	6,763	6,613	6,863
48	6,780	6,898	6,973
51	6,851	6,708	6,756
54	6,829	6,839	6,919
57	6,487	6,724	6,792
60	5,991	5,857	5,949

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.2: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°2		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	3,000	3,176	3,243
3	3,041	3,086	3,255
6	3,322	3,690	3,633
9	3,763	3,959	4,049
21	5,863	5,987	5,919
24	5,959	6,068	5,826
27	5,898	5,996	5,748
30	6,004	6,097	5,978
35	5,892	5,991	5,820
48	5,756	5,996	5,886
51	5,949	5,987	6,086
54	5,690	5,826	5,634
57	4,857	4,959	4,813
60	4,344	4,646	4,520

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.3: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°3		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	3,114	3,079	3,152
3	3,152	3,262	3,201
6	3,283	3,364	3,228
9	3,583	3,624	3,595
21	5,152	5,049	5,093
24	5,286	5,377	5,272
27	5,182	5,090	5,121
30	5,303	5,170	5,246
35	5,121	5,076	5,155
48	5,223	5,124	5,193
51	5,338	5,389	5,272
54	5,127	4,978	5,167
57	4,204	4,272	4,364
60	3,959	3,857	3,826

Fuente: Elaboración propia

**5.5.2. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:**

Tabla N° 5.4: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°4		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	6,241	6,228	6,274
3	6,352	6,384	6,332
6	6,673	6,787	6,829
9	7,193	6,991	7,025
21	9,600	9,572	9,687
24	9,991	9,949	9,964
27	9,793	9,645	9,869
30	9,929	9,959	9,826
35	9,806	9,857	9,817
48	9,898	9,717	9,801
51	9,949	9,869	9,940
54	9,719	9,634	9,793
57	8,681	8,793	8,565
60	8,111	8,017	8,223

Fuente: Elaboración propia

**5.5.3. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:**

Tabla N° 5.5: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°5		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	9,386	9,455	9,396
3	9,474	9,500	9,453
6	9,682	9,757	9,732
9	9,813	9,991	9,945
21	11,461	11,243	11,193
24	11,467	11,307	11,348
27	11,507	11,310	11,497
30	11,413	11,272	11,190
35	11,413	11,297	11,272
48	11,292	11,193	11,248
51	11,340	11,294	11,201
54	10,993	10,949	10,982
57	10,318	10,262	9,996
60	9,723	9,866	9,802

Fuente: Elaboración propia

**5.5.4. Curvas de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentraciones de 10/1, 15/1 y 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:**

Tabla N° 5.6: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°6		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	3,176	3,239	3,079
3	3,265	3,276	3,230
6	3,839	3,875	4,037
9	4,771	4,839	4,898
21	7,360	7,238	7,320
24	7,334	7,526	7,283
27	7,458	7,410	7,446
30	7,697	7,566	7,679
35	7,490	7,436	7,517
48	7,614	7,493	7,544
51	7,684	7,684	7,736
54	7,462	7,505	7,286
57	6,996	6,949	7,173
60	6,312	6,279	6,544

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.7: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de

*Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°7		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	3,267	3,255	3,279
3	3,362	3,356	3,322
6	3,565	3,531	3,588
9	3,934	3,954	4,004
21	6,250	6,267	6,332
24	6,334	6,447	6,344
27	6,428	6,581	6,483
30	6,362	6,415	6,322
35	6,279	6,371	6,462
48	6,279	6,312	6,447
51	6,230	6,290	6,428
54	6,029	6,004	5,996
57	5,663	5,841	5,755
60	4,653	4,748	4,844

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.8: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°8		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	3,176	3,079	3,146
3	3,255	3,114	3,188
6	3,398	3,462	3,310
9	3,699	3,653	3,744
21	5,625	5,554	5,530
24	5,509	5,642	5,474
27	5,620	5,689	5,652
30	5,577	5,545	5,473
35	5,695	5,609	5,638
48	5,500	5,593	5,589
51	5,554	5,534	5,648
54	5,617	5,604	5,473
57	4,447	4,297	4,272
60	4,017	3,968	3,991

Fuente: Elaboración propia



**5.5.5. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:**

Tabla N° 5.9: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°9		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	6,193	6,210	6,093
3	6,415	6,455	6,631
6	7,033	7,137	6,857
9	7,628	7,851	7,663
21	10,756	10,826	10,730
24	10,732	10,840	10,826
27	10,892	10,867	10,750
30	10,915	10,991	10,987
35	10,864	10,920	10,858
48	10,968	10,875	10,940
51	10,899	10,815	10,772
54	10,987	10,704	10,949
57	9,632	9,771	9,875
60	8,866	8,667	8,839

Fuente: Elaboración propia

**5.5.6. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10<sup>9</sup>UFC/mL de *Lb. acidophilus*:**

Tabla N° 5.10: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de 10<sup>9</sup>UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°10		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	9,342	9,386	9,396
3	9,380	9,558	9,490
6	9,892	9,982	9,833
9	10,413	10,507	10,375
21	11,757	11,851	11,804
24	11,806	11,964	11,881
27	11,898	11,730	11,665
30	11,939	11,991	12,029
35	11,804	11,765	11,654
48	11,919	11,881	11,959
51	11,547	11,743	11,814
54	11,444	11,737	11,755
57	10,964	10,898	10,839
60	9,971	10,215	9,949

Fuente: Elaboración propia

**5.5.7. Curvas de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentraciones de 10/1, 15/1 y 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:**

Tabla N° 5.11: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°11		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	3,301	3,279	3,328
3	3,322	3,303	3,365
6	3,362	3,544	3,614
9	3,991	3,940	3,973
21	6,201	6,230	6,210
24	6,228	6,297	6,243
27	6,297	6,314	6,155
30	6,267	6,286	6,303
35	6,512	6,423	6,389
48	6,439	6,375	6,340
51	6,547	6,487	6,468
54	6,449	6,408	6,314
57	6,217	6,061	6,004
60	5,763	5,623	5,591

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.12: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°12		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	3,342	3,121	3,260
3	3,378	3,152	3,322
6	3,624	3,516	3,589
9	3,851	3,771	3,857
21	5,201	5,312	5,375
24	5,253	5,324	5,225
27	5,223	5,316	5,155
30	5,294	5,210	5,283
35	5,079	5,288	5,152
48	5,279	5,228	5,201
51	5,041	5,134	5,064
54	5,017	5,143	5,100
57	4,493	4,435	4,260
60	3,968	4,009	3,999

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.13: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°13		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	3,301	3,407	3,362
3	3,342	3,431	3,400
6	3,480	3,556	3,591
9	3,785	3,898	3,872
21	4,740	4,681	4,663
24	4,511	4,653	4,672
27	4,701	4,690	4,732
30	4,792	4,765	4,740
35	4,635	4,520	4,580
48	4,653	4,724	4,653
51	4,623	4,496	4,509
54	4,149	4,236	4,217
57	4,004	4,037	3,996
60	3,672	3,620	3,772

Fuente: Elaboración propia

**5.5.8. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:**

Tabla N° 5.14: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°14		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	6,330	6,350	6,305
3	6,589	6,497	6,476
6	6,719	6,747	6,804
9	6,991	6,943	6,970
21	8,446	8,833	8,751
24	8,427	8,565	8,688
27	8,369	8,745	8,549
30	8,539	8,754	8,818
35	8,486	8,513	8,743
48	8,490	8,754	8,695
51	7,991	8,320	8,017
54	7,695	7,817	7,949
57	6,982	7,243	7,029
60	6,771	7,104	6,929

Fuente: Elaboración propia

**5.5.9. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:**

Tabla N° 5.15: Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°15		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo (horas)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)	Log(UFC/mL)
0	9,140	9,111	9,117
3	9,297	9,225	9,305
6	9,449	9,599	9,453
9	9,760	9,633	9,620
21	10,940	11,097	10,991
24	10,833	10,982	10,899
27	10,968	10,978	11,000
30	10,863	10,940	10,785
35	10,940	10,886	11,152
48	10,787	10,851	10,944
51	10,959	10,813	10,930
54	10,697	10,724	10,516
57	9,949	9,826	9,959
60	9,680	9,544	9,617

Fuente: Elaboración propia

## 5.6. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CINÉTICA DE CRECIMIENTO

Los valores de los parámetros de cinética de crecimiento se obtuvieron a partir de las curvas de crecimiento y aplicando el software MicroFit versión 1.0.

### 5.6.1. Parámetros de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizados de vainas de arveja

#### a. Tiempo de latencia ( $\lambda$ )

Cuadro N° 5.10: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°1		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	4,370	4,410	4,860
Promedio (h)	4,547		
Desv. estándar	0,272		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.11: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de Arveja a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°2		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	6,250	5,140	5,660
Promedio (h)	5,683		
Desv. Estándar	0,555		

Fuente: Elaboración propia



Cuadro N° 5.12: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de Arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de bacteria de  $10^3$  UFC/mL:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°3		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	7,610	7,170	7,920
Promedio (h)	7,567		
Desv. Estándar	0,377		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.13: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de Arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de bacteria de  $10^6$  UFC/mL:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°4		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	5,200	5,930	5,880
Promedio (h)	5,670		
Desv. Estándar	0,408		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.14: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de Arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de bacteria de  $10^9$  UFC/mL:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°5		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	6,490	6,680	6,440
Promedio (h)	6,537		
Desv. Estándar	0,127		

Fuente: Elaboración propia

**b. Velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ )**

Cuadro N° 5.15: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°1		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecimiento( $h^{-1}$ )	0,650	0,720	0,510
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,627		
Desv. Estándar	0,107		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.16: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°2		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecimiento( $h^{-1}$ )	0,600	0,530	0,560
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,563		
Desv. Estándar	0,035		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.17: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de bacteria de  $10^3$  UFC/mL:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°3		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecimiento( $h^{-1}$ )	0,500	0,450	0,490
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,480		
Desv. Estándar	0,026		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.18: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°4		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecimiento( $h^{-1}$ )	0,550	0,560	0,580
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,563		
Desv. Estándar	0,015		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.19: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°5		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecimiento( $h^{-1}$ )	0,500	0,460	0,440
Promedio	0,467		
Desv. Estándar	0,031		

Fuente: Elaboración propia

**c. Tiempo de generación ( $T_g$ )**

Cuadro N° 5.20: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°1		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,060	0,970	1,370
Promedio (h)	1,133		
Desv. Estándar	0,210		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.21: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°2		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,160	1,310	1,240
Promedio (h)	1,237		
Desv. Estándar	0,075		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.22: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°3		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,380	1,530	1,400
Promedio (h)	1,437		
Desv. Estándar	0,081		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.23: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°4		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,260	1,240	1,200
Promedio (h)	1,233		
Desv. Estándar	0,031		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.24: tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de Arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja		
	Tratamiento N°5		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,390	1,500	1,580
Promedio (h)	1,490		
Desv. Estándar	0,095		

Fuente: Elaboración propia

- ✓ De los cuadros N° 5.10, en la página 87; N° 5.15, en la página 89 y N° 5.20, en la página 90, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*. Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 4,547 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,627 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,133 horas.
- ✓ De los cuadros N° 5.11, en la página 87; N° 5.16, en la página 89 y N° 5.21, en la página 91, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*. Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 5,683 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,563 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,237 h.
- ✓ De los cuadros N° 5.12, en la página 88; N° 5.17, en la página 89 y N° 5.22, en la página 91, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 20/1 en

relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*.  
Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 7,567 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,480 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,437 h.

- ✓ De los cuadros N° 5.13, en la página 88; N° 5.18, en la página 90 y N° 5.23, en la página 91, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*.  
Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 5,670 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,563 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,233 h.
- ✓ De los cuadros N° 5.14, en la página 88; N° 5.19, en la página 90 y N° 5.24, en la página 92, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*.  
Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 6,537 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,467 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,490 h.

**5.6.2. Parámetros de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizados de vainas de haba**

**a. Tiempo de latencia ( $\lambda$ )**

Cuadro N° 5.25: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de bacteria:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°6		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	3,530	3,380	2,810
Promedio (h)	3,240		
Desv. estándar	0,380		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.26: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de bacteria:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°7		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	7,060	6,840	6,850
Promedio (h)	6,917		
Desv. estándar	0,124		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.27: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de bacteria:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°8		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	7,660	6,620	7,060
Promedio (h)	7,113		
Desv, estándar	0,522		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.28: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$ UFC/mL de bacteria:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°9		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	3,620	2,720	3,820
Promedio (h)	3,387		
Desv. estándar	0,586		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.29: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°10		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	4,340	4,420	4,920
Promedio (h)	4,560		
Desv. Estándar	0,314		

Fuente: Elaboración propia

**b. Velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ )**

Cuadro N° 5.30: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación l/s y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°6		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,650	0,620	0,680
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,650		
Desv. Estándar	0,030		

Fuente: Elaboración propia



Cuadro N° 5.31: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°7		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,660	0,620	0,660
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,647		
Desv. Estándar	0,023		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.32: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°8		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,600	0,500	0,560
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,553		
Desv. Estándar	0,050		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.33: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°9		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,660	0,640	0,650
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,650		
Desv. Estándar	0,010		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.34: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°10		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,550	0,550	0,540
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,547		
Desv. Estándar	0,006		

Fuente: Elaboración propia

**c. Tiempo de generación ( $T_g$ )**

Cuadro N° 5.35: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°6		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,070	1,110	1,020
Promedio (h)	1,067		
Desv, estándar	0,045		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.36: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°7		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,060	1,120	1,050
Promedio (h)	1,077		
Desv. Estándar	0,038		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.37: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°8		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,150	1,370	1,240
Promedio (h)	1,253		
Desv. Estándar	0,111		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.38: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°9		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,080	1,090	1,070
Promedio (h)	1,080		
Desv. Estándar	0,010		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.39: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación l/s y a una concentración de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de haba		
	Tratamiento N°10		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,250	1,250	1,280
Promedio (h)	1,260		
Desv. Estándar	0,017		

Fuente: Elaboración propia

- ✓ De los cuadros N° 5.25, en la página 94; N° 5.30, en la página 95 y N° 5.35, en la página 97, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en

relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*.  
Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 3,240 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,650 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,067 h.

- ✓ De los cuadros N° 5.26, en la página 94; N° 5.31, en la página 96 y N° 5.36 en la página 97, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*.  
Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 6,917 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,647 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,077 horas.
- ✓ De los cuadros N° 5.27, en la página 94; N° 5.32, en la página 96 y N° 5.37, en la página 97, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*.  
Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 7,113 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,553 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,253 horas.
- ✓ De los cuadros N° 5.28, en la página 94; N° 5.33, en la página 96 y N° 5.38, en la página 98, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*.  
Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 3,387 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,650 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,080 horas.

- ✓ De los cuadros N° 5.29, en la página 95; N° 5.34, en la página 97 y N° 5.39, en la página 98, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*. Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 4,560 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,547 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,260 horas.

### 5.6.3. Parámetros de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizados de vainas de pallar

#### a. Tiempo de latencia ( $\lambda$ )

Cuadro N° 5.40: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de bacteria:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°11		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	6,540	6,490	6,530
Promedio (h)	6,520		
Desv. Estándar	0,026		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.41: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de bacteria:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°12		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	7,040	6,020	6,790
Promedio (h)	6,617		
Desv. estándar	0,532		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.42: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°13		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	7,110	7,350	6,530
Promedio (h)	6,997		
Desv. estándar	0,422		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.43: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°14		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	6,630	6,730	6,290
Promedio (h)	6,550		
Desv. Estándar	0,231		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.44: Tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°15		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de latencia (h)	6,400	6,450	7,160
Promedio (h)	6,670		
Desv. Estándar	0,425		

Fuente: Elaboración propia

**b. Velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ )**

Cuadro N° 5.45: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°11		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,520	0,540	0,530
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,530		
Desv. Estándar	0,010		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.46: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°12		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,490	0,490	0,560
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,513		
Desv. Estándar	0,040		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.47: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°13		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,460	0,570	0,420
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,483		
Desv. Estándar	0,078		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.48: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°14		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,500	0,560	0,520
Promedio ( $h^{-1}$ )	0,527		
Desv. Estándar	0,031		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.49: Velocidad máxima de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°15		
Repeticiones	1	2	3
Vel. máxima de crecim. ( $h^{-1}$ )	0,460	0,450	0,430
Promedio	0,447		
Desv. Estándar	0,015		

Fuente: Elaboración propia

**c. Tiempo de generación ( $T_g$ )**

Cuadro N° 5.50: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°11		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,320	1,280	1,300
Promedio (h)	1,300		
Desv. Estándar	0,020		

Fuente: Elaboración propia



Cuadro N° 5.51: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°12		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,420	1,400	1,250
Promedio (h)	1,357		
Desv. Estándar	0,093		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.52: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°13		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,500	1,210	1,640
Promedio (h)	1,450		
Desv. Estándar	0,219		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.53: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$  UFC/mL de bacteria:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°14		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,370	1,240	1,330
Promedio (h)	1,313		
Desv. Estándar	0,067		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.54: Tiempo de generación del crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*:

Sustrato	Hidrolizado de vainas de pallar		
	Tratamiento N°15		
Repeticiones	1	2	3
Tiempo de generación (h)	1,510	1,530	1,610
Promedio (h)	1,550		
Desv. estándar	0,053		

Fuente: Elaboración propia

- ✓ De los cuadros N° 5.40, en la página 100; N° 5.45, en la página 102 y N° 5.50, en la página 103, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*. Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 6,520 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,530 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,300 horas.
- ✓ De los cuadros N° 5.41, en la página 100; N° 5.46, en la página 102 y N° 5.51, en la página 104, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 15/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*. Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 6,617 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,513 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,357 horas.
- ✓ De los cuadros N° 5.42, en la página 100; N° 5.47, en la página 102 y N° 5.52, en la página 104, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de pallar a concentración de

20/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*. Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 6,997 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,483 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,450 horas.

- ✓ De los cuadros N° 5.43, en la página 101; N° 5.48, en la página 103 y N° 5.53, en la página 104, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*. Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 6,550 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,527 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,313 horas.
  
- ✓ De los cuadros N° 5.44, en la página 101; N° 5.49, en la página 103 y N° 5.54, en la página 105, se extraen los parámetros de cinética de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 10/1 en relación L/S y a una concentración de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*. Obteniéndose un tiempo de latencia ( $\lambda$ ) equivalente a 6,670 h; una velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) de  $0,447 \text{ h}^{-1}$ ; y un tiempo de generación o duplicación ( $T_g$ ) de 1,550 horas.

## 5.7. PARÁMETROS DE CINÉTICA DE CRECIMIENTO

Los parámetros de cinética de crecimiento se determinaron mediante el uso de software MicroFit 1.0. y se obtuvieron los siguientes resultados ordenados en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 5.55: Resumen de los parámetros de crecimiento del *Lb. acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar

Sustrato	Hidrolizado de vainas de arveja (L/S, UFC/mL)									Hidrolizado de vainas de haba (L/S, UFC/mL)									Hidrolizado de vainas de pallar (L/S, UFC/mL)																													
	10/1, 10 <sup>3</sup>			15/1, 10 <sup>3</sup>			20/1, 10 <sup>3</sup>			10/1, 10 <sup>6</sup>			10/1, 10 <sup>9</sup>			10/1, 10 <sup>3</sup>			15/1, 10 <sup>3</sup>			20/1, 10 <sup>3</sup>			10/1, 10 <sup>6</sup>			10/1, 10 <sup>9</sup>																				
	Tratam. N°1			Tratam. N°2			Tratam. N°3			Tratam. N°4			Tratam. N°5			Tratam. N°6			Tratam. N°7			Tratam. N°8			Tratam. N°9			Tratam. N°10			Tratam. N°11			Tratam. N°12			Tratam. N°13			Tratam. N°14			Tratam. N°15					
Repeticiones	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
$\mu_{max}$ (h <sup>-1</sup> )	0,650	0,720	0,510	0,600	0,530	0,560	0,500	0,450	0,490	0,550	0,560	0,580	0,500	0,460	0,440	0,650	0,620	0,680	0,660	0,620	0,660	0,600	0,500	0,560	0,660	0,640	0,650	0,550	0,550	0,540	0,520	0,540	0,530	0,490	0,490	0,560	0,460	0,570	0,420	0,500	0,560	0,520	0,460	0,450	0,430			
Prom. (h <sup>-1</sup> )	0,627			0,563			0,480			0,563			0,467			0,650			0,647			0,553			0,650			0,547			0,530			0,513			0,483			0,527			0,447					
Desv. Est.	0,107			0,035			0,026			0,015			0,031			0,030			0,023			0,050			0,010			0,006			0,010			0,040			0,078			0,031			0,015					
$\lambda$ (h)	4,370	4,410	4,860	6,250	5,140	5,660	7,610	7,170	7,920	5,200	5,930	5,880	6,490	6,680	6,440	3,530	3,380	2,810	7,060	6,840	6,850	7,660	6,620	7,060	3,620	2,720	3,820	4,340	4,420	4,920	6,540	6,490	6,530	7,040	6,020	6,790	7,110	7,350	6,530	6,630	6,730	6,290	6,400	6,450	7,160			
Prom. (h)	4,547			5,683			7,567			5,670			6,537			3,240			6,917			7,113			3,387			4,560			6,520			6,617			6,997			6,550			6,670					
Desv. Est.	0,272			0,555			0,377			0,408			0,127			0,380			0,124			0,522			0,586			0,314			0,026			0,532			0,422			0,231			0,425					
$T_g$ (h)	1,060	0,970	1,370	1,160	1,310	1,240	1,380	1,530	1,400	1,260	1,240	1,200	1,390	1,500	1,580	1,070	1,110	1,020	1,060	1,120	1,050	1,150	1,370	1,240	1,080	1,090	1,070	1,250	1,250	1,280	1,320	1,280	1,300	1,420	1,400	1,250	1,500	1,210	1,640	1,370	1,240	1,330	1,510	1,530	1,610			
Prom. (h)	1,133			1,237			1,437			1,233			1,490			1,067			1,077			1,253			1,080			1,260			1,300			1,357			1,450			1,313			1,550					
Desv. Est.	0,210			0,075			0,081			0,031			0,095			0,045			0,038			0,111			0,010			0,017			0,020			0,093			0,219			0,067			0,053					
$N_{min}$ (LogUFC/mL)	3,067			3,120			3,140			6,293			9,433			3,110			3,313			3,153			6,223			9,367			3,287			3,260			3,353			6,410			9,187					
$N_{max}$ (LogUFC/mL)	6,847			5,917			5,200			9,850			11,283			7,510			6,330			5,590			10,887			11,673			6,373			5,207			4,667			8,460			10,920					

Fuente: Elaboración propia

Donde:  $\mu_{max}(h^{-1})$ : Velocidad de crecimiento,  $\lambda(h)$ : Tiempo de latencia,  $T_g(h)$ : Tiempo de generación,  $N_{min}$ : Población inicial,  $N_{max}$ : Población final

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS

#### 6.1.1. Humedad, proteínas, extracto etéreo y cenizas en vainas

En la determinación de humedad presenta menor porcentaje la vaina de pallar, siendo este de 83,05%, seguido de la vaina de arveja 85,51%; y la vaina de haba con 87,48%.

Los resultados respecto a las cantidades de proteínas en base seca indican que la vaina de haba tiene mayor porcentaje siendo este 21,76%; seguido de la vaina de arveja 17,32% y la vaina de pallar con 10,66%.

En la determinación de la materia grasa la vaina de pallar contiene mayor porcentaje, siendo este 4,44% seguido por la vaina de arveja con 3,39% y la vaina de haba con 3,14%.

Los resultados respecto a las cantidades de cenizas en base seca indican que la vaina de haba tiene mayor porcentaje siendo este 6,87%; seguido de la vaina de pallar 6,34% y la vaina de arveja con 4,65%.

Cuadro N° 6.1: Humedad, proteínas, extracto etéreo, cenizas en vainas

Muestra	%Humedad	%Proteínas	%Extracto etéreo	%Cenizas
Vaina de arveja	85,51%	17,32%	3,39%	4,65%
Vaina de haba	87,48%	21,76%	3,14%	6,87%
Vaina de pallar	83,05%	10,66%	4,44%	6,34%

Fuente: Elaboración propia

### 6.1.2. Grado de hidrólisis (%G.H.)

Por lo tanto el hidrolizado de vainas de haba a una concentración de 10/1 en relación L/S, presenta un mayor grado de hidrólisis, lo que indica que tiene mejor disposición de material proteico (enzimas y polipéptidos), las cuales son favorables para la adaptabilidad y crecimiento del *Lactobacillus acidophilus*. Por otro lado, hay que tener en cuenta que los hidrolizados de vainas de arveja y pallar a concentraciones de 15/1 y 20/1 en relación L/S, presentan un importante aporte proteico, menores pero importante.

Cuadro N° 6.2: Grado de hidrólisis de los hidrolizados de vainas

Muestra	Concentración del hidrolizado	Grado de hidrólisis (%G.H.)
Vainas de arveja	10/1	69,69%
	15/1	67,53%
	20/1	65,99%
Vainas de pallar	10/1	50,51%
	15/1	48,61%
	20/1	46,91%
Vainas de haba	10/1	88,92%
	15/1	88,03%
	20/1	87,27%

Fuente: Elaboración propia

### 6.1.3. pH

Los valores de pH en los hidrolizados de cada vaina, a distintas concentraciones en relación L/S, son ligeramente ácidos.

Cuadro N° 6.3: pH en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar

Muestra	Relación L/S	pH
Hidrolizado de vaina de haba	10/1	5,096
	15/1	5,058
	20/1	5,042
Hidrolizado de vaina de arveja	10/1	4,950
	15/1	4,940
	20/1	4,921
Hidrolizado de vaina de pallar	10/1	4,788
	15/1	4,656
	20/1	4,548

Fuente: Elaboración propia

### 6.1.4. Análisis microbiológico

Cuadro N° 6.4: Análisis microbiológico de calidad sanitaria e inocuidad de las vainas previas a la hidrolisis

Muestra	Relación L/S	<i>Aerobios mesófilos</i> [10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup> ] UFC/g	<i>Escherichia coli</i> [10-10 <sup>2</sup> ] UFC/g	<i>Salmonella sp.</i> Ausencia/25g
Vaina de haba	10/1	1x10 <sup>3</sup>	2	Ausencia
	15/1	1x10 <sup>3</sup>	1	Ausencia
	20/1	1x10 <sup>3</sup>	2	Ausencia
Vaina de arveja	10/1	2x10 <sup>3</sup>	3	Ausencia
	15/1	1x10 <sup>3</sup>	1	Ausencia
	20/1	3x10 <sup>3</sup>	1	Ausencia
Vaina de pallar	10/1	3x10 <sup>3</sup>	1	Ausencia
	15/1	2x10 <sup>3</sup>	2	Ausencia
	20/1	1x10 <sup>3</sup>	2	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.5: Análisis microbiológico de los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar luego de la hidrólisis

Muestra	Relación L/S	<i>Aerobios mesófilos</i> [10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup> ] UFC/g o mL	<i>Coliformes</i> [10-10 <sup>2</sup> ] UFC/g o mL	<i>Staphylococcus aureus</i> [10-10 <sup>2</sup> ] UFC/g o mL	<i>Escherichia coli</i> <3 UFC/g o mL	<i>Salmonella sp.</i> Ausencia/25g
Hidrolizado de vaina de haba	10/1	3	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	15/1	2	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	20/1	3	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
Hidrolizado de vaina de arveja	10/1	1	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	15/1	2	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	20/1	3	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
Hidrolizado de vaina de pallar	10/1	3	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	15/1	2	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia
	20/1	2	Ausencia	Ausencia	<3	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el análisis microbiológico, para evaluar la inocuidad de las vainas y de los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar, respectivamente. Se comparó con la RM 591-2008/MINSA (Grupos XIV.2 y XV.2), que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (véase el anexo N°22, en la página 165 y el anexo N°23, en la página 166), cumpliendo con los criterios establecidos, de esta manera se garantizó la inocuidad de los hidrolizados.

#### 6.1.5. Curvas de crecimiento

De las gráficas A.4, A.8, A.12, A.16 y A.20, en las páginas 137, 139, 141, 143 y 145 respectivamente, se ve claramente la viabilidad de *Lactobacillus acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar, a concentraciones de 10/1, 15/1 y 20/1 en relación L/S; presentando mejor viabilidad a concentraciones de hidrolizado de 10/1; a concentraciones de 10<sup>6</sup> y 10<sup>9</sup>UFC/mL de *Lb. acidophilus*; por lo que queda en manifiesto que el *Lb. acidophilus* se comporta como probiótico en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar respectivamente.



### 6.1.6. Parámetros de crecimiento

Mediante el modelamiento usando el software MicroFit versión 1.0 se determinó los valores de los parámetros de cinética de crecimiento: tiempo de latencia “ $\lambda$ ” (h), velocidad máxima de crecimiento “ $\mu_{\max}$ ” ( $h^{-1}$ ), tiempo de generación o duplicación “ $T_g$ ” (h) del *Lactobacillus acidophilus* en hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar a diferentes concentraciones, tanto de hidrolizado como de *Lb. acidophilus*.

#### a. Tiempo de Latencia del *Lb. acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar

Con respecto al tiempo de latencia ( $\lambda$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^3$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de latencia en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar son significativamente diferentes (véase el anexo N°3, en la página 146). Además, el *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja se adaptó en 4,55 h, mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 3,24 h y 6,52 h respectivamente.

Con respecto al tiempo de latencia ( $\lambda$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^3$ UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 15/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de latencia en los hidrolizados de vainas de haba y pallar son similares, al igual comparamos los tiempos de latencia en los hidrolizados de vainas de pallar y arveja son similares; no obstante el tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja es diferente con respecto al hidrolizado de vainas de haba (véase el anexo N°6, en

la página 149). Además, el *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja se adaptó en 5,68 h, mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 6,92 h y 6,62 h respectivamente.

Con respecto al tiempo de latencia ( $\lambda$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^3$ UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 20/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de latencia en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar son similares (véase el anexo N°9, en la página 152). Además, el *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja se adaptó en 7,57 h, mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 7,11 h y 7,0 h respectivamente.

Con respecto al tiempo de latencia ( $\lambda$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^6$ UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de latencia en los hidrolizados de vainas de arveja y pallar son similares, no obstante el tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba es diferente con respecto a los hidrolizados de vainas de arveja y pallar (véase el anexo N°12, en la página 155). Además, el *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja se adaptó en 5,67 h, mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 3,39 h y 6,55 h respectivamente.

Con respecto al tiempo de latencia ( $\lambda$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^9$ UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de latencia en los hidrolizados de vainas

de arveja y pallar son similares, no obstante el tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba es diferente con respecto a los hidrolizados de vainas de arveja y pallar (véase el anexo N°15, en la página 158). Además, el *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja se adaptó en 6,54 h, mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 4,56 h y 6,67 h respectivamente.

**b. Velocidad de crecimiento del *Lb. acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar**

Con respecto a la velocidad de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^3$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que las velocidades de crecimiento en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar son similares (véase el anexo N°5, en la página 148). Además, se obtuvo que la velocidad de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue  $0,63 \text{ h}^{-1}$ , mientras que en el hidrolizado de haba y pallar  $0,65 \text{ h}^{-1}$  y  $0,53 \text{ h}^{-1}$  respectivamente.

Con respecto a la velocidad de crecimiento ( $\mu_{\max}$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^3$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 15/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que las velocidades de crecimiento en los hidrolizados de vainas de haba y arveja son similares, al igual comparamos las velocidades de crecimiento en los hidrolizados de vainas de pallar y arveja son similares; no obstante el tiempo de latencia del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de pallar es diferente con respecto al hidrolizado de

vainas de haba (véase el anexo N°8, en la página 151). Además, se obtuvo que la velocidad de crecimiento del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue  $0,56 \text{ h}^{-1}$ , mientras que en el hidrolizado de haba y pallar  $0,65 \text{ h}^{-1}$  y  $0,51 \text{ h}^{-1}$  respectivamente.

Con respecto a la velocidad de crecimiento ( $\mu_{\text{max}}$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^3$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 20/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que las velocidades de crecimiento en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar son similares (véase el anexo N°11, en la página 154). Además, se obtuvo que la velocidad de crecimiento del *Lb. Acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue  $0,480 \text{ h}^{-1}$ , mientras que en el hidrolizado de haba y pallar  $0,550 \text{ h}^{-1}$  y  $0,483 \text{ h}^{-1}$  respectivamente.

Con respecto a la Velocidad de crecimiento ( $\mu_{\text{max}}$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^6$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que las velocidades de crecimiento en los hidrolizados de vainas de arveja y pallar son similares; no obstante las velocidades de crecimiento del *Lb. Acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba es diferente con respecto al hidrolizado de vainas de pallar y arveja (véase el anexo N°13, en la página 156). Además, se obtuvo que la velocidad de crecimiento del *Lb. Acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue  $0,56 \text{ h}^{-1}$ , mientras que en el hidrolizado de haba y pallar  $0,65 \text{ h}^{-1}$  y  $0,52 \text{ h}^{-1}$  respectivamente.

Con respecto a la Velocidad de crecimiento ( $\mu_{\text{max}}$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^9$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S: por

medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que las velocidades de crecimiento en los hidrolizados de vainas de arveja y pallar son similares; no obstante las velocidades de crecimiento del *Lb. Acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba es diferente con respecto al hidrolizado de vainas de pallar y arveja (véase el anexo N°17, en la página 160). Además, se obtuvo que la velocidad de crecimiento del *Lb. Acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue  $0,47 \text{ h}^{-1}$ , mientras que en el hidrolizado de haba y pallar  $0,55 \text{ h}^{-1}$  y  $0,45 \text{ h}^{-1}$  respectivamente.

**c. Tiempo de Generación del *Lb. acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar**

Con respecto al tiempo de generación ( $T_g$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^3$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de generación en los hidrolizados de vainas de pallar, haba y arveja son similares (véase el anexo N°4, en la página 147). Además, se obtuvo que el tiempo de generación del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue 1,13 h, mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 1,07 h y 1,30 h respectivamente.

Con respecto al tiempo de generación ( $T_g$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^3$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 15/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de generación en los hidrolizados de vainas de haba y arveja son similares, al igual comparamos los tiempos de generación en los hidrolizados de vainas de pallar y arveja son similares; no

obstante el tiempo de generación del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de pallar es diferente con respecto al hidrolizado de vainas de haba (véase el anexo N°7, en la página 150). Además, se obtuvo que el tiempo de generación del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue 1,24 h, mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 1,08 h y 1,36 h respectivamente.

Con respecto al tiempo de generación ( $T_g$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^3$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 20/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de generación en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar son similares (véase el anexo N°10, en la página 153). Además, se obtuvo que el tiempo de generación del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue 1,44 h, mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 1,25 h y 1,45 h respectivamente.

Con respecto al tiempo de generación ( $T_g$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^6$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S: por medio del uso del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de generación en los hidrolizados de vainas de arveja y pallar son similares; no obstante el tiempo de generación del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba es diferente con respecto a los hidrolizados de vainas de pallar y arveja (véase el anexo N°13, en la página 156). Además, se obtuvo que el tiempo de generación del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue 1,23 h, mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 1,08 h y 1,31 h respectivamente.

Con respecto al tiempo de generación ( $T_g$ ) del *Lb. acidophilus* a  $10^9$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S: por medio del uso

del análisis estadístico ANOVA y TUKEY con un nivel de significancia ( $p=0,05$ ) se determinó que los tiempos de generación en los hidrolizados de vainas de arveja y pallar son similares; no obstante el tiempo de generación del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de haba es diferente con respecto a los hidrolizados de vainas de pallar y arveja (véase el anexo N°16, en la página 159). Además, se obtuvo que el tiempo de generación del *Lb. acidophilus* en el hidrolizado de vainas de arveja fue 1,49 h mientras que en el hidrolizado de haba y pallar 1,26 h y 1,55 h respectivamente.

## **6.2. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS CON OTROS ESTUDIOS SIMILARES**

### **6.2.1. Análisis fisicoquímicos en las vainas**

Con respecto a los análisis fisicoquímicos de las vainas de arveja, haba y pallar, se carece de información; sin embargo, se tomó en cuenta las Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (véase el anexo N°24, en la página 167 y el anexo N°25, en la página 168); la tendencia en orden creciente de contenido de proteínas de los granos de estas leguminosas es: pallar, arveja y haba; lo que es consistente con la tendencia obtenida de los resultados para las vainas de estas leguminosas.

### **6.2.2. Grado de hidrolisis (%G.H.)**

Según St-Gelais *et al* (1993), es importante la presencia de péptidos y aminoácidos libres en un sustrato para asegurar el crecimiento del *Lactobacillus acidophilus*. Taipe (2012), demostró que gracias a la hidrolisis térmica de proteínas, es posible obtener sustratos con disposición de material proteico favorable para la adaptabilidad y crecimiento del *Lb. acidophilus*. El cuadro N°6.2, en la página 109; prueba que al

aplicar dicho tratamiento térmico a las vainas de arveja, haba y pallar, a las condiciones indicadas, se logró obtener hidrolizados con dicho material proteico.

### **6.2.3. pH**

El pH de los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar a distintas concentraciones, favorecen el crecimiento y la supervivencia del *Lactobacillus acidophilus*. Holt (1992), señala que estas bacterias tienen un buen crecimiento en medios ligeramente ácidos, es decir en pH entre 4,5 a 6,4.

### **6.2.4. Análisis microbiológico**

De acuerdo al cuadro N°6.4, en la página 110 y al cuadro N°6.5, en la página 111, tanto las vainas como también los hidrolizados de las vainas de haba, arveja y pallar satisfacen los requerimientos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (Grupos XIV.2 y XV.2 de la RM 591-2008/MINSA, respectivamente).

### **6.2.5. Curvas de crecimiento**

Dinakar y Mistry (1994) explican que ciertos productos fermentados se han utilizado como un medio para reintroducir una población viable en el tracto gastrointestinal de niños y adultos. Para ejercer una influencia positiva el microorganismo debe ser viable en el alimento desde el transporte del producto hasta el consumo. Según Shah (2001), se han realizado diversos estudios con diferentes concentraciones de *Lactobacillus acidophilus*, pero es dudoso que a concentraciones por debajo de  $10^6$ UFC/mL puedan presentar beneficios probióticos. Por lo tanto, los hidrolizados de vainas de arveja y pallar a concentraciones de 15/1 y 20/1, y a concentraciones de *Lb. acidophilus* de  $10^3$ UFC/mL; Y el hidrolizado de vainas de pallar a concentración de 20/1; y a concentraciones de *Lb. acidophilus* de  $10^3$ UFC/mL no podrán ser



considerados probióticos, ya que estos presentan poblaciones finales máximas de  $8 \times 10^5$ ;  $2 \times 10^5$ ;  $2 \times 10^5$ ;  $5 \times 10^4$  y  $4 \times 10^5$ , respectivamente, y son  $< 10^6$  UFC/mL.

#### **6.2.6. Parámetros de crecimiento**

##### **a. Tiempo de Latencia del *Lb. acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar**

El *Lactobacillus acidophilus* se adapta más rápidamente en los hidrolizados de vaina de haba, seguido de vaina de arveja y finalmente vaina de pallar, a concentraciones de 10/1 en relación L/S, ya que presentan menor fase de latencia, es decir menor tiempo donde las células se adaptan a su nuevo entorno induciendo o reprimiendo la síntesis y actividad de determinadas enzimas, iniciando la replicación de su material genético (Doyle *et al*, 2000). Debido a que los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar a concentraciones de 10/1 en relación L/S, le otorgan mayor disponibilidad de nitrógeno asimilable (véase el cuadro N°5.6, en la página 69), el microorganismo puede adaptarse en menor tiempo.

##### **b. Velocidad de Crecimiento del *Lb. acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar**

El *Lactobacillus acidophilus* presenta mayor velocidad de crecimiento en los hidrolizados de vaina de haba, seguido de vaina de arveja y por último vaina de pallar, a concentraciones de 10/1 en relación L/S; lo cual indica que estos sustratos son muy favorables para que las bacterias crezca en equilibrio imitando a una reacción autocatalítica de primer orden, es decir la velocidad del aumento de las bacterias en un tiempo dado, es proporcional al número o masa de bacterias presentes durante ese tiempo (Stainer *et al*, 1989).

**c. Tiempo de Generación del *Lb. acidophilus* en los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar**

Según Madigan *et al* (1997), el tiempo de generación es útil como indicador fisiológico de una población celular y es usado para comprobar el efecto positivo o negativo de un determinado tratamiento. Muchas bacterias tienen tiempos de generación de 1-3 horas, lo que es consistente con todos los valores obtenidos para los hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar. Asimismo, tener en cuenta que se obtuvo valores de Tiempo de generación menores en los hidrolizados de vaina de haba, seguidos de vaina de arveja y vaina de pallar, a concentraciones de 10/1 en relación L/S.

## VII. CONCLUSIONES

- A. Se obtuvo sustratos viables para el *Lactobacillus acidophilus* con los hidrolizados de vainas de arveja, hidrolizados de vainas de pallar e hidrolizados de vainas de haba, respectivamente; a las diferentes concentraciones, tanto de microorganismo como también de hidrolizado.
- B. Se determinó las características bromatológicas de las vainas de haba, arveja y pallar, los cuales fueron: 87,48%, 85,51% y 83,05% de humedad, respectivamente; 21,76%, 17,32% y 10,66% de proteínas, respectivamente; 3,14%, 3,39% y 4,44% de extracto etéreo, respectivamente; y 6,87%, 4,65% y 6,34% de cenizas, respectivamente.
- C. Se observó un mejor desarrollo del *Lactobacillus acidophilus* en los hidrolizados a concentraciones de 10/1 en relación L/S, y poblaciones de  $10^3$  UFC/mL de sustrato. En los hidrolizados de vaina de haba, arveja y pallar la bacteria presentó mayor velocidad de crecimiento:  $0,65 \text{ h}^{-1}$ ,  $0,627 \text{ h}^{-1}$  y  $0,53 \text{ h}^{-1}$ , respectivamente; aprovechó oportunamente el sustrato, adaptándose en menor tiempo: 3,24 h, 4,547 h y 6,52 h, respectivamente; y presentó menor tiempo de generación: 1,067 h, 1,133 h y 1,3 h, respectivamente, garantizando el estado fisiológico de la población de *Lactobacillus acidophilus*.
- D. Finalmente al comparar las curvas de crecimiento, para poblaciones de *Lactobacillus acidophilus* de  $10^3$ ,  $10^6$  y  $10^9$  UFC/mL de sustrato, se obtuvo mejores resultados para el hidrolizado de vainas de haba, que alcanzó poblaciones máximas de  $5 \times 10^7$ ,  $9 \times 10^{10}$  y  $9 \times 10^{11}$  UFC/mL, respectivamente; seguido del hidrolizado de vainas de arveja que alcanzó poblaciones máximas de  $9 \times 10^6$ ,  $9 \times 10^9$  y  $3 \times 10^{11}$  UFC/mL, respectivamente; y el hidrolizado de vainas de pallar alcanzó

poblaciones máximas de  $3 \times 10^6$ ,  $5 \times 10^8$  y  $1 \times 10^{11}$  UFC/mL, respectivamente. Por lo tanto, el hidrolizado de vainas de haba presenta mejor capacidad como sustrato para el desarrollo del *Lactobacillus acidophilus* y permite la obtención de materias primas para el posterior desarrollo de productos beneficiosos para el ser humano.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- A. Se recomienda continuar el estudio de otras bacterias probióticas en sustratos derivados de otras leguminosas, cereales, legumbres; u otros productos originarios de nuestro país, debido a su alto aporte en nutrientes.
  
- B. Se recomienda aislar probióticos a partir de cultivos en sustratos económicamente rentables como son los cereales, leguminosas, etc., aplicando liofilización bacteriana u otros procesos.
  
- C. Se sugiere realizar investigaciones posteriores con el fin de elaborar productos nutracéuticos, vacunas orales, u otros.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEXANDER, P.; BAHRET, M. J.; CHAVES, J.; COURIS, G.; D'ALESSIO, N. **Biología**. New Jersey. Editorial Prentice Hall. Primera Edición. 1992.
2. AREDES, P.; SAGUIR, F.; MANCA DE NADRA, M. **Effect of amino acids and peptides on growth of *pediococcus pentosaceus* from wine**, en *Latin American applied research*. Vol. 33(3): 225 a 259. Julio 2003.
3. ARROYO, Y.; CARRASCO, M.; BUENO, A.; CARDEÑA, R.; LUIZAR, C. **Obtención y caracterización fisicoquímica y funcional de la fibras dietéticas del níspero común (*Mespilus germánica*)**, en *Revista Sociedad Química del Perú*. Vol. 74: 269 a 281. Octubre 2008.
4. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. Editorial Maryland: AOAC International. Décimo sexta Edición 1998.
5. BAEZA, M. **Determinación del efecto prebiótico de la harina de semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*)**, evaluado a través de dos microorganismos probióticos, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus acidophilus* en aerobiosis. Tesis para optar al título de Ingeniero de Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 2008.
6. BARRÓN, M. **Acción inhibidora de probióticos sobre el crecimiento axénico in vitro de *Entamoeba histolyca***, en *Revista de la Facultad de Salud Pública y Nutrición*. Vol. 7 (2). Abril 2006.
7. BELLO, G. **Calidad de vida, alimentos y salud humana: Fundamentos científicos**. Madrid. Editorial Díaz de Santos. Primera Edición. 2005.
8. BENITEZ, R.; IBARZ, A.; PAGAN, J. **Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones** en *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*. Vol. 42: 227 a 236. Abril 2008.

9. BOTAZZI, V. **An introduction to rodshaped lactic-acid bacteria**, en *Biochimie*. Vol 70: 303 a 315. Marzo 1988.
10. BRAVO, B. **Estudio de la Hidrólisis enzimática de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa Wild*)**. Tesis para optar al título de Ingeniero de Industrias Alimentarias. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1997.
11. BROCK, T.; MADIGAN, M. **“Microbiología”**. México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana. Sexta Edición. 1993.
12. BULÉON, A.; COLONNA, P.; LELOUP, V. **Les amidons et leurs dérivés dans les industries des céréales**, en *Industries Alimentaires et Agricoles*. Vol. 107 (5): 515 a 532. Diciembre 1990.
13. BURNS, R. **Fundamentos de química**. México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana. Segunda edición. 1996.
14. CAMPBELL, N.; REECE, J. **Biología**. Madrid. Editorial Médica Panamericana. Séptima edición. 2007.
15. CARVAJAL, A. **Nutrientes ergogénicos: aminoácidos de cadena ramificada**, en *Revista Costarricense de Salud Pública*. Vol. 9 (16): 1409 a 1429. Julio 2000.
16. CASTAÑÓN, M. **Efecto de la adición de hidrolizados de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la obtención de leches acidificadas**. Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Santiago. Universidad de Chile. 2009.
17. CHEL, L.; BETANCUR, D. **Biopéptidos alimenticios: Nuevos promotores de la salud**, en *Revista de la Facultad de Salud Pública y Nutrición*. Vol. 9 (2). Abril 2008.
18. CONDON, S. **Responses of lactic acid bacteria to oxygen**, en *FEMS Microbioly Letters*. Vol. 46 (3): 249 a 280. Setiembre 1987.

19. CONFALONE, A. **Crecimiento y desarrollo del cultivo de haba (*Vicia Faba L.*) Parametrización del submodelo de fenología.** Tesis doctoral. La Coruña. Universidad de Santiago de Compostela. 2008.
20. DAVIES, R.; ROBINSON, R. **Developments in Food Microbiology.** London. Applied Science Publishers Ltd. 1986.
21. DESMAZEAUD, M. **L'état des connaissances en matière de nutrition des bactéries lactiques,** en *Le Lait*. Vol. 63 (629): 267 a 361. Enero 1983.
22. DINAKAR, P.; MISTRY, V. **Viability of Bifidobacterium Bifidum in Cheddar Cheese.** *Journal of Dairy Science*. Vol 77: 2854 a 2863. 1994.
23. DOYLE, M.; BEUCHAT, L.; MONTVILLE, T. **Microbiología de los alimentos. Fundamentos y Fronteras.** Zaragoza. Editorial Acribia S.A. 2000.
24. DWORKIN, M.; FALKOW, S.; ROSENBERG, E.; SCHLEIFER, K.; STACKEBRANDT, E. **The Prokaryotes.** New York. Editorial Springer Science & Business Media. 2006.
25. EXTERKATE, F. **Membrane-bound peptidases in *Streptococcus cremoris*,** en *Netherlands milk and dairy journal*. Vol. 35(3): 328 a 332. Julio 1981.
26. FAO/OMS. **Probióticos en los alimentos: Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación.** Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0512s/a0512s00.pdf>. artículo web. Consultada del 1 al 4 de octubre de 2001.
27. FAO/ONU. **Amino Acid Content of Food and Biological Data on Proteins.** Rome. Food Science Service. Segunda Edición. 1970.
28. FAO/ONU. **Denominación de Origen – Pallar de Ica.** Disponible en: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/peru/Informe.pdf>. Artículo web. Revisada el 23 septiembre 2011.



29. FRIONI, L. **Procesos microbianos**. Rio Cuarto. Editorial de la Fundación Universidad Nacional del Rio Cuarto. 1999.
30. GARCÍA, I. **Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (*Mangifera indica L.*) y su incorporación en galletas**. Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Huajuapán de León. Universidad Tecnológica de Mixteca. 2003.
31. GOLDIN, B.; GORBACH S. **Effect of milk and *Lactobacillus acidophilus* dietary supplementation on 1,2-dimethylhydrazine dihydrochloride-induced intestinal cancer in rats**, en *Journal of the National Cancer Institute*. Vol. 64 (2): 263 a 265. Febrero 1980.
32. GOLDIN, B.; GORBACH, S. **The effect of milk and *Lactobacillus* feeding on human intestinal bacterial enzyme activity**. *The American journal of clinical nutrition*. Vol. 39 (5):756-761. Mayo 1984.
33. GRUNEWALD, K. **Serum Cholesterol Levels in Rats Fed Skim Milk Fermented by *Lactobacillus acidophilus***. *Journal of Food Science*. Vol. 47 (6): 2078 a 2079. Noviembre 1982.
34. GUADIX, A.; GUADIX, E.; PÁEZ-DUEÑAS, M. P.; GONZÁLEZ-TELLO, P. Y CAMACHO, F. **Procesos tecnológicos y métodos de control en la hidrólisis de proteínas**, en *Revista Ars Pharmaceutica*. Vol. 41 (1): 79 a 89. Marzo 2000.
35. HELER, K. **Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starters organisms**, en *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 73 (2): 374 a 379. Febrero 2001.
36. HOLT, J. **BERGEY'S Manual of determinate Bacteriology**. Baltimore. Editorial Williams & Wilkins Co. Novena Edición. 1992.

37. INMACULADA, A. **Aprovechamiento de subproductos de leguminosas para la obtención de productos funcionales. Comparación de metodologías para la caracterización de la fibra alimentaria.** Tesis doctoral. Madrid. Universidad Complutense de Madrid. 2008.
38. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Fermented and non-fermented milk products. Detection and enumeration of *Lactobacillus acidophilus* (culture media)**, en *Bulletin of the IDF*. N° 306: 23 a 25. 1995.
39. KAHN, M.; FUENTES, F.; VILLARROEL, G. **Probióticos en diarrea aguda infecciosa**, en *Revista Chilena de Pediatría*. Vol. 80 (2): 129 a 136. 2009.
40. LIFSHITZ, F. **Nutrition for station needs in infancy: protein hydrolysates.** New York. Editorial Marcel Dekker. 1985.
41. LAMADRID, A.; BERNAL, G.; MORALES, M. **Capacidad de adhesión y fermentación a gránulos de almidón de papa por bacterias ácido lácticas silvestres para evaluar su actividad como prebiótico**, en *Revista del Centro de Investigación*. Vol. 8 (31): 5 a 21. Junio 2009.
42. LAHTINEN, S.; OUWEHAND, A.; SALMINEN, S.; VON WRITE, A. **Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects.** USA. Editorial Taylor & Francis Group. Cuarta edición. 2012.
43. LÓPEZ, F.; LÓPEZ, L.; LÓPEZ, R. **Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba L.*)**, en *European Journal of Agronomy*. Vol. 23 (4): 359 a 378. Diciembre 2005.
44. LÓPEZ, L.; TORRES, C. **Microbiología general: medios de cultivo.** Trabajo de grado en Farmacia. Corrientes. Universidad Nacional Del Nordeste. 2006.

45. MADIGAN, M.; MARTINKO, J.; PARKER, J. **Brock biology of the microorganism**. San Francisco. Editorial Prentice Hall International. Octava Edición. 1997.
46. MAROTO, J. **Horticultura herbácea especial**. Madrid. Editorial Mundi-Prensa. Tercera Edición. 1989.
47. MCCARTY, P.; SMITH, D. **Anaerobic Wastewater treatment**, en *Environmental Science and Technology*. Vol. 20 (12): 1200 a 1206. Diciembre 1986.
48. MEJÍA, L.; MARTINEZ, H.; BETANCOURT, J.; CASTRILLON, C. **Aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica L.*) en la obtención de azúcares fermentables**, en *Revista Ingeniería y Ciencias*. Vol. 3 (6): 41 a 62. Diciembre 2007.
49. MICHAEL, C. **Caracterización Cuantitativa de los carbohidratos no estructurales del Maguey mezcalero (*Agave salmiana*)**. Tesis de maestría. San Luis de Potosí. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. 2007.
50. MISSION SCIENTIFIQUE DE RECHERCHE NUTRITIONNELLE SUR LES ALIMENTS LAITIERS FRAIS (PARIS, FRANCE); SYNDIFRAIS; ASSOCIATION INTERNATIONALE DES FABRICANTS DE YAOURTS. **Laits Fermentés: Actualité de la Recherche**. Paris. Editorial J. Libbey Eurotext. 1989.
51. MUNDACA, J. **Viabilidad de *Lactobacillus acidophilus* en yogur natural con extracto de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)**. Tesis para optar al título de Ingeniero Químico. Lima. Universidad Nacional del Callao. 2012.
52. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE GASTROENTEROLOGÍA. **Guías prácticas: probióticos y prebióticos**. Disponible en:

- [http://www.worldgastroenterology.org/assets/downloads/es/pdf/guidelines/19\\_probioticos\\_prebioticos\\_es.pdf](http://www.worldgastroenterology.org/assets/downloads/es/pdf/guidelines/19_probioticos_prebioticos_es.pdf). Artículo web. Consultada el 8 de Mayo del 2011.
53. ORREGO, E. **Procesamiento de alimentos**. Manizales. Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia. Primera edición. 2003.
  54. PERDIGON, G.; NADER DE MACÍAS, M.; ÁLVAREZ, S.; OLIVER, G.; PESCE DE RUIZ, A. **Effect of perorally administered lactobacilli and macrophage activation in mice**, en *Infection and Immunity*. Vol. 53 (2): 404 a 410. Agosto 1986.
  55. PERDIGON, G.; NADER DE MACÍAS, M.; ÁLVAREZ, S.; OLIVER, G.; PESCE DE RUIZ, A. **Enhancement of immune response in mice fed with *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus acidophilus***, en *Journal of Dairy Science*. Vol. 70 (5): 919 a 926. Mayo 1987.
  56. PINTAU, M. **Caracterización e hidrólisis de residuos agrícolas como sustrato para la producción de etanol**. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico. Morelia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 2006.
  57. PISABARRO, A. **Microbiología Clínica**. Pamplona. Editorial del Departamento de Producción Agraria de la Universidad Pública de Navarra. 2003.
  58. PRIETO, N. **Obtención de fibra dietética a partir de sáculos de naranja aplicando un tratamiento con vapor**. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Alimentos. Huajuapán de León. Universidad Tecnológica de Mixteca. 2007.
  59. RAMÍREZ, A. **Evaluación del efecto prebiótico del aguamiel de maguey (*Agave salmiana*) en *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus***. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. 2009.
  60. RAO, D.; CHAWAN C.; PULUSANI, S. **Influence of milk and *Thermophilus* milk on plasma cholesterol levels and hepatic cholesterologenesis in rats**, en *Journal of Food Science*. Vol 46 (5): 1339 a 1341. Setiembre 1981.

61. ROBERFROID, M. **Prebiotics: preferential substrates for specific germs**, en *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 73 (2):406 a 409. Febrero 2001.
62. SARMIENTO V.; VARGAS, D.; PEDROZA, A.; MATIZ A.; POUTOU, R. **Producción de  $\alpha$ -amilasa con células libres e inmovilizadas de *Thermus sp.***, en *MVZ-Córdoba*. Vol. 8 (2): 310 a 317. Julio 2003.
63. SARRA, P.; DELLAGLIO, F. **Colonization of a human intestine by four different genotypes of *Lactobacillus acidophilus***, en *Microbiologica*. Vol. 7 (4): 331 a 339. Octubre 1984.
64. SHAH, N. **Functional Food from Probiotics and Prebiotics**, en *Food Technology*. Vol. 11: 46 a 52. Mayo 2001.
65. STAINER, R.; INGRAHAM, J.; WHEELIS, M.; PAINTER, P. **Microbiología**. Barcelona. Editorial Reverté S.A. Segunda Edición. 1989.
66. ST-GELAIS, D.; ROY, D.; HACHÉ, S; DESJARDINS, M. **Growth of Nonproteolytic *Lactococcus lactis* in Culture Medium Supplemented with Different Casein Hydrolyzates**, en *Journal of Dairy Science*. Vol. 76 (11): 3327 a 3337. Noviembre 1993.
67. SWINNEM, I.; BERNAERTS, K.; DENS, E. **Predictive modeling on the microbial lag phase: a review**, en *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 94 (2): 137 a 159. Julio 2004.
68. TAIPE, F. **Evaluación de los hidrolizados de *Hordeum vulgare* (Cebada), *Chenopodium quinoa wildnow* (Quinoa) y *Glycine max* (Soya) como sustrato favorable para la elaboración de un producto nutracéutico a base de *Lactobacillus acidophilus***. Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. Lima. Universidad Nacional del Callao. 2012.

69. TARANTO, M., MEDICI, M., FONT, G. **Alimentos funcionales probióticos**, en *Revista Química Viva*. Vol. 4 (1): 1 a 12. Mayo 2005.
70. THOMAS, T.; MILLS, E. **Proteolytic enzymes of starter bacteria**, en *Netherlands Milk Dairy Journal*. Vol. 35: 255 a 273. Setiembre 1981.
71. WATKINS, B.; MILLER, B. **Competitive gut exclusion of avian pathogens by *Lactobacillus acidophilus* in gnotobiotic chicks**, en *Poultry Science*. Vol. 62 (9): 1772-1779. Setiembre 1983.
72. WATKINS, B.; MILLER, B.; NEIL, D. **In vivo inhibitory effects of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic *Escherichia coli* in gnotobiotic chicks**, en *Poultry Science*. Vol. 61 (7):1298-1308. Julio 1982.
73. WOLTER, R.; HENRY, N.; JACQUOT, L.; BRIEND, G.; BLANCHET, M.; DELESPAUL, G.; DHOMPS, P. **Probiotiques en alimentation animale. Étude expérimentale de leur efficacité chez le rat et chez le veau de boucherie**, en *Rec.Méd Vét.* Vol 163:1131-1138. 1987.
74. VAN BOVEN, A.; KONINGS W. **The uptake of peptides by microorganisms**, en *Netherlands Milk Dairy Journal*. Vol. 40: 117 a 127. 1986.
75. VERGARA, N. **Obtención de fibra dietética antioxidante a partir de mango y su aplicación en productos de panificación**. Tesis de maestría. Yautepec. Instituto Politécnico Nacional. 2005.

#### **NORMAS LEGALES:**

- Ley 27314 “Ley General de Residuos Sólidos”.
- D.S. 057-2004-PCM “Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos”.
- R.M. N° 591-2008/MINSA “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”.

## **ANEXOS**

Anexo N°1

Matriz de consistencia

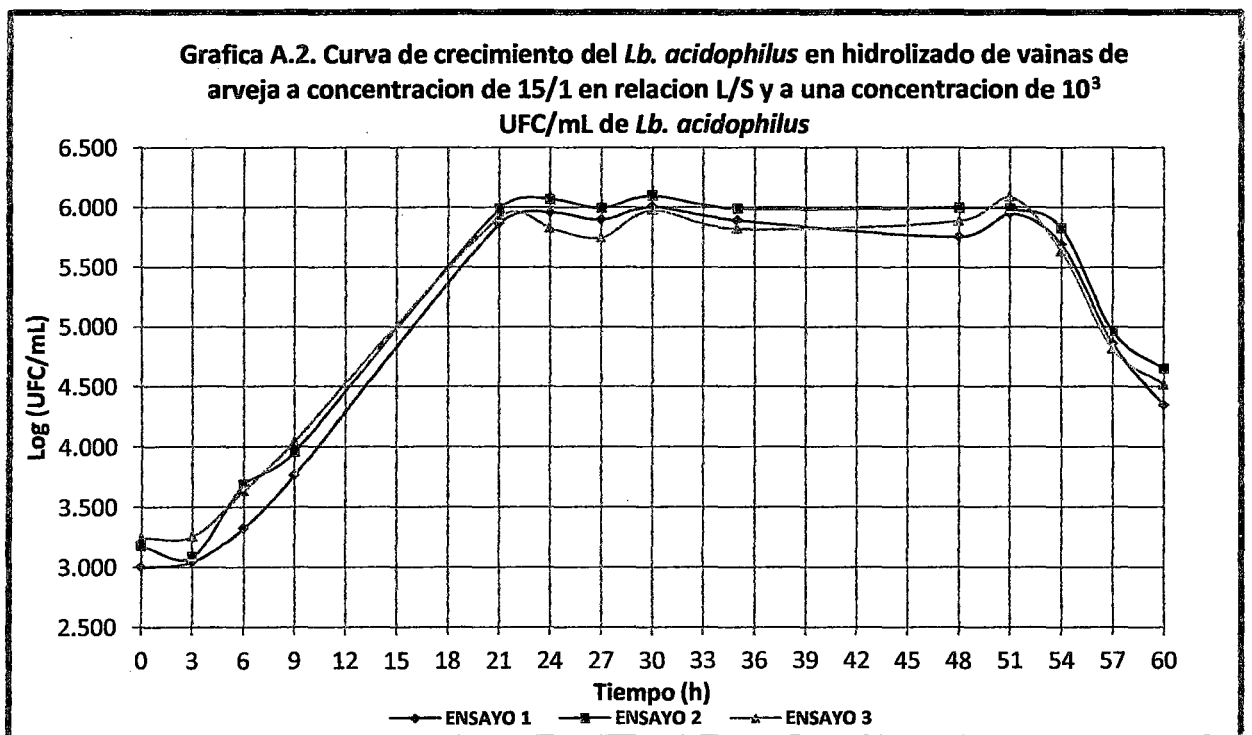
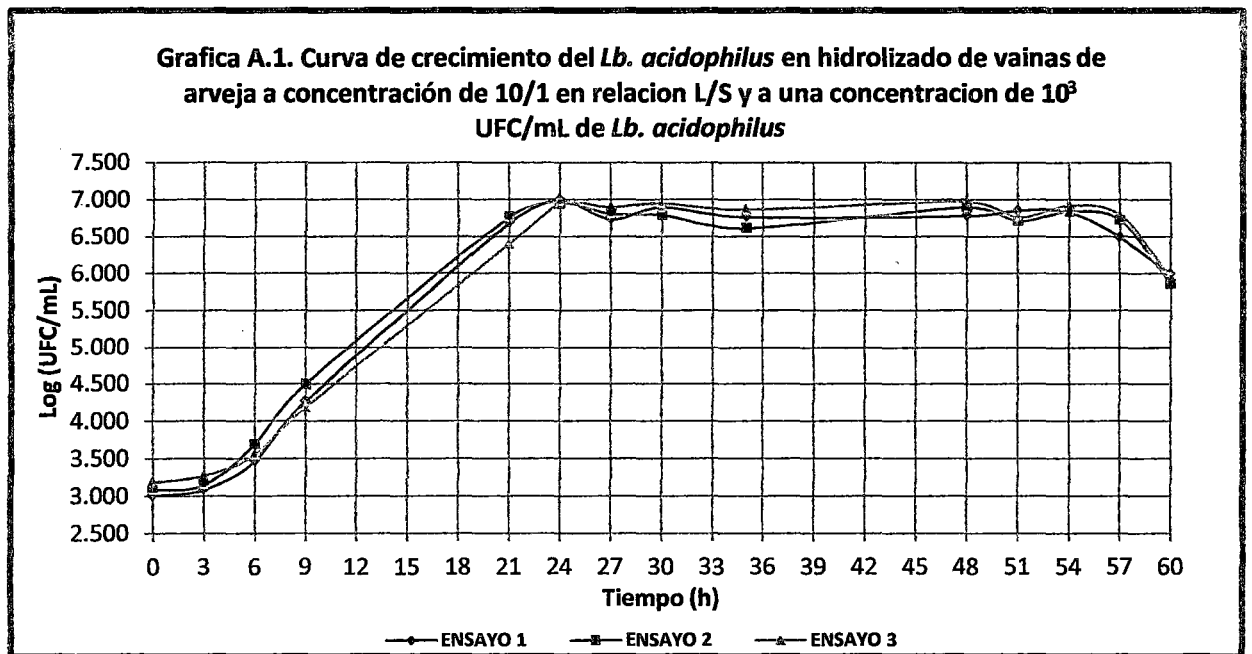
“Hidrolizados de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar) como sustratos viables para el *Lactobacillus acidophilus*”

Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Metodología	Población
<p>¿Es factible obtener sustratos viables para el <i>Lactobacillus acidophilus</i> a partir de vainas de <i>Vicia faba</i> (haba), <i>Pisum sativum</i> L. (arveja) y <i>Phaseolus lunatus</i> (pallar)?</p>	<p>Obtener hidrolizados de vainas de <i>Vicia faba</i> (haba), <i>Pisum sativum</i> L. (arveja) y <i>Phaseolus lunatus</i> (pallar) como sustratos viables para el <i>Lactobacillus acidophilus</i>.</p>		<p>Tipo de investigación</p> <p>Los tipos de investigación que se realizaron en el trabajo de tesis son:</p> <p>Por su finalidad es de tipo exploratorio, puesto que buscó identificar nuevos rumbos para la investigación en campos de conocimiento no estudiados o poco estudiados.</p> <p>Por su diseño interpretativo fue experimental, porque en la investigación del trabajo de tesis, el estudio se realizó mediante la observación, registro y análisis de las variables implicadas.</p> <p>Por el énfasis de la naturaleza de los datos manejados fue del tipo cuantitativo porque las variables de la investigación son cuantitativas.</p>	
<p>Problema específicos</p>	<p>Objetivos específicos</p>			
<p>¿Cuáles son las características bromatológicas de las vainas de haba, arveja y pallar?</p> <p>¿Cuál es la concentración más viable hidrolizados de vainas de haba, arveja y pallar para poblaciones de <i>Lactobacillus acidophilus</i> de <math>10^3</math> UFC/mL de muestra.</p> <p>¿En qué se diferencian las curvas de crecimiento para poblaciones de <i>Lactobacillus acidophilus</i> de <math>10^3</math>, <math>10^6</math> y <math>10^9</math> UFC /mL de muestra en las concentraciones más viables de hidrolizados de vainas de haba, arveja y pallar.</p> <p>¿Cuáles son los parámetros de crecimiento del <i>Lactobacillus acidophilus</i> en los hidrolizados de vainas de haba, arveja y pallar?</p>	<p>Determinar las características bromatológicas de las vainas de haba, arveja y pallar: humedad, proteínas, extracto etéreo y cenizas.</p> <p>Determinar la concentración más viable de hidrolizados de vainas de haba, arveja y pallar para poblaciones de <i>Lactobacillus acidophilus</i> de <math>10^3</math> UFC/mL de muestra.</p> <p>Comparar las curvas de crecimiento para poblaciones de <i>Lactobacillus acidophilus</i> de <math>10^3</math>, <math>10^6</math> y <math>10^9</math> UFC /mL de muestra en las concentraciones más viables de hidrolizados de vainas de haba, arveja y pallar.</p> <p>Determinar los parámetros de crecimiento: tiempo de latencia (<math>\lambda</math>), velocidad de crecimiento (<math>\mu_{max}</math>), tiempo generacional (Tg) del <i>Lactobacillus acidophilus</i> en los hidrolizados de vainas de haba, arveja y pallar.</p>	<p>“Los hidrolizados de vainas de <i>Vicia faba</i> (haba), <i>Pisum sativum</i> L. (arveja) y <i>Phaseolus lunatus</i> (pallar) son sustratos viables para el <i>Lactobacillus acidophilus</i>.”</p>	<p>Diseño de la investigación</p> <p>El estudio se caracterizó por ser longitudinal, estudiando la variable a lo largo del tiempo establecido; por ser éste, el determinante en la relación causa efecto. Según el análisis y alcance de los resultados, la investigación fue de tipo experimental, porque permitió introducir en ella los hidrolizados de vainas de <i>Vicia faba</i> (haba), <i>Pisum sativum</i> (arveja) y <i>Phaseolus lunatus</i> (Pallar) para conseguir la viabilidad del <i>Lactobacillus acidophilus</i>. Además el registro de la información se produjo según va ocurriendo el experimento.</p>	<p>El criterio de población y muestra fue aplicado para la primera etapa de la investigación.</p> <p>Para esta etapa la población estuvo conformada por los puestos de expendio de vegetales (verduras) del mercado “La Cumbre” AA.HH. La Cumbre del distrito de los Carabayllo,</p> <p>Las muestras de las vainas de <i>Vicia faba</i> (haba), <i>Pisum sativum</i> (arveja) y <i>Phaseolus lunatus</i> (pallar), estuvieron conformadas por 10 Kg de cada tipo de vaina.</p>

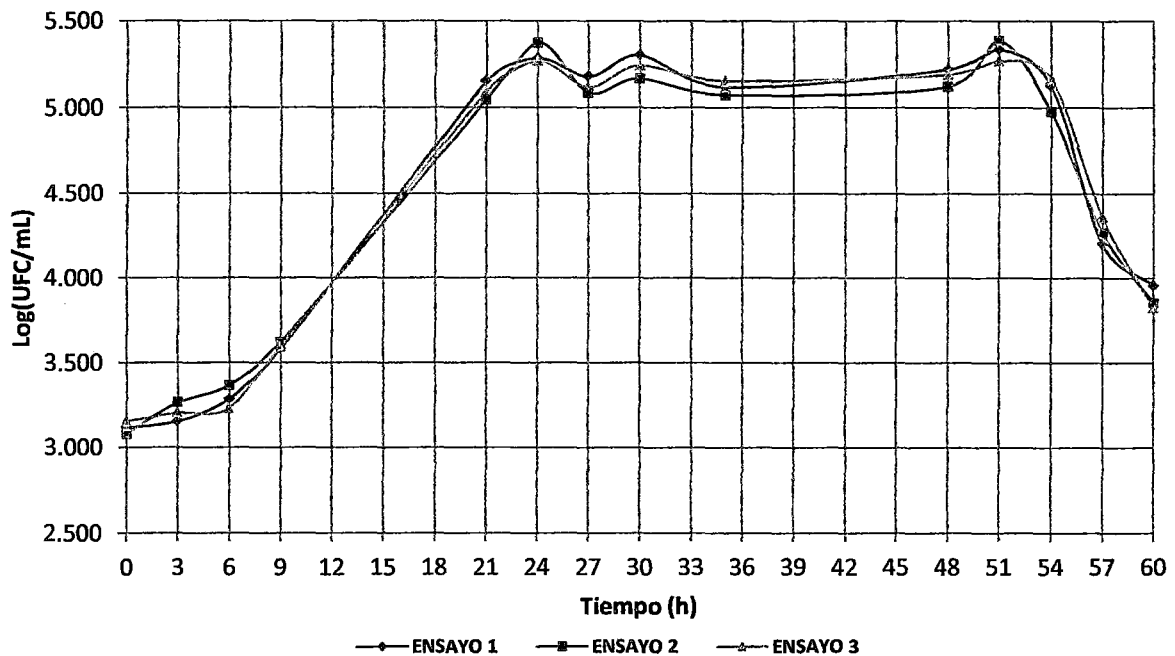


## Anexo N°2

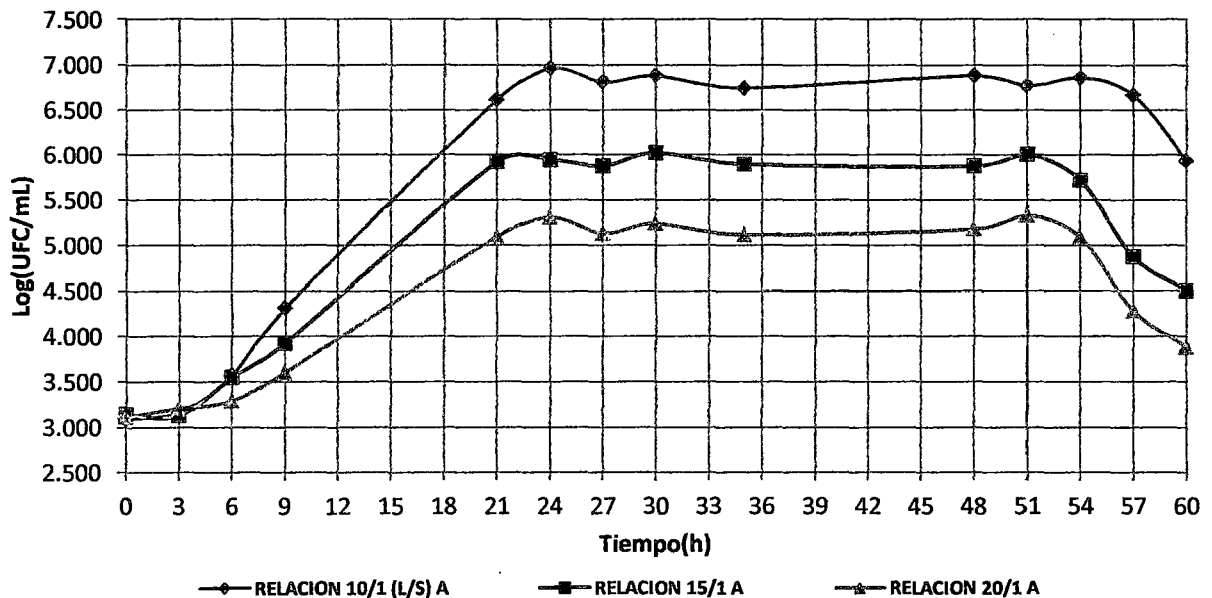
Curvas de Crecimiento del *Lactobacillus acidophilus* en hidrolizados de las vainas



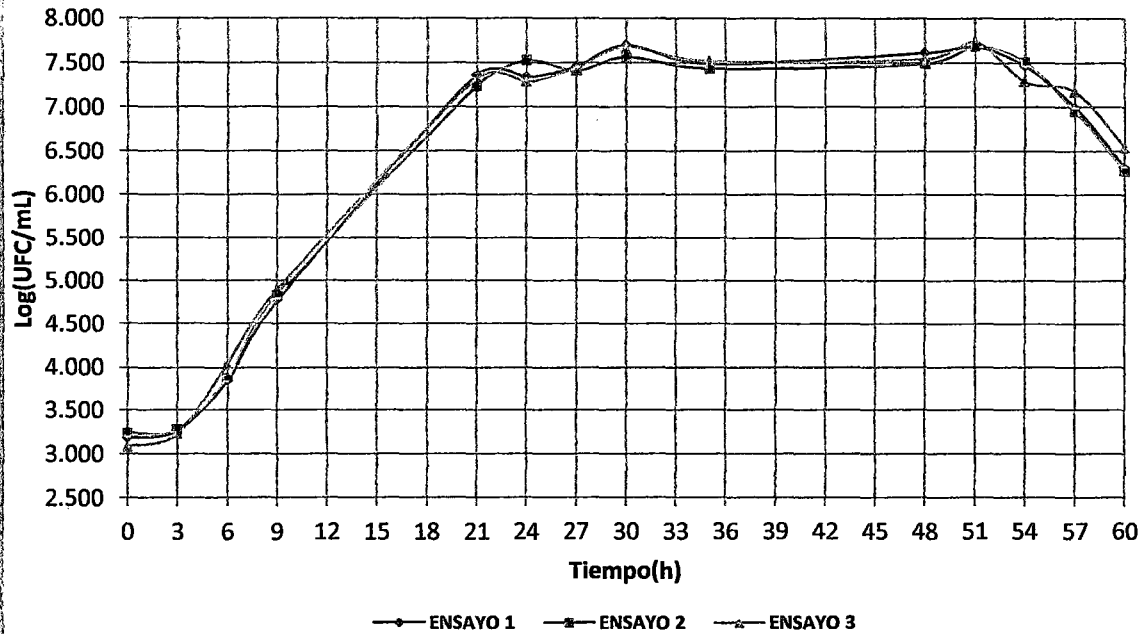
**Grafica A.3. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentracion de 20/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***



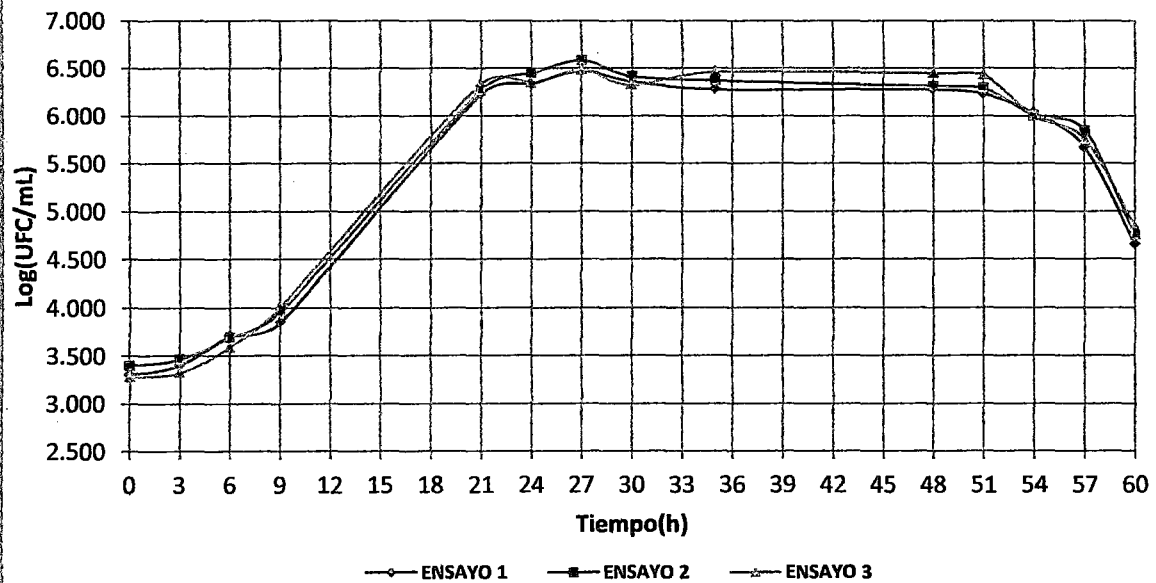
**Grafica A.4. Curvas de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentraciones de 10/1, 15/1 y 20/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***



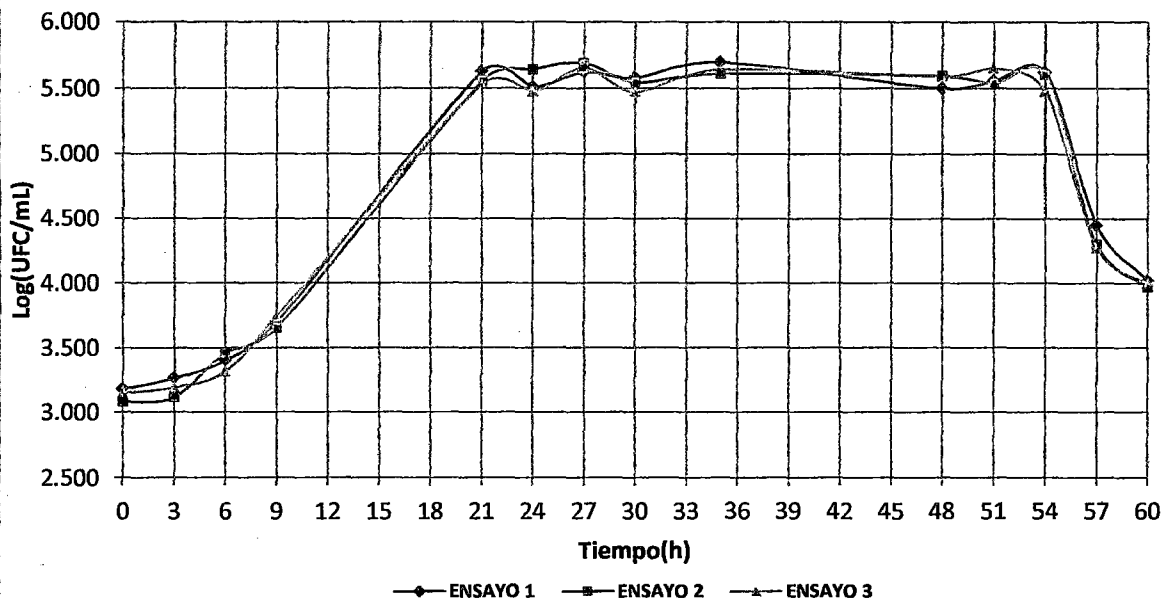
**Grafica A.5. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentracion de 10/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***



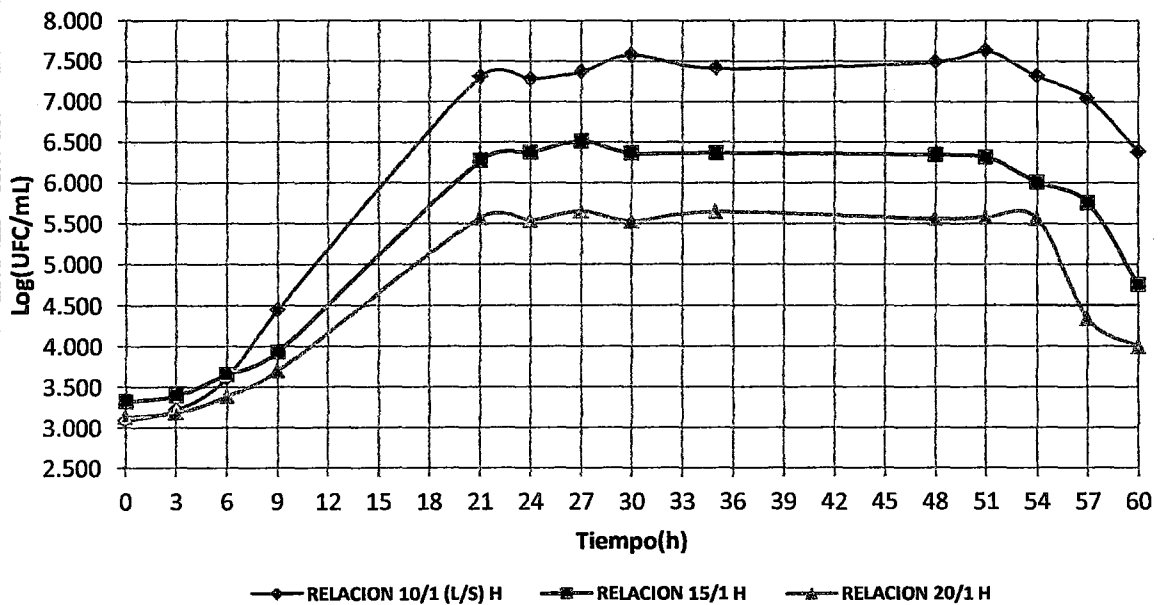
**Grafica A.6. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentracion de 15/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***

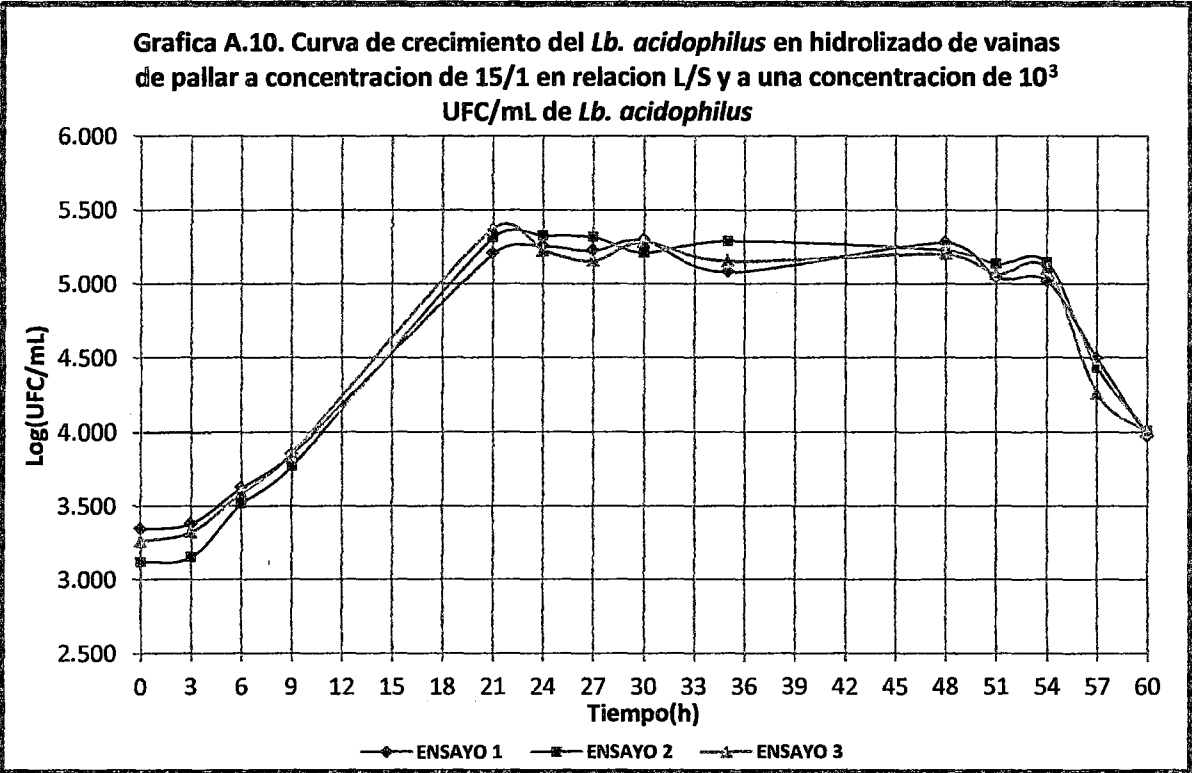
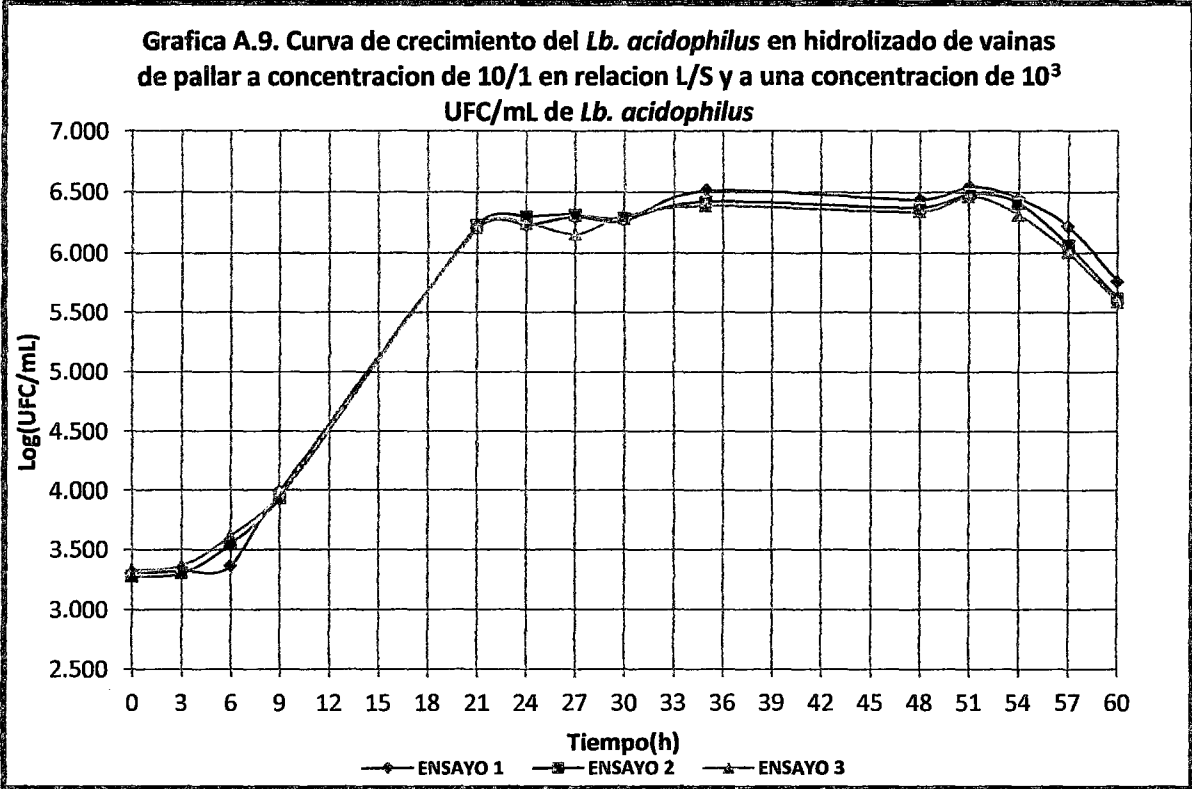


**Grafica A.7. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentracion de 20/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***

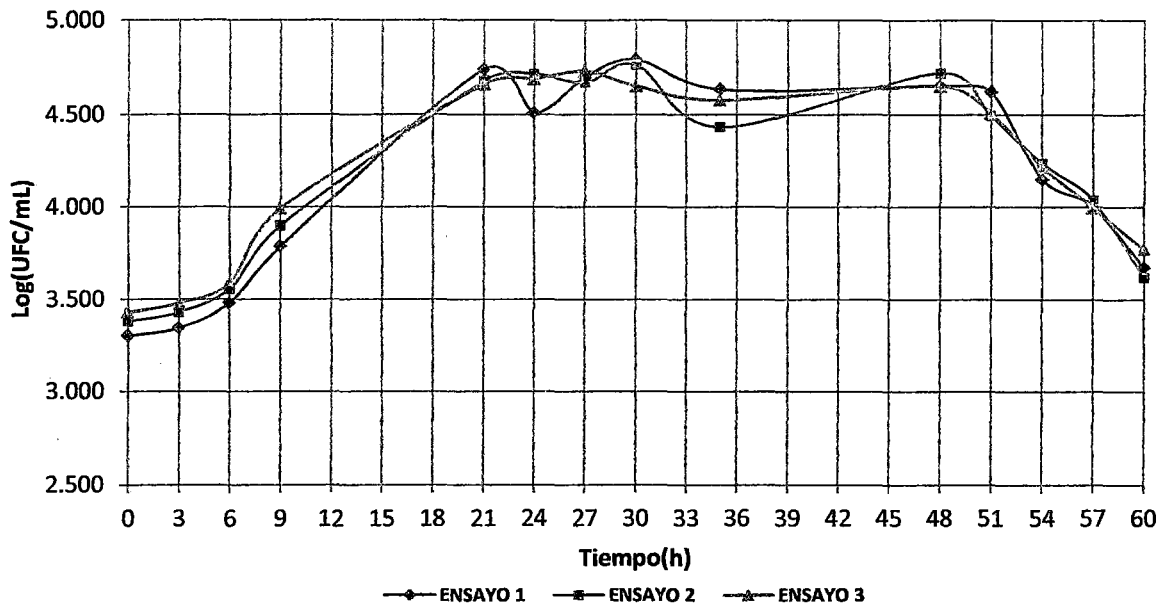


**Grafica A.8. Curvas de crecimiento del *Lactobacillus acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentraciones de 10/1, 15/1 y 20/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***

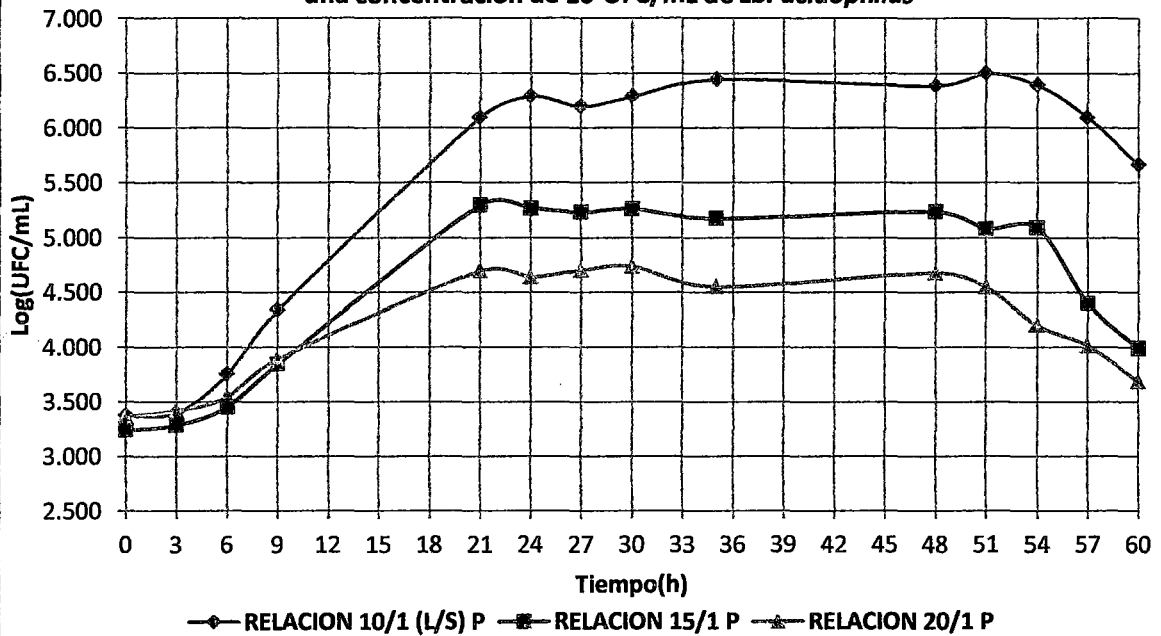




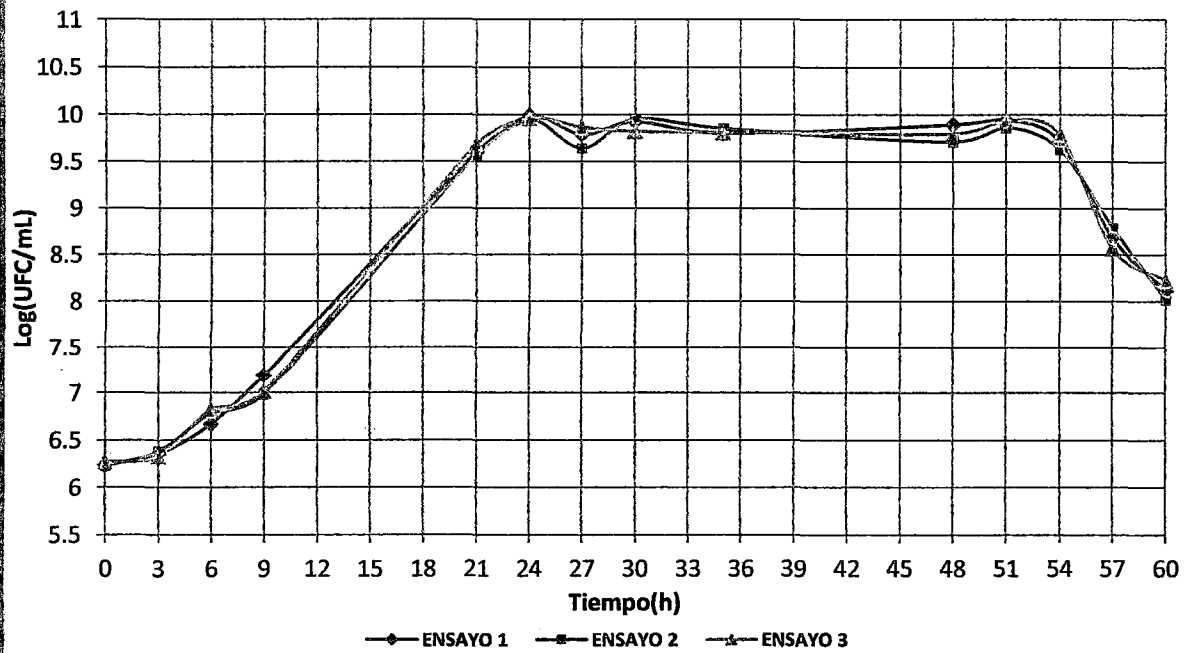
Grafica A.11. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentracion de 20/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^3$  UFC/mL de *Lb. acidophilus*



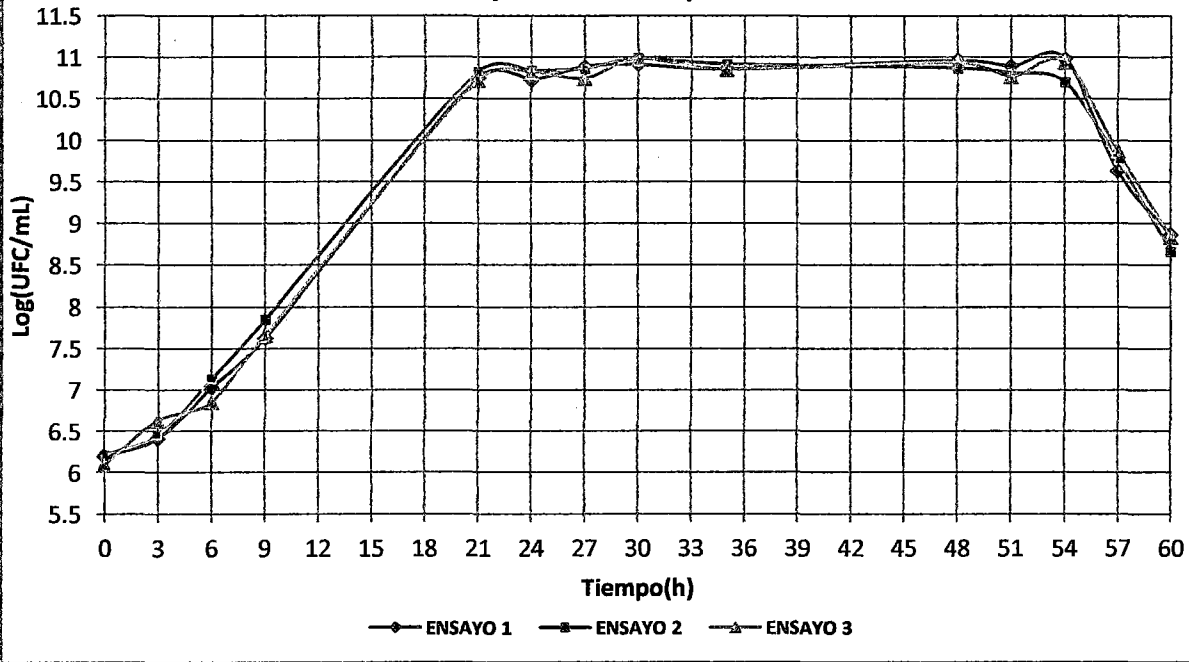
Grafica A.12. Curvas de crecimiento del *Lactobacillus acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentraciones de 10/1, 15/1 y 20/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^3$ UFC/mL de *Lb. acidophilus*



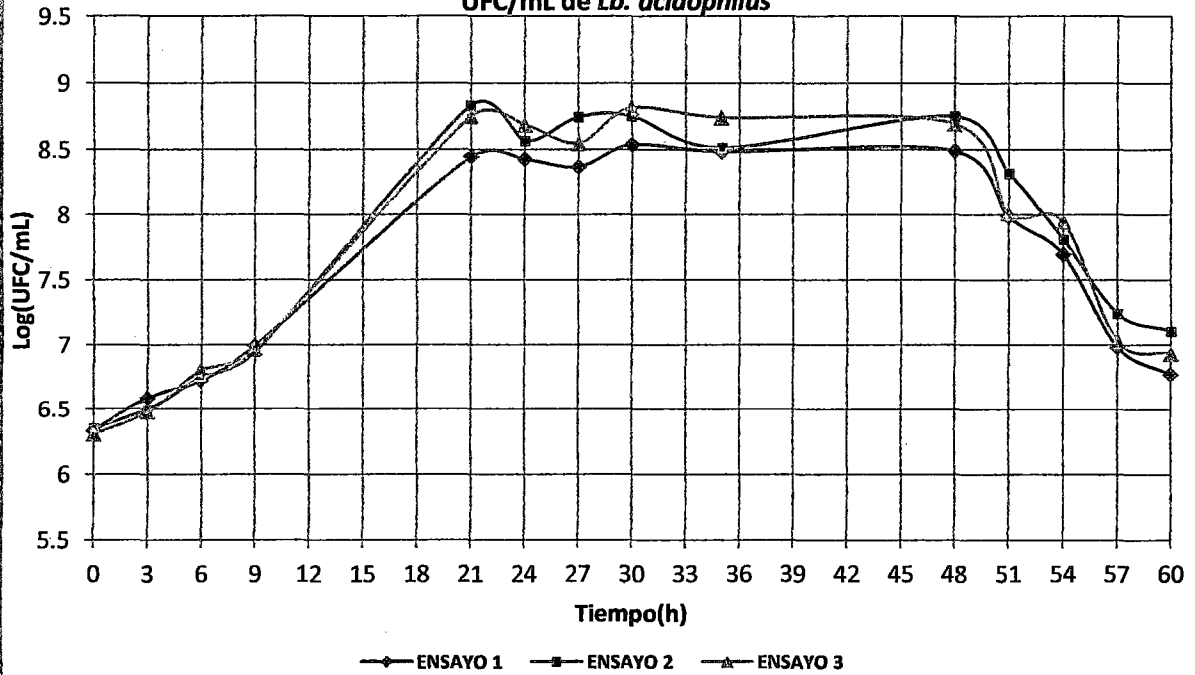
**Grafica A.13. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentracion de 10/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***



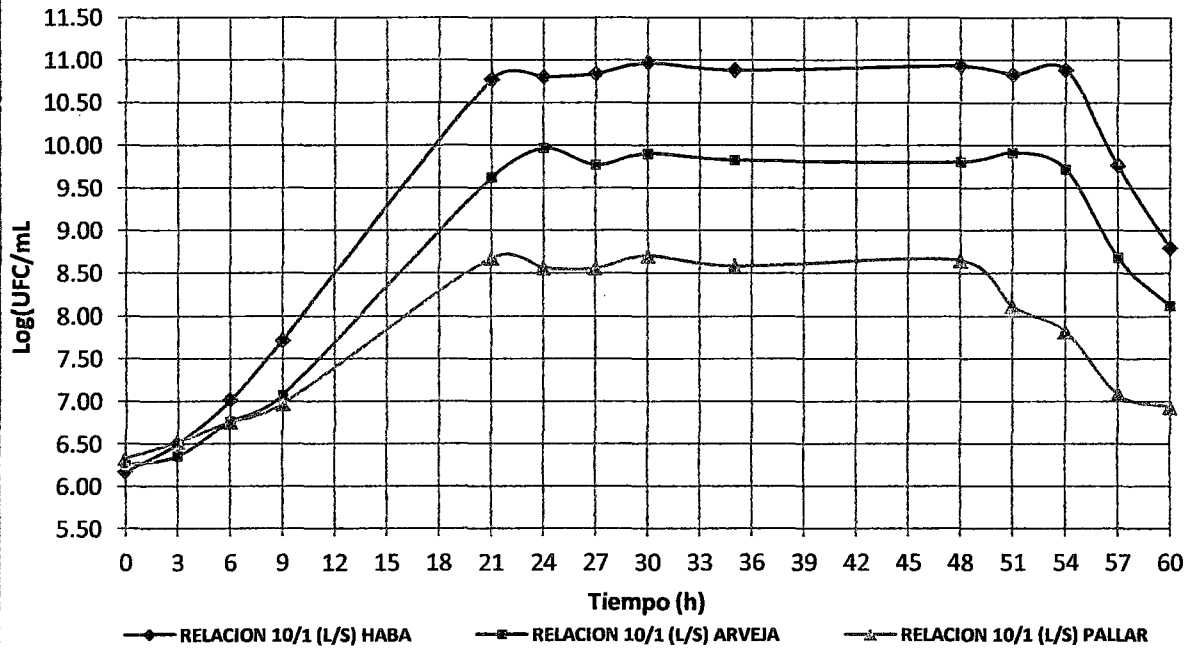
**Grafica A.14. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentracion de 10/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***



**Grafica A.15. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentracion de 10/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***

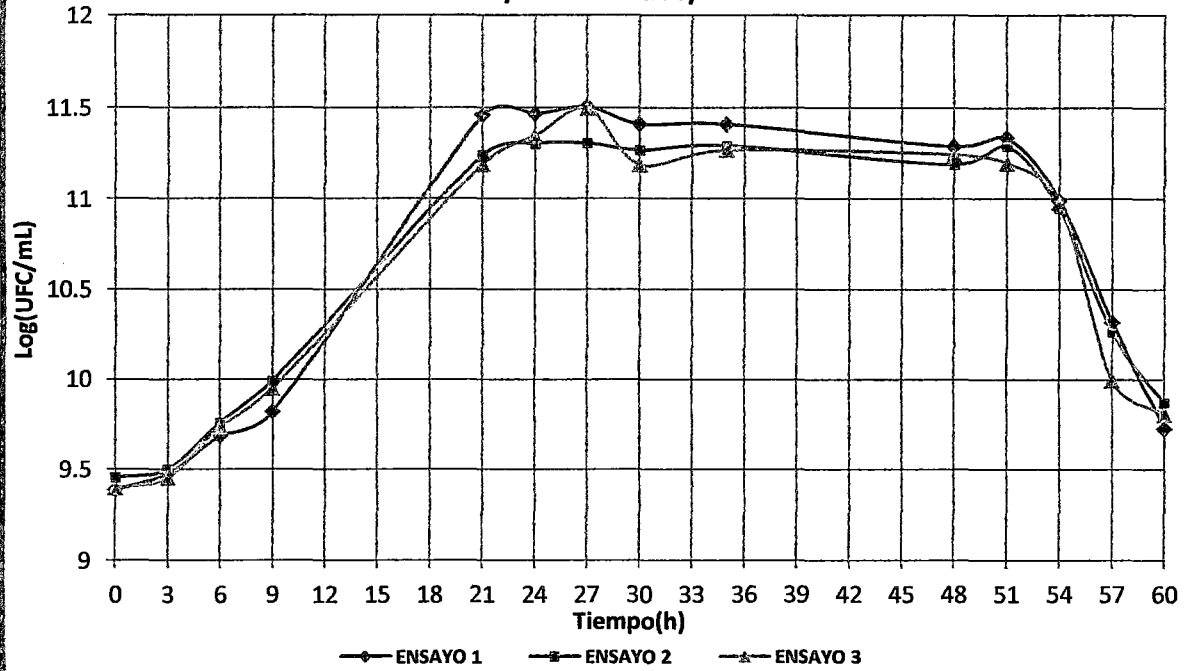


**Grafica A.16. Curvas de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar a concentracion de 10/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^6$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***

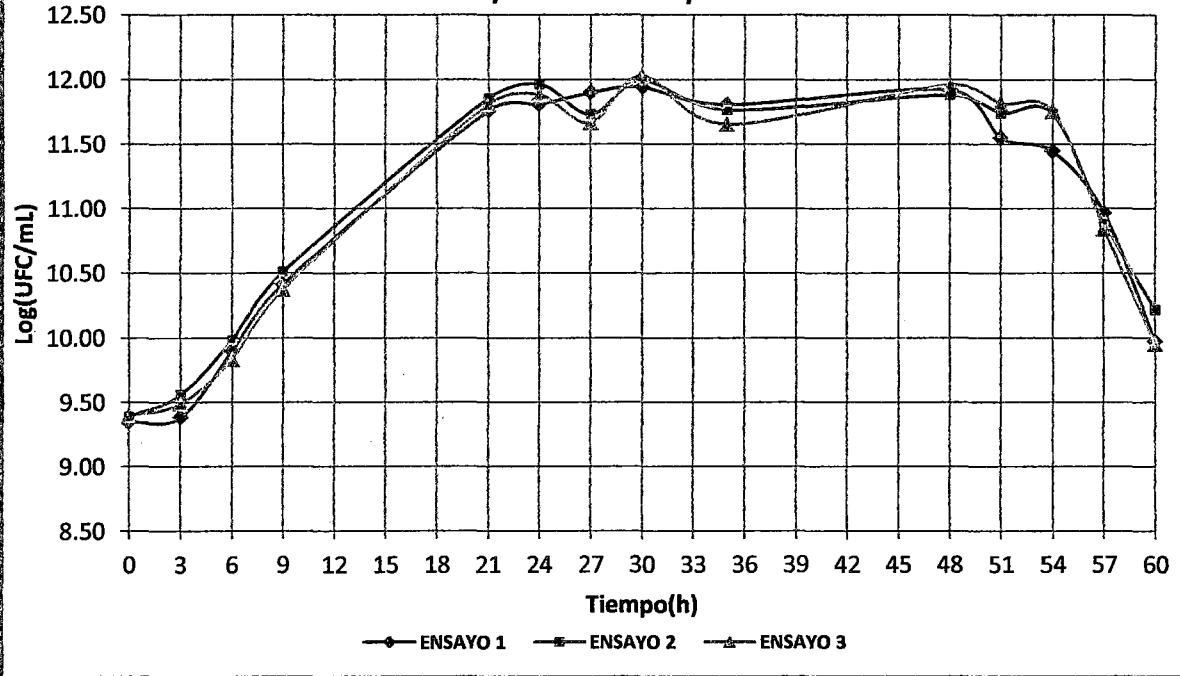




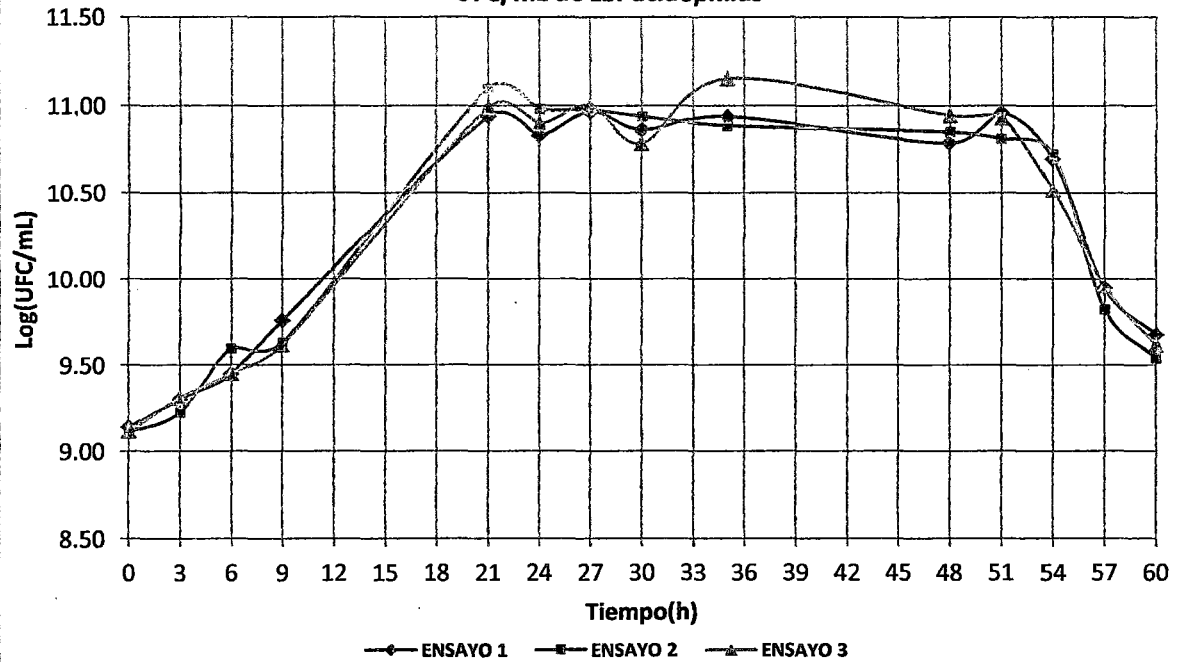
**Grafica A.17. curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de arveja a concentracion de 10/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^9$  UFC/ml de *Lb. acidophilus***



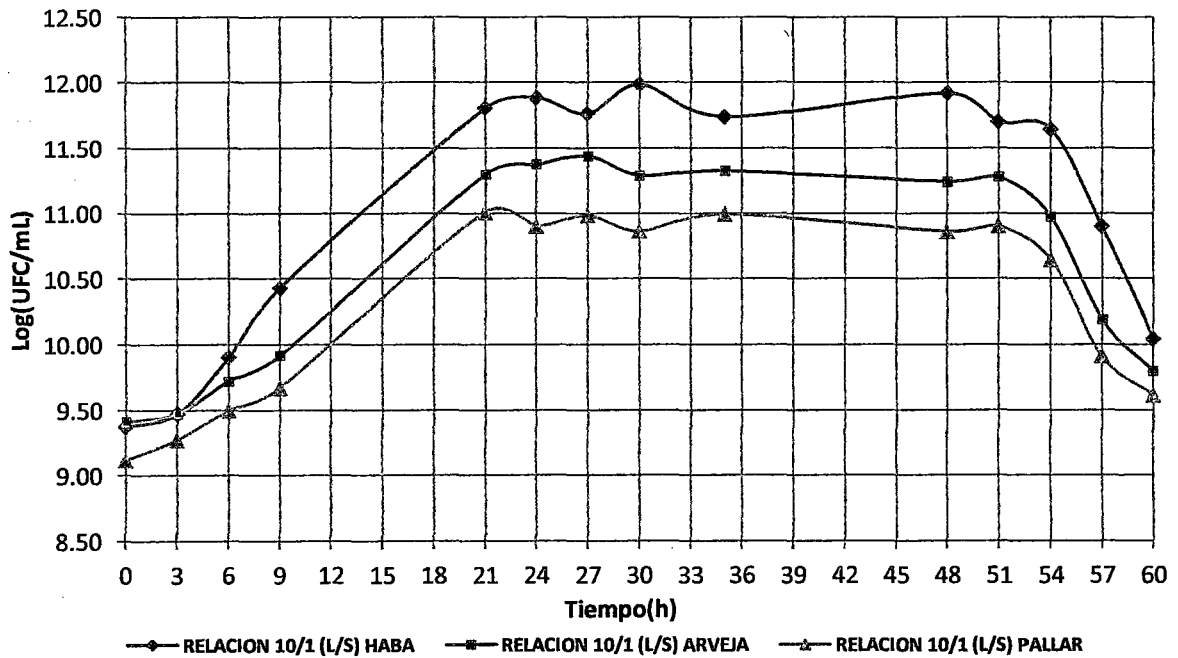
**Grafica A.18. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de haba a concentracion de 10/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***



**Grafica A.19. Curva de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizado de vainas de pallar a concentracion de 10/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***



**Grafica A.20. Curvas de crecimiento del *Lb. acidophilus* en hidrolizados de vainas de arveja, haba y pallar a concentracion de 10/1 en relacion L/S y a una concentracion de  $10^9$  UFC/mL de *Lb. acidophilus***



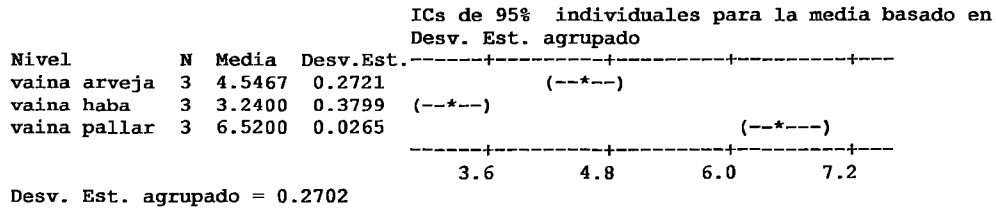
Anexo N° 3

ANOVA Tiempo de Latencia ( $\lambda$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a  $10^3$  UFC/mL a una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S

**ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar**

Fuente	DF	SC	CM	F	P
Factor	2	16.3598	8.1799	112.04	0.000
Error	6	0.4381	0.0730		
Total	8	16.7979			

S = 0.2702 R-cuad. = 97.39% R-cuad.(ajustado) = 96.52%



**Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY**

	N	Media	Agrupación
vaina pallar	3	6.5200	A
vaina arveja	3	4.5467	B
vaina haba	3	3.2400	C

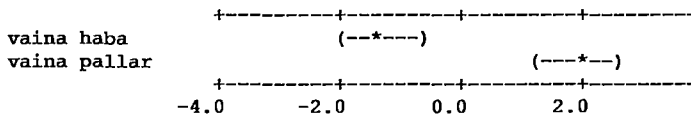
Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%.  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

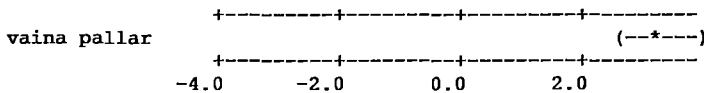
Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-1.9837	-1.3067	-0.6296
vaina pallar	1.2963	1.9733	2.6504



Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	2.6029	3.2800	3.9571



Anexo N° 4

ANOVA Tiempo de generación (Tg) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a 10<sup>3</sup> UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	DF	SC	CM	F	P
Factor	2	0.0867	0.0433	2.80	0.139
Error	6	0.0929	0.0155		
Total	8	0.1796			

S = 0.1245 R-cuad. = 48.26% R-cuad.(ajustado) = 31.01%

ICs de 95% individuales para la media basado en Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv.Est.	Intervalo
vaina arveja	3	1.1333	0.2098	(-----*-----)
vaina haba	3	1.0667	0.0451	(-----*-----)
vaina pallar	3	1.3000	0.0200	(-----*-----)

Desv. Est. agrupado = 0.1245

Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina pallar	3	1.3000	A
vaina arveja	3	1.1333	A
vaina haba	3	1.0667	A

Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%.  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-0.3785	-0.0667	0.2452
vaina pallar	-0.1452	0.1667	0.4785

(-----\*-----)

(-----\*-----)

-0.30 0.00 0.30 0.60

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	-0.0785	0.2333	0.5452

(-----\*-----)

-0.30 0.00 0.30 0.60

### Anexo N° 5

ANOVA Velocidad de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a  $10^3$ UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S

**ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar**

Fuente	DF	SC	CM	F	P
Factor	2	0.02429	0.01214	2.93	0.129
Error	6	0.02487	0.00414		
Total	8	0.04916			

S = 0.06438 R-cuad. = 49.41% R-cuad.(ajustado) = 32.55%

ICs de 95% individuales para la media basado en Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
vaina arveja	3	0.62667	0.10693	(-----*-----)
vaina haba	3	0.65000	0.03000	(-----*-----)
vaina pallar	3	0.53000	0.01000	(-----*-----)

0.480      0.560      0.640      0.720

Desv. Est. agrupado = 0.06438

**Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY**

	N	Media	Agrupación
vaina haba	3	0.65000	A
vaina arveja	3	0.62667	A
vaina pallar	3	0.53000	A

Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-0.13798	0.02333	0.18464
vaina pallar	-0.25798	-0.09667	0.06464

-----+-----+-----+-----+  
vaina haba (-----\*-----)  
vaina pallar (-----\*-----)  
-----+-----+-----+-----+  
-0.15      0.00      0.15      0.30

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	-0.28131	-0.12000	0.04131

-----+-----+-----+-----+  
vaina pallar (-----\*-----)  
-----+-----+-----+-----+  
-0.15      0.00      0.15      0.30

## Anexo N° 6

### ANOVA Tiempo de Latencia ( $\lambda$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a $10^3$ UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 15/1 en relación L/S

**ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	2.482	1.241	6.14	0.035
Error	6	1.213	0.202		
Total	8	3.695			

S = 0.4496    R-cuad. = 67.17%    R-cuad.(ajustado) = 56.23%

ICs de 95% individuales para la media basado en  
Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv.Est.	Intervalo
vaina arveja	3	5.6833	0.5554	(-----*-----)
vaina haba	3	6.9167	0.1242	(-----*-----)
vaina pallar	3	6.6167	0.5316	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----  
5.60                  6.30                  7.00                  7.70

Desv. Est. agrupado = 0.4496

**Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY**

	N	Media	Agrupación
vaina haba	3	6.9167	A
vaina pallar	3	6.6167	A B
vaina arveja	3	5.6833	B

Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior	Intervalo
vaina haba	0.1067	1.2333	2.3600	(-----*-----)
vaina pallar	-0.1933	0.9333	2.0600	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----  
-1.0                  0.0                  1.0                  2.0

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior	Intervalo
vaina pallar	-1.4266	-0.3000	0.8266	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----  
-1.0                  0.0                  1.0                  2.0

Anexo N° 7

ANOVA Tiempo de generación (Tg) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a 10<sup>3</sup> UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 15/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	0.11840	0.05920	11.31	0.009
Error	6	0.03140	0.00523		
Total	8	0.14980			

S = 0.07234 R-cuad. = 79.04% R-cuad. (ajustado) = 72.05%

ICs de 95% individuales para la media basado en Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv. Est.	ICs
vaina arveja	3	1.2367	0.0751	(-----*-----)
vaina haba	3	1.0767	0.0379	(-----*-----)
vaina pallar	3	1.3567	0.0929	(-----*-----)

Desv. Est. agrupado = 0.0723

Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina pallar	3	1.35667	A
vaina arveja	3	1.23667	A B
vaina haba	3	1.07667	B

Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-0.34127	-0.16000	0.02127
vaina pallar	-0.06127	0.12000	0.30127

	ICs
vaina haba	(-----*-----)
vaina pallar	(-----*-----)

-0.25      0.00      0.25      0.50

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	0.09873	0.28000	0.46127

	ICs
vaina pallar	(-----*-----)

-0.25      0.00      0.25      0.50

# Anexo N° 8

## ANOVA Velocidad de Crecimiento ( $\mu_{max}$ ) del *Lactobacillus acidophilus* a $10^3$ UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 15/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	0.02722	0.01361	12.01	0.008
Error	6	0.00680	0.00113		
Total	8	0.03402			

S = 0.03367 R-cuad. = 80.01% R-cuad.(ajustado) = 73.35%

ICs de 95% individuales para la media basado en  
Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
vaina arveja	3	0.56333	0.03512	(-----*-----)
vaina haba	3	0.64667	0.02309	(-----*-----)
vaina pallar	3	0.51333	0.04041	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----  
0.480 0.540 0.600 0.660

Desv. Est. agrupado = 0.03367

Agrupar información utilizando el **METODO DE TUKEY**

	N	Media	Agrupación
vaina haba	3	0.64667	A
vaina arveja	3	0.56333	A B
vaina pallar	3	0.51333	B

Las medias que no comparten una letra son **SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES**

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-0.00102	0.08333	0.16769
vaina pallar	-0.13435	-0.05000	0.03435

-----+-----+-----+-----+-----  
vaina haba (-----\*-----)  
vaina pallar (-----\*-----)  
-----+-----+-----+-----+-----  
-0.12 0.00 0.12 0.24

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	-0.21769	-0.13333	-0.04898

-----+-----+-----+-----+-----  
vaina pallar (-----\*-----)  
-----+-----+-----+-----+-----  
-0.12 0.00 0.12 0.24



Anexo N° 9

ANOVA Tiempo de Latencia ( $\lambda$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a  $10^3$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 20/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	0.544	0.272	1.38	0.322
Error	6	1.185	0.197		
Total	8	1.729			

S = 0.4443 R-cuad. = 31.47% R-cuad.(ajustado) = 8.63%

ICs de 95% individuales para la media basado en Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95%
vaina arveja	3	7.5667	0.3769	(6.8138 - 8.3196)
vaina haba	3	7.1133	0.5220	(6.0693 - 8.1573)
vaina pallar	3	6.9967	0.4216	(6.1535 - 7.8399)

Desv. Est. agrupado = 0.4443

Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina arveja	3	7.5667	A
vaina haba	3	7.1133	A
vaina pallar	3	6.9967	A

Las medias que no compartan una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-1.5667	-0.4533	0.6600
vaina pallar	-1.6834	-0.5700	0.5434

(-1.60 -0.80 -0.00 0.80)

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	-1.2300	-0.1167	0.9967

(-1.60 -0.80 -0.00 0.80)

Anexo N° 10

ANOVA Tiempo de generación (Tg) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a 10<sup>3</sup> UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 20/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	0.0725	0.0362	1.62	0.273
Error	6	0.1339	0.0223		
Total	8	0.2064			

S = 0.1494 R-cuad. = 35.11% R-cuad.(ajustado) = 13.48%

ICs de 95% individuales para la media basado en  
Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95%
vaina arveja	3	1.4367	0.0814	(-----*-----)
vaina haba	3	1.2533	0.1106	(-----*-----)
vaina pallar	3	1.4500	0.2193	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				1.12      1.28      1.44      1.60

Desv. Est. agrupado = 0.1494

Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina pallar	3	1.4500	A
vaina arveja	3	1.4367	A
vaina haba	3	1.2533	A

Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-0.5577	-0.1833	0.1910
vaina pallar	-0.3610	0.0133	0.3877
	-----+-----+-----+-----+-----		
vaina haba	(-----*-----)		
vaina pallar	(-----*-----)		
	-----+-----+-----+-----+-----		
	-0.30	0.00	0.30      0.60

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	-0.1777	0.1967	0.5710
	-----+-----+-----+-----+-----		
vaina pallar	(-----*-----)		
	-----+-----+-----+-----+-----		
	-0.30	0.00	0.30      0.60

Anexo N° 11

ANOVA Velocidad de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a  $10^3$ UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 20/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	0.01029	0.00514	1.67	0.266
Error	6	0.01853	0.00309		
Total	8	0.02882			

S = 0.05558 R-cuad. = 35.70% R-cuad.(ajustado) = 14.26%

ICs de 95% individuales para la media basado en Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv.Est.
vaina arveja	3	0.48000	0.02646
vaina haba	3	0.55333	0.05033
vaina pallar	3	0.48333	0.07767

Desv. Est. agrupado = 0.05558

Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina haba	3	0.55333	A
vaina pallar	3	0.48333	A
vaina arveja	3	0.48000	A

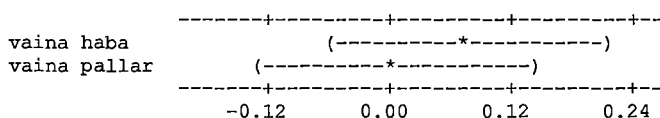
Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

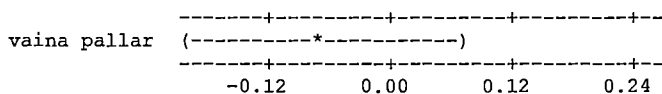
Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-0.06593	0.07333	0.21259
vaina pallar	-0.13593	0.00333	0.14259



Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	-0.20926	-0.07000	0.06926



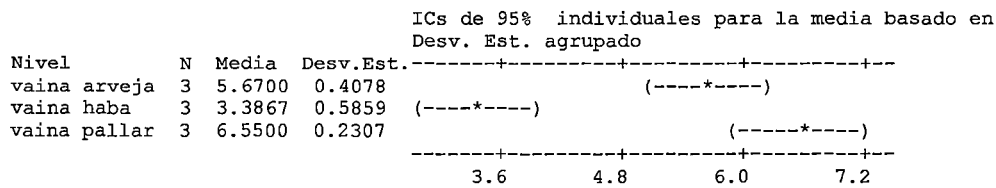
Anexo N° 12

ANOVA Tiempo de Latencia ( $\lambda$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a  $10^6$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	15.995	7.997	42.63	0.000
Error	6	1.126	0.188		
Total	8	17.120			

S = 0.4331 R-cuad. = 93.42% R-cuad. (ajustado) = 91.23%



Desv. Est. agrupado = 0.4331

Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina pallar	3	6.5500	A
vaina arveja	3	5.6700	A
vaina haba	3	3.3867	B

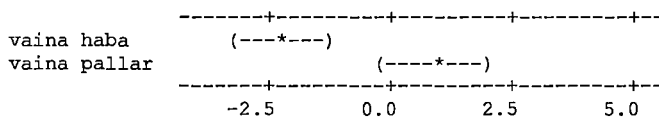
Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-3.3687	-2.2833	-1.1980
vaina pallar	-0.2053	0.8800	1.9653



Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	2.0780	3.1633	4.2487

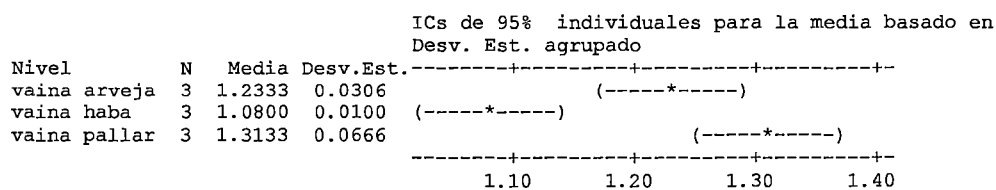
Anexo N° 13

ANOVA Tiempo de generación (Tg) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a 10<sup>6</sup> UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	0.08436	0.04218	23.15	0.002
Error	6	0.01093	0.00182		
Total	8	0.09529			

S = 0.04269 R-cuad. = 88.53% R-cuad.(ajustado) = 84.70%



Desv. Est. agrupado = 0.0427

Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina pallar	3	1.31333	A
vaina arveja	3	1.23333	A
vaina haba	3	1.08000	B

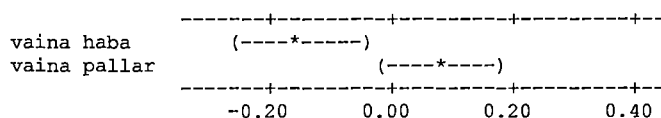
Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

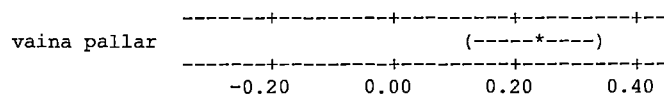
Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-0.26030	-0.15333	-0.04637
vaina pallar	-0.02696	0.08000	0.18696



Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	0.12637	0.23333	0.34030



Anexo N° 14

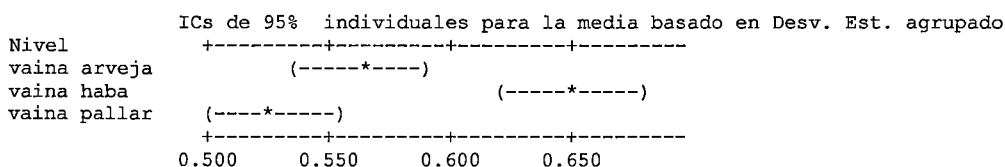
ANOVA Velocidad de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a  $10^6$ UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S

**ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	0.024067	0.012033	28.50	0.001
Error	6	0.002533	0.000422		
Total	8	0.026600			

S = 0.02055 R-cuad. = 90.48% R-cuad. (ajustado) = 87.30%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
vaina arveja	3	0.56333	0.01528
vaina haba	3	0.65000	0.01000
vaina pallar	3	0.52667	0.03055



Desv. Est. agrupado = 0.02055

**Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY**

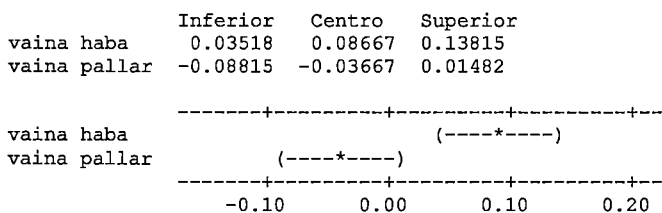
	N	Media	Agrupación
vaina haba	3	0.65000	A
vaina arveja	3	0.56333	B
vaina pallar	3	0.52667	B

Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

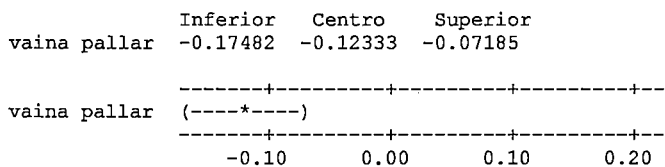
Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:



Se restó vaina de haba a:



Anexo N° 15

ANOVA Tiempo de Latencia ( $\lambda$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a  $10^9$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	8.3771	4.1885	42.52	0.000
Error	6	0.5911	0.0985		
Total	8	8.9682			

S = 0.3139 R-cuad. = 93.41% R-cuad. (ajustado) = 91.21%

ICs de 95% individuales para la media basado en Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95%
vaina arveja	3	6.5367	0.1266	(-----*-----)
vaina haba	3	4.5600	0.3143	(-----*-----)
vaina pallar	3	6.6700	0.4251	(-----*-----)

Desv. Est. agrupado = 0.3139

4.80      5.60      6.40      7.20

Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina pallar	3	6.6700	A
vaina arveja	3	6.5367	A
vaina haba	3	4.5600	B

Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-2.7631	-1.9767	-1.1902
vaina pallar	-0.6531	0.1333	0.9198

	ICs de 95%
vaina haba	(-----*-----)
vaina pallar	(-----*-----)

-1.5      0.0      1.5      3.0

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior	ICs de 95%
vaina pallar	1.3235	2.1100	2.8965	(-----*-----)

-1.5      0.0      1.5      3.0

# Anexo N° 16

ANOVA Tiempo de generación ( $T_p$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a  $10^9$  UFC/mL en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S

## ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	0.14060	0.07030	17.29	0.003
Error	6	0.02440	0.00407		
Total	8	0.16500			

S = 0.06377 R-cuad. = 85.21% R-cuad. (ajustado) = 80.28%

ICs de 95% individuales para la media basado en Desv. Est. agrupado

Nivel	N	Media	Desv.Est.	IC Inferior	IC Superior
vaina arveja	3	1.4900	0.0954	1.25	1.73
vaina haba	3	1.2600	0.0173	1.19	1.33
vaina pallar	3	1.5500	0.0529	1.38	1.72

Desv. Est. agrupado = 0.0638

## Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina pallar	3	1.55000	A
vaina arveja	3	1.49000	A
vaina haba	3	1.26000	B

Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	-0.38979	-0.23000	-0.07021
vaina pallar	-0.09979	0.06000	0.21979

-----+-----+-----+-----+  
vaina haba (------\*-----)  
vaina pallar (------\*-----)  
-----+-----+-----+-----+  
-0.25 0.00 0.25 0.50

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	0.13021	0.29000	0.44979

-----+-----+-----+-----+  
vaina pallar (------\*-----)  
-----+-----+-----+-----+  
-0.25 0.00 0.25 0.50



Anexo N° 17

ANOVA Velocidad de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) en crecimiento del *Lb. acidophilus* a  $10^9$ UFC/mL  
 en una concentración de hidrolizado de 10/1 en relación L/S

ANOVA unidireccional vaina arveja, vaina haba, vaina pallar

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	2	0.016800	0.008400	21.00	0.002
Error	6	0.002400	0.000400		
Total	8	0.019200			

S = 0.02    R-cuad. = 87.50%    R-cuad.(ajustado) = 83.33%

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basado en Desv. Est. agrupado
vaina arveja	3	0.46667	0.03055	(-----*-----)
vaina haba	3	0.54667	0.00577	(-----*-----)
vaina pallar	3	0.44667	0.01528	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				0.440      0.480      0.520      0.560

Desv. Est. agrupado = 0.02000

Agrupar información utilizando el METODO DE TUKEY

	N	Media	Agrupación
vaina haba	3	0.54667	A
vaina arveja	3	0.46667	B
vaina pallar	3	0.44667	B

Las medias que no comparten una letra son SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Intervalos de confianza simultánea de TUKEY de 95%  
 Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual= 97.80%

Se restó vaina de arveja a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina haba	0.02989	0.08000	0.13011
vaina pallar	-0.07011	-0.02000	0.03011

vaina haba	-----+-----+-----+-----+-----			
vaina pallar	(-----*-----)			
	-----+-----+-----+-----+-----			
	-0.080	0.000	0.080	0.160

Se restó vaina de haba a:

	Inferior	Centro	Superior
vaina pallar	-0.15011	-0.10000	-0.04989

vaina pallar	-----+-----+-----+-----+-----			
	(-----*-----)			
	-----+-----+-----+-----+-----			
	-0.080	0.000	0.080	0.160

Anexo N° 18

**Cuadro N° 5**  
**PRODUCCIÓN AGROPECUARIA,**  
**SEGÚN SUB SECTORES Y PRINCIPALES PRODUCTOS**  
**(miles de t)**

Principales productos	Enero - diciembre		Diciembre	
	2012	2013 <sup>M</sup>	2012	2013 <sup>M</sup>
<b>SECTOR AGROPECUARIO</b>				
<b>Subsector agrícola</b>				
Arroz Cáscara	3 043,330	3 035,194	263,893	211,700
Cebada Grano	214,489	224,484	0,251	0,236
Maíz Amiláceo	280,902	307,526	0,554	0,634
Quinua	44,213	51,613	0,177	1,785
Trigo	226,218	230,018	3,892	3,778
Papaya	123,834	147,099	11,157	13,320
Piña	436,807	448,440	47,406	47,326
Plátano	2 032,069	2 119,390	179,887	182,255
Ajo	82,165	81,240	15,066	10,743
Cebolla	775,537	770,314	63,988	60,058
Maíz Choclo	361,573	398,200	19,703	20,867
Tomate	229,356	251,747	40,450	31,457
Arveja Grano Verde	117,377	129,900	5,473	5,810
Haba Grano Verde	65,445	68,543	3,245	2,871
Arveja Grano Seco	53,043	54,279	0,577	0,458
Frijol Grano Seco 2/	92,476	94,605	2,403	1,977
Haba Grano Seco	73,698	78,736	0,076	0,035
Pallar Grano Seco	34,441	9,294	1,430	1,029
Carnote	304,009	292,070	31,109	23,830
Glúteo	180,728	185,778	2,877	1,366
Papa	4 474,713	4 570,513	264,265	301,471
Yuca	1 118,489	1 184,884	103,636	113,459
Coco	33,577	32,670	3,265	3,322
Limón	221,640	228,436	15,665	19,523
Mandarina	261,061	313,676	9,856	8,540
Mango	185,182	456,586	32,646	35,293
Manzana	146,774	156,393	7,519	10,094
Naranja	428,753	438,562	26,306	24,590
Palta	268,525	288,557	15,694	14,117
Pecana	2,379	2,508	0,000	0,000
Uva	361,870	437,624	70,596	84,602
Achiote	5,199	7,528	0,052	0,057
Algodón Rama	110,954	82,487	0,560	0,589
Cacao	62,492	71,431	4,946	5,632
Café	320,164	257,228	0,554	0,605
Caña de Azúcar	10 368,866	10 992,240	963,335	1 036,313
Espárrago	375,978	374,049	39,111	36,371
Maíz A. Duro	1 392,972	1 363,821	129,398	115,384
Marigold	42,139	7,461	2,263	0,000
Aceituna	92,527	57,766	0,000	0,000
Orégano	11,552	14,065	1,626	2,449
Palma Aceitera	518,138	557,515	52,349	56,676
Oca	92,676	94,414	0,000	0,004
Té	3,434	4,319	0,368	0,313

Continúa

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego. 2013. Producción Agropecuaria.

Anexo N° 19

Conclusión				
Principales productos	Enero - diciembre		Diciembre	
	2012	2013 <sup>1/</sup>	2012	2013 <sup>1/</sup>
Alfalfa	6 656,376	6 953,338	571,610	557,798
Zapallo	209,898	219,537	15,845	17,161
Melecotón	47,506	50,251	1,976	2,331
Lechuga	53,130	59,900	4,004	5,540
Zanahoria	179,728	177,909	15,935	12,063
Col	40,045	39,773	3,491	2,973
Tuna	82,015	85,697	6,242	6,634
Mashua	31,413	31,070	0,000	0,000
Sandía	94,934	90,999	13,620	9,629
Pepino	11,393	13,410	2,177	2,362
Chirimoya	15,857	21,988	0,173	0,077
Apio	25,120	27,288	2,028	2,372
Lima	11,102	10,791	0,368	0,398
Frijol grano verde	12,036	14,954	0,634	0,783
Pera	4,490	4,346	0,295	0,322
Melón	21,053	20,295	3,206	1,599
Paca	39,663	35,480	1,528	1,597
Maracuyá	50,084	39,154	4,422	4,226
Ají	46,690	43,095	3,292	1,832
Fresa	30,481	30,775	7,494	6,439
Tarhui o chocho	11,746	12,130	0,138	0,015
Coliflor	18,353	21,058	1,707	1,984
Espinaca	29,373	29,791	3,293	2,758
<b>Pallar Grano verde</b>	<b>4,742</b>	<b>5,497</b>	<b>0,503</b>	<b>0,492</b>
Granadilla	30,770	45,052	1,975	3,875
Membrillo	5,213	5,889	0,335	0,333
Caigua	6,315	6,707	0,563	0,295
Ciruela	6,955	8,214	0,361	1,315
Higo	2,990	3,068	0,287	0,255
Betarraga	35,183	35,176	2,627	2,842
<b>Subsector pecuario</b>				
Ave 1/	1 428,617	1 466,602	127,036	127,431
Ovino 1/	93,074	90,271	6,708	6,578
Porcino 1/	168,303	176,785	16,719	16,968
Vacuno 1/	366,661	373,627	30,224	31,160
Caprino 1/	15,937	16,120	1,291	1,253
Alpaca 1/	26,665	27,086	1,601	1,625
Llama 1/	9,720	9,291	0,689	0,673
Huevo	314,024	349,791	27,552	29,080
Leche	1 793,420	1 821,724	141,422	144,863
Fibra Alpaca	4,797	4,419	0,624	0,732
Fibra Llama	0,745	0,725	0,038	0,095
Lana	11,029	10,379	0,619	0,743

1/ Preliminar 2/ peso de animales en pie  
 2/ Incluye frijol bayo, caballero, cernero, cocacho, panamito, tarán  
 Elaboración: Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego. 2013. Producción Agropecuaria.

Anexo N° 20

Determinación de porcentaje de vaina con respecto a (vainas+grano)

Vaina de arveja				
Ensayo	m. vaina+ grano (g)	m. vaina (g)	% vaina	% vaina promedio
1	114,9871	72,778	63,29%	62,83%
2	117,4753	73,8887	62,90%	
3	116,4748	72,5496	62,29%	

Fuente: elaboración propia

Vaina de haba				
Ensayo	m. vaina+ grano (g)	m. vaina (g)	% vaina	% vaina promedio
1	128,6307	85,4907	66,46%	65,44%
2	126,5438	82,5333	65,22%	
3	126,854	82,01	64,65%	

Fuente: elaboración propia

Vaina de pallar				
Ensayo	m. vaina+ grano (g)	m. vaina (g)	% vaina	% vaina promedio
1	160	83,448	52,16%	52,86%
2	158,87	84,286	53,05%	
3	159,4532	85,1265	53,39%	

Fuente: elaboración propia

Cuadro N°A.1. Porcentaje de vainas con respecto a (vainas+grano)

Determinación de % de vaina		
muestra	% vaina promedio	Desv. Estándar
arveja	62,83%	0,51%
haba	65,44%	0,93%
pallar	52,86%	0,64%

Fuente: elaboración propia

## Anexo N° 21

### Cálculo de la producción total de vainas en el año 2013 en el Perú

Según el Ministerio de Agricultura y Riego en los Anexos 37 y 38 se muestran las producciones de grano verde y grano seco de haba, arveja y pallar, respectivamente, en el año 2013; tomando en cuenta los porcentajes de Vaina con respecto a (vaina+grano) del cuadro N°A.1, se calculó la producción Total de vainas en el año 2013:

Cuadro N°A.2. Producción total de vainas de arveja, haba y pallar en el año 2013

Muestra	$\left(\frac{\% \text{ vaina vaina}}{\text{vaina+grano verde}}\right) \times 100\%$	Producción total grano verde (miles de t)	Producción total vaina (miles de t)	Producción Total (vaina+grano verde) (miles de t)
Arveja	62,30%	257,93	435,99	693,92
Haba	65,44%	252,49	478,11	730,60
Pallar	52,86%	6,74	7,57	14,31
Total		517,16	921,67	1438,83

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 22

NTS N° 071 - MINSADIGESA-V.01  
 NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD  
 PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
<b>XIV.2. Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas) refrigeradas y/o congeladas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas)						
<b>XIV.3. Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Levaduras	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
<b>XIV.4. Frutas y hortalizas en vinagre, aceite o salmuera o fermentadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Levaduras	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
<b>XIV.5. Frutos secos (dátiles, tamarindo, otros) y semillas (castañas, mani, pecanas, nuez, almendras, otros).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Levaduras	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<b>XIV.6. Mermelada, jaleas y similares.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Levaduras	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<b>XV. ALIMENTOS ELABORADOS</b>						
<b>XV.1. Alimentos preparados sin tratamiento térmico (ensaladas crudas, mayonesas, salsa de papa, nuancaina, ocopa, aderezos, postres, jugos, yogurt de fabricación casera, otros). Alimentos preparados que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico (ensaladas mixtas, palta rellena, sándwich, cebicho, postres, refrescos, otros).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g ó mL	
					m	M
Aerobios mesófilos (*)	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
(*) No procede para el caso de yogurt de fabricación casera.						



HERNANDEZ C.



C. Reyes J.

Fuente: Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA.

**NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.01**  
**NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD**  
**PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO**

<b>XV.2 Alimentos preparados con tratamiento térmico (ensaladas cocidas, guisos, arroces, postres cocidos, arroz con leche, mazamorra, otros).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g ó mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	< 3	---
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
<b>XVI. BEBIDAS.</b>						
<b>XVI.1 Bebidas carbonatadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por 100 mL	
					m	M
Aerobios mesófilos (*)	2	3	5	2	10	50
Mohos	2	3	5	2	5	10
Levaduras	2	3	5	2	10	30
(*) Para aquellas bebidas con menos de 3 atmósferas de CO <sub>2</sub> . En caso de no poder determinarse se realizará el análisis.						
<b>XVI.2 Bebidas no carbonatadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	Límite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	< 3	---
<b>XVI.3 Aguas envasadas carbonatadas (*) y no carbonatadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	Límite por mL	
					m	M
Bacterias heterotróficas	2	3	5	2	10	100
Coliformes	5	2	5	0	< 1,1 / 100 mL	---
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	2	5	0	Ausencia / 100 mL	---
(*) Los análisis se efectuarán solo para el caso de aquellas con pH > 3,5						
<b>XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.</b>						
Agente microbiano	Unidad de medida	Límite máximo permisible				
Bacterias coliformes termotolerantes ó <i>Escherichia coli</i>	UFC / 100 mL a 44, 5°C	0 (*)				
Bacterias heterotróficas	UFC / mL a 35 °C	500				
Huevos de helmintos	N° / 100 mL	0				
(*) En caso de analizar por el método de NMP a < 2,2 / 100 mL.						
<b>XVII. ESTIMULANTES Y FRUITIVOS.</b>						
<b>XVII.1 Café (*) y sucedáneos de café.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Bacillus cereus</i> (**)	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
(*) No incluye el café verde (estado natural).						
(**) Para sucedáneos de café.						
<b>XVII.2 Hierbas de uso alimentario para infusiones (té, mate, manzanilla, boldo, otros).</b>						



HERNANDEZ C



C. Reyes J.

T • LEGUMINOSAS Y DERIVADOS

Composición en 100 g de crudos

Código	Nombre de alimento	Energía (kJ/100g)	Proteína (g/100g)	Carbohidrato (g/100g)	Lípidos (g/100g)	Hidratos de carbono disponibles (g/100g)	Fibra (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)	Almidón (g/100g)
T 1	Araujón, verde	36	140	31	27.6	11	47	43	55	23	17	31	59	5	33	0.8	4.2	157	•	1.1		
T 2	Avizca, grano	36	64	22.6	71	64	11.5	37	6.6	51	34	124	173	36	62	0.1	2.3	233	•	1.2		
T 3	Ayá, verde	35	140	11.5	27.2	32	6.1	33.6	45	23.5	25	38	101	60	72	0.4	3.6	156	•	1.3		
T 4	Beña	34	83	71	21.4	19	67	204	67	23.5	27	6	26	301	150	•	•	•	•	•	•	•
T 5	Beña, grano	33	193	12.6	27.7	16	61	247	44	24.9	40	78	69	237	65	•	•	•	•	•	•	•
T 6	Beña, verde	34	190	27.6	21.1	15	67.9	35.6	55	25.1	33	24	65	265	97	•	•	•	•	•	•	•
T 7	Beña, grano	33	185	12.9	19.2	65	62	216	55	24.9	40	8	36	228	64	•	•	•	•	•	•	•
T 8	Beña, grano	33	183	13.4	20.3	15	67.5	36.6	57	24.9	33	21	31	273	68	•	•	•	•	•	•	•
T 9	Beña, grano	33	137	11.9	22.2	66	63	271	45	24.9	34	6	36	227	64	•	•	•	•	•	•	•
T 10	Beña, grano	34	197	7.9	72.1	69	62	262	55	•	•	14	32	•	•	•	•	•	•	•	•	•
T 11	Beña, grano	33	307	18.3	21.2	16	63.3	215	61	24.9	41	62	31	228	73	•	•	•	•	•	•	•
T 12	Beña, grano	32	377	25	22.9	15	59.3	431	57	18.2	43	27	71	367	110	•	•	•	•	•	•	•
T 13	Beña, grano	31	365	33.8	23	64	115	112	113	63	32	48	76	138	140	•	•	•	•	•	•	•
T 14	Beña, grano	33	193	32	20.7	21	67.7	350	63	24.9	11	27	47	275	104	•	•	•	•	•	•	•
T 15	Beña, grano	32	143	11.7	21.9	21	61	356	53	23.1	43	28	51	268	62	•	•	•	•	•	•	•
T 16	Beña, grano	32	338	77.8	27	65	155	31	67	10.4	30	6	36	155	163	•	•	•	•	•	•	•
T 17	Beña, grano	14	675	53.5	27	18	61.3	214	22	24.9	35	63	27	268	40	•	•	•	•	•	•	•
T 18	Beña, grano	35	143	72	19.2	34	62	304	59	24.9	16	46	65	273	40	•	•	•	•	•	•	•
T 19	Beña, grano	32	327	3.6	21.2	14	62.3	251	53	21.7	39	22	41	228	99	•	•	•	•	•	•	•
T 20	Beña, grano	33	188	14	22.6	18	64.3	374	67	24.9	33	67	30	223	75	•	•	•	•	•	•	•
T 21	Beña, grano	33	142	12.8	19.2	14	61.1	262	57	24.9	17	8	36	228	62	•	•	•	•	•	•	•
T 22	Beña, grano	33	359	31	21.4	18	61.2	393	55	24.9	37	21	36	227	90	•	•	•	•	•	•	•
T 23	Beña, grano	14	55	22.2	24	64	11.5	6.6	24	•	•	2	16	•	•	•	•	•	•	•	•	•
T 24	Beña, grano	33	265	13.1	21.3	12	65.3	355	63	24.9	36	41	36	227	78	•	•	•	•	•	•	•
T 25	Beña, grano	33	174	7.2	19.4	19	61.7	278	57	24.9	37	30	40	227	62	•	•	•	•	•	•	•
T 26	Beña, grano	33	192	3.6	24.2	13	61.4	463	54	16.2	35	21	22	246	93	•	•	•	•	•	•	•
T 27	Beña, grano	34	141	7.5	20.2	15	64.1	372	44	24.9	35	13	36	228	39	•	•	•	•	•	•	•
T 28	Beña, grano	34	189	2.9	19.6	16	62.9	371	62	24.9	37	31	39	223	107	•	•	•	•	•	•	•
T 29	Beña, grano	34	143	10.3	16.4	14	61.1	681	79	•	•	13	26	•	•	•	•	•	•	•	•	•
T 30	Beña, grano	33	193	62.7	65	64	26.3	216	41	•	•	3	22	•	•	•	•	•	•	•	•	•
T 31	Beña, grano	34	145	13.5	21.5	17	62.7	338	51	24.9	39	13	47	248	63	•	•	•	•	•	•	•
T 32	Beña, grano	33	119	2.7	20.1	14	62.3	371	62	24.9	41	19	41	223	62	•	•	•	•	•	•	•
T 33	Beña, grano	32	368	32	24.4	12	62.7	338	41	24.9	33	28	46	228	63	•	•	•	•	•	•	•
T 34	Beña, grano	32	189	3.6	19.2	12	62.5	474	53	18.2	34	6	36	227	76	•	•	•	•	•	•	•
T 35	Beña, grano	35	213	64.8	57	61	31	63	23	•	•	4	22	•	•	•	•	•	•	•	•	•
T 36	Beña, grano	67	673	117	26.7	167	264	435	53	63	63	31	187	46	63	•	•	•	•	•	•	•

Fuente: MINSA/INS. 2009. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos.



Composición en 100 g de alimentos

CODIGO	Muestra	Humedad (H2O) (%)	Proteínas (PROTEIN) (g)	Carbohidratos (CARBOHYD) (g)	Cenizas (ASHES) (g)	Fibra (FIBER) (g)	Grasas (FATS) (g)	Almidón (STARCH) (g)	Azúcar (SUGAR) (g)	Almidón (STARCH) (g)	Grasas (FATS) (g)	Almidón (STARCH) (g)	Almidón (STARCH) (g)	Almidón (STARCH) (g)	Almidón (STARCH) (g)	Almidón (STARCH) (g)	Almidón (STARCH) (g)	Almidón (STARCH) (g)	Almidón (STARCH) (g)	
T 37	Frijoles blancos cocidos	51	62	67	11.4	8.6	3.5	6.7	5.2	2.9	5.9	30	123	1.28	1.42	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 38	Frijoles negros cocidos	45	115	10	33.2	27.9	12.9	7.9	7.5	1	2.9	9.3	40	1.28	1.42	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 39	Frijoles verdes cocidos	57	115	4.9	17.3	7.5	17.3	7.2	4.2	1	1.4	5.4	42	4.75	2.28	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 40	Frijoles verdes cocidos	55	149	11.5	21.9	5.6	35.5	39.2	6.2	2.9	3.4	10.2	42	3.02	3.02	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 41	Frijoles verdes cocidos	45	122	11	21.9	1.6	57.4	24.5	4.9	2.9	3.4	10.2	42	2.7	3.02	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 42	Frijoles verdes cocidos	33	120	13.1	22.1	1	57.9	49.7	5.3	15.2	3.9	10.9	42	3.67	3.02	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 43	Cebolla cruda	9	41	7.9	3.5	1.6	15.9	11.3	9.5	7.9	6.9	5.4	6	1.59	1.79	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 44	Cebolla cruda	22	112	11.2	19.2	6	31	42.7	2.2	17.4	2.2	12.9	23	2.02	2.02	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 45	Cebolla cruda	14	59	6.3	10.7	0.7	21.9	24.9	1.6	1	1.3	11.5	15	1	2.19	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 46	Cebolla cruda	34	143	10.7	20.2	2	67.3	23.2	2.2	1	3.5	10.2	33	1	4.02	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 47	Habanera cruda	15	62	6.4	11.3	6.3	23.9	21.2	9.5	4.2	1.4	31	13	6.59	2.02	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 48	Habanera cruda	34	123	11.5	20.9	1.5	51	40.1	6.4	1	3.1	19.7	43	13.02	13.02	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 49	Habanera cruda	35	142	13.6	25.9	2.4	53	36.2	1.2	25.9	2.9	49	45	3.14	2.02	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 50	Habanera cruda	102	27	22.8	17.3	0.5	15.5	31	0.3	5.4	6.9	6.4	55	1.01	6.92	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 51	Habanera cruda	34	145	11.9	21.3	1.5	51.4	57.9	4.4	1.7	4.3	6.7	49	3.14	6.29	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 52	Lentilla cruda	33	141	13.9	22.9	1.9	51.9	39.5	3.2	21.5	2.4	7.3	35	4.75	7.69	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 53	Lentilla cruda	9	49	7.4	4.4	0	15.3	16.4	1.1	7.9	6.9	4.3	40	1.52	1.79	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 54	Lentilla cruda	35	141	13.6	23.2	1	51.9	39.2	3.9	35.5	2.9	7.1	43	4.75	4.75	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 55	Lentilla cruda	26	148	12.1	20.9	1.2	49.9	42.2	4.7	15.9	3.9	5.1	55	2.29	3.29	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 56	Lentilla cruda	31	136	11.4	20.2	1.2	51.4	42.4	3.2	15.9	3.4	7.9	35	2.29	4.39	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 57	Lentilla cruda	35	145	12.2	21.3	1.4	51.9	42.4	1.9	15.9	3.2	4.5	45	2.29	3.29	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02
T 58	Lentilla cruda	10	41	7.5	5.9	0.4	17.7	22.7	5.7	7.9	1.5	2.5	34	0.85	1.19	0.0	0.4	0.4	0.02	0.02

Fuente: MINSA/INS. 2009. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos.

Anexo N° 26

Contenido de aminoácidos en los alimentos (según FAO/ONU, 1970)

Dry legumes and legume products — Légumineuses et produits dérivés — Legumbres secas y productos de legumbres

ITEM N°	FOOD	MOISTURE (g/100 g)	NITROGEN (g/100 g)	CONVERSION FACTOR (N)	PROTEIN (g/100 g)	PROTEIN CALORIE PERCENT	RESULTS EXPRESSED AS	ISOLEUCINE	LEUCINE	LYSINE	METHIONINE	CYSTEINE	TOTAL S-CONT. AM. AC.	PHENYLALANINE	TYROSINE	TOTAL AROMATIC AM. AC.	THREONINE	TRYPTOPHAN	VALINE	ARGININE	HISTIDINE	ALANINE	ASPARTIC ACID	GLUTAMIC ACID	GLYCINE	PROLINE	SERINE	TOTAL ESSENTIAL AM. AC.	TOTAL AMINO ACIDS
50	Broad bean ( <i>Vicia faba</i> )	11,0	3,74	6,25	*23,4	23,7	mg/100 mg de alimento	1659	1513	172	187	359	1011	749	1760	786	-	1030	2082	554	976	2628	3527	966	932	1048	8244	20951	936
63	Lima bean ( <i>Phaseolus lunatus</i> )	11,0	3,15	6,25	*19,7	20,0	mg/100 mg de alimento	1604	1466	246	199	444	1195	637	1831	823	199	1015	1169	621	917	2421	2578	826	924	1289	8359	19104	977
68	Pea ( <i>Pisum sativum</i> )	11,0	3,60	6,25	*22,5	22,6	mg/100 mg de alimento	1530	1692	205	252	457	1033	616	1649	914	-	1058	2142	514	918	2466	3632	911	878	976	8464	20901	961

Fuente: FAO/ONU. 1970. Contenido de Aminoácidos en los Alimentos.

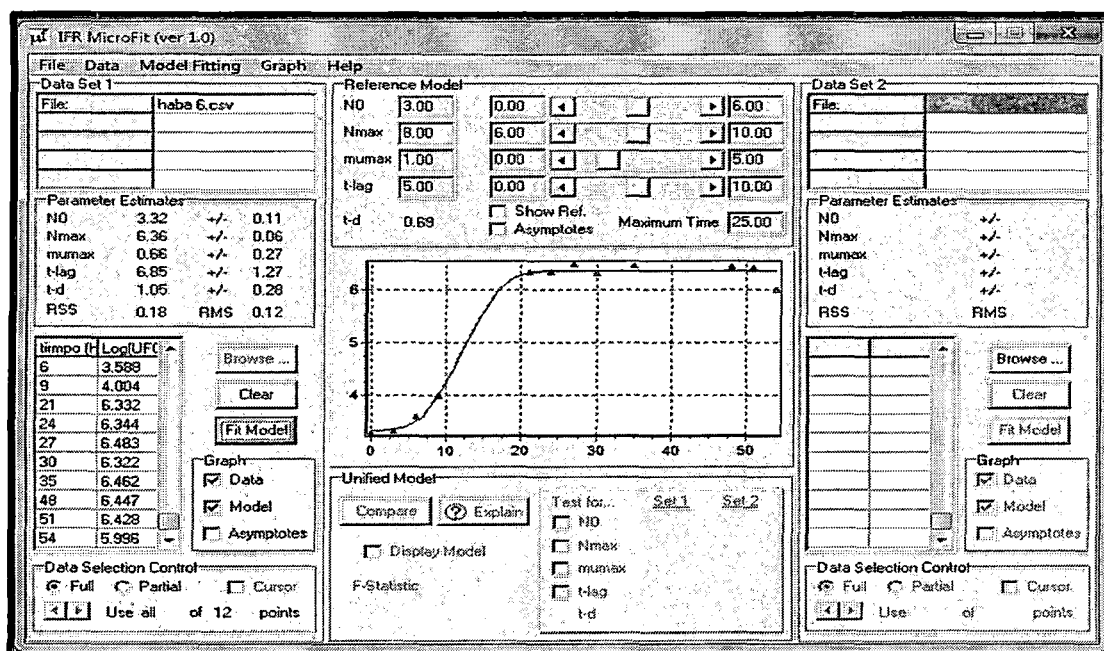
Software Microfit 1.0

Microfit es un software de aplicación diseñado para analizar parámetros de crecimiento microbiano y permite al usuario ver una representación gráfica de los datos de crecimiento microbiológico.

Se puede obtener estimaciones de los parámetros de:

- Tiempo de Latencia ( $T_{lag}$ )
- Tiempo de generación ( $T_g$ )
- Velocidad de crecimiento ( $\mu_{max}$ )

Microfit fue desarrollado con fondos del Ministerio del Reino Unido de agricultura, pesca y alimentación, United Biscuits, Supermercados Sainsbury, Unigate alimentos europeos y Dupont.



Fuente: Elaboración propia

Los valores indicados en el cuadro de resultados son las estimaciones de los parámetros, junto con los datos relacionados con la bondad del ajuste del modelo. Las unidades de las estimaciones se refieren a la unidad de los datos en el archivo de datos. En otras palabras, si los datos son de tiempo en horas, tanto el retraso y las estimaciones duplicadas en un tiempo también serán en horas, y la tasa de crecimiento será en hora<sup>-1</sup>. Los valores de  $N_0$  y  $N_{max}$  también estarán en las mismas unidades que los datos (por lo general  $\text{Log}_{10}\text{UFC/mL}$ ).

Una descripción de las estimaciones presentadas es la siguiente:

Parámetros estimados

$N_0$ : Es la densidad inicial de los microorganismos, se encuentra en las mismas unidades que los datos (por lo general  $\text{Log}_{10}\text{UFC/mL}$ ).

$N_{\text{max}}$ : Es la densidad final de los microorganismos, se encuentra en las mismas unidades que los datos (por lo general  $\text{Log}_{10}\text{UFC/mL}$ ).

$M_{\text{umax}}$ : Es la tasa de crecimiento específico. Las unidades de esto son el recíproco de las unidades utilizadas para los datos de tiempo.


T-Lag: Es el tiempo de retraso. Las unidades de esto son el recíproco de las unidades utilizadas para los datos de tiempo.

t-d: Es el tiempo de duplicación. Este se calcula a partir del valor de  $M_{\text{umax}}$  a la que está relacionada. No es un parámetro independiente del modelo, pero se proporciona para aquellos que prefieren a  $M_{\text{umax}}$ , sus unidades son las mismas que las unidades para los datos de tiempo.

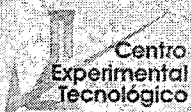
RSS: Es la suma residual de cuadrados, esta es la suma del cuadrado de la diferencia entre los datos y los modelos. Es un indicador de la bondad de ajuste y se utiliza en el cálculo de errores en los parámetros del modelo.

RMS: Es la raíz del error cuadrado, esto es efectivamente el promedio de la diferencia entre el modelo y los puntos de datos. Se proporciona una medida más intuitiva de lo bien que el modelo se ajusta a los datos. Tiene las mismas unidades que los datos (por lo general  $\text{Log}_{10}\text{UFC/mL}$ ).

Figura N° A.1: Constancias de desarrollo de Tesis en el Centro Experimental Tecnológico - UNAC



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**Vicerrectorado de Investigación**



Centro  
Experimental  
Tecnológico

"AÑO DE LA INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA"

CONSTANCIA N° 004-2013-CET/VRI

Bellavista, marzo 04 de 2013

LA DIRECTORA DEL CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, QUIEN SUSCRIBE HACE:

**CONSTAR**

Que, el señor *José Javier Flores Collantes*, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Química, de la Facultad de Ingeniería Química, de la Universidad Nacional del Callao, con Código N°.062731-J y DNI N°.44873750, ha llevado a cabo en los Laboratorios de Análisis Químico y Microbiológico del CET, las pruebas experimentales del proyecto de tesis titulado "Hidrolizado de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum* L. (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar) como sustratos viables para el *Lactobacillus acidophilus*", durante el periodo de junio de 2012 a febrero de 2013.

Se expide la presente Constancia, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

Universidad Nacional del Callao  
Centro Experimental Tecnológico  
*[Firma]*  
Ing. Ana R. Mercado del Cino  
Directora

mary.T.  
Ca.  
• file  
801CST040313CET/VRI

Av. Juan Pablo II 306 / 308  
Bellavista - Callao  
Telf.: 465-2325 / 429-9740 - 316  
cet@unac.edu.pe

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II N°306  
Bellavista-Callao  
Telf.: 465-2325/429-9740 anexo: 316 Fax:453-6387  
Pabellón CET 2do piso  
e-mail: cet@unac.edu.pe, cet\_vri\_unac@yahoo.com



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**Vicerrectorado de Investigación**

Centro  
Experimental  
Tecnológico

"AÑO DE LA INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA"

CONSTANCIA N° 003-2013-CET/VRI

Bellavista, marzo 04 de 2013

LA DIRECTORA DEL CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO  
 DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, QUIEN SUSCRIBE HACE:

**CONSTAR**

Que, la señorita *Elvia Anais Sifuentes Menacho*, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Química, de la Facultad de Ingeniería Química, de la Universidad Nacional del Callao, con Código N°.062787-E y DNI. N°.44767031, ha llevado a cabo en los Laboratorios de Análisis Químico y Microbiológico del CET, las pruebas experimentales del proyecto de tesis titulado "Hidrolizado de vainas de *Vicia faba* (haba), *Pisum sativum L.* (arveja) y *Phaseolus lunatus* (pallar) como sustratos viables para el *Lactobacillus acidophilus*?", durante el periodo de junio de 2012 a febrero de 2013.

Se expide la presente Constancia, a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

Universidad Nacional del Callao  
 Centro Experimental Tecnológico  
  
 Ing. Ana G. Mercado del Pino  
 Directora

may T.  
 C.  
 • file  
 003CE1040313CET/VRI

Av. Juan Pablo II 306 / 308  
 Bellavista - Callao  
 Telf.: 465-2325 / 429-9740 - 316  
 cet@unac.edu.pe

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II N° 306  
 Bellavista-Callao  
 Telef.: 465-2325/429-9740 anexos: 316 Fax: 453-6387  
 Pabellón CET 2do piso  
 e-mail: cet@unac.edu.pe cet.vr@unac.edu.pe