



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**



*Lactobacillus spp.* Microencapsulado  
en jugo de aguaymanto (*Physalis  
peruviana*) y maltodextrina como  
probiótico

**Ponente: Espinoza Silva Clara Raquel**

Universidad Nacional del Centro del Perú /  
Profesora Investigadora

**Email: [cespinoza\\_silva@hotmail.com](mailto:cespinoza_silva@hotmail.com)**



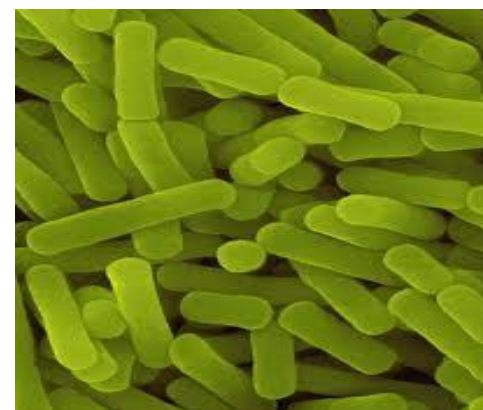


# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**





# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

## Secado por aspersión & encapsulación

**Secado por aspersión: de líquidos a polvos**

Un excelente método para transformar soluciones, emulsiones y suspensiones en polvos.

Después de cinco décadas de intensos estudios en investigación y desarrollo, el secado por aspersión se ha vuelto uno de los métodos de secado industrial más atractivos y reconocidos.





# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

# CONIAL

21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## Objetivos del secado por aspersion

Método ampliamente utilizado para convertir soluciones, suspensiones o emulsiones en polvos secos

### Objetivos:

- Disminución del volumen
- Facilitar la dosificación y el almacenamiento
- Estabilidad química y biológica
- Tamaño de partícula definida
- Cambio de las propiedades físicas y químicas
- Alta superficie específica



**Ventajas:** es un proceso de secado rápido y continuo, bien reconocido en escala industrial

Aplicaciones clásicas del secado por aspersion en la vida diaria



leche



Café instantáneo

Secado por aspersion





# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

# CONIAL

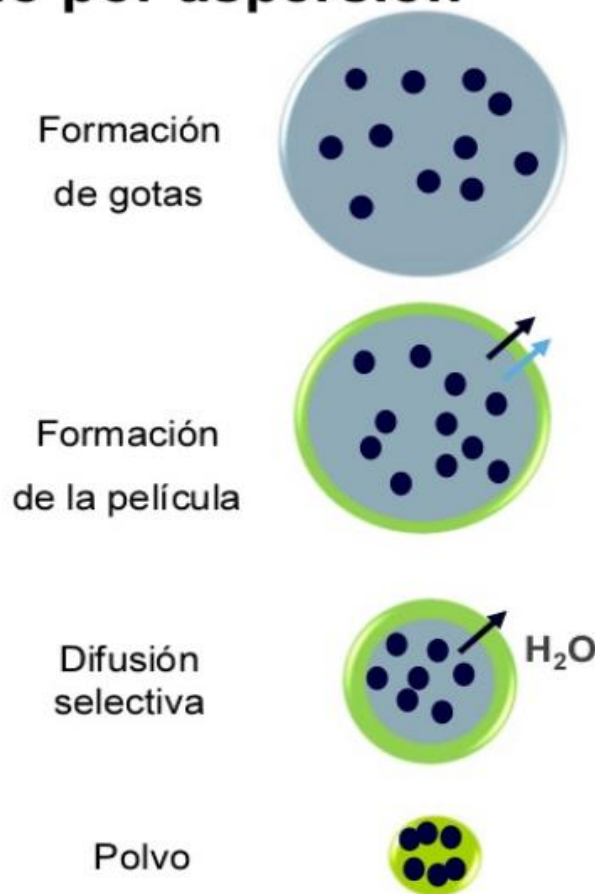
21 al 23 de nov. 2018



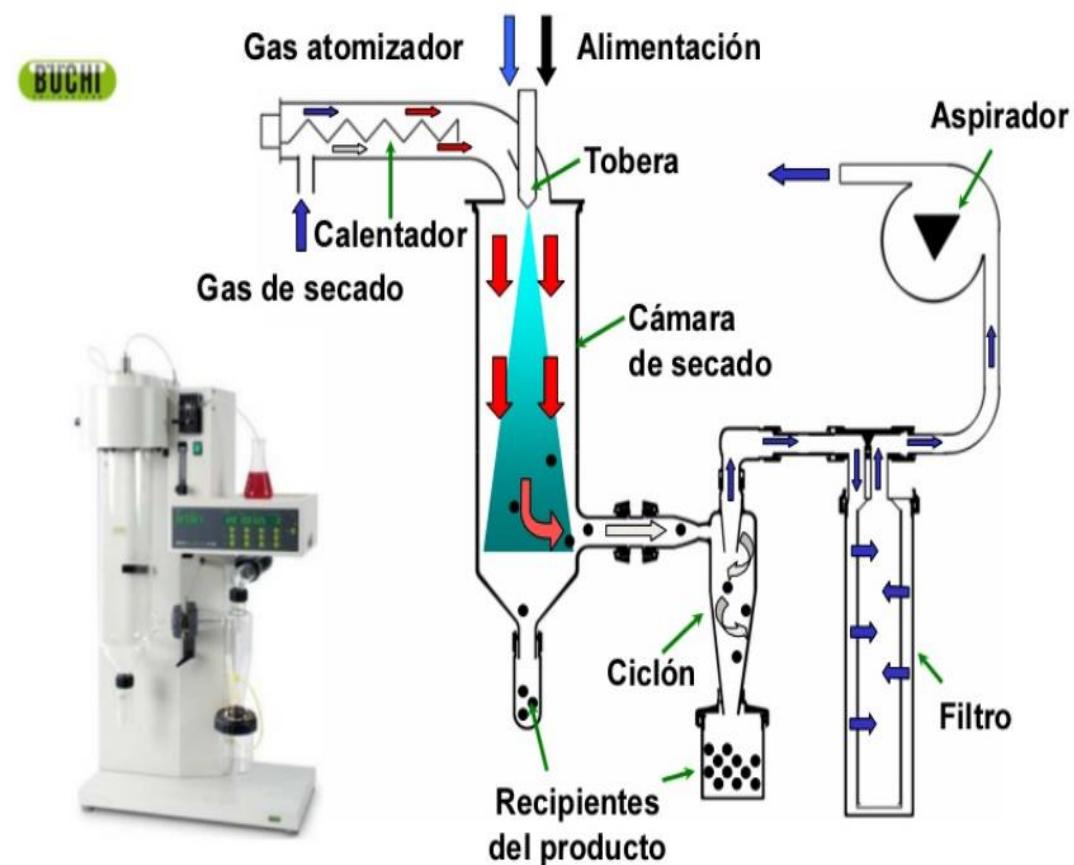
UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## Encapsulación en secado por aspersión

- Teoría de difusión selectiva (Thijssen, 1968)
- Durante el secado, ocurre una separación de fase inducida térmicamente sobre la superficie de la gota. La formación de la capa disminuye significativamente los coeficientes de difusión de los compuestos orgánicos volátiles en relación con el agua. La nueva película así formada permite al agua difundirse (difusión selectiva) pero lo más importante es que ayuda a la retención de los compuestos.



## Proceso de secado por aspersión





# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## Factores que afectan las propiedades de los productos secados por atomización

- Características inherentes del material de alimentación
- Concentración del material
- Temperatura de alimentación
- Temperatura de ingreso/salida del aire

## Materiales de encapsulación

Es importante considerar características:

- ❖ La solubilidad en agua, permeabilidad
- ❖ Facilidad de aplicación
- ❖ Baja viscosidad en soluciones concentradas
- ❖ Naturaleza hidrofóbicas o hidrofílicas de los mismos

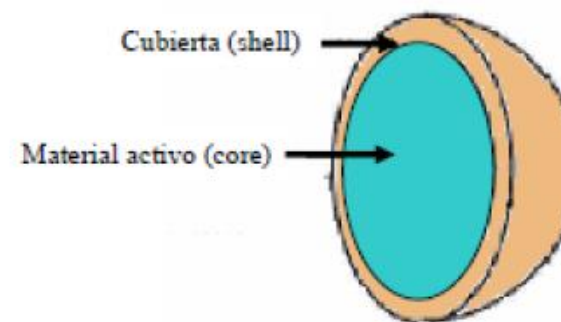


Figura 8. Estructura general de una microcapsula



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
FRONTERA

## Propiedades de rehidratación de los microencapsulados secados por atomización.

Higroscopicidad:

- Es la capacidad de los materiales para absorber la humedad atmosférica. Para cada sustancia existe una humedad que se llama de equilibrio, es decir, un contenido de humedad tal de la atmósfera a la cual el material ni capta ni libera humedad al ambiente.

Solubilidad

- Es una medida de la capacidad de disolverse de una determinada sustancia (solute) en un determinado medio (solvente).

Densidad

- Es la masa por unidad de volumen de un material y esta relacionado con el peso específico.

Rendimiento

- Es la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado obtenido.



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

**OBJETIVOS:**





# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
FRONTERA

## Objetivo general:

Evaluar el efecto de la concentración del encapsulante (maltodextrina) y la temperatura de atomización en la supervivencia del *Lactobacillus spp.*



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
FRONTERA

## Objetivos específicos:

- Determinar la supervivencia del *Lactobacillus spp.* encapsulado en jugo de aguaymanto a diferentes temperaturas (120 y 140 °C) y concentración de maltodextrina (15, 25 y 30 %).
- Calcular el porcentaje de supervivencia del *Lactobacillus spp.* en jugo de aguaymanto a diferentes pH del jugo gástrico simulado y jugo intestinal simulado.
- Evaluar la sobrevivencia durante su almacenamiento a 4 °C, del *Lactobacillus spp.* encapsulado en el jugo de aguaymanto, a una temperatura de 120 °C y una concentración de 15 % de maltodextrina.
- Caracterizar la microcápsulas del jugo de aguaymanto con *Lactobacillus spp.*



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

## MATERIALES Y MÉTODOS



# CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

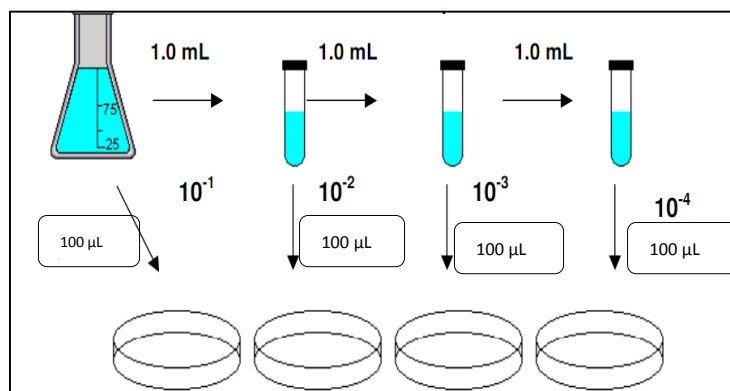
(Rondon et al., 2008).  
**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## Caracterización de la cepa de *Lactobacillus spp.*:

### MÉTODOS:



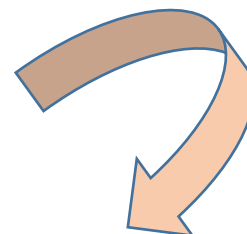
Activación de las cepas a partir del cultivo SACCO y siembras en placa

Pruebas bioquímicas



**CATALASA**

propuesto por (Kandler y Weiss, 1986), Se observa si el microorganismo presentan la enzima capaz de degradar el peróxido de hidrogeno



**OXIDASA**

Esta prueba está basada en la identificación de una enzima bacteriana llamada citocromo C oxidasa y para reducir el nombre se le dice oxidasa, propuesto por ICMSF, 2000

**FUNCION GRAM**

Empleado en microbiología para la visualización de bacterias. Debe su nombre al bacteriólogo danés Cristhian Gram, que desarrollo la técnica en 1884.



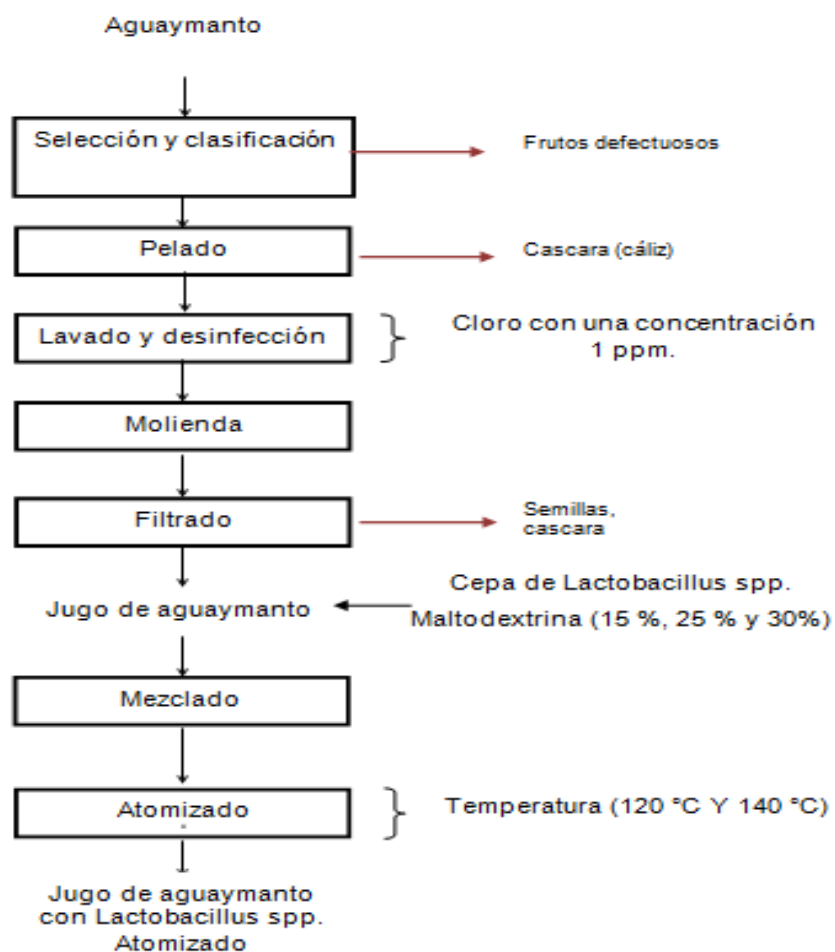
# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

(Mendoza, 2015)  
**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## Proceso de atomizado:





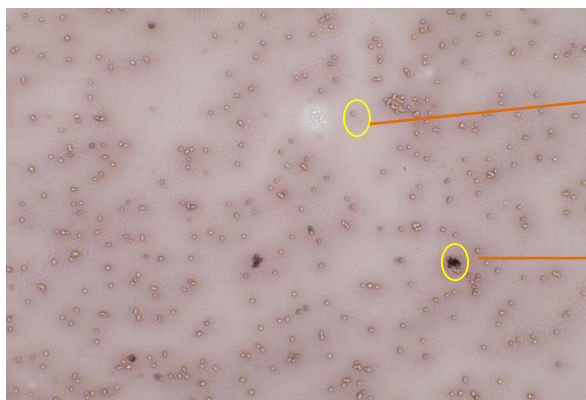
# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



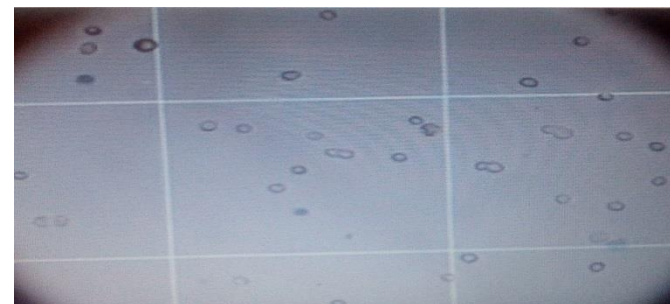
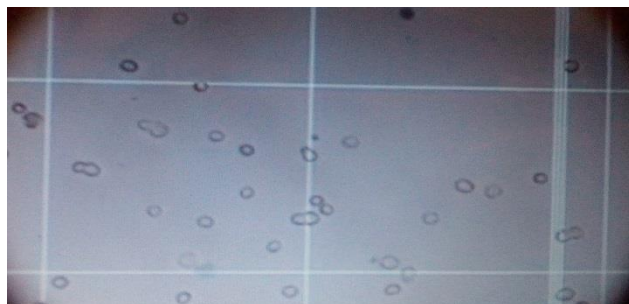
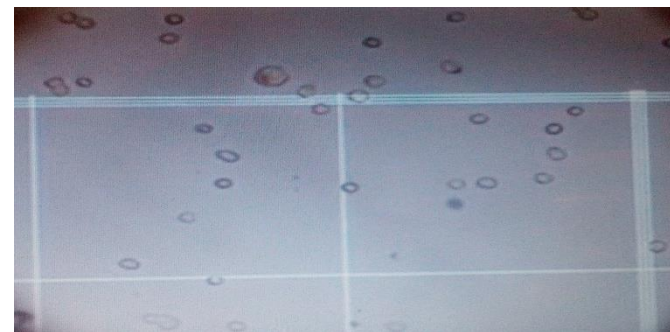
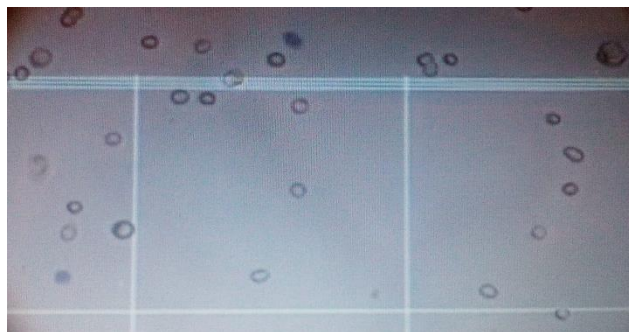
UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

Conteo método Neubauer:



Células vivas

Células muertas





# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

(Sánchez, 2012)  
**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

Ensayo de sobrevivencia del *Lactobacillus spp.*:

## PREPARACIÓN DE SOLUCIONES :

### SALIVA ARTIFICIAL

Para 1L , se usó:  
6,2 g de NaCl  
2.2 g de KCl  
0.22 g de cloruro de calcio  
1,2 g de bicarbonato de sodio.  
Se aforo con agua destilada estéril.

### JGS

Para 1L en solución salina estéril, se usó:  
3g de pepsina  
Se ajusto con HCl al 0,1 M

### JIS

Para 1L en solución salina estéril, se usó:  
1 g de pancreatina  
1,5 g de sales biliares.  
Se ajusto el pH con NaOH al 0,1 M



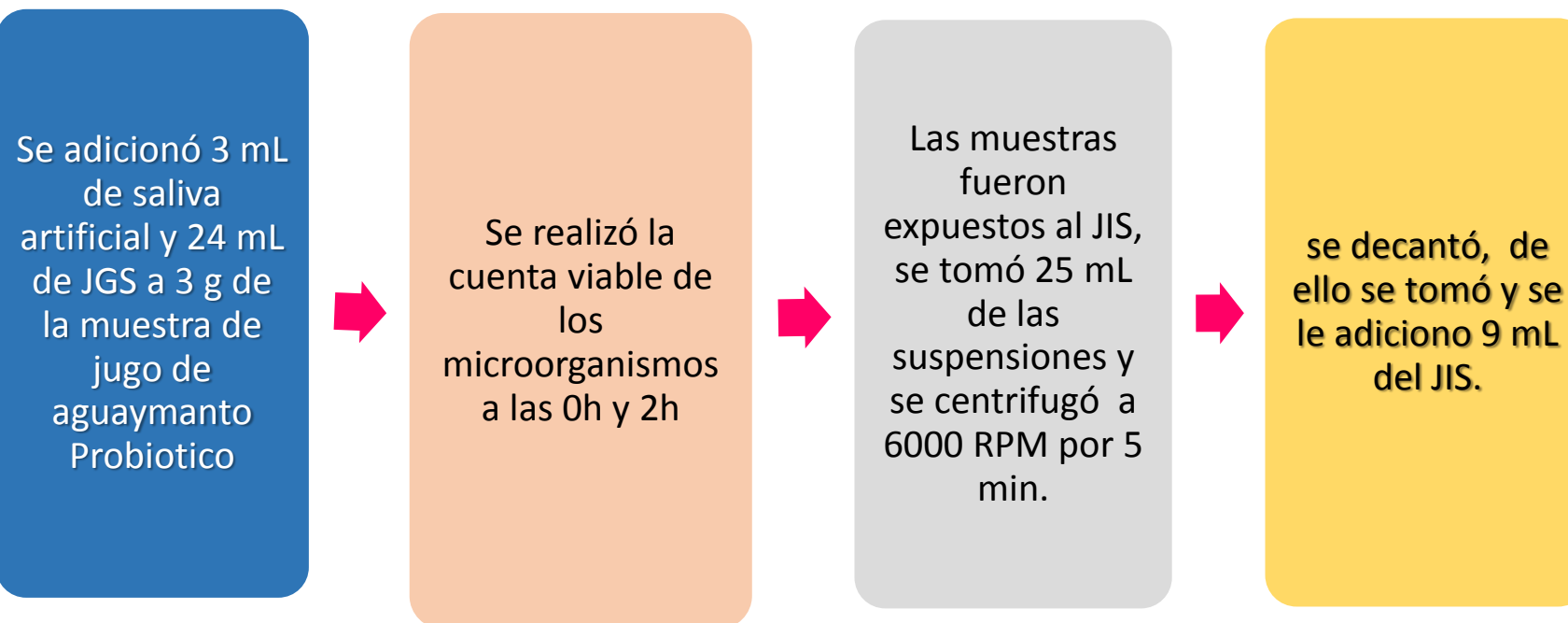
# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

(Sánchez, 2012)  
**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

## Tolerancia a condiciones simuladas del tracto gastrointestinal:







# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

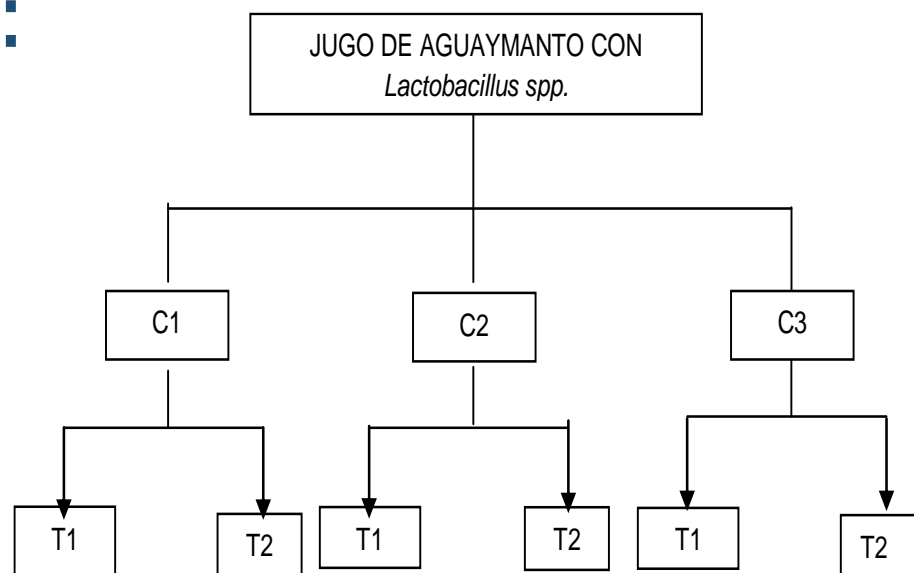
CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## DISEÑO ESTADÍSTICO:

Supervivencia del *Lactobacillus spp.* a diferentes temperaturas y concentraciones:



DONDE:

C1, C2, C3:  
Concentración de la maltodextrina (15%, 25% y 30%, respectivamente)

T1, T2:  
Temperaturas del atomizado. (120 °C y 140 °C, respectivamente)

**DISEÑO ESTADÍSTICO:** Para determinar la viabilidad del *Lactobacillus spp.* incorporado al jugo de aguaymanto se utilizó el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 3 X2 con tres repeticiones con un nivel de significancia de ( $\alpha = 0,05$ ), para ello se usó el programa Minitab 16.



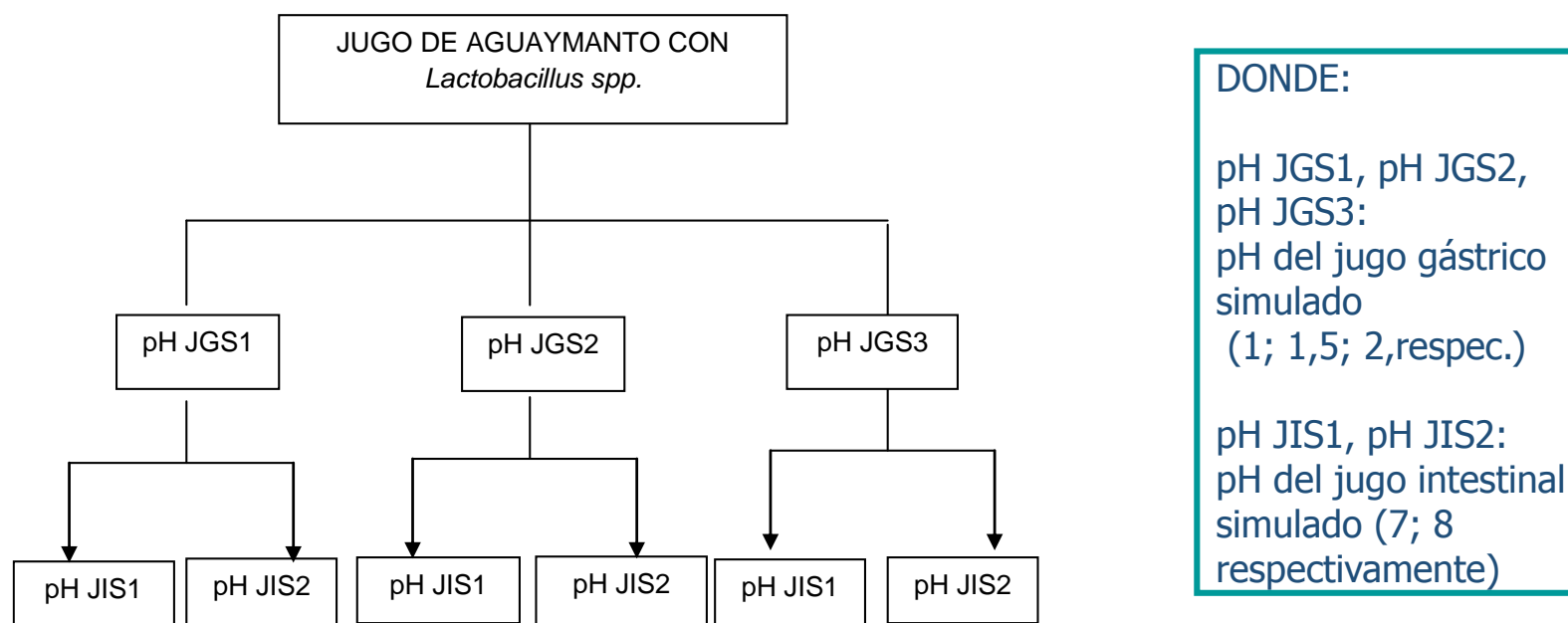
# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

Supervivencia del *Lactobacillus spp.* en condiciones simuladas del tracto gastrointestinal:



**DISEÑO ESTADÍSTICO:** Para determinar el porcentaje de supervivencia del *Lactobacillus spp.* incorporado al jugo de aguaymanto se usó, el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 3 X 2 con tres repeticiones con nivel de significancia de ( $\alpha = 0,05$ ), para ello se usó el programa Minitab 16.



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

## RESULTADOS Y DISCUSIONES



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

Pruebas bioquímicas para identificar *Lactobacillus spp.*:

## Resultados de las pruebas bioquímicas

PRUEBAS	RESULTADOS
Catalasa	Negativo
Oxidasa	Negativo
Tinción Gram	Positivo



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

## Supervivencia del *Lactobacillus spp.* a diferentes temperatura de atomizado y concentraciones de maltodextrina

Porcentaje de supervivencia del *Lactobacillus spp.* después del atomizado

		CONCENTRACION		
		15 %	25 %	30 %
TEMPERATURA	120 °C	89,882 %	72,861%	68,882 %
		90,195 %	73,550 %	66,192 %
		89,545 %	73,219 %	67,123 %
	140 °C	66,732 %	58,663 %	56,208 %
		67,257 %	60,214 %	56,883 %
		65,975 %	59,605 %	53,408 %



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## Supervivencia del *Lactobacillus spp.* A diferentes temperatura de atomizado y concentraciones de maltodextrina

Tabla de la prueba de normalidad

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		Eficiencia
<b>N</b>		18
<b>Parámetros normales<sup>a,b</sup></b>	Media	68,6886
	Desviación estándar	11,41125
<b>Máximas diferencias extremas</b>	Absoluta	,168
	Positivo	,168
	Negativo	-,133
Estadístico de prueba		,168
Sig. asintótica (bilateral)		,191 <sup>c</sup>
a. La distribución de prueba es normal.		
b. Se calcula a partir de datos.		
c. Corrección de significación de Lilliefors.		



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

## Supervivencia del *Lactobacillus spp.* a diferentes temperatura de atomizado y concentraciones de maltodextrina

Análisis de varianza de la eficiencia de encapsulado

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
<b>Temperatura</b>	1	1192,43	1192,43	1192,43	1098,44	0,000
<b>Concentración</b>	2	897,35	897,35	448,67	413,31	0,000
<b>T * [ ]</b>	2	110,88	110,88	55,44	51,07	0,000
<b>Error</b>	12	13,03	13,03	1,09		
<b>Total</b>	17	2213,68				



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

## Supervivencia del *Lactobacillus spp.* a diferentes temperatura de atomizado y concentraciones de maltodextrina

Tabla: Prueba de Tukey

Temperatura	Concentración	N	Media	Agrupación
120 °C	15 %	3	89,87	A
120 °C	25 %	3	73,21	B
120 °C	30 %	3	67,40	C
140 °C	15 %	3	66,65	C
140 °C	25 %	3	59,49	D
140 °C	30 %	3	55,50	E





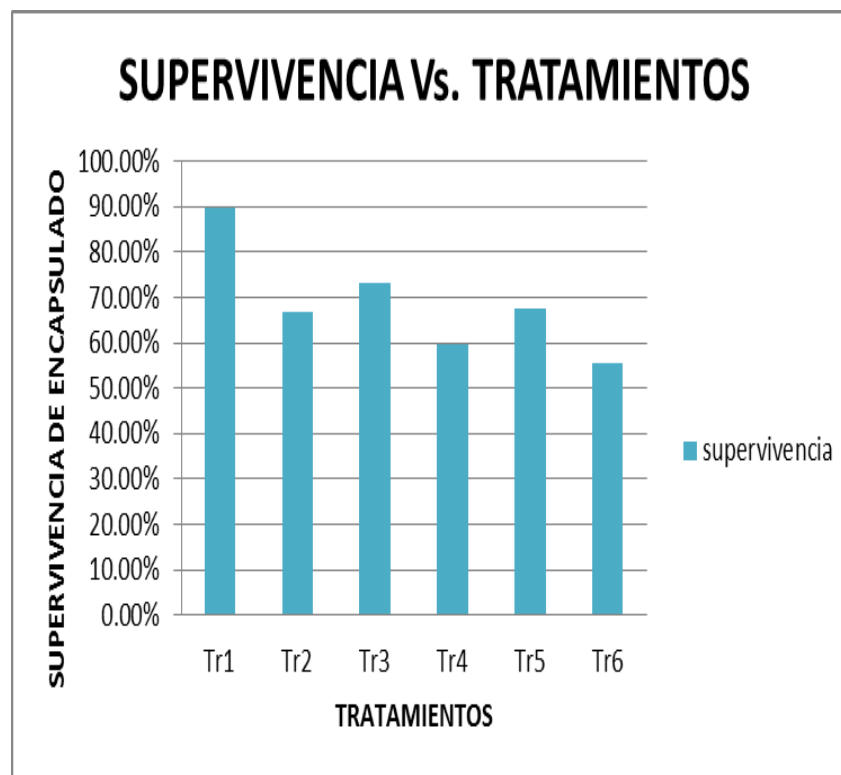
# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

Supervivencia del *Lactobacillus spp.* a diferentes temperatura de atomizado y concentraciones de maltodextrina



Supervivencia del *Lactobacillus spp.* encapsulado en los seis tratamientos



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## Supervivencia del *Lactobacillus spp* en condiciones simuladas del tracto gastrointestinal:

Resumen de la simulación del tracto gastrointestinal expresado en % de supervivencia para el jugo de aguaymanto con *Lactobacillus spp.* encapsulado

	<b>JGS (pH = 1)</b>	<b>JGS (pH = 1)</b>	<b>JGS (pH = 1.5)</b>	<b>JGS (pH = 1.5)</b>	<b>JGS (pH = 2)</b>	<b>JGS (pH = 2)</b>
$\Theta$ (h)	JIS (pH =7)	JIS (pH =8)	JIS (pH =7)	JIS (pH =8)	JIS (pH =7)	JIS (pH =8)
0	63,697 %	63,697 %	64,438 %	64,438 %	74,620 %	55,458 %
2	60,720 %	60,720 %	67,738 %	67,738 %	74,204 %	54,399 %
4	49,773 %	55,351 %	54,199 %	63,005 %	67,240 %	55,458 %
6	63,222 %	56,353 %	55,634 %	74,497 %	55,227 %	54,399 %
8	72,457 %	61,648 %	75,032 %	78,673 %	81,726 %	77,294 %



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

## Supervivencia del *Lactobacillus spp* en condiciones simuladas del tracto gastrointestinal:

Análisis de varianza a condiciones simulada del tracto gastrointestinal

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec.</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>JIS</b>	1	67,28	67,28	67,28	187,63	0,000
<b>JGS</b>	2	516,58	516,58	258,29	720,37	0,000
<b>JIS*JGS</b>	2	157,31	157,31	78,66	219,37	0,000
<b>Error</b>	12	4,30	4,30	0,36		
<b>Total</b>	17	745,47				



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

## Supervivencia del *Lactobacillus spp* en condiciones simuladas del tracto gastrointestinal:

### Prueba de Tukey

pH JIS	pH JGS	N	Media	Agrupación
7	2	3	81,73	A
8	1,5	3	78,67	B
8	2	3	77,29	B
7	1,5	3	75,03	C
7	1	3	72,46	D
8	1	3	61,65	E



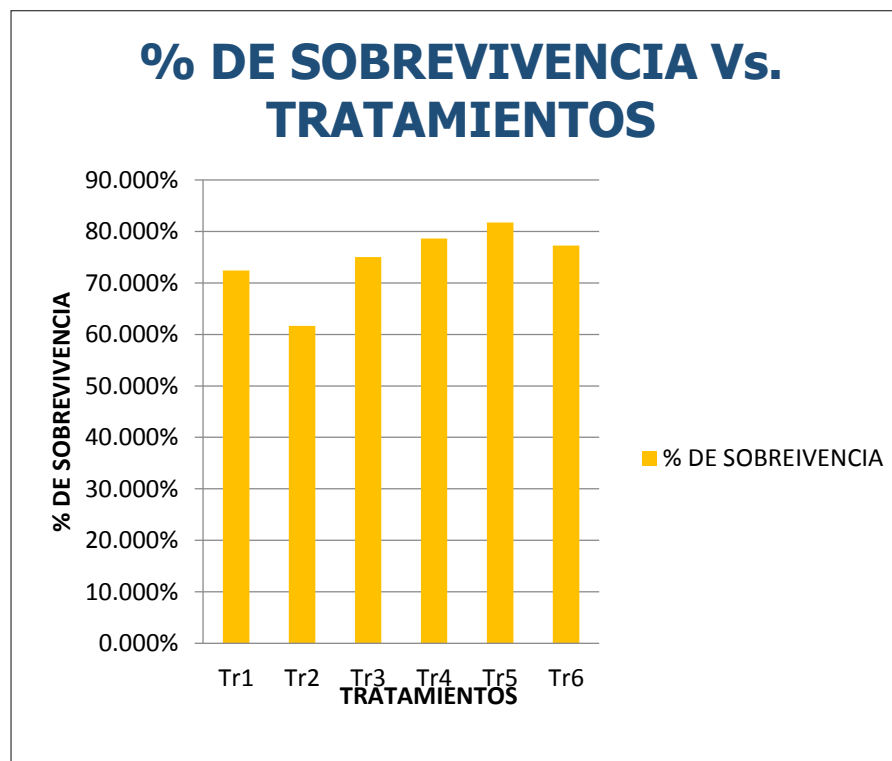
# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## Simulación a condiciones del tractogastrointestinal:



Porcentaje de supervivencia en condiciones gastrointestinales en los seis tratamientos



# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

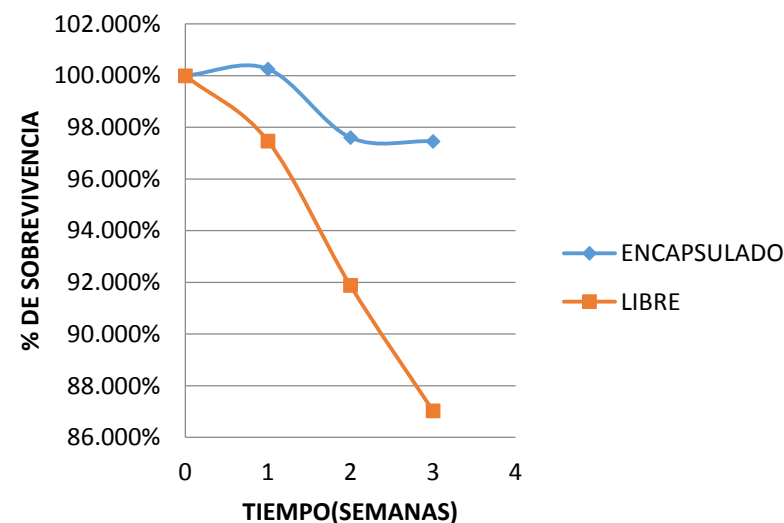
## Comportamiento de la sobrevivencia en el almacenamiento:

Comportamiento de la sobrevivencia al paso del tiempo de almacenamiento de jugo de aguaymanto con *Lactobacillus* spp. libre y encapsulado

TIEMPO (SEMANAS)	ENCAPSULADO	LIBRE
0	100,000 %	100,000 %
1	100,264 %	97,477 %
2	97,610 %	91,881 %
3	97,462 %	87,035 %

Comportamiento de la sobrevivencia al paso del tiempo de almacenamiento del jugo de aguaymanto con *Lactobacillus* spp. libre y encapsulado

**% DE SOBREVIVENCIA Vs TIEMPO**





# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



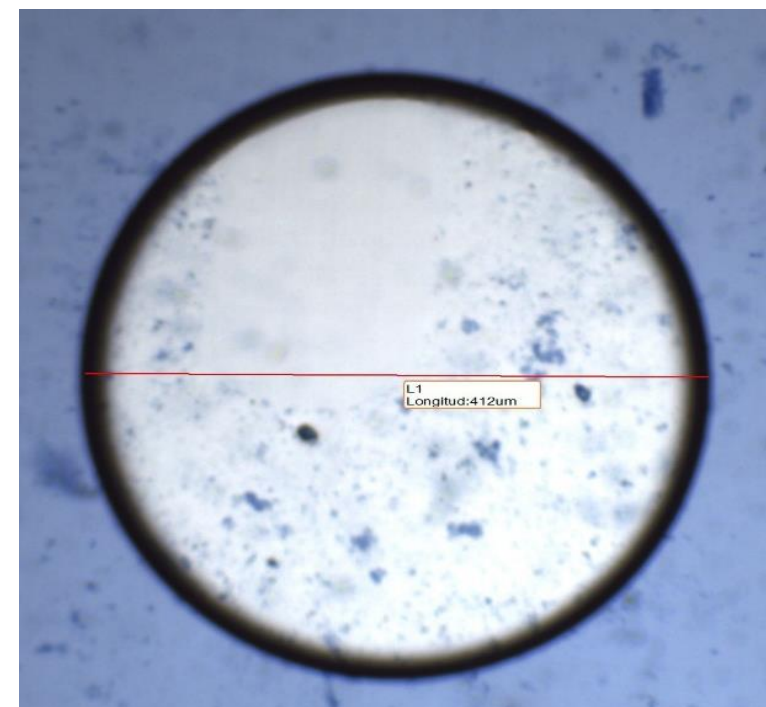
UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

## Caracterización del encapsulado de *Lactobacillus spp.*:

Características de la microcápsulas

Característica	Valor
Tamaño	434 $\mu\text{m}$
Humedad	15 %

Tamaño final de la cápsula





# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

**CONIAL**  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
**FRONTERA**

CONCLUSIONES





# I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

CONIAL  
21 al 23 de nov. 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
FRONTERA

- Se caracterizó la cepa de *Lactobacillus spp.*, mediante sus características bioquímicas.
- En el tratamiento de 120 °C de temperatura de atomizado y 15% de maltodextrina se obtuvo una eficiencia de encapsulado de 89,7 %.
- A pH del JGS 2 Y pH JIS 7, se logró mejor sobrevivencia de *Lactobacillus spp.* de 81,76 %.
- En conservación a 4°C, cuando el *Lactobacillus spp.* esta encapsulado en jugo de aguaymanto se logró una sobrevivencia de 97,46 %
- El tamaño de la microcápsulas del encapsulado de *Lactobacillus spp.* resultó 434 µm, por lo que se clasificó como una micropartícula.
- La humedad de las microcápsulas fue de 15 %, que estuvo dentro del rango fue una humedad que dependió bastante de los parámetros usados tanto la temperatura de atomizado y la concentración de maltodextrina.