

Universidad Ricardo Palma
Facultad de Ciencia Biológicas
Escuela Profesional de Biología

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.



Autores:

Tomas Agurto Sáenz (Docente Investigador)
Iván Ramírez Jiménez (Docente Investigador)
Juan Carlos Ramos Gorbeña (Docente Investigador)
Solange Tuñoque Félix (Alumna Investigadora)

2016

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz*, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

*Universidad Ricardo Palma – Facultad de Ciencias Biológicas – Laboratorio de Física Aplicada a la Biología
Email: iramirez@mail.urp.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

El campo magnético, que no puede ser percibido de manera clara, tiene gran influencia en los sistemas vivos, debido a la capacidad de alterar el flujo de iones a través de la membrana celular, de redireccionar las biomoléculas y hasta entrar en resonancia con las moléculas inorgánicas. Estos efectos son observables metabólicamente a nivel de un organismo procarionta en su división celular y sobre todo en los canales de iones y estructuras proteicas asociadas a la membrana. Los tiempos empleados durante los procesos de fermentación y conservación son los problemas básicos de la industria láctea, como solución la industria se ve forzada al uso de tecnología altamente cotizada, basada en el control riguroso de la temperatura. Se plantea la necesidad de buscar nuevas metodologías que permitan explorar tecnologías más baratas que reduzcan a su vez el tiempo y costo de producción y que no afecten la calidad del producto final.

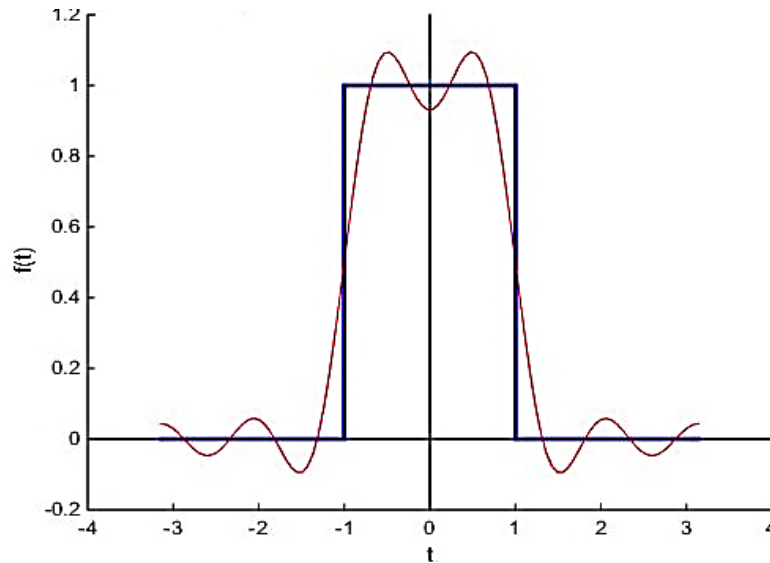
Para lo cual se propone la acción de los Campos Magnéticos, los cuales son producidos por el movimiento de las cargas eléctricas sean estas partículas o iones. Así mismo, estos hay que producirlos para lo cual es necesario disponer de dispositivos que produzcan estos campos magnéticos.

Para esta investigación diseñamos y construimos una bobina circular tipo Helmholtz cuya característica fundamental es la de proporcionar líneas de fuerza magnéticas uniformes en el interior de la bobina, para la medida de la inducción magnética se usó un medidor Trifield™ Meter y para la generación de las ondas cuadradas un generador UTG-90100. Las ondas cuadradas nos dan la posibilidad de hacer un barrido de frecuencias dentro de la muestra considerando sus armónicos. En este trabajo de investigación para la onda cuadrática de 52 KHz considerando las series de Fourier.

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*



La serie de FOURIER correspondiente a la onda cuadrada de tensión de pico $9 V_p$ y una pulsación $\omega = 158.46$ rad, que está dada por :

$$V = \frac{4V_p}{\pi} \left[\text{sen}(\omega t) + \frac{1}{3} \left[\text{sen}(3\omega t) + \frac{1}{5} \left[\text{sen}(5\omega t) + \frac{1}{7} \left[\text{sen}(7\omega t) \dots \right] \right] \right] \right]$$

Nos dan los siguientes armónicos con las siguientes parámetros :

$$V = \frac{4V_p}{\pi} \text{sen}(\omega t) = 11.45 \text{ sen}(158.46t) \quad \text{Frecuencia fundamental } 52.220 \text{ KHz}$$

$$V = \frac{4V_p}{3\pi} \text{sen}(3\omega t) = 3.81 \text{ sen}(475.38 t) \quad \text{Tercer armónico } 156.66 \text{ khz}$$

$$V = \frac{4V_p}{5\pi} \text{sen}(5\omega t) = 2.29 \text{ sen}(792.3 t) \quad \text{Quinto armónico } 261.1 \text{ khz.....}$$

Esto significa que las ondas de distintas amplitudes y frecuencias tienen posiblemente sus acciones correspondientes, lo que significa que la muestra no está sometida, solo a una onda cuadrática sino a distintas ondas cuadráticas de más altas frecuencias y menores amplitudes, que generan distintos valores de inducción magnética.

El campo magnético puede provocar efectos dañinos o beneficiosos sobre los sistemas biológicos de todos los seres vivos. El uso de dicha radiación como tratamiento magnético puede aplicarse en la modalidad de campo magnético estático u oscilante, es decir, un campo magnético que oscila según la frecuencia de la corriente eléctrica que lo induce en KHz. Las frecuencias menores de 3 KHz se clasifican como frecuencias extremadamente bajas (Paunesku T, 2007). Los efectos del tratamiento magnético sobre los microorganismos se clasifican en no observables, inhibitorios o estimulantes, dependiendo de la densidad del campo magnético (CM) expresada en teslas (T) o en

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

gauss (G), así como de la frecuencia de la corriente eléctrica que lo indujo, si es oscilante, y del tiempo de exposición (Barbosa G, 2000).

Los efectos de estimulación o inhibición de los campos magnéticos se han atribuido a cambios en la orientación de las proteínas, cambios en las biomembranas (lipídicas y plasmáticas), alteraciones del flujo de iones a través de la membrana plasmática y/o cambios en la estructura de las biomoléculas (Pothakamury *et al.*, 1993a).

Es por ello, que para incrementar el conocimiento y su aplicabilidad, dos áreas de las ciencias biológicas, la Física Aplicada y la Microbiología de los alimentos, se complementan para dar aplicación bioindustrial mediante el uso del Campo Magnético en el área de la biotecnología alimentaria y de salud, es así, que se viene trabajando sobre los efectos del campo magnético variable de onda cuadrática sobre la multiplicación y viabilidad de dos probiótico moduladores del sistema digestivo en hombre y animales como es *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* utilizando exposiciones variables de tiempos, con intensidades variables de miliGauss y de frecuencias en KHz.

VII. MATERIALES Y METODOLOGÍA

7.1 Obtención de las muestras

Las cepas American Type Culture Collection (ATCC) de *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* se adquirió de la Empresa GenLab Perú para realizar los ensayos de exposición al campo magnético onda cuadrática.

Se procedió a la reactivación de las cepas de *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* en caldo e Man, Rogosa and Sharpe (MRS) Rogosa marca Merck, se incubo a 37°C por 24 horas, luego del tiempo transcurrido se transfirió una asada a un tubo que contenía 5mL de caldo MRS marca Merck, se incubó a 37°C durante 20 horas para la obtención de un cultivo joven.

Los cultivos de *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* para el recuento en placas de bacterias mesófilas denominadas Control (C) y experimental Onda Cuadrática (C²) tuvieron las mismas condiciones nutricionales y de temperatura para su desarrollo.

La determinación del recuento para *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* se realizó mediante técnica de dilución en tubo y su respectiva siembra en agar MRS Rogosa marca Merck mediante la metodología de diseminación en superficie de agar establecida por la ICMSF, 2000.

Para ello se estableció que el factor de dilución 10^{-6} como la dilución ideal para el recuento de *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei*.

7.2 Procedimiento para la exposición al campo magnético

Para la generación de los campos de inducción magnética de distinta frecuencia, se ha diseñado, construido y probado una bobina tipo Helmholtz (Figura 1), que pueda producir campos magnéticos estables hasta 60 KHz. en el orden de los miliGauss.

Para los cálculos de valores aproximados de campo magnético se recurrió a la siguiente ecuación:

$$B = \mu_0 \frac{N i}{R} * \frac{16 \pi}{5^{5/2}}$$

Teniendo en consideración la necesidad el acople de impedancia al generador de onda cuadrada.

Esta bobina tiene las siguientes características indicadas en la Tabla 1.

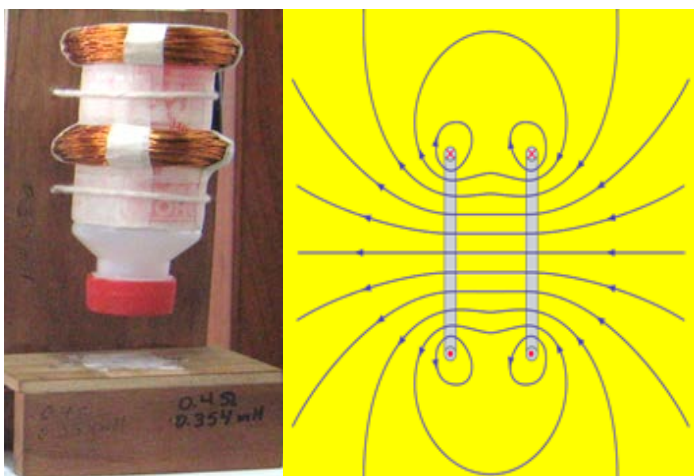


Figura 1. Consideraciones para la Bobina tipo Helmholtz.

Tabla 1. Características de la Bobina tipo Helmholtz.

Bobina #	# awg	# de vueltas	# de bobinas	Diámetro cm	Resistencia Ohms	Inductancia milihenrios	Rango de frecuencia en KHz	Arrollamiento
5	21	200	2	5.25	0.4	0.354	20-60	Bifilar

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrada variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Para la medición del campo magnético se ha usado un Gausimetrotrifield™ meter, magneticfield; 3axis.ex100 version. Frequency: 50HZ - 100KHz. magneticfieldrange: 1-100 mG.

El cultivo joven de *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* en una dilución de 10^{-6} se colocó en tubos de prueba de 5mL, estos tubos se introducían dentro de la bobina, para ser expuestos durante 90 y 180 segundos a un campo magnético de 100 miliGauss onda cuadrática (C^2) de cuatro frecuencias de 22, 32, 42 y 52 KHz, perpendicular al campo magnético terrestre, en nuestras coordenadas geográficas que en nuestras coordenadas geográficas 12. 08' 01. 17"S 76. 58' 51. 28" w, el campo magnético resultante instantáneo aplicado a las muestras este entre 0,223 y 0,5 Gauss, en campos combinado de DC y alterno; luego del cual se procedió al homogenizado por un tiempo de 25 segundos, seguidamente se procedió al sembrado de cada una de las diluciones de 10^{-6} expuestas al campo magnético en agar MRS Rogosa mediante la metodología de disseminación en superficie de agar establecida por la ICMSF 2000, se incubó a 37°C durante 24 – 48 horas respectivas para posteriormente realizar los recuentos de las placas control (C) y experimental de onda cuadrática (C^2) de *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei*.

VIII. RESULTADOS Y ANÁLISIS

8.1 RESULTADOS

Tabla 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus Plantarum* 52KHz - 100 miliGauss - 180 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de ensayos
7.9210	8.4503	1
7.6710	8.5160	2
8.8760	8.7390	3
8.9840	8.9383	4
8.9840	9.0841	5
9.2471	9.4761	6
9.2471	9.3802	7
9.1602	9	8
9.1602	8.977	9

Tabla 2. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus Plantarum* 42KHz - 100 miliGauss - 180 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
9.2471	9.4531	1
9.2471	9.560	2

Tabla 3. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus Plantarum* 32KHz - 100 miliGauss - 180 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
9.2471	9.3832	1
9.2471	9.4753	2

Tabla 4. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus Plantarum* 22KHz - 100 miliGauss - 180 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
9.2471	9.5006	1
9.2471	9.4862	2

Tabla 5. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus Plantarum* 52KHz - 100 miliGauss - 90 segundos

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
9.1602	8.9444	1
9.1602	8.9770	2
9.1602	8.9444	3
9.1602	8.8824	4

Tabla 6. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus Plantarum* 42KHz - 100 miliGauss - 90 segundos

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
9.1602	9.1377	1
9.1602	8.9016	2

Tabla 7. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus Plantarum* 32KHz - 100 miliGauss - 90 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
9.1602	8.9625	1
9.1602	8.7956	2

Tabla 8. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus Plantarum* 22KHz - 100 miliGauss - 90 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
9.1602	8.9471	1
9.1602	8.8826	2

Tabla 9. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus casei* 52KHz - 100 miliGauss - 180 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de ensayos
8.4827	8.5543	1

Tabla 10. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus casei* 42KHz - 100 miliGauss - 180 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
8.4827	8.6908	1

Tabla 11. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus casei* 32KHz - 100 miliGauss - 180 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
8.4827	8.6901	1

Tabla 12. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus casei* 22KHz - 100 miliGauss - 180 segundos.

Promedios Log N (Control) UFC·mL ⁻¹	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC·mL ⁻¹	Número de Ensayos
8.4827	8.6901	1

Los resultados promedios de los 9 ensayos controles y experimentales obtenidos a una frecuencia de 52 KHz a 100 miliGauss con exposición de tiempo de 180 segundos, evidencia un incremento promedio de 0.1394 Log de incremento sobre la población de *Lactobacillus plantarum* URP69. (Tabla 1).

Así mismo, para los promedios de los dos ensayos controles y experimentales obtenidos a una frecuencia de 42 KHz a 100 miliGauss con exposición de tiempo de 180 seg evidencia un incremento de la población de *L. plantarum* URP69 de 0.2594 Log (Tabla 2).

Para los promedios de los dos ensayos controles y experimentales obtenidos a una frecuencia de 32 KHz a 100 miliGauss con exposición de tiempo de 180 segundos evidencia un incremento de la población de *L. plantarum* URP69 de 0.1822 Log (Tabla 3).

Para los promedios de los dos ensayos controles y experimentales obtenidos a una frecuencia de 22 KHz a 100 miliGauss con exposición de tiempo de 180 seg evidencia un incremento de la población de *L. plantarum* URP69 de 0.2463 Log (Tabla 4).

En comparación con los ensayos realizados con 90 seg de exposición con frecuencias de 52, 42, 32 y 22 KHz a 100 miliGauss no evidencia una multiplicación por estimulación del campo magnético (Tablas 5-6-7-8).

Los resultados promedios de los 9 ensayos controles y experimentales obtenidos a una frecuencia de 52 KHz a 100 miliGauss con exposición de tiempo de 180 segundos, evidencia un incremento promedio de 0.0772 Log de incremento sobre la población de *Lactobacillus casei* URP69. (Tabla 9).

Así mismo, para los promedios de los dos ensayos controles y experimentales obtenidos a una frecuencia de 42 KHz a 100 miliGauss con exposición de tiempo de 180 seg evidencia un incremento de la población de *L. casei* URP69 de 0.2018 Log (Tabla 10).

Para los promedios de los dos ensayos controles y experimentales obtenidos a una frecuencia de 32 KHz a 100 miliGauss con exposición de tiempo de 180 segundos evidencia un incremento de la población de *L. casei* URP69 de 0.2074 Log (Tabla 11).

Para los promedios de los dos ensayos controles y experimentales obtenidos a una frecuencia de 22 KHz a 100 miliGauss con exposición de tiempo de 180 seg evidencia un incremento de la población de *L. casei* URP69 de 0.2074 Log (Tabla 12).

DISCUSIÓN

Loghavi, 2008 señala que el retraso del tiempo disminuyó a una temperatura subóptima de crecimiento cuando se aplicó Frecuencia de Campo Eléctrico Moderado - MEF a 45 y 90 Hz, pero no a 60 Hz, a pesar de que todos los parámetros cinéticos de crecimiento no eran significativamente diferentes en los diferentes niveles de frecuencia. Varios investigadores (Kulshrestha, 2003; Lima, 1999 y Sensoy, 2004) han observado que la transferencia de masa

mejora en células eucariotas a medida que aumenta la intensidad del campo y disminuye la frecuencia. Han sugerido que la electroporación temporal y reversible puede ser la causa principal de la difusión mejorada. Kulshrestha y Sastry, 2003, mencionaron que esta observación es consistente con la teoría de que la baja frecuencia permite más tiempo para que las cargas se acumulen a nivel de la membrana celular; Consiguientemente, se espera una mayor formación de electroporos a frecuencias más bajas. De forma similar, se espera que la fase de retardo aumente a medida que la frecuencia aumente de 60 a 90 Hz; Sin embargo, los resultados indican una mayor fase lag a 60 Hz en comparación con 90 Hz, lo que no es coherente con la teoría de baja frecuencia (Loghavi, 2008). Según Loghavi, 2008 utilizaron una fuente de alimentación de frecuencia variable para los tratamientos de 45 y 90 Hz. planteando la hipótesis de que la diferencia de la fuente de energía puede haber causado alguna variación en la forma de onda (Lima, 1999 y Sensoy, 2004) mostraron tanto la forma de onda y la dependencia de frecuencia para la transferencia de masa asistida eléctricamente. Para verificar si las ondas de corriente y de tensión eran puramente sinusoidales y consistentes entre todos los tratamientos, se examinaron las formas de onda a diferentes frecuencias con un osciloscopio (Tektronix, TDS 5052, Beaverton, OR). Las ondas a 45 y 90 Hz producidas por el suministro de frecuencia variable eran puramente sinusoidales, mientras que las ondas a 60 Hz no lo eran. Esto sugiere que las células pueden responder de manera diferente a diferentes formas de onda, y en particular, a la presencia de armónicos de alta frecuencia (Loghavi, 2008).

Por lo tanto, la exposición de una membrana celular a un campo eléctrico externo a bajas frecuencias puede causar poros temporales, un aumento de la conductividad transmembrana y/o permeabilidad difusiva de nutrientes, y autoinductores alrededor de la membrana celular (Pillai, 2006). La alta producción de bacteriocina se asocia comúnmente con la etapa de crecimiento de las bacterias, el pH óptimo de la producción de bacteriocina y un suministro de nutrientes específicos para una especie/cepa (Loghavi, L. 2007; Callewaert, R. 2000 y Yang, R. 1994).

En nuestros resultados se ha podido establecer que existe un incremento de la población de *L. plantarum* URP69 de 0.1394 Log cuando son expuestos a campo magnético por 180 segundos con una frecuencia optima de 52 KHz a 100 miliGauss, como se registra en los promedios de los 9 ensayos realizados.

En comparación con los promedios de los ensayos expuestos a 90 segundos bajo las mismas frecuencias establecidas previamente, se observó una inhibición aproximada del 50% sobre el crecimiento de *L. plantarum* URP69.

Se concluyó que a todas las frecuencias 22, 32, 42 y 52 KHz y 100 miliGauss expuestos a 180 segundos se puede aseverar que si se produce un aumento de *Lactobacillus plantarum* URP69 y *Lactobacillus casei* URP69 con una variabilidad entre 6 y 200%. Los ensayos nos muestran que para obtener un aumento de *Lactobacillus plantarum* URP69 y *Lactobacillus casei* URP69 es de suma importancia el tiempo de exposición al campo magnético mayor a 90 segundos. Las funciones metabólicas de la cepa *Lactobacillus plantarum* URP69 y *Lactobacillus casei* URP69 se fue desgastando a medida que se realizaban los pasajes de los cultivos, esto se evidenció durante el sexto pasaje para los recuentos establecidos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barbosa GV, Góngora MM, Swanson BG. Nonthermal electrical methods in food preservation. *FoodSciTechnolInt.* 2000; 4:363-70.
- Berg, Hermann. 1993. Electrostimulation of cell metabolism by low frequency electric and electromagnetic fields. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, 31 (1993) 1-25.
- Chacón Álvarez, David; Haber Pérez, Victor; Oselys Rodríguez, Justo y Monte Alegre, Ranulfo. 2006. Effect of the extremely low frequency magnetic field on nisin production by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* using cheese whey permeate. *Process Biochemistry* 41 (2006) 1967–1973.
- Cifra, Michal; Fields, Jeremy Z.and Farhadi, Ashkan. 2011. Electromagnetic cellular interactions. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 105 (2011) 223-246.
- Fojt L, Klapetek P, Strašák L, Vetter V. 50 Hz magnetic field effect on the morphology of bacteria. *Micron.* 2009; 40:918-22.
- Fojt L, Strasák L, Vetterl V, Smarda J. Comparison of the low-frequency magnetic field effects on bacteria *Escherichia coli*, *Leclerciaadecarboxylata* and *Staphylococcus aureus*. *Bioelectrochemistry.* 2004; 63:337-41.
- Fojt, Lukas; Klapetek, Petr; Strasak, Ludek and Vetterl, Vladimir. 2009. 50 Hz magnetic field effect on the morphology of bacteria. *Micron* 40 (2009) 918–922.

- Fojt, Lukas; Strasaka, Ludek; Vetterla, Vladimir and Smarda, Jan. 2004. Comparison of the low-frequency magnetic field effects on bacteria *Escherichia coli*, *Leclerciaade carboxylata* and *Staphylococcus aureus*. *Bioelectrochemistry*, 63 (2004) 337–341.
- Ji, Wenjin, Huang, Huimin; Deng, Aihua and Pan, Chunyang. 2009. Effects of static magnetic fields on *Escherichia coli*. *Micron* 40 (2009) 894–898.
- Junji Miyakoshi. 2005. Effects of static magnetic fields at the cellular level. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 87 (2005) 213–223.
- Luján Jiménez-Pranteda, María; Poncelet, Denis; Náder-Macías, María Elena; Arcos, Antonio; Aguilera, Margarita; Monteoliva-Sánchez Mercedes and Ramos-Cormenzana, Alberto. 2012. Stability of lactobacilli encapsulated in various microbial polymers. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, VOL. 113 No. 2, 179–184.
- Liedniev, V. 1996. Bioeffects of combined constant and variable magnetic fields. *Biophysics* Vol 41 pp 241-252.1996.
- Mehedintu, Mihaela and Berg, Hermann. 1997. Proliferation response of yeast *saccharomyces cerevisiae* on electromagnetic field parameters. *Bioelectrochemktry and Bioenergetics* 43 (1997) 67-70.
- Mittenzwey, R.; Siigmuth, R. and Mei, W. 1996. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on bacteria the question of a co-stressing factor. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics* 40 (1996) 21-27.
- Morrow AC, Dunstan RH, King BV, Roberts TK. Metabolic effects of static magnetic fields on *Streptococcus pyogenes*. *Bioelectromagnetics*. 2007; 28:439-45
- Mosquera Deamici, Kricelle; Barcelos Cardias, Bruna; Vieira Costa, Jorge Alberto and Oliveira Santos, Lucielen. 2016. Static magnetic fields in culture of *Chlorella fusca*: Bioeffects on growth and biomass composition. *Process Biochemistry*.
- Nakamura, Kazuhiro; Okuno, Kazumasa; Ano, Takashi and Shoda, Makoto. 1997. Effect of high magnetic field on the growth of *Bacillus subtilis* measured in a newly developed superconducting magnet biosystem. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics* 43 (1997) 123-128.
- Paunesku T, Woloschak GE. Effects of radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field radiation on cells of the immune system. En: Barnes FS, Greenebaum B, editors. *Biological and medical aspects of electromagnetic fields. Handbook of biological effects of electromagnetic fields*. 3th edition. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, LLC; 2007. p. 39-56.

- Pothakamury U, Barletta B, Barbosa G, Swanson B (1993b) Inactivación de microorganismos en alimentos usando campos magnéticos oscilantes. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 33: 479-489.
- Ruiz-Gómez, M.J.; Prieto-Barcia, M.I.; Ristori-Bogajo, E. and Martínez-Morillo, M. 2004. Static and 50 Hz magnetic fields of 0.35 and 2.45 mT have no effect on the growth of *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioelectrochemistry* 64 (2004) 151– 155.
- Tessaro, Lucas W.E.; Murugan, Nirosha J. and Persinger, Michael A. 2015. Bacterial growth rates are influenced by cellular characteristics of individual species when immersed in electromagnetic fields. *Microbiological Research* 172 (2015) 26-33.
- Zapata JE, Moreno O, Márquez GF. Acción de un campo magnético sobre un cultivo aireado de *Saccharomyces cerevisiae*. *Interciencia*. 2005; 30:40-6.

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ANEXOS DE RESULTADOS EN TABLAS Y GRAFICOS

ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 52 KHz Y 100 MILIGAUSS POR UN TIEMPO DE 180 SEGUNDOS

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	10×10^7	100000000	8	7.921	0.0034385	0.05863872
0		7×10^7	70000000	7.845			
0		8×10^7	80000000	7.903			
0		8×10^7	80000000	7.903			
0		9×10^7	90000000	7.954			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	52	36×10^7	360000000	8.5563	8.4503	0.05560009	0.235796712
180		42×10^7	420000000	8.6232			
180		11×10^7	110000000	8.0414			
180		29×10^7	290000000	8.4624			
180		37×10^7	370000000	8.5682			

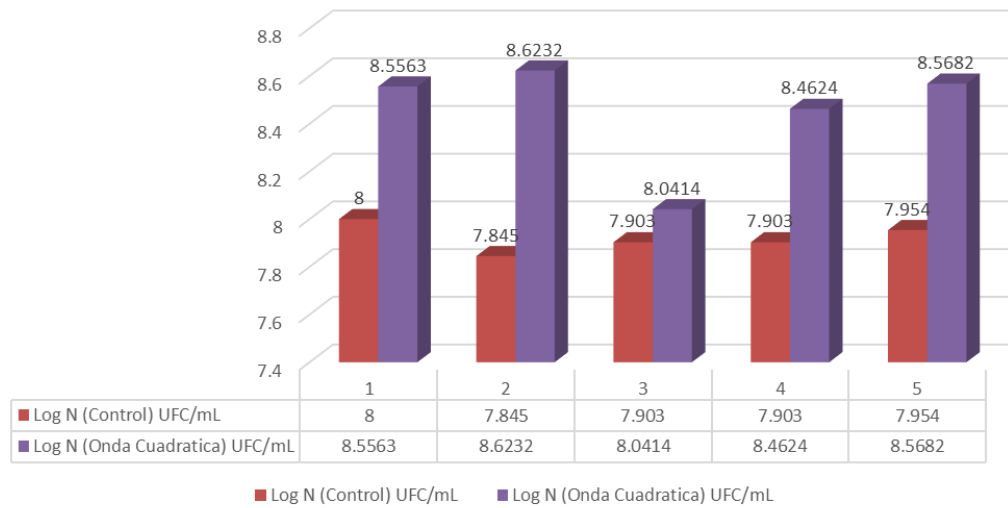
Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i>		
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
8	8.5563	1
7.845	8.6232	2
7.903	8.0414	3
7.903	8.4624	4
7.954	8.5682	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Grafico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus Plantarum*



ENSAYO N°2

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	9×10^7	90000000	7.954	7.671	0.12915128	0.35937624
0		9×10^7	90000000	7.954			
0		1×10^7	10000000	7.000			
0		7×10^7	70000000	7.845			
0		4×10^7	40000000	7.602			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	52	45×10^7	450000000	8.653	8.516	0.17659262	0.42022924
180		6×10^7	60000000	7.778			
180		61×10^7	610000000	8.785			
180		39×10^7	390000000	8.591			
180		59×10^7	590000000	8.771			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

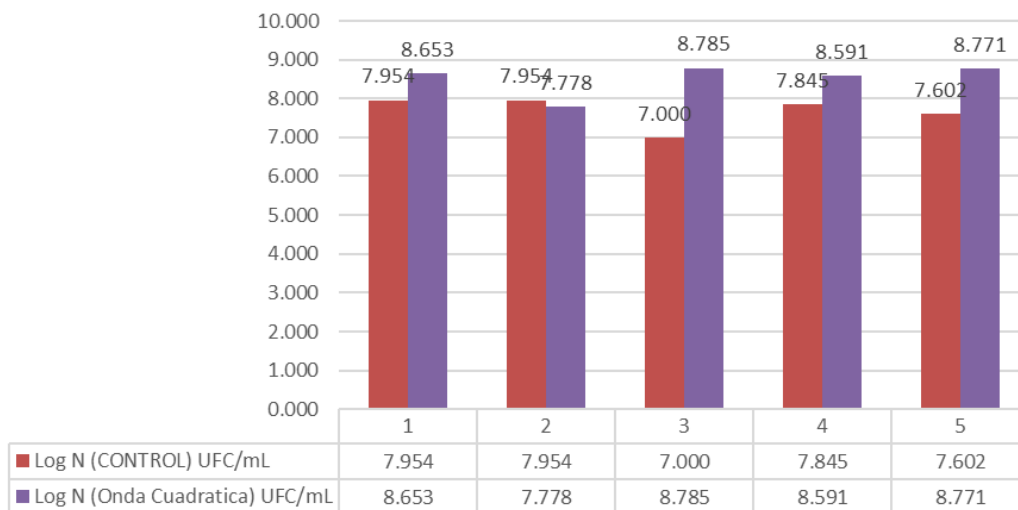
Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*

Log N (CONTROL) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
7.954	8.653	1
7.954	7.778	2
7.000	8.785	3
7.845	8.591	4
7.602	8.771	5

Grafico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus Plantarum*



ENSAYO N°3

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	64×10^7	640000000	8.8062	8.8760	0.00535632	0.07318688
0		59×10^7	590000000	8.7709			
0		87×10^7	870000000	8.9395			
0		89×10^7	890000000	8.9494			
0		82×10^7	820000000	8.9138			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

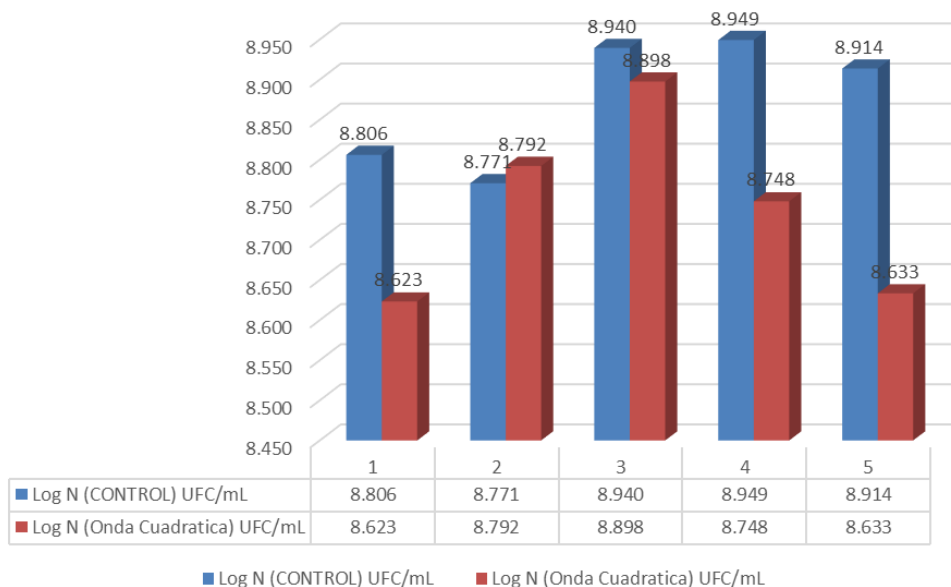
Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	52	42x10 ⁷	420000000	8.6232	8.7390	0.01052656	0.102599
180		62x10 ⁷	620000000	8.7924			
180		79x10 ⁷	790000000	8.8976			
180		56x10 ⁷	560000000	8.7482			
180		43x10 ⁷	430000000	8.6335			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
8.806	8.623	1
8.771	8.792	2
8.940	8.898	3
8.949	8.748	4
8.914	8.633	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus Plantarum*



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYO N°4

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	89×10^7	890000000	8.9494	8.9840	0.03624554	0.19038261
0		72×10^7	720000000	8.8573			
0		52×10^7	520000000	8.7160			
0		157×10^7	1570000000	9.1959			
0		159×10^7	1590000000	9.2014			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	52	93×10^7	930000000	8.9685	8.9383	0.00356678	0.0597225
180		80×10^7	800000000	8.9031			
180		72×10^7	720000000	8.8573			
180		108×10^7	1080000000	9.0334			
180		85×10^7	850000000	8.9294			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*

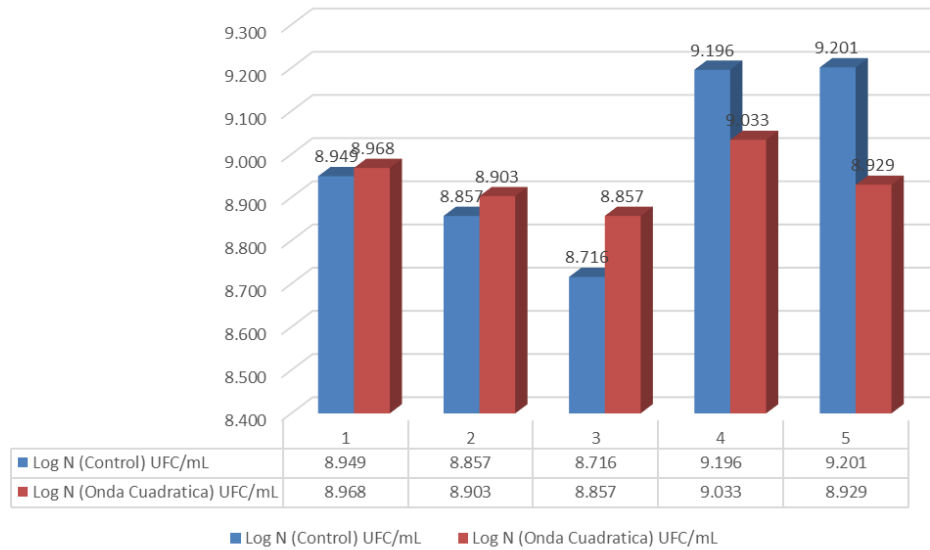
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Placas Petri con Agar MRS
8.949	8.968	1
8.857	8.903	2
8.716	8.857	3
9.196	9.033	4
9.201	8.929	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*



ENSAYO N°5

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	89×10^7	890000000	8.9494	8.9840	0.03624554	0.19038261
0		72×10^7	720000000	8.8573			
0		52×10^7	520000000	8.7160			
0		157×10^7	1570000000	9.1959			
0		159×10^7	1590000000	9.2014			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	52	103×10^7	1030000000	9.0128	9.0841	0.00666808	0.08165833
180		127×10^7	1270000000	9.1038			
180		123×10^7	1230000000	9.0899			
180		167×10^7	1670000000	9.2227			
180		98×10^7	980000000	8.9912			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

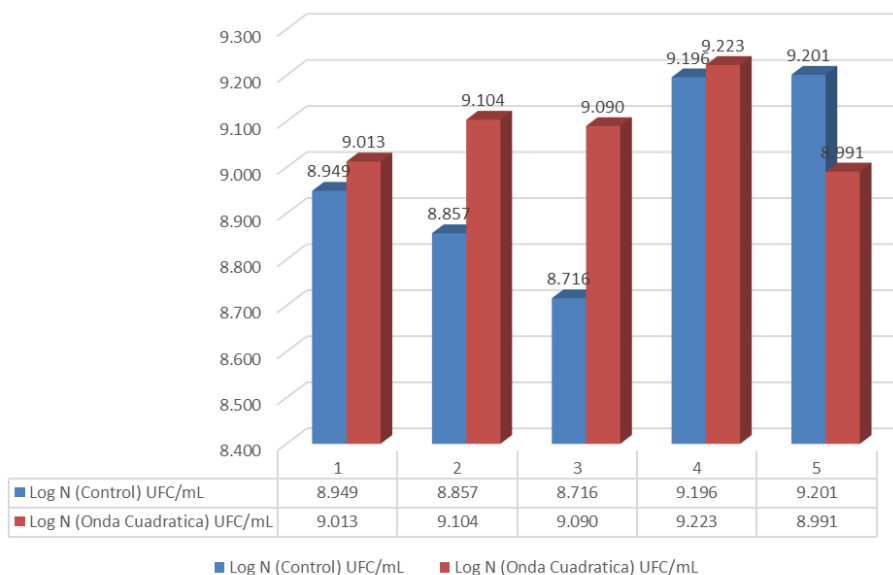
Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
8.949	9.013	1
8.857	9.104	2
8.716	9.090	3
9.196	9.223	4
9.201	8.991	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYO N°6

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	115x10 ⁷	1150000000	9.0607	9.2471	0.01108173	0.10526978
0		181x10 ⁷	1810000000	9.2577			
0		242x10 ⁷	2420000000	9.3838			
0		195x10 ⁷	1950000000	9.2900			
0		175x10 ⁷	1750000000	9.2430			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	52	274x10 ⁷	2740000000	9.4378	9.4761	0.00166227	0.04077093
180		295x10 ⁷	2950000000	9.4698			
180		269x10 ⁷	2690000000	9.4298			
180		320x10 ⁷	3200000000	9.5051			
180		345x10 ⁷	3450000000	9.5378			

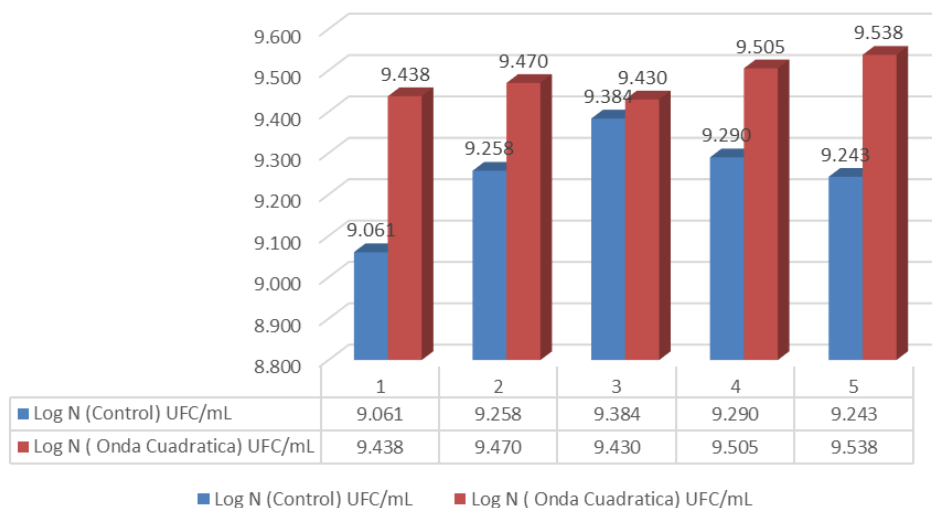
Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i>		
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Placas Petri con Agar MRS
9.061	9.438	1
9.258	9.470	2
9.384	9.430	3
9.290	9.505	4
9.243	9.538	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*



ENSAYO N°7

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	115×10^7	1150000000	9.0607	9.2471	0.01108173	0.10526978
0		181×10^7	1810000000	9.2577			
0		242×10^7	2420000000	9.3838			
0		195×10^7	1950000000	9.2900			
0		175×10^7	1750000000	9.2430			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	52	241×10^7	2410000000	9.3820	9.3802	0.00503818	0.07098014
180		175×10^7	1750000000	9.2430			
180		260×10^7	2600000000	9.4150			
180		265×10^7	2650000000	9.4232			
180		274×10^7	2740000000	9.4378			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

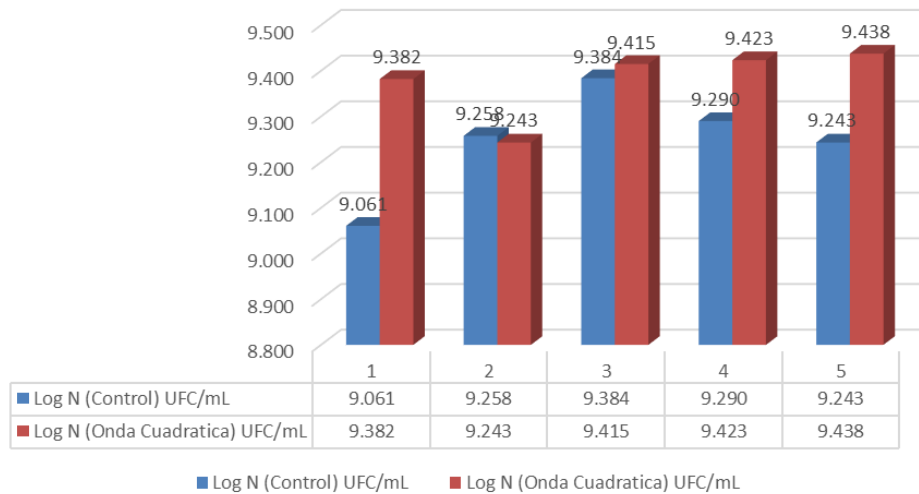
Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Cuadro N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.061	9.382	1
9.258	9.243	2
9.384	9.415	3
9.290	9.423	4
9.243	9.438	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

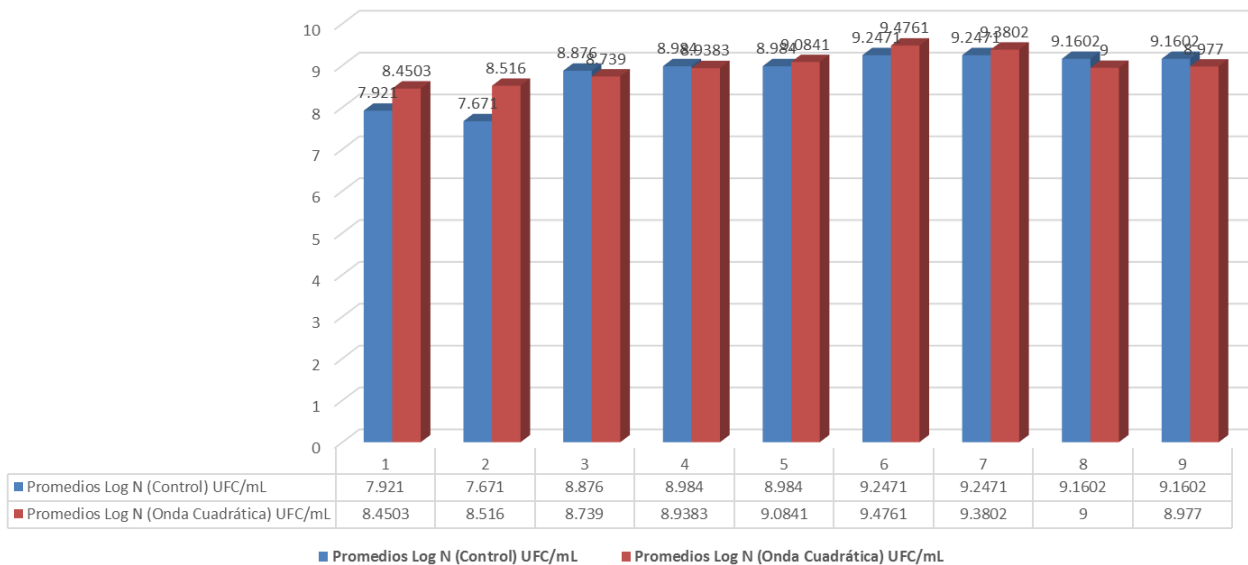
Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

PROMEDIOS DE RECUENTOS DE *Lactobacillus plantarum*

Tabla N° 1. Promedios de Recuentos en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i> a 52KHz y 100 miliGauss		
Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Ensayos
7.921	8.4503	1
7.671	8.516	2
8.876	8.739	3
8.984	8.9383	4
8.984	9.0841	5
9.2471	9.4761	6
9.2471	9.3802	7
9.1602	9	8
9.1602	8.977	9

Gráfico N° 1. Promedios de Recuentos en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 52KHz y 100 miliGauss



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

**ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 42KHz Y 100 MILIGAUSS POR UN TIEMPO DE
180 SEGUNDOS**

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	42	115x10 ⁷	1150000000	9.0607	9.2471	0.01108173	0.10526978
0		181x10 ⁷	1810000000	9.2577			
0		242x10 ⁷	2420000000	9.3838			
0		195x10 ⁷	1950000000	9.2900			
0		175x10 ⁷	1750000000	9.2430			
0							

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	42	261x10 ⁷	2610000000	9.4166	9.4531	0.00341623	0.05844855
180		266x10 ⁷	2660000000	9.4249			
180		253x10 ⁷	2530000000	9.4031			
180		367x10 ⁷	3670000000	9.5647			
180		286x10 ⁷	2860000000	9.4564			

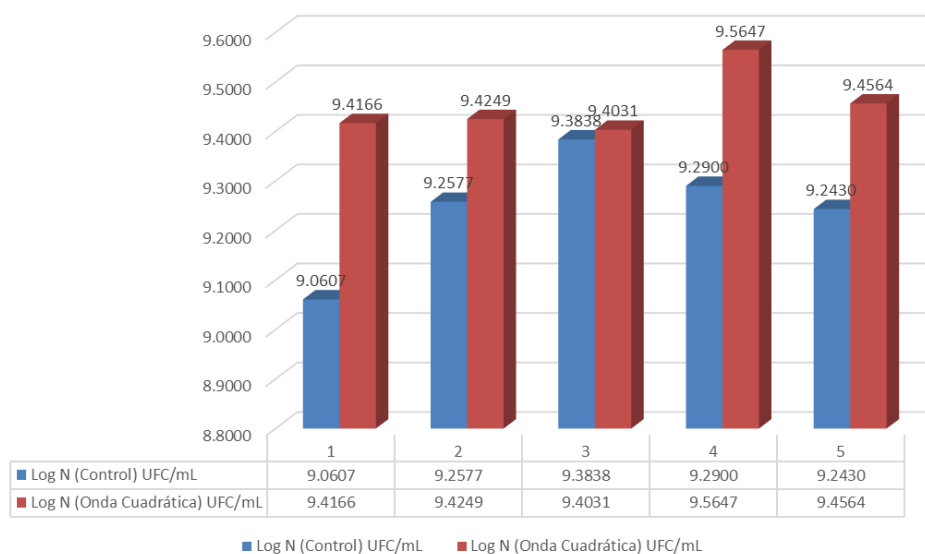
Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i>		
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.0607	9.4166	1
9.2577	9.4249	2
9.3838	9.4031	3
9.2900	9.5647	4
9.2430	9.4564	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum*



ENSAYO N°2

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	42	115×10^7	1150000000	9.0607	9.2471	0.01108173	0.10526978
0		181×10^7	1810000000	9.2577			
0		242×10^7	2420000000	9.3838			
0		195×10^7	1950000000	9.2900			
0		175×10^7	1750000000	9.2430			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	42	300×10^7	3000000000	9.477	9.560	0.00763062	0.08735344
180		410×10^7	4100000000	9.613			
180		370×10^7	3700000000	9.568			
180		489×10^7	4890000000	9.689			
180		283×10^7	2830000000	9.452			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

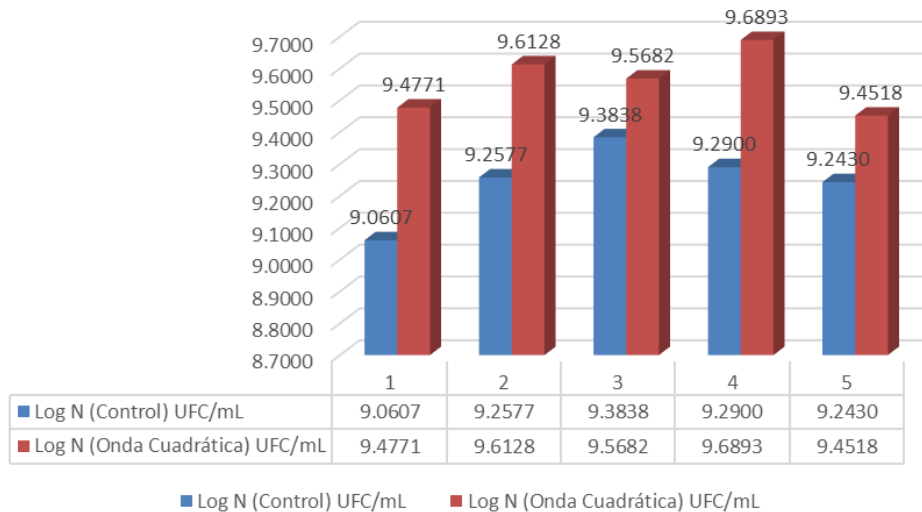
Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 42 Khz y 100 miliGausses

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.0607	9.4771	1
9.2577	9.6128	2
9.3838	9.5682	3
9.2900	9.6893	4
9.2430	9.4518	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 42 Khz y 100 miliGausses



PROMEDIOS DE RECUENTOS DE *Lactobacillus plantarum*

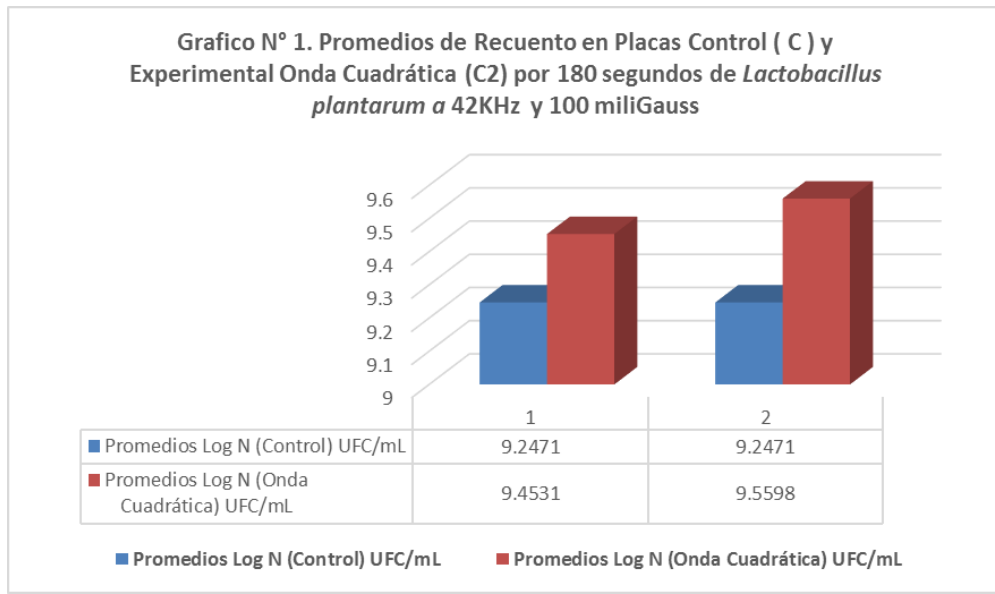
Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 42KHz y 100 miliGauss

Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Ensayos
9.2471	9.4531	1
9.2471	9.5598	2

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*



ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 32KHz Y 100 MILIGAUS POR UN TIEMPO DE 180 SEGUNDOS

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	32	115x10 ⁷	1150000000	9.0607	9.2471	0.01108173	0.10526978
0		181x10 ⁷	1810000000	9.2577			
0		242x10 ⁷	2420000000	9.3838			
0		195x10 ⁷	1950000000	9.2900			
0		175x10 ⁷	1750000000	9.2430			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	32	242x10 ⁷	2420000000	9.3838	9.3832	0.00327471	0.0572251
180		231x10 ⁷	2310000000	9.3636			
180		250x10 ⁷	2500000000	9.3979			
180		198x10 ⁷	1980000000	9.2967			
180		298x10 ⁷	2980000000	9.4742			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

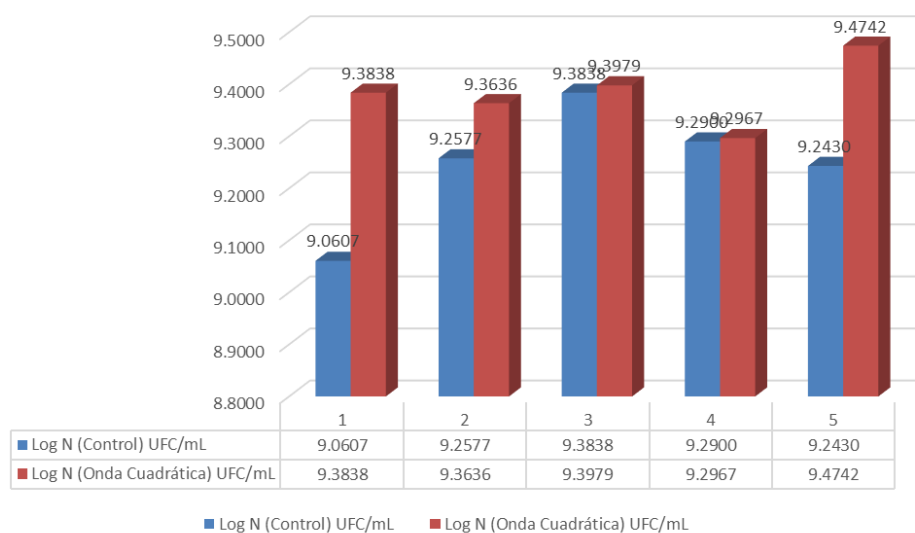
Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 32 Khz y 100 miliGauss

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.0607	9.3838	1
9.2577	9.3636	2
9.3838	9.3979	3
9.2900	9.2967	4
9.2430	9.4742	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 32 Khz y 100 miliGauss



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYO N°2

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	32	115x10 ⁷	1150000000	9.0607	9.2471	0.01108173	0.10526978
0		181x10 ⁷	1810000000	9.2577			
0		242x10 ⁷	2420000000	9.3838			
0		195x10 ⁷	1950000000	9.2900			
0		175x10 ⁷	1750000000	9.2430			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	32	350x10 ⁷	3500000000	9.5441	9.4753	0.00183608	0.04284947
180		283x10 ⁷	2830000000	9.4518			
180		310x10 ⁷	3100000000	9.4914			
180		298x10 ⁷	2980000000	9.4742			
180		260x10 ⁷	2600000000	9.4150			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 32 Khz y 100 miliGauss

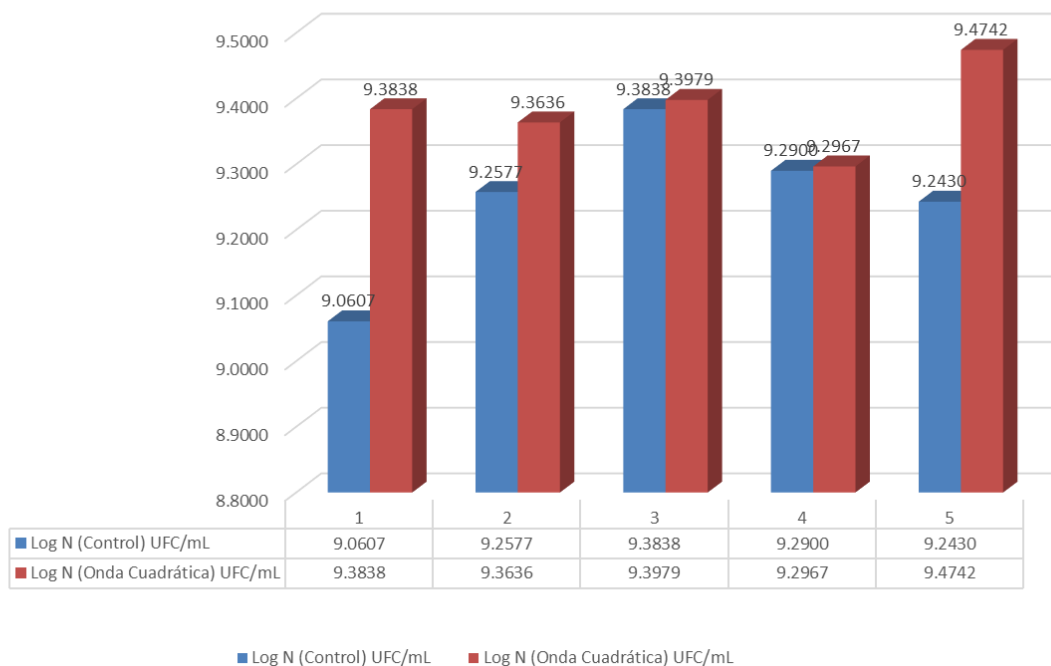
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.0607	9.5441	1
9.2577	9.4518	2
9.3838	9.4914	3
9.2900	9.4742	4
9.2430	9.4150	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 32 Khz y 100 miliGauss



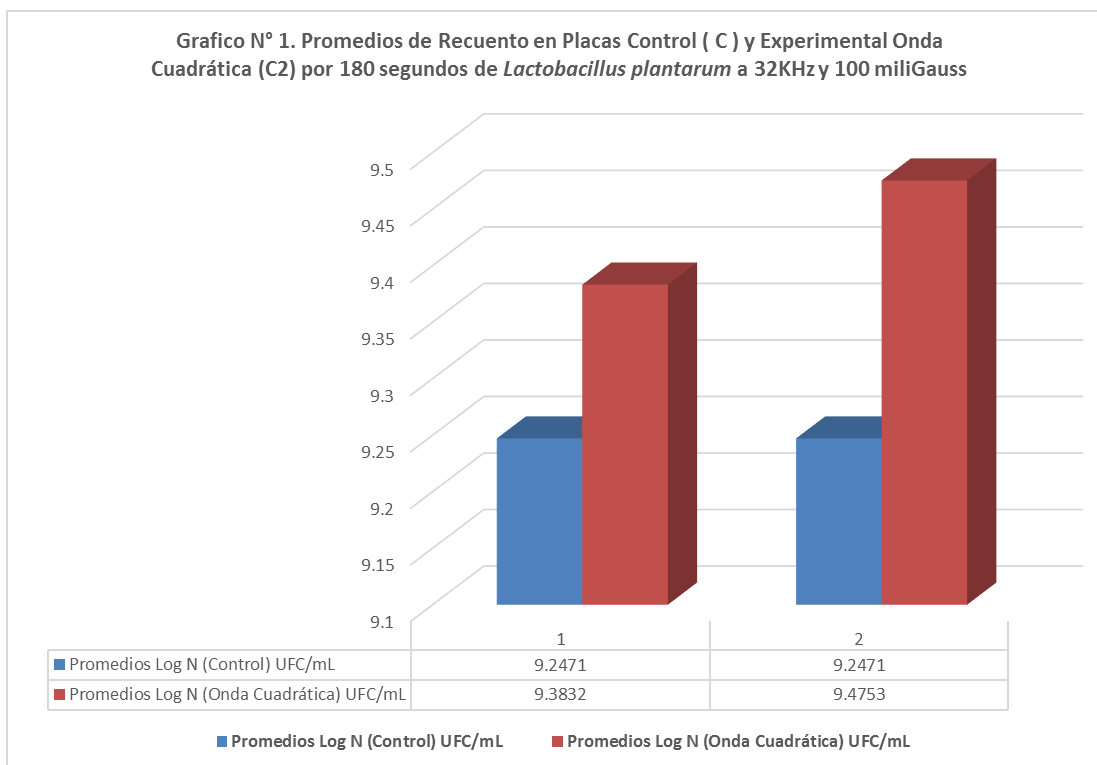
PROMEDIOS DE RECUENTO DE *Lactobacillus plantarum*

Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i> a 32KHz y 100 miliGauss		
Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Ensayos
9.2471	9.3832	1
9.2471	9.4753	2

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*



ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 22KHz Y 100 MILIGAUS POR UN TIEMPO DE 180 SEGUNDOS

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	22	115×10^7	1150000000	9.0607	9.2471	0.01108173	0.10526978
0		181×10^7	1810000000	9.2577			
0		242×10^7	2420000000	9.3838			
0		195×10^7	1950000000	9.2900			
0		175×10^7	1750000000	9.2430			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

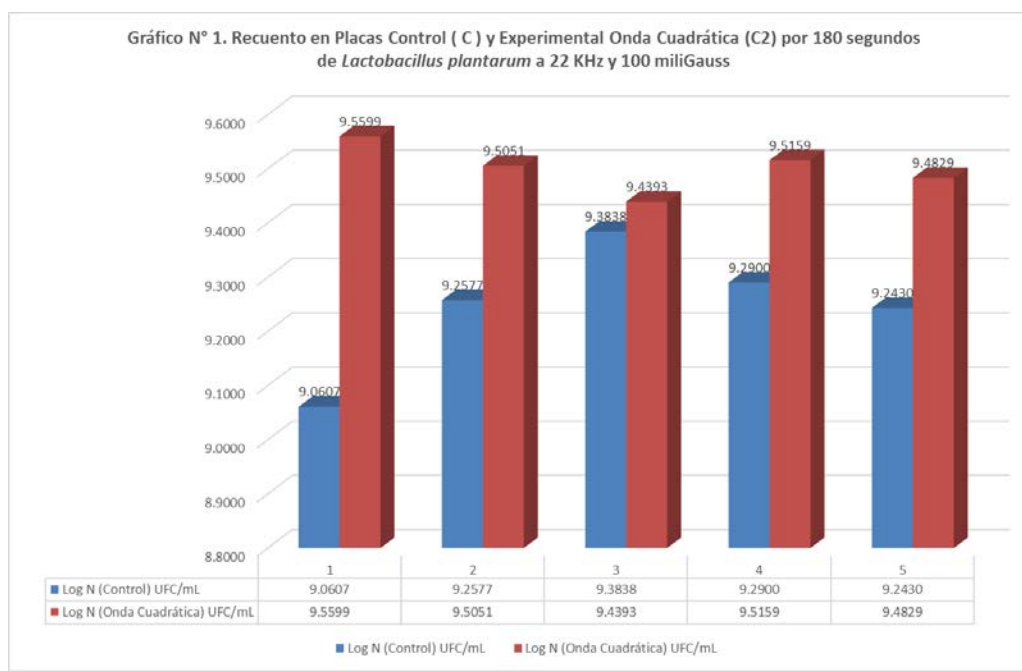
Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	22	363x10 ⁷	3630000000	9.5599	9.5006	0.00156783	0.03959589
180		320x10 ⁷	3200000000	9.5051			
180		275x10 ⁷	2750000000	9.4393			
180		328x10 ⁷	3280000000	9.5159			
180		304x10 ⁷	3040000000	9.4829			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 22 KHz y 100 miliGauss

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.0607	9.5599	1
9.2577	9.5051	2
9.3838	9.4393	3
9.2900	9.5159	4
9.2430	9.4829	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 22 KHz y 100 miliGauss



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYO N°2

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	22	115x10 ⁷	1150000000	9.0607	9.2471	0.01108173	0.10526978
0		181x10 ⁷	1810000000	9.2577			
0		242x10 ⁷	2420000000	9.3838			
0		195x10 ⁷	1950000000	9.2900			
0		175x10 ⁷	1750000000	9.2430			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	22	310x10 ⁷	3100000000	9.4914	9.4862	0.00831136	0.09116666
180		323x10 ⁷	3230000000	9.5092			
180		283x10 ⁷	2830000000	9.4518			
180		427x10 ⁷	4270000000	9.6304			
180		223x10 ⁷	2230000000	9.3483			

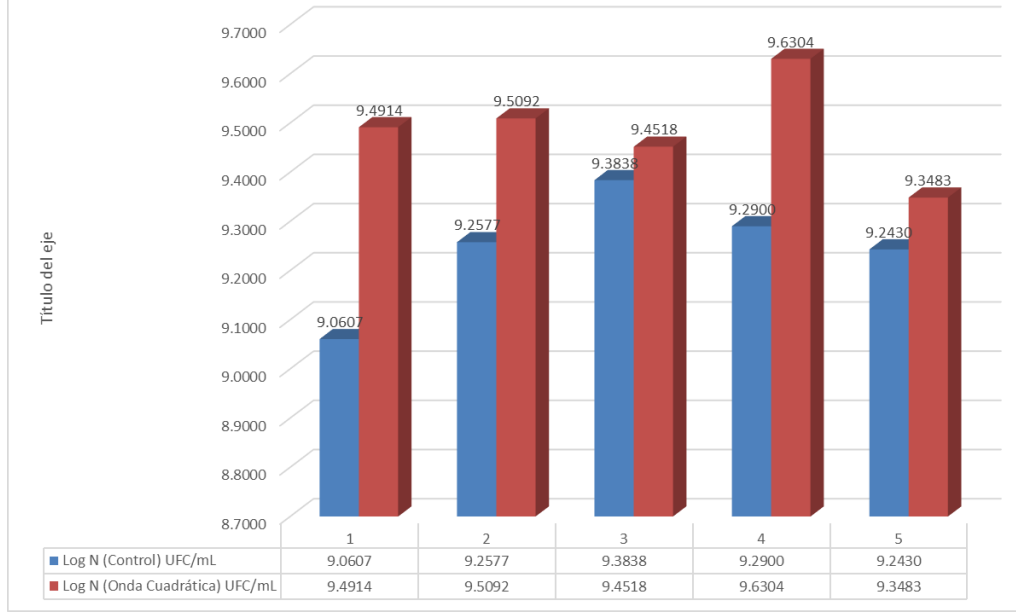
Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i> a 22 KHz y 100 miliGauss		
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.0607	9.4914	1
9.2577	9.5092	2
9.3838	9.4518	3
9.2900	9.6304	4
9.2430	9.3483	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

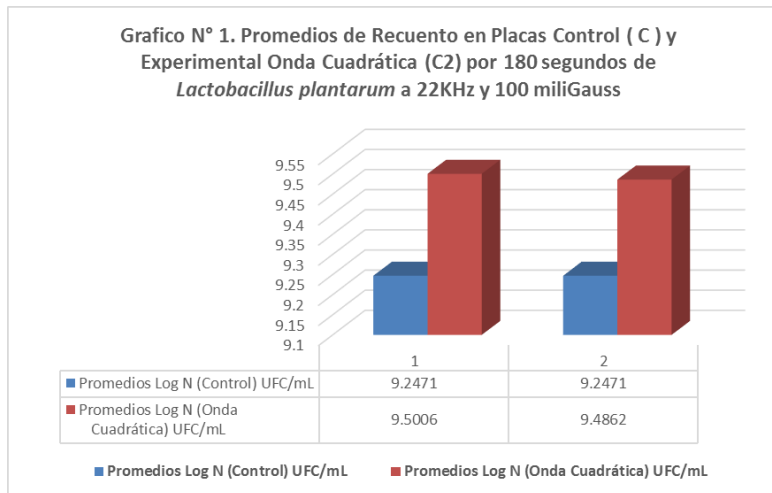
Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 22 KHz y 100 miliGauss



PROMEDIOS DE RECuentOS DE *Lactobacillus plantarum*

Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i> a 22KHz y 100 miliGauss		
Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Ensayos
9.2471	9.5006	1
9.2471	9.4862	2



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 52KHz Y 100 MILIGAUS POR UN TIEMPO DE 90SEGUNDOS

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	52	59×10^7	590000000	8.7709	8.9444	0.03207469	0.17909407
90		66×10^7	660000000	8.8195			
90		142×10^7	1420000000	9.1523			
90		64×10^7	640000000	8.8062			
90		149×10^7	1490000000	9.1732			

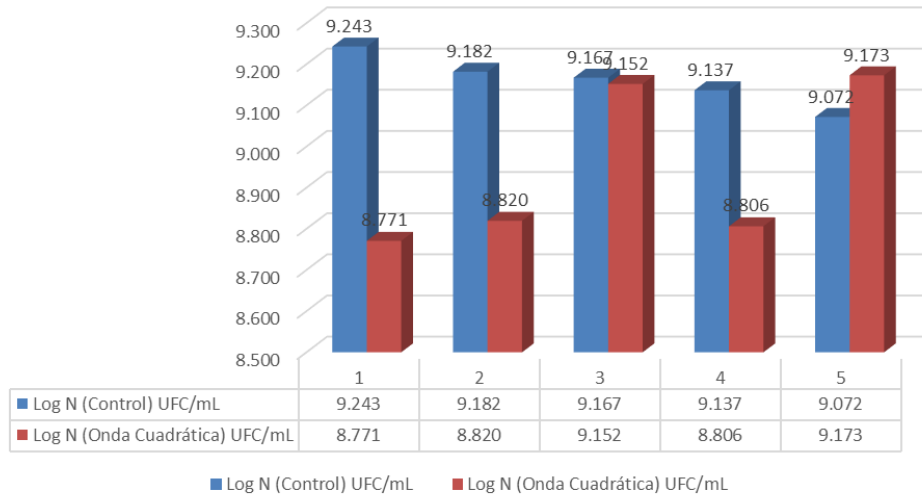
Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i>		
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.243	8.771	1
9.182	8.820	2
9.167	9.152	3
9.137	8.806	4
9.072	9.173	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum*



ENSAYO N°2

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	52	89×10^7	890000000	8.9494	8.9770	0.00890276	0.09435444
90		100×10^7	1000000000	9.0000			
90		65×10^7	650000000	8.8129			
90		107×10^7	1070000000	9.0294			
90		124×10^7	1240000000	9.0934			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

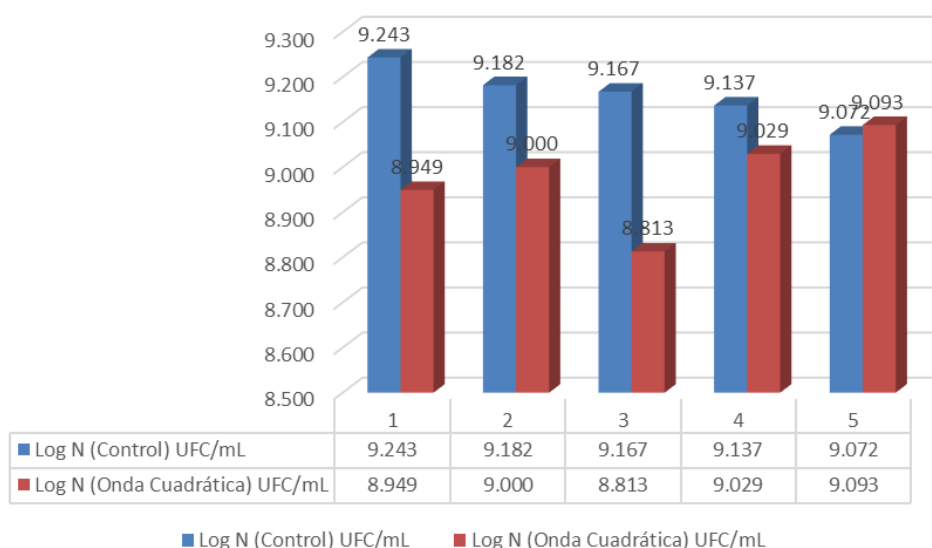
Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum*

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.243	8.949	1
9.182	9.000	2
9.167	8.813	3
9.137	9.029	4
9.072	9.093	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum*



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYO N°3

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	52	59×10^7	590000000	8.7709	8.9444	0.03207469	0.17909407
90		66×10^7	660000000	8.8195			
90		142×10^7	1420000000	9.1523			
90		64×10^7	640000000	8.8062			
90		149×10^7	1490000000	9.1732			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum*

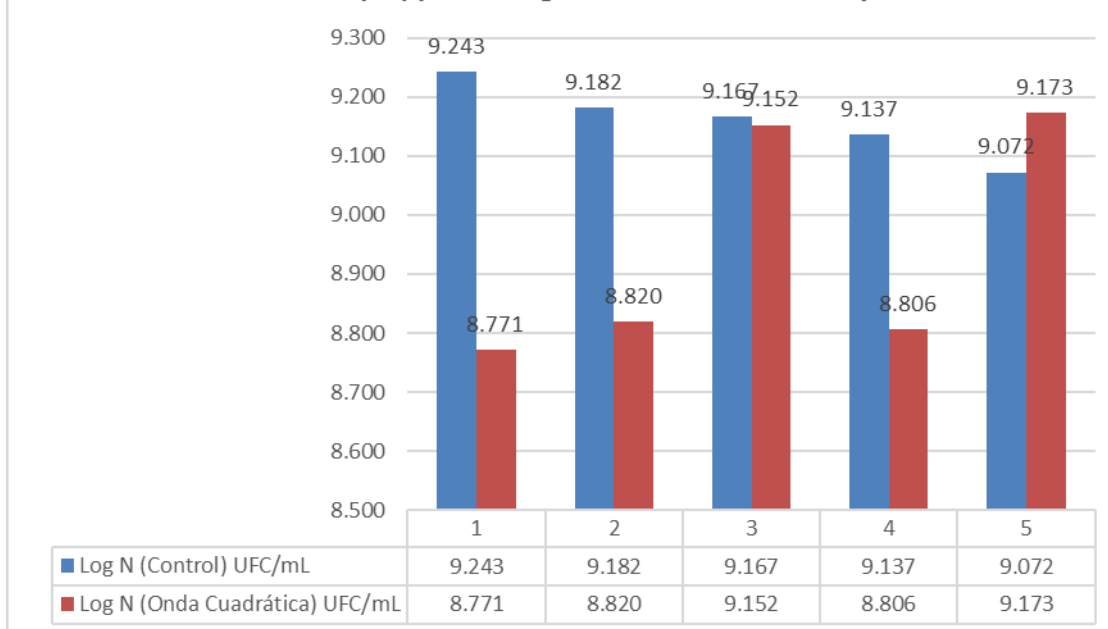
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.243	8.771	1
9.182	8.820	2
9.167	9.152	3
9.137	8.806	4
9.072	9.173	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum*



ENSAYO N°4

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

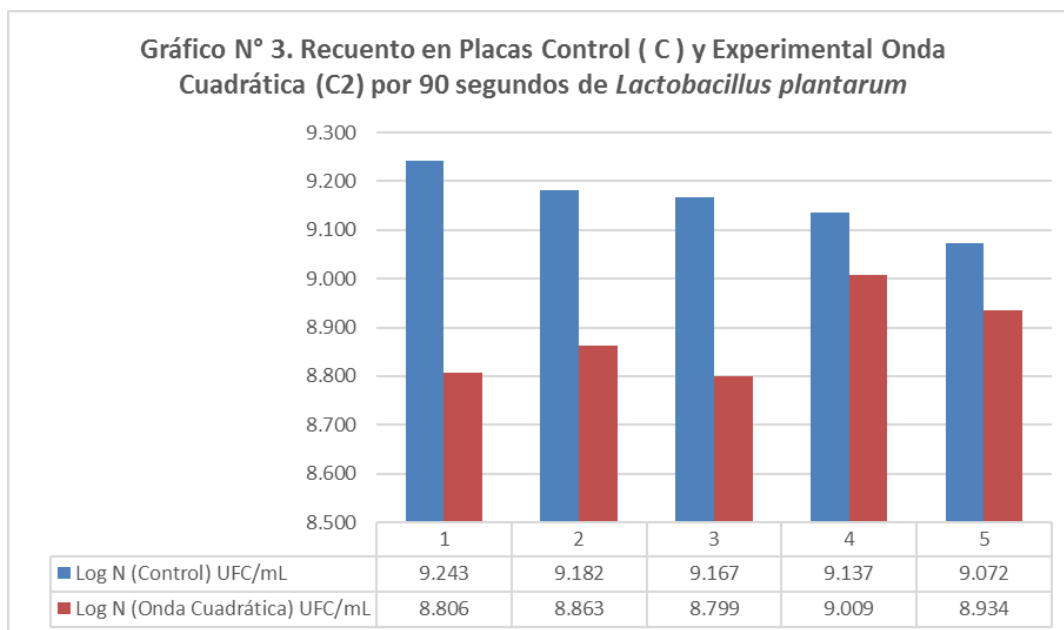
Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	52	64×10^7	640000000	8.8062	8.8824	0.00634261	0.07964048
90		73×10^7	730000000	8.8633			
90		63×10^7	630000000	8.7993			
90		102×10^7	1020000000	9.0086			
90		86×10^7	860000000	8.9345			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum*

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.243	8.806	1
9.182	8.863	2
9.167	8.799	3
9.137	9.009	4
9.072	8.934	5

Gráfico N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum*



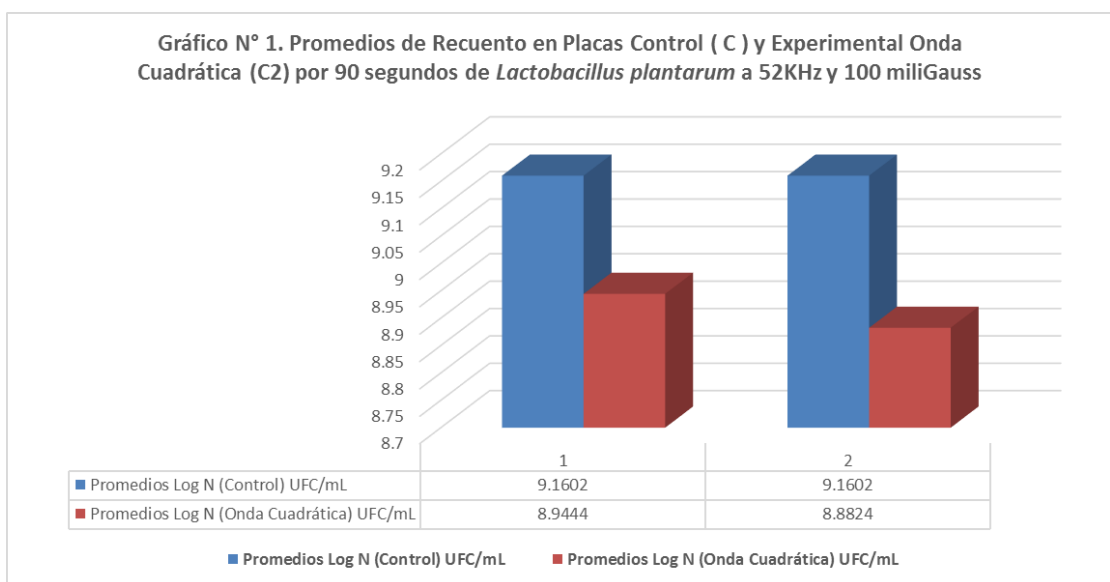
INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

PROMEDIOS DE RECuentOS DE *Lactobacillus plantarum*

Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i> a 52KHz y 100 miliGauss		
Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Ensayos
9.1602	8.9444	1
9.1602	8.8824	2



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 42KHz Y 100 MILIGAUS POR UN TIEMPO DE 90SEGUNDOS

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (CONTROL) UFC/mL	N (CONTROL) UFC/mL	Log N (CONTROL) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	42	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	42	111×10^7	1110000000	9.0453	9.1377	0.00783802	0.08853259
90		166×10^7	1660000000	9.2201			
90		95×10^7	950000000	8.9777			
90		96×10^7	960000000	8.9823			
90		107×10^7	1070000000	9.0294			

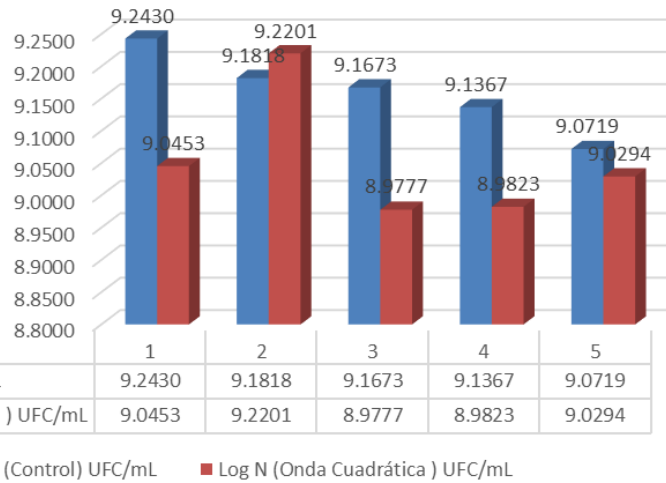
Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i> a 42 Khz y 100 miliGausses		
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.2430	9.0453	1
9.1818	9.2201	2
9.1673	8.9777	3
9.1367	8.9823	4
9.0719	9.0294	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 42 Khz y 100 miliGausses



ENSAYO N°2

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus Plantarum*

Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	42	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus Plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	42	97×10^7	970000000	8.9868	8.9016	0.00317559	0.05635241
90		84×10^7	840000000	8.9243			
90		79×10^7	790000000	8.8976			
90		77×10^7	770000000	8.8865			
90		65×10^7	650000000	8.8129			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

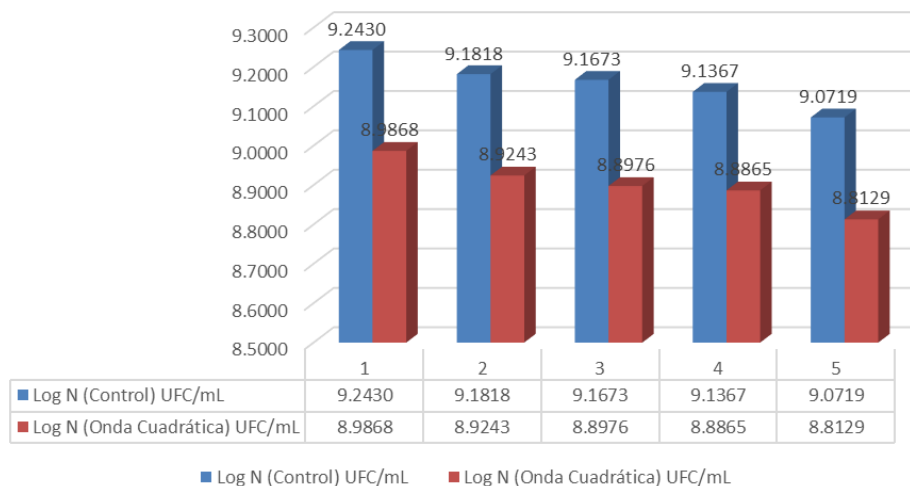
Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus Plantarum* a 42 Khz y 100 miliGausses

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.2430	8.9868	1
9.1818	8.9243	2
9.1673	8.8976	3
9.1367	8.8865	4
9.0719	8.8129	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 42 Khz y 100 miliGausses



PROMEDIOS DE RECUESTO DE *Lactobacillus plantarum*

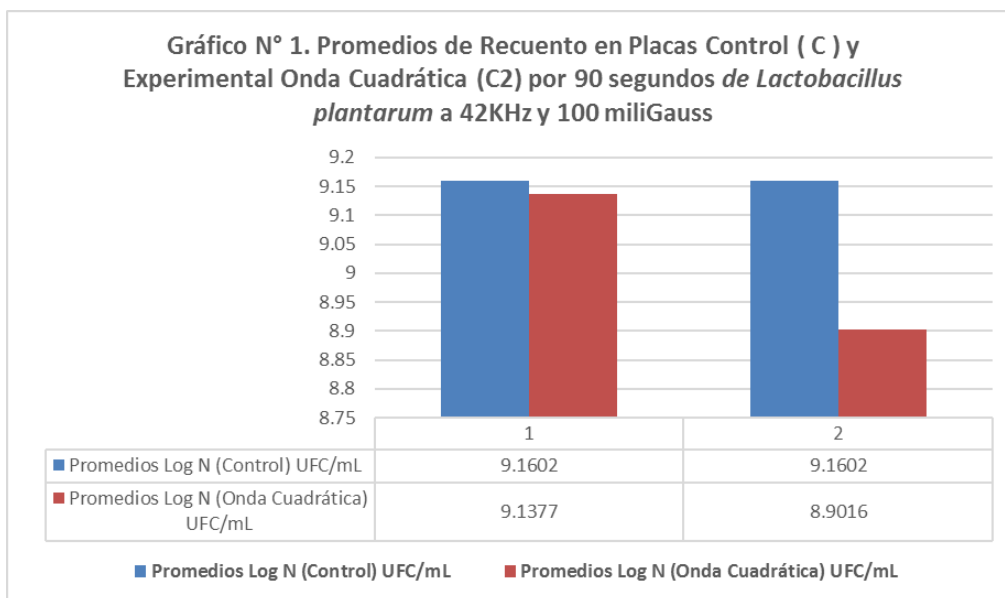
Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 42KHz y 100 miliGauss

Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Ensayos
9.1602	9.1377	1
9.1602	8.9016	2

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*



ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 32KHz Y 100 MILIGAUS POR UN TIEMPO DE 90SEGUNDOS

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (CONTROL) UFC/mL	N (CONTROL) UFC/mL	Log N (CONTROL) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	32	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

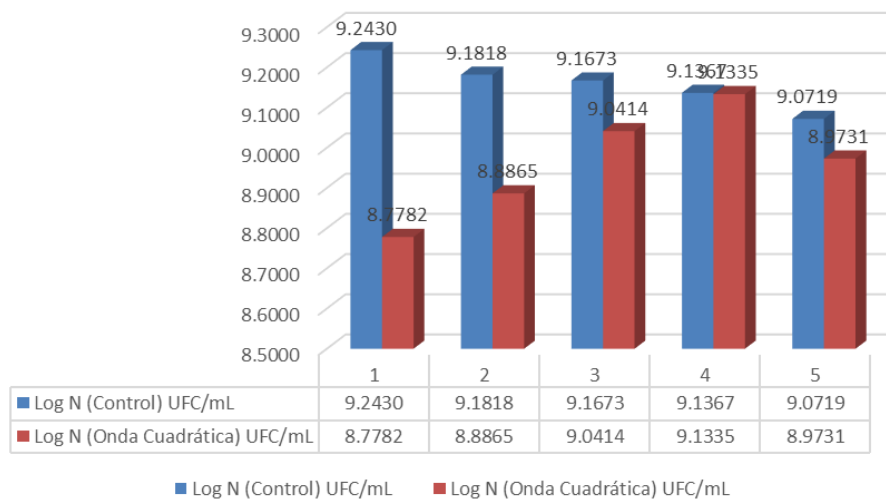
Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	32	60x10 ⁷	600000000	8.7782	8.9625	0.01507064	0.12276252
90		77x10 ⁷	770000000	8.8865			
90		110x10 ⁷	1100000000	9.0414			
90		136x10 ⁷	1360000000	9.1335			
90		94x10 ⁷	940000000	8.9731			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 32 Khz y 100 miliGauss

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.2430	8.7782	1
9.1818	8.8865	2
9.1673	9.0414	3
9.1367	9.1335	4
9.0719	8.9731	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 32 Khz y 100 miliGauss



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYO N°2

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (CONTROL) UFC/mL	N (CONTROL) UFC/mL	Log N (CONTROL) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	32	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	32	56×10^7	560000000	8.7482	8.7956	0.00198528	0.04455647
90		66×10^7	660000000	8.8195			
90		57×10^7	570000000	8.7559			
90		61×10^7	610000000	8.7853			
90		74×10^7	740000000	8.8692			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 32 Khz y 100 miliGauss

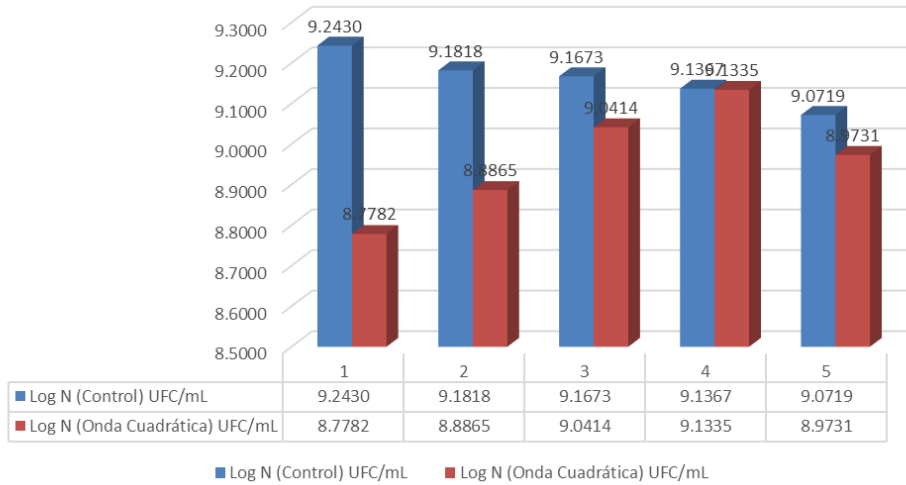
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.2430	8.7482	1
9.1818	8.8195	2
9.1673	8.7559	3
9.1367	8.7853	4
9.0719	8.8692	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

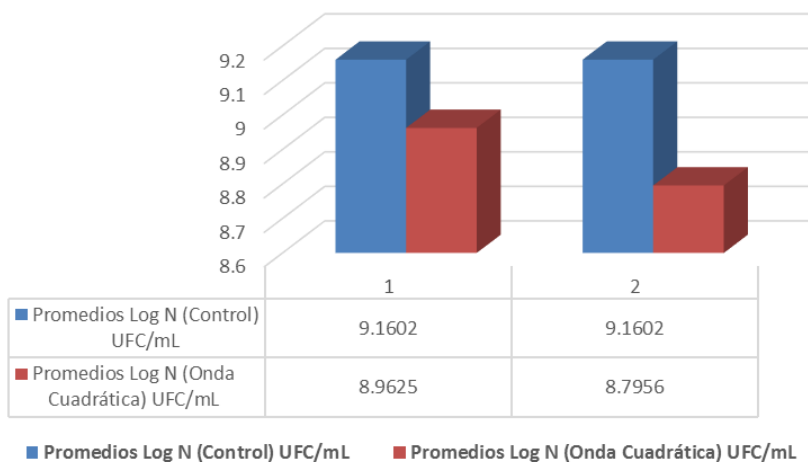
Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 32 Khz y 100 miliGauss



PROMEDIOS DE RECUENTOS DE *Lactobacillus plantarum*

Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i> a 32KHz y 100 miliGauss		
Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Ensayos
9.1602	8.9625	1
9.1602	8.7956	2

Gráfico N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 32KHz y 100 miliGauss



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 22KHz Y 100 MILIGAUS POR UN TIEMPO DE 90SEGUNDOS

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	22	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de <i>Lactobacillus plantarum</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	22	117×10^7	1170000000	9.0682	8.9471	0.03904323	0.1975936
90		143×10^7	1430000000	9.1553			
90		125×10^7	1250000000	9.0969			
90		51×10^7	510000000	8.7076			
90		51×10^7	510000000	8.7076			

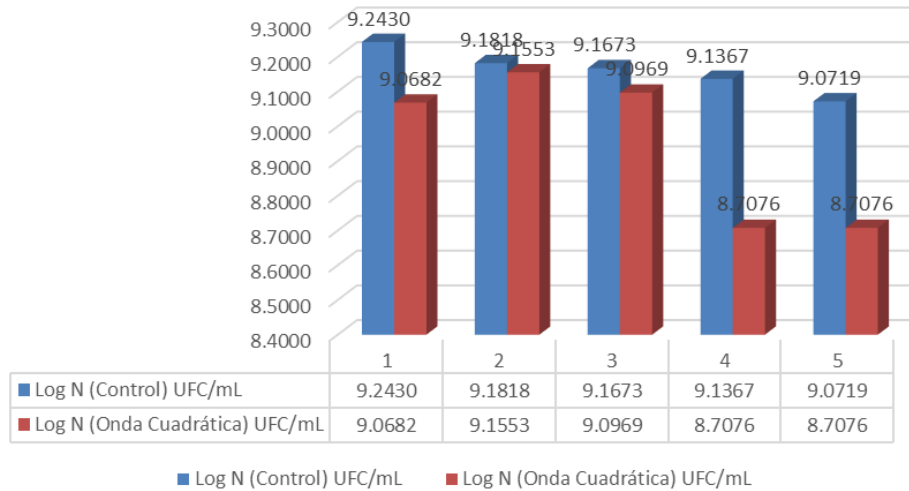
Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de <i>Lactobacillus plantarum</i> a 22 KHz y 100 miliGauss		
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.2430	9.0682	1
9.1818	9.1553	2
9.1673	9.0969	3
9.1367	8.7076	4
9.0719	8.7076	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 22 KHz y 100 miliGauss



ENSAYO N°2

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (min)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	22	175×10^7	1750000000	9.2430	9.1602	0.00314652	0.05609383
0		152×10^7	1520000000	9.1818			
0		147×10^7	1470000000	9.1673			
0		137×10^7	1370000000	9.1367			
0		118×10^7	1180000000	9.0719			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus plantarum*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
90	22	78×10^7	780000000	8.8921	8.8826	0.00818178	0.09045319
90		59×10^7	590000000	8.7709			
90		105×10^7	1050000000	9.0212			
90		85×10^7	850000000	8.9294			
90		63×10^7	630000000	8.7993			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

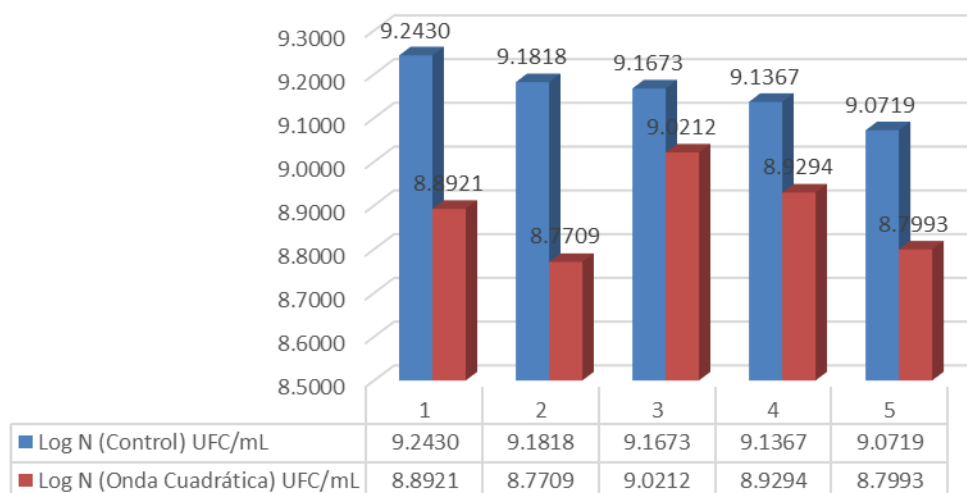
Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 22 KHz y 100 miliGauss

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
9.2430	8.8921	1
9.1818	8.7709	2
9.1673	9.0212	3
9.1367	8.9294	4
9.0719	8.7993	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 90 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 22 KHz y 100 miliGauss



PROMEDIOS DE RECuentOS DE *Lactobacillus plantarum*

Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 22KHz y 100 miliGauss

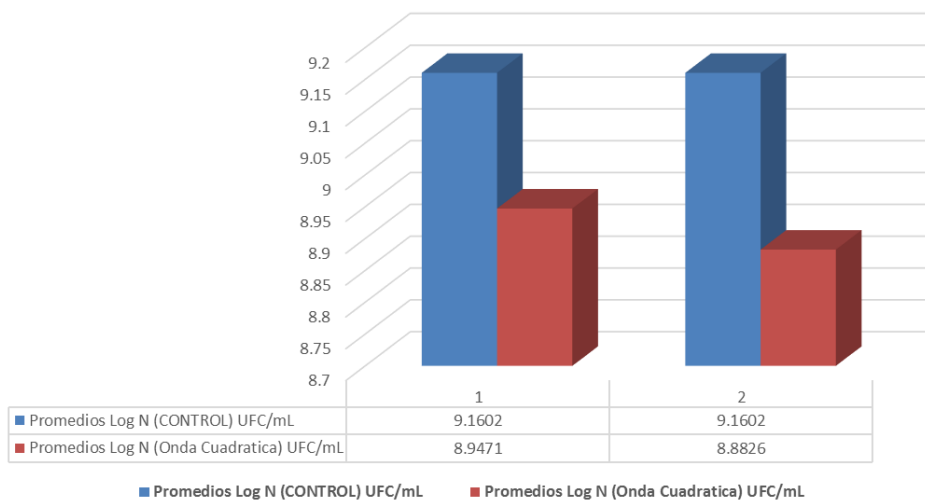
Promedios Log N (CONTROL) UFC/mL	Promedios Log N (ONDA SINUSOIDAL) UFC/mL	Numero de Ensayos
9.1602	8.9471	1
9.1602	8.8826	2

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

Gráfico N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus plantarum* a 22KHz y 100 miliGauss



ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 52 KHz Y 100 MILIGAUSS POR UN TIEMPO DE 180 SEGUNDOS PARA *Lactobacillus casei*

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus casei</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	52	29×10^7	290000000	8.4624	8.4827	0.002479	0.04978951
0		30×10^7	300000000	8.4771			
0		38×10^7	380000000	8.5798			
0		28×10^7	280000000	8.4472			
0		28×10^7	280000000	8.4472			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

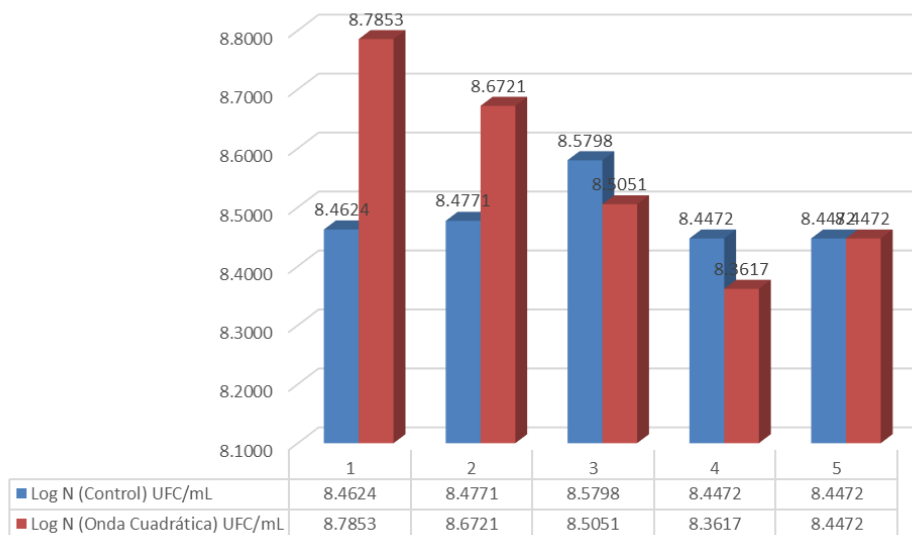
Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus casei*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	52	61×10^7	610000000	8.7853	8.5543	0.02364606	0.15377274
180		47×10^7	470000000	8.6721			
180		32×10^7	320000000	8.5051			
180		23×10^7	230000000	8.3617			
180		28×10^7	280000000	8.4472			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus casei* a 52 KHz y 100 miliGauss

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
8.4624	8.7853	1
8.4771	8.6721	2
8.5798	8.5051	3
8.4472	8.3617	4
8.4472	8.4472	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus casei* a 52 KHz y 100 miliGauss



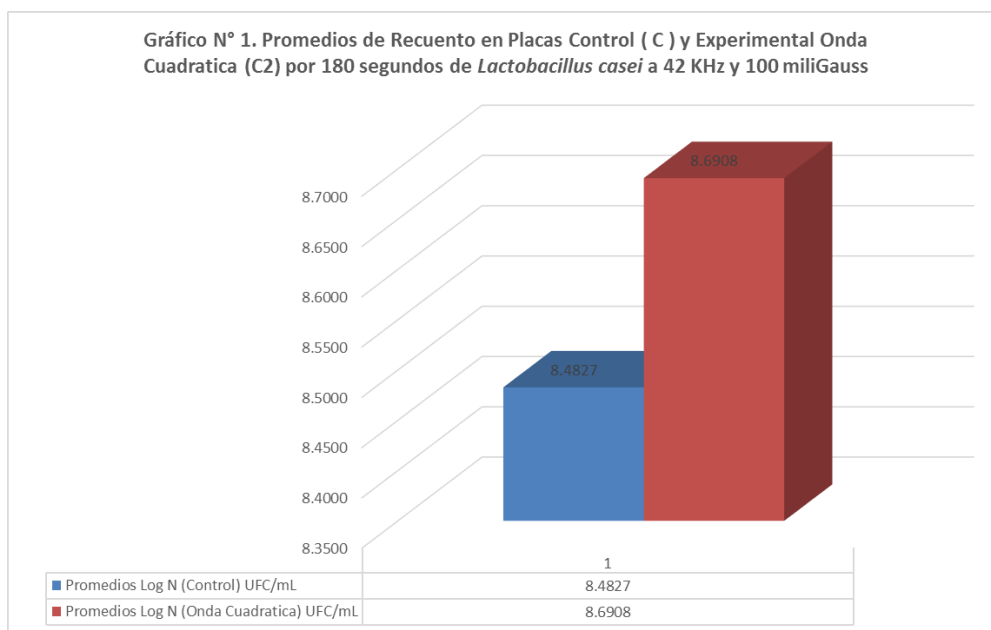
INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

PROMEDIOS DE RECUENTO DE *Lactobacillus casei*

Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus casei</i> a 42 KHz y 100 miliGauss		
Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Ensayos
8.4827	8.6908	1



ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 42 KHz Y 100 MILIGAUSS POR UN TIEMPO DE 180 SEGUNDOS PARA *Lactobacillus casei*

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus casei</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	42	29×10^7	290000000	8.4624	8.4827	0.002479	0.04978951
0		30×10^7	300000000	8.4771			
0		38×10^7	380000000	8.5798			
0		28×10^7	280000000	8.4472			
0		28×10^7	280000000	8.4472			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

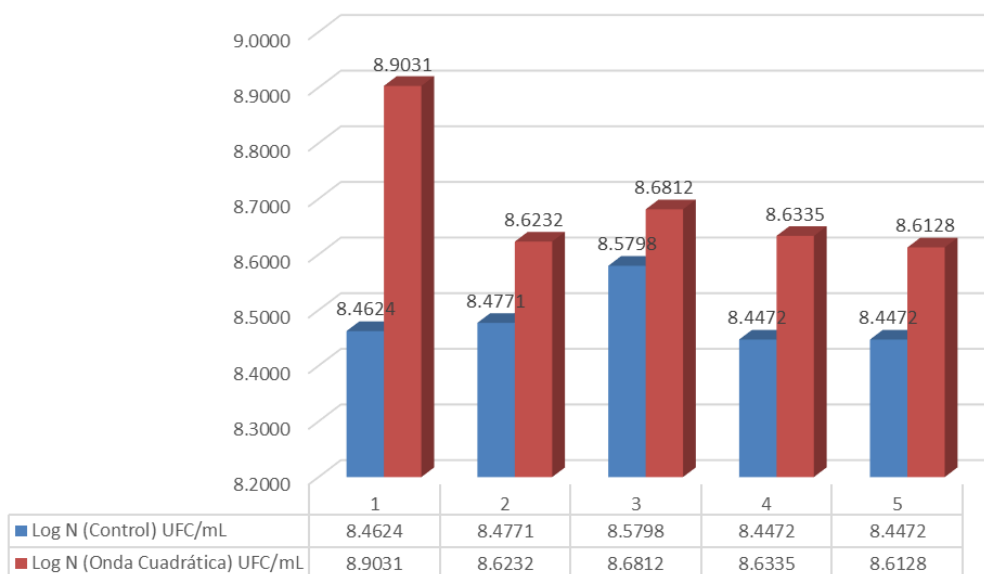
Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus casei*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	42	80×10^7	800000000	8.9031	8.6908	0.01181899	0.10871516
180		42×10^7	420000000	8.6232			
180		48×10^7	480000000	8.6812			
180		43×10^7	430000000	8.6335			
180		41×10^7	410000000	8.6128			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus casei* a 42 KHz y 100 miliGauss

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
8.4624	8.9031	1
8.4771	8.6232	2
8.5798	8.6812	3
8.4472	8.6335	4
8.4472	8.6128	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus casei* a 42 KHz y 100 miliGauss



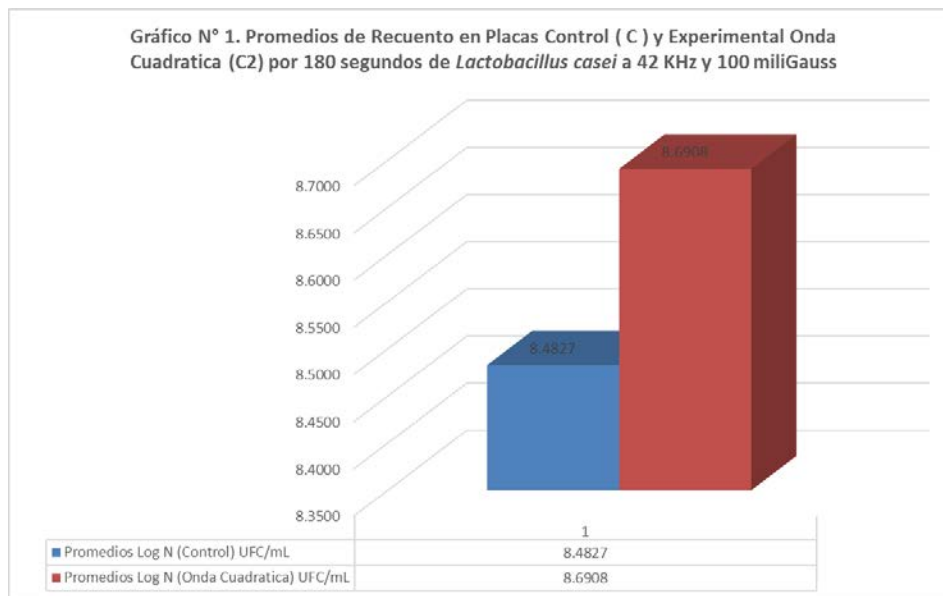
INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

PROMEDIOS DE RECUENTO DE *Lactobacillus casei*

Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus casei</i> a 42 KHz y 100 miliGauss		
Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Ensayos
8.4827	8.6908	1



ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 32 KHz Y 100 MILIGAUSS POR UN TIEMPO DE 180 SEGUNDOS PARA *Lactobacillus casei*

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus casei</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	32	29×10^7	290000000	8.4624	8.4827	0.002479	0.04978951
0		30×10^7	300000000	8.4771			
0		38×10^7	380000000	8.5798			
0		28×10^7	280000000	8.4472			
0		28×10^7	280000000	8.4472			

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

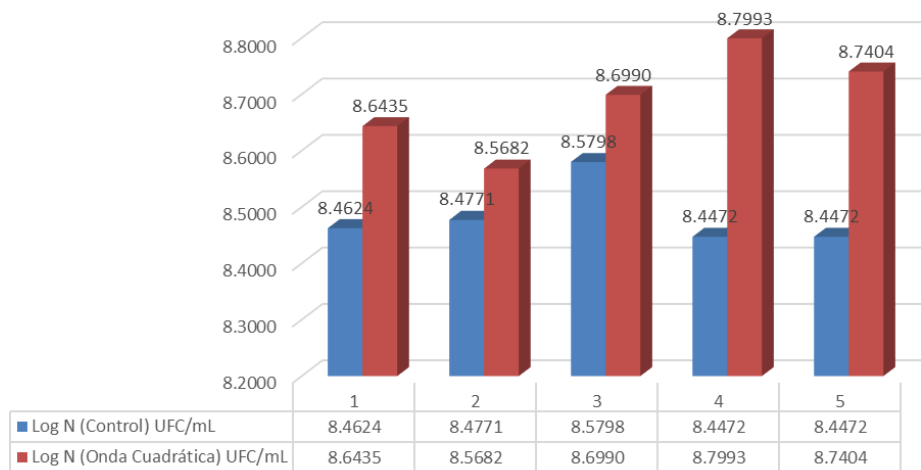
Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de *Lactobacillus casei*

Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	32	41×10^7	440000000	8.6435	8.6901	0.00631473	0.0794653
180		34×10^7	370000000	8.5682			
180		26×10^7	500000000	8.6990			
180		35×10^7	630000000	8.7993			
180		35×10^7	550000000	8.7404			

Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus casei* a 32 KHz y 100 miliGauss

Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
8.4624	8.6435	1
8.4771	8.5682	2
8.5798	8.6990	3
8.4472	8.7993	4
8.4472	8.7404	5

Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus casei* a 32 KHz y 100 miliGauss



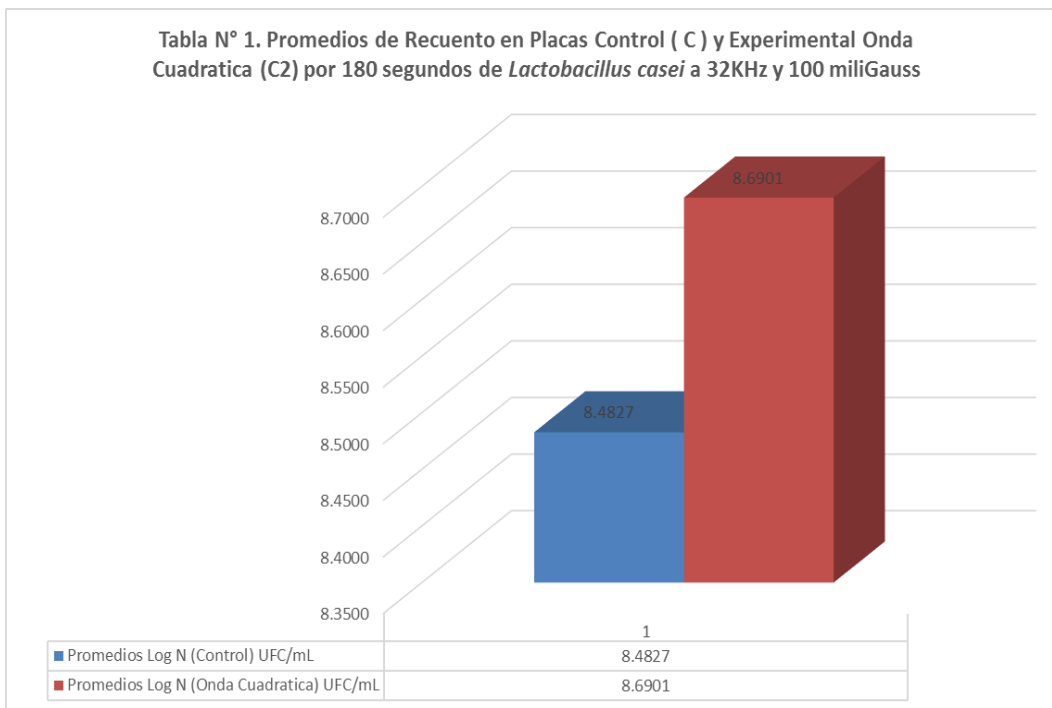
INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

PROMEDIOS DE RECUENTO DE *Lactobacillus casei*

Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus casei</i> a 32KHz y 100 miliGauss		
Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Ensayos
8.4827	8.6901	1



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ENSAYOS REALIZADOS CON UNA FRECUENCIA DE 22 KHz Y 100 MILIGAUSS POR UN TIEMPO DE 180 SEGUNDOS PARA *Lactobacillus casei*

ENSAYO N°1

Tabla N° 1. Recuento en Placas Control (C) de <i>Lactobacillus casei</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Control) UFC/mL	N (Control) UFC/mL	Log N (Control) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
0	22	29×10^7	290000000	8.4624	8.4827	0.002479	0.04978951
0		30×10^7	300000000	8.4771			
0		38×10^7	380000000	8.5798			
0		28×10^7	280000000	8.4472			
0		28×10^7	280000000	8.4472			

Tabla N° 2. Recuento en Placas Experimental Onda Cuadrática (C2) de <i>Lactobacillus casei</i>							
Tiempo exposicion (seg)	Frecuencia Khz	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	media \bar{X} (mX)	Varianza (s)	Desviacion Estándar
180	22	44×10^7	440000000	8.6435	8.6901	0.00631473	0.0794653
180		37×10^7	370000000	8.5682			
180		50×10^7	500000000	8.6990			
180		63×10^7	630000000	8.7993			
180		55×10^7	550000000	8.7404			

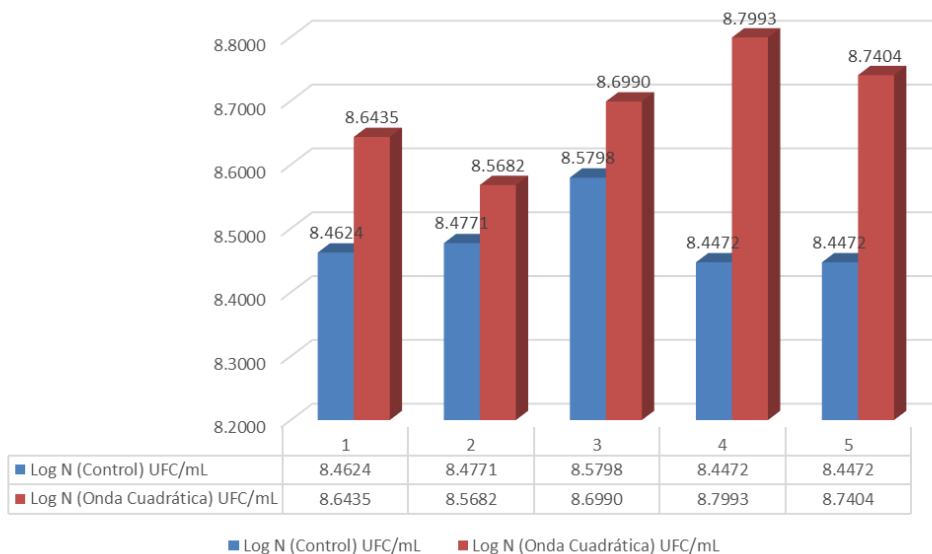
Tabla N° 3. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus casei</i> a 22KHz y 100 miliGauss		
Log N (Control) UFC/mL	Log N (Onda Cuadrática) UFC/mL	Numero de Placa Petri con Agar MRS
8.4624	8.6435	1
8.4771	8.5682	2
8.5798	8.6990	3
8.4472	8.7993	4
8.4472	8.7404	5

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

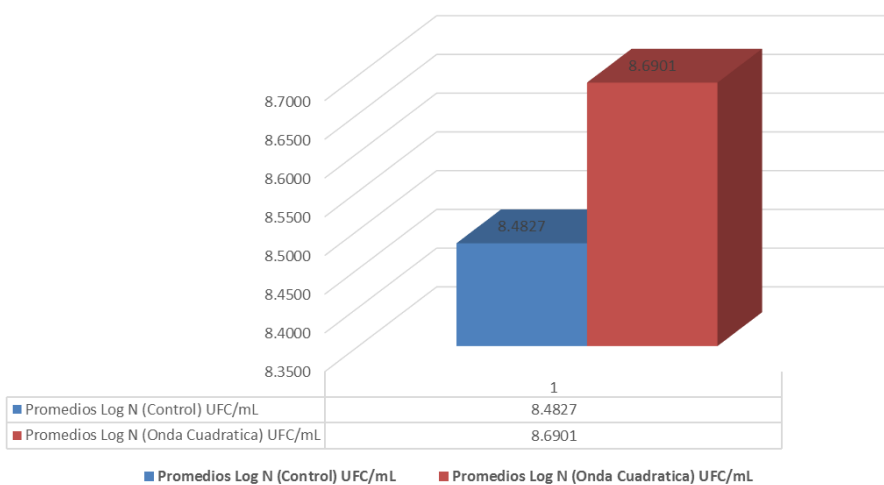
Gráfico N° 1. Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadrática (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus casei* a 22KHz y 100 miliGauss



PROMEDIOS DE RECUESTO DE *Lactobacillus casei*

Tabla N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de <i>Lactobacillus casei</i> a 22KHz y 100 miliGauss		
Promedios Log N (Control) UFC/mL	Promedios Log N (Onda Cuadratica) UFC/mL	Numero de Ensayos
8.4827	8.6901	1

Gráfico N° 1. Promedios de Recuento en Placas Control (C) y Experimental Onda Cuadratica (C2) por 180 segundos de *Lactobacillus casei* a 22KHz y 100 miliGauss



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*

ANEXOS DE FOTOGRAFIAS



Fotografía N°1 Bobina de Campo Magnético tipo Helmholtz diseñada por el Profesor Iván Ramírez J. en el Laboratorio de Física Aplicada de la Facultad de Ciencias Biológicas.



Fotografía N°2 Disposición de los equipos, generadores, medidor de campo de inducción magnética en miliGauss y bobina en el Laboratorio de Física Aplicada de la Facultad de Ciencias Biológicas.

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*



Fotografía 1. Placa Petri Control (C) con agar para *Lactobacillus* MRS, crecimiento de 10 Unidades Formadoras de Colonia sobre la superficie del agar.



Fotografía 2. Placa Petri Experimental Onda Cuadrática (C2) con agar para *Lactobacillus* MRS, crecimiento de 36 Unidades Formadoras de Colonia sobre la superficie del agar.

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*



Fotografía 3. Placa Petri Experimental Onda Cuadrática (C2) con agar para *Lactobacillus* MRS, crecimiento de 42 Unidades Formadoras de Colonia sobre la superficie del agar.

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Influencia del campo magnético sobre el crecimiento bacteriano utilizando onda cuadrática variable entre 20 – 55 KHz con intensidad de 100 miliGauss en tiempos diferentes para la producción de probióticos, fermentos y metabolitos utilizados en la industria alimentaria y la salud.

Tomás Agurto Sáenz, Iván Ramírez Jiménez*, Juan Carlos Ramos Gorbeña* y Solange Tuñoque Félix*