



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA ARCILLA COMESTIBLE
CHA'CCO EXPENDIDAS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE
JULIACA, PUNO – 2022**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MARY YESMELIA LAYME QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA: MICROBIOLOGÍA Y
LABORATORIO CLÍNICO**

PUNO - PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA ARCI
LLA COMESTIBLE CHA'CCO EXPENDIDA
S EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE JULI
ACA, PUNO – 2022**

AUTOR

MARY YESMELIA LAYME QUISPE

RECuento de PALABRAS

13462 Words

RECuento DE CARACTERES

76924 Characters

RECuento DE PÁGINAS

75 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.0MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 24, 2024 6:48 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 24, 2024 6:49 AM GMT-5

● 17% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA ARCILLA COMESTIBLE CHA'CCO
EXPENDIDAS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE JULIACA, PUNO – 2022

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MARY YESMELIA LAYME QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA: MICROBIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


Dra. MARÍA TRINIDAD ROMERO TORRES

PRIMER MIEMBRO:


Mg. CIRIA IVONNE TRIGOS RONDON

SEGUNDO MIEMBRO:


Mg. DIANA ELIZABETH CAVERO ZEGARRA

DIRECTOR / ASESOR:


Dr. JUAN JOSE PAURO ROQUE

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25/07/2024

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLINEA: Diagnóstico y Epidemiología




V^oB^o Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN-FCCBB



DEDICATORIA

A Dios por ser mi fuerza, guía, mi motivación y mi apoyo en los momentos más difíciles.

También quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, Agustín Layme Luque y Nieves Quispe Ortiz, cuyo esfuerzo, paciencia y amor han sido pilares fundamentales en mi camino. Agradezco de corazón por inculcarme valores y por ayudarme a superar cada obstáculo con perseverancia.

A mis hermanas, Claudia, Yudela, Shamely y a mi querido Alessandro les doy las gracias por su respaldo incondicional a lo largo de esta etapa, por estar siempre presentes a mi lado.

Y a toda mi familia, les agradezco por sus valiosos consejos y palabras de aliento, que han contribuido a mi crecimiento como persona.

Mary Yesmelia Layme Quispe



AGRADECIMIENTOS

Quiero mostrar mi profundo agradecimiento a aquel que ha sido mi guía y apoyo en este trayecto, Dios, quien siempre ha estado a mi lado, ayudándome a aprender de mis errores y marcando el rumbo de mi vida.

A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología, en especial a los docentes del Programa de Estudios Microbiología y Laboratorio Clínico y a todas las autoridades por brindarme la oportunidad de completar esta significativa etapa de mi vida.

Así mismo, quiero reconocer y apreciar la valiosa contribución de todos los docentes que, con su sabiduría, apoyo y motivación, han influenciado en mi desarrollo como persona y profesional.

Particularmente, quiero expresar un sincero agradecimiento a mi Asesor de Tesis, el Doctor Juan José Pauro Roque. Su confianza en mí y sus orientaciones han sido esenciales en el avance de este proyecto. Su apoyo ha sido invaluable y ha sido un privilegio tener su orientación en este proceso.

Mary Yesmelia Layme Quispe



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 ANTECEDENTES	14
2.2 MARCO TEÓRICO	18
2.2.1 Calidad microbiológica	18
2.2.2 El cha'cco	23
2.2.3 Usos del cha'cco	25
2.2.4 Beneficios del cha'cco	26
2.2.5 Normas de calidad sanitaria para cha'cco	32



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	ZONA DE ESTUDIO.....	34
3.2	DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.3	POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	35
3.4	DETERMINACIÓN DE AEROBIOS MESÓFILOS, <i>Staphylococcus aureus</i> Y COLIFORMES EN MUESTRAS DE CHA'CCO.....	36
3.5	DETERMINACIÓN DE MOHOS EN ARCILLAS COMESTIBLES CHA'CCO EXPENDIDAS MERCADOS DE LA CIUDAD DE JULIACA	41

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	CARGA DE AEROBIOS MESÓFILOS, <i>Staphylococcus aureus</i> Y COLIFORMES EN MUESTRAS DE ARCILLAS CHA'CCO.....	44
4.2	CARGA DE MOHOS EN ARCILLAS COMESTIBLES CHA'CCO EN MUESTRAS DE ARCILLAS CHA'CCO.....	57
V.	CONCLUSIONES.....	60
VI.	RECOMENDACIONES.....	61
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
	ANEXOS.....	69

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLÍNEA: Diagnóstico y Epidemiología

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 de julio del 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación geográfica de los mercados de Juliaca donde se adquirió las muestras de cha'cco.....	34
Figura 2 Promedios de los recuentos de <i>Staphylococcus aureus</i> en muestras de arcillas cha'cco (n=4).....	48
Figura 3 Promedios de los recuentos de coliformes en muestras de arcillas cha'cco (n=4).....	52
Figura 4 Muestras de cha'cco en sus tres colores en bolsas estériles y herméticas..	70
Figura 5 Muestras de cha'cco en sus tres colores, previo a los análisis microbianos.	70
Figura 6 Pesado de agares para la preparación de los medios de cultivo sólido y realizar los recuentos microbianos en muestras de arcilla cha'cco.	70
Figura 7 Plaqueado de medios de cultivo microbiano.	71
Figura 8 Placas Petri con resultados de los cultivos para recuento bacterianos y micóticos en cha'cco en sus tres colores.	71
Figura 9 Recuentos de colonias microbianas en placas Petri en el equipo cuentacolonia.	71
Figura 10 Diluciones de las muestras de cha'cco en tres colores (de 10^{-1} a 10^{-5}).	72
Figura 11 Placas Petri de agar Sabouraud sin recuento de colonias de hongos (10^{-1} a 10^{-4}).....	72
Figura 12 Placas Petri de agar Plate Count sin recuento de colonias de bacterias mesófilas (10^{-1} a 10^{-4}).....	72



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Porcentajes de constituyentes texturales de las arcillas.....	28
Tabla 2 Composición química de arcillas comestibles de cha'cco purificadas por tratamiento y zona, en cuatro distritos de la región de Puno – 2016.....	29
Tabla 3 Criterios microbiológicos de especies y condimentos deshidratados.....	32
Tabla 4 Distribución de muestras por color de cha'cco y meses de muestreo.	36
Tabla 5 Recuento de bacterias aerobias mesófilas (UFC/g) en muestras de arcilla cha'cco.....	44
Tabla 6 Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> ($\times 10^4$ UFC/g) en muestras de arcilla cha'cco (n=4).....	47
Tabla 7 Recuento de coliformes ($\times 10^4$ UFC/g) en muestras de arcilla cha'cco. 51	
Tabla 8 Recuento de mohos (UFC/g) en muestras de arcillas cha'cco.	57
Tabla 9 Análisis de varianza y prueba de Tukey de los recuentos de <i>Staphylococcus aureus</i> en muestras de arcilla cha'cco.	69
Tabla 10 Análisis de varianza y prueba de Tukey de los recuentos de coliformes en muestras de arcilla cha'cco.....	69



ACRÓNIMOS

°C	: Grados centígrados
C. V.	: Coeficiente de variabilidad
D. E.	: Desviación estándar
et al.	: Y colaboradores
g	: Gramo
M1, M2 y M3	: Muestras 1, 2 y 3
Mm	: Milímetros
NTS – LI	: Norma técnica sanitaria – límite inferior
NTS – LS	: Norma técnica sanitaria – límite superior
P	: Probabilidad
pH	: Potencial de hidrogeniones
Prom	: Promedio
UFC/g	: Unidades formadoras de colonia por gramo de muestra



RESUMEN

La arcilla cha'cco es un producto de consumo humano directo, que no necesita cocción y son preparados directamente sin un tratamiento de limpieza o desinfección previa, y carece de estudios de calidad microbiológica, por otro lado, es recomendado para el tratamiento de afecciones estomacales tal como lo reportan los antecedentes. Los objetivos de la investigación fueron: determinar la carga de aerobios mesófilos, coliformes, *Staphylococcus aureus* y mohos en muestras de arcilla comestible cha'cco (blanco, marrón y gris) expendidos en mercados de la ciudad de Juliaca. Los métodos fueron los siguientes: se inició con la colección de muestras de cha'cco en los mercados Pedro Vilcapaza y Santa Rosa, en bolsas con cierre hermético y rotulados. Los análisis microbianos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología Clínica, de la Facultad de Ciencias Biológicas, UNA Puno. La carga microbiana se determinó mediante el método de recuento en placa y los resultados fueron contrastados con la norma NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, XIII.4 Especies y condimentos deshidratados. Los resultados que se obtuvieron fueron: bacterias aerobias mesófilas y mohos 0 UFC/g, *Staphylococcus aureus* 3.00×10^4 UFC/g en cha'cco gris, 3.45×10^4 UFC/g en cha'cco blanco y 3.50×10^4 UFC/g en cha'cco marrón, coliformes 4.60×10^4 UFC/g en cha'cco gris, 7.33×10^4 UFC/g en cha'cco blanco y 8.25×10^4 UFC/g en cha'cco marrón. Se concluye que el cha'cco no cumple con la norma técnica sanitaria para alimentos deshidratados en cuanto a *Staphylococcus aureus* y coliformes.

Palabras clave: Arcilla comestible, Calidad microbiológica, Cha'cco, Coliformes, Mohos, *Staphylococcus aureus*.



ABSTRACT

Cha'cco clay is a product for direct human consumption, which does not require cooking and is prepared directly without prior cleaning or disinfection treatment, and lacks microbiological quality studies. On the other hand, it is recommended for the treatment of stomach conditions. as reported by the antecedents. The objectives of the research were: to determine the load of mesophilic aerobes, coliforms, *Staphylococcus aureus* and molds in samples of three types of cha'cco (white, brown and gray) sold in the Pedro Vilcapaza and Santa Rosa markets in the city of Juliaca. The methods were as follows: it began with the collection of cha'cco samples in the aforementioned markets in sealed and labeled bags. The microbial analyzes were carried out in the Clinical Microbiology Laboratory, of the Faculty of Biological Sciences, UNA Puno. The microbial load was determined using the plate count method and the results were compared with the NTS standard No. 071-MINSA/DIGESA-V.01, XIII.4 Dehydrated spices and condiments. The results obtained were: mesophilic aerobic bacteria and molds 0 CFU/g, *Staphylococcus aureus* 3.00 x 10⁴ CFU/g in gray cha'cco, 3.45 x 10⁴ CFU/g in white cha'cco and 3.50 x 10⁴ CFU/g in brown cha'cco, coliforms 4.60 x 10⁴ CFU/g in gray cha'cco, 7.33 x 10⁴ CFU/g in white cha'cco and 8.25 x 10⁴ CFU/g in brown cha'cco. It is concluded that cha'cco does not comply with the technical health standard for dehydrated foods in terms of *Staphylococcus aureus* and coliforms.

Keywords: Edible clay, Microbiological quality, Cha'cco, Coliforms, Molds, *Staphylococcus aureus*.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La arcilla comestible cha'cco en sus tres tipos según las coloraciones que posee blanco, marrón y gris, son expandidos en los mercados Pedro Vilcapaza y Santa Rosa en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román y región Puno. El cha'cco es un alimento consumido de forma directa al diluirlo con agua, agregándole una cantidad de sal al gusto y con ella las papas sancochadas y/o cocidas son recubiertas. Como se observa en los mercados *in situ*, el cha'cco es expandido expuesto a la intemperie, al momento de comprarlo el vendedor manipula con sus manos disponiéndolo en bolsas, al llegar a casa sin cumplir con protocolos de cocimiento ni desinfección se diluye en agua potable o de pozo (en el medio rural) para su consumo directo. A pesar de no cumplir con protocolos de cocción y desinfección, las personas que consumen nunca o rara vez enfermaron, e inclusive es recomendado en la medicina popular para tratar afecciones estomacales como la gastritis.

El estudio se planteó porque se tiene una incertidumbre del conocimiento de la carga bacteriana y micótica en las muestras de arcilla comestible o cha'cco, y que al no realizar cocción alguna para el consumo humano se constituye en una fuente de agentes patógenos dañinos para los comensales y muchas veces el líquido sobrenadante luego de remojar el cha'cco en una cierta cantidad de agua es recomendada para malestares estomacales como la gastritis, que de igual modo se consume sin cocción ni mucho menos hervido.

Por todo lo expuesto, el estudio se realizó para determinar los recuentos de bacterias mesófilas aerobias, coliformes, estafilococos y mohos en las arcillas comestibles



de cha'cco en sus tres tipos blanco, marrón y gris, expendidos en los mercados Pedro Vilcapaza y Santa Rosa de la ciudad de Juliaca y conocer la calidad microbiológica de dicha arcilla comestible.

Por tales motivos el estudio tuvo los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la calidad microbiológica de la arcilla cha'cco expendidas en mercados de la ciudad de Juliaca, Puno – 2022.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la carga de aerobios mesófilos, *Staphylococcus aureus* y coliformes en muestras de arcillas cha'cco expendidas en mercados de la ciudad de Juliaca.
- Determinar la carga de mohos en arcillas cha'cco expendidas en mercados de la ciudad de Juliaca.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

Gómez et al. (2007) evaluaron la carga microbiológica de la arcilla bentonita colectada en el yacimiento de Managua en la provincia de La Habana (Cuba) y cuantificaron coliformes totales en 59 NMP/g de arcilla seca, más no detectaron coliformes termotolerantes, por tanto, la bentónica no se constituye en una fuente de contaminación bacteriana fecal, pero al contacto con el agua potable incrementa el crecimiento de microorganismos heterótrofos entre 520 y 1800 UFC/ml.

Basualdo et al. (2011) en Copahuer (Argentina) estudiaron la actividad antimicrobiana del fango termal de la laguna Sulfurosa sobre el microbiota autóctono del hombre (cocos Gram positivos, bacilos Gram negativos, levaduras y cepas ATCC), de la comunidad, hospitalarios y de cepas ATCC, mediante la fase líquida (FL) se observó halo inhibitorio ante el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*, no se logró inhibición sobre bacilos Gram negativos.

Galleguillos (2015) registró que las nanopartículas de cobre poseen acciones antimicrobianas sobre *Enterococcus faecalis in vitro*, con concentraciones mínima inhibitoria y mínima bactericida de 150 ppm y 225 ppm, respectivamente, en un modelo *in vitro* la efectividad antimicrobiana a 150 ppm y 300 ppm siendo equivalente al fármaco Ultracal XS®, por lo tanto, demostró poseer efecto bactericida, removiendo bacterias desde la superficie radicular alterando su morfología.



Huacasi (2016) determinó el efecto de la arcilla de hidralgiritita a concentraciones de 0.25%, 0.5%, 1% y 2.5% y de clorhexidina al 0.12% en el crecimiento *in vitro* de *Porphyromona gingivalis*, y obtuvo que la arcilla controla el crecimiento de *P. gingivalis* ATCC, desde la concentración de 0.5%, no existiendo diferencia significativa en el control de crecimiento de *P. gingivales* de la clorhexidina al 0.12% y la arcilla de hidralgiritita al 0.5%.

Márquez (2016) determinó el efecto antibacteriano del “Chacco” (Bentonita) en cepas de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*, concluyendo que la arcilla posee un potencial antibacteriano en cepas *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 a concentraciones de 12.5 mg/ml, 25 mg/ml y 50 mg/ml; mientras que sobre *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 no presentó actividad inhibitoria ni bactericida.

Otto et al. (2016) demostraron que la arcilla rica en illita reduce el crecimiento de *S. aureus* en una herida sin tratar y tratada con arcilla durante 7 días, con diferencia estadística significativa, demostrando que la arcilla roja presenta propiedades antibacterianas, concluyendo que la arcilla disminuye la carga bacteriana, la respuesta inflamatoria y la morfología macroscópica de la herida.

Jiménez et al. (2016) estudiaron la síntesis y caracterización de la arcilla saponita y mediante la preparación de sensidiscos con Mg, Al, Cu, en varias concentraciones, donde el Cu presenta propiedades bactericidas inhibiendo el crecimiento de microorganismos; de similar forma el Al y Mg, presente en las arcillas pueden ser utilizados como catalizador, al presenta una elevada acidez superficial por sustituciones isomórficas en la capa tetraédrica y con la incorporación de iones metálicos originando la propiedad bactericida, catalizador o aislante.



Roque (2017) evaluó las características fisicoquímicas de arcillas naturales y purificadas de cuatro yacimientos Azángaro, Tiquillaca, Acora y Asillo mediante la microscopía electrónica de barrido (MEB) en el Megalaboratorio de la UNA Puno, sus resultados indican que existen diferencias entre las arcillas, donde el carbono, calcio y wolframio incrementaron su proporción con la purificación, no hubo diferencias entre el pH de las arcillas naturales y purificadas, pero si entre yacimientos.

Rosario (2018) reportó las propiedades curativas, potencial antiinflamatorio y cicatrización de las arcillas, donde el 20% de las lesiones se presentaron en mayor número en el mes de septiembre y en los miembros inferiores, un 15% presentaron múltiples lesiones, el 42.5% mejoró a las primeras 10 semanas y el 57.5% a la 14ava semana, pero ningún paciente presentó infección dérmica durante el estudio y el 12.5% presentó una cicatrización mayor luego de las 28 semanas.

Yebra y Cerezo (2018) manifestaron que los minerales de las arcillas tienen actividad terapéutica debido a sus propiedades físicas y fisicoquímicas, son usados como excipiente, como soporte para la liberación de medicamentos y como principio activo, entre las más comunes se encuentran a la caolinita, montmorillonita, talco, saponita y sepiolita en la formulación de medicamentos.

Zavaleta et al. (2019) expusieron la eficacia antibacteriana de las nanopartículas de ZnO, obtenidas mediante el método sol-gel modificado contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Salmonella typhi*, utilizando los procedimientos de Kirby-Bauer modificado y la técnica del sacabocados estériles en lugar de discos y en agujeros de 7 mm de diámetro, obtuvieron una relación entre el aumento de la concentración de las nanopartículas y el efecto antibacteriano, donde el máximo halo de inhibición del crecimiento de *S. aureus* con 2.0 mg/ml de concentración fue de 14.78 mm, mientras que



con *S. typhi* se obtuvo inhibiciones con diámetros de 11.01 mm, siendo los radicales libres (ROS) la causa que interactúa con la pared celular bacteriana originando daño oxidativo a proteínas y lípidos.

Ramírez y Copa (2020) mencionaron que la phasa es una arcilla comestible, es utilizada para aliviar o tratar patologías gastrointestinales e infecciones cutáneas, pero carecen de estudios sobre sus propiedades biofísicoquímicas que puedan explicar su actividad terapéutica que posee y así confirmar su aplicación en medicina alternativa, asimismo, se experimentaron de la agricultura, veterinaria y cuidado del ambiente.

Naqiyah et al. (2022) demostraron que las arcillas naturales presentan propiedades antibacterianas, entre ellas las arcillas Munchong y Carey inhibieron a *Salmonella typhimurium* con halos entre 11.00 ± 0.71 mm y *S. aureus* con halos de 7.63 ± 0.48 mm, respectivamente; por otra parte, el lixiviado de la arcilla Carey eliminó por completo a *Salmonella typhimurium*, mientras que en *S. aureus* la viabilidad se redujo; las arcillas de Munchong no tratadas fueron ineficaces contra las bacterias.

Cruz (2020) expuso que las arcillas catiónicas o las aniónicas hidrotalcitas frente a bacterias *Corynebacterium ammoniagenes* aislados de orinas de pacientes con infección, es posible aplicarlos en pañales en adultos para disminuir o eliminar infecciones así como los malos olores causados por las bacterias, concluyendo en que las pruebas antibacterianas mostraron que los materiales híbridos Mel-HT y Mel-Hall presentaron efecto fungicida a concentraciones de 4.0 mg/ml y 2.5 mg/ml, respectivamente.

Teran (2021) evaluó la aplicación del cha'cco (Montchack) como pasta preventiva para eliminar el biofilm dental, los resultados en 33 pacientes arrojaron que al comparar



el índice de O'leary en el biofilm dental entre el cha'cco (Montchack) y la pasta dental convencional, no existió diferencia significativa, por tanto, es efectivo como pasta profiláctica en la eliminación del biofilm dental.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Calidad microbiológica

El concepto de calidad fue introducido en Japón por W. Deming, pasada la segunda guerra mundial, gracias a la invitación de la empresa nipona Japanese Union of Scientists and Engineers (JUSE), a partir de cual el concepto de calidad es agregado en muchas empresas del mundo. La calidad, según la ISO (International Standardization Organization), viene a ser la adaptación y la conformidad de requisitos que una norma y los clientes las establecen, dicho de otra manera, la calidad consiste en la perfección de un producto, servicio o proceso entregado por una empresa, que debe cumplir las exigencias emanadas por la ISO y obviamente sus clientes (Parispassu, 2021).

La garantía de calidad, viene a ser una forma de asegurar que los requisitos y los estándares de calidad operativos previamente establecidos se cumplan en todos los procesos de obtención de un producto o el cumplimiento de un servicio. Además, el control de calidad está encaminado al cumplir el requisito de calidad mediante la inspección, que analiza y avalúa si las características de un producto o un servicio que se brinda, se encuentran de acuerdo con los requisitos especificados y así determinar si hay alguna disconformidad. Asimismo, la gestión de la calidad constituye la coordinación de las actividades que se desarrolla en el proceso de producción y cumplimiento de los servicios para que se desarrollen



con calidad, cuya finalidad es obtener excelencia en el cumplimiento de las tareas y procedimientos, considerando las dimensiones de la calidad como la confiabilidad, desempeño, percepción, características, durabilidad, atención y conformidad (Parispasu, 2021).

Respecto al término “Calidad Microbiológica”, en la Norma Técnica Sanitaria que establece los Criterios Microbiológico de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-v.01), solo consigna entre sus definiciones operativas el término “Calidad Sanitaria”, que afirma que es el conjunto de requisitos microbiológicos, físico – químicos y organolépticos que debe reunir un alimento para ser considerado apto para el consumo humano. Adicionalmente, la definición operativa “Criterio Microbiológico”, que define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basada en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, por unidad de masa, volumen, superficie o lote, más no de manera directa el término mencionado en el título de la presente investigación.

Razón por la cual, al evaluar la calidad sanitaria, en el cha’cco o arcilla comestible se evaluaron los siguientes requisitos microbiológicos para especies y alimentos deshidratados (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-v.01 – XIII.4):

2.2.1.1 Aerobios mesófilos

Estos microorganismos son bacterias aerobias, que significa que requieren oxígeno para sobrevivir, y prosperan a temperaturas moderadas, generalmente entre 30 °C y 37 °C. Pueden crecer en diversos medios de Agar Nutritivo o Agar Plate Count. Aunque no todos estos



microorganismos son necesariamente patógenos, su presencia proporciona información sobre la higiene del alimento, ya que su recuento total revela la presencia de microbios en el alimento. Por lo tanto, un aumento en el número de microorganismos aerobios totales puede afectar negativamente la calidad del alimento (González, 2018).

2.2.1.2 *Staphylococcus aureus*

Son microorganismos esféricos Gram positivos, requieren de fuentes de nitrógeno orgánico para su crecimiento. Son comunes en las fosas nasales, la piel y las heridas de humanos y otros mamíferos. Se utilizan como criterio microbiológico en alimentos cocidos, en productos sometidos a manipulación intensiva durante su preparación y en aquellos que son manipulados después del proceso térmico. Por lo general, los estafilococos se eliminan durante la cocción, por lo que su presencia en alimentos cocidos se debe a una contaminación posterior al tratamiento térmico. La presencia de *Staphylococcus aureus* puede indicar un potencial riesgo para la salud, ya que un alto recuento sugiere la presencia de toxinas termoestables, como las enterotoxinas, en los alimentos (González, 2018).

2.2.1.3 Coliformes

Las coliformes, pertenecen a la familia Enterobacteriaceae, que incluye las bacterias coliformes fermentadoras de lactosa, cepas de *Escherichia coli* no fermentadoras de lactosa, y especies no fermentadoras de lactosa tales como *Salmonella* sp y *Shigella* sp. Las enterobacterias



totales son también microorganismos indicadores, ya que estas bacterias (la mayoría de las veces de origen fecal) son destruidas en los tratamientos de pasteurización. Por ello su presencia en un número considerable es indicador de la mala higiene de los alimentos (González, 2018).

Las coliformes fecales son un grupo de bacterias que forman parte de la familia Enterobacteriaceae, y se distinguen por su capacidad para fermentar la lactosa y producir gas a una temperatura de 44 °C en un periodo de 24 horas. El género más común en las contaminaciones por coliformes fecales es *Escherichia*, aunque otros géneros de coliformes termotolerantes incluyen *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*. *Escherichia coli* se puede identificar entre los demás coliformes termotolerantes debido a su capacidad para producir indol a partir de triptófano. Estos organismos son fácilmente eliminados mediante tratamiento térmico, por lo que son útiles como componentes de criterios microbiológicos para indicar contaminación posterior al proceso térmico (González, 2018).

2.2.1.4 Coliformes

La contaminación de alimentos que poseen hongos puede generar problemas significativos, ya que las toxinas que producen en el ámbito veterinario no solo pueden afectar la calidad del alimento, sino la respuesta de los animales, como la disminución en la producción. Entre las sustancias tóxicas se tienen a las micotoxinas, que son metabolitos tóxicos secundarios producidos por los mohos, donde las aflatoxinas son muy



preocupantes y fueron objeto de extensas investigaciones en los últimos años, principalmente debido a sus efectos perjudiciales (Chacón, 2005).

Los hongos y sus toxinas pueden encontrarse en la materia prima, pero si no se manejan adecuadamente durante el almacenamiento, el problema puede agravarse. Cuando la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias fúngicas por gramo (UFC/g) en un alimento supera los 1×10^5 , se produce una disminución en los niveles de proteínas y almidón, lo que resulta en una menor calidad nutricional para los animales que lo consumen. En este contexto, las aflatoxinas, especialmente la B1, no son sensibles a los tratamientos térmicos y se consideran carcinogénicas (Santibañez et al., 2011).

Diversos estudios reportan el aislamiento de muchas especies de hongos en los alimentos en especial en los concentrados para el consumo animal, donde los géneros registrados más frecuentemente son: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Acremorium*, *Botrytis*, *Monilia*, *Mucor*, *Thichothecium*, *Rhizopus*, *Absidia*, *Rhodotorula*, *Candida* y *Geotrichum*, entre otros (Rodríguez, 2009).

La mayoría de las micotoxinas estudiadas fueron sintetizadas por especies de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*. Estos metabolitos se producen en una amplia gama de sustratos, y su presencia en niveles que superan los límites tolerables constituye una amenaza para la seguridad alimentaria y representa un riesgo significativo para la salud (Cañizares et al., 2007).



Se identificaron hasta el momento más de 200 micotoxinas, sin embargo, las más frecuentes como contaminantes en los alimentos para el consumo de los animales y para el ser humano, son: aflatoxinas, zearalenona, ocratoxinas, fumonisinas, citrinina, toxinas tricotecenas (deoxinivalenol o vomitoxina, diacetoxiscirpenol, nivalenol, triacetoxiscirpenol, monoacetoxiscirpenol, escirpentriol), ácido penicilico, patulina, sterigmatocistina, toxinas de alternaria (alternariol, alténuene, alternariol monometil eter, alténuisol, entre otros), alcaloides del cornezuelo del centeno (*Secale cereale*) (ergotamina, ergometrina, ergotoxina), toxinas tremorgénicas (penitrem A y B), rubratoxinas A y B, luteoskirina, rugulosina, islanditoxina y citreoviridina. Todas asociadas en mayor o menor grado a muchos cuadros clínicos patológicos, trastornos y procesos tóxicos en animales y humanos, considerados importantes en los alimentos (Akinrinmade et al., 2012). La toxicidad de los metabolitos secundarios en los animales puede originar episodios agudos luego de una elevada ingestión de toxinas o crónica cuando se presente exposiciones prolongadas a bajos niveles (Maia y Pereira, 2007).

2.2.2 El cha'cco

El cha'cco es una masa sumamente densa, manejable y muy pegajosa debido a su plasticidad gracias al contenido de silicio, cuarzo y feldespatos, encontrándose muy fría con temperaturas que bordean los 0 °C, posteriormente es expuesta al medio ambiente para secarla por 2 a 3 días que son suficientes para obtener este producto ya seco, con textura friable, fractura regular, dureza menor y de un color blanco (Roque, 2017). García et al. (2006) señalan que las arcillas



son muy sensibles a la humedad o cuando estas se ponen en contacto con el agua, absorben abundante agua para volverse a hinchar reproduciendo muchas veces su volumen inicial o de origen, al absorber el agua puede llegar a formar geles y suspensiones de buena consistencia.

La arcilla natural antes de ser consumida es remojada, tomando la apariencia de mayonesa, se agrega sal común al gusto luego las papas peladas se sumergen en la arcilla y seguidamente éstas impregnadas de arcilla son ingeridas; aunque al ingerir la arcilla puede estar contaminada después de su extracción y durante el secado. El conocimiento popular indica que la arcilla puede ser utilizada para tratamientos medicinales, para lo cual son disueltos en agua y después de un reposo por 15 minutos el líquido con la arcilla suspendida es consumida (Araníbar, 2014).

Los tipos de cha'ccos son:

- **Cha'qo (*Montchack*) de color gris.** Procede de la localidad de Azángaro – Puno, tiene una coloración gris, es considerada como la arcilla de mayor calidad, y es comercializada en muchos mercados y a muy bajos precios (Antúnez, 1990).
- **Cha'qo (*Montchack*) de color blanco.** Es procedente de la localidad de Tingopalca – Puno, tiene una coloración ligeramente blanca, es también llamada como pasalla o pasa, también es conocida como dolomita, también se comercializa en diferentes mercados (Antúnez, 1990).
- **Cha'qo (*Montchack*) de color gris oscuro.** Se obtiene en la localidad de Acora – Puno, tiene un color gris oscuro, por esa coloración no es



apreciable y su uso es generalmente interno, es comercializada en diversos mercados (Antúnez, 1990).

- **Cha'qo (*Montchack*) de color ligeramente blanco.** Se obtiene en la localidad de Asillo – Puno, posee un color ligeramente blanco, puede presentar algunas pequeñas manchas de color gris, su uso es interno, y se comercializa en muchos mercados (Antúnez, 1990).

2.2.3 Usos del cha'cco

Las tierras comestibles generalmente se emplean con el propósito de suministrar minerales complementarios, contrarrestar componentes perjudiciales en la dieta, como las fitotoxinas, y/o para tratamientos médicos específicos. Aunque se han registrado casos en sitios prehistóricos de los Andes, estas tierras son poco frecuentes en las excavaciones arqueológicas debido a la dificultad de distinguirlos de otros sedimentos recuperados. (Browman 2004).

Ch'aqo, ch'aqu, chaco, ch'ako, ch'aquo, chhacco, ch'akko o chachakko comúnmente se reconoce como el equivalente en quechua de p'asa en aimara. Ambas tierras eran notablemente similares en términos de su composición química, aunque presentaban ligeras variaciones en sus componentes mineralógicos. Además de las esmécticas, las muestras de ch'aqo también contenían cantidades significativas de caolinitas, cloritas e illitas. En su mayoría, las muestras de ch'aqo se encontraban en forma de polvo o como terrones de tierra natural con una textura irregular. Estas muestras se identificaron como originarias de los departamentos de Puno en el Perú, La Paz y Oruro en Bolivia. Las tierras de ch'aqo se emplean de manera similar a las de p'asa (Browman, 2004).



2.2.4 Beneficios del cha'cco

Existen evidencias que respaldan la práctica de consumir arcillas tanto por parte de animales, incluyendo aves, como por seres humanos. Según Johns (1986), la geofagia posiblemente esté vinculada con la domesticación de la papa. Este investigador argumenta que la geofagia representa la forma más elemental de desintoxicación humana hasta la fecha. Los glucoalcaloides presentes en las variedades amargas de papas nativas pueden ser irritantes y tóxicos para el sistema digestivo. En un estudio *in vitro*, se evidenció que tanto el glucoalcaloide como la tomatina fueron eficientemente adsorbidos por cuatro tipos de arcillas comestibles en diversas condiciones simuladas del tracto gastrointestinal. En resumen, la práctica de la geofagia se presenta como una solución para mitigar los riesgos tóxicos asociados a los glucoalcaloides presentes en las papas nativas durante su proceso de domesticación.

García et al. (2006) realizaron una investigación sobre las propiedades de la arcilla ch'aqo, concluyendo que se trata de una montmorillonita de alta pureza con potencial utilidad en la alimentación animal como secuestrante de micotoxinas. La capacidad de las arcillas para secuestrar micotoxinas fue previamente destacada por Schell et al. (1993) en un estudio que empleó diversas arcillas como adsorbentes de micotoxinas en dietas para cerdos. En otras palabras, las arcillas en general muestran cierta capacidad para unir o capturar micotoxinas presentes en los alimentos. Además, Fernández y Aranibar (2021) señalan que la arcilla ch'aqo también puede desempeñar un papel como aditivo en la alimentación de gallinas ponedoras, mejorando la calidad de la cáscara del huevo.



2.2.5 Características físicas del cha'cco

Se trata de una masa altamente densa, fácilmente moldeable y extremadamente pegajosa debido a su plasticidad, derivada de su contenido de silicio, como cuarzo y feldespatos. Esta masa se encuentra a temperaturas cercanas a los 0 °C, y posteriormente se expone al entorno durante 2 a 3 días para su secado, logrando así obtener un producto final con una textura quebradiza, una fractura regular y un color blanco, indicando su completa sequedad. García et al. (2006) destacan que las arcillas son altamente sensibles a la humedad; al entrar en contacto con el agua, absorben una cantidad considerable, llegando a expandirse repetidamente hasta reproducir su volumen inicial u original. Este proceso de absorción de agua puede llevar a la formación de geles y suspensiones de consistencia significativa.

2.2.6 Fuentes de obtención del cha'cco

La arcilla Cha'cco, ubicada en el yacimiento de Tiquillaca y situada a aproximadamente 3 km al sureste del distrito, abarca una extensión de alrededor de 0.5 hectáreas. Este yacimiento presenta tres socavones de considerable tamaño, y la arcilla se encuentra a una profundidad de 3 a 4 metros. Una muestra de esta arcilla exhibe un tono gris y muestra escasas impurezas. Desde un punto de vista microscópico, presenta similitudes con la arcilla proveniente de la zona de Acora. En la actualidad, los habitantes rurales consumen con frecuencia estas arcillas al concluir la temporada de cosecha de papas. Mientras tanto, las arcillas naturales predominantes se comercializan en ferias sabatinas o dominicales, así como en mercados informales de algunas ciudades. (Aranibar, 2014).

Antes de ser consumida, la arcilla natural (sin purificación) es remojada por los pobladores, adquiriendo una consistencia similar a la mayonesa. Luego, se añade sal común al gusto, y las papas peladas se sumergen en esta arcilla. Posteriormente, las papas impregnadas con arcilla se ingieren, a pesar de que existe la posibilidad de que la arcilla esté contaminada durante su extracción y secado. Según el conocimiento popular, la arcilla también puede ser empleada con fines medicinales. Para ello, se disuelve en agua, y después de reposar durante 15 minutos, se consume el líquido con la arcilla suspendida (Araníbar, 2014).

2.2.7 Constituyentes texturales de las arcillas (en 100 g)

Tabla 1

Porcentajes de constituyentes texturales de las arcillas.

Textura (fracciones)	%
Arcilla (fluida)	82.4
Limo (arcilla de menor calidad)	5.7
Arena	11.9
Total	100.00

Fuente: García (1995).

2.2.8 Características químicas

Según Roque (2017), las muestras de arcillas comestibles Ch'aqo que se encuentra en la localidad de Tiquillaca, presentan un color gris con una tonalidad amarillo; que al ser purificadas se componen por distintos elementos que se muestra en la Tabla 2.

En España se realizó un estudio en la zona de Gibraltar por Ruiz y Esteras (1993), donde afirman que las arcillas que fueron analizadas están constituidas,

por esmectitas detríticas (montmorillonitas), que son similares a los que se encuentran asociadas a los depósitos marinos profundos de los océanos. El contenido de elementos traza sugiere la existencia de una fuente de origen donde predominan las rocas magmáticas de carácter ácido, así como rocas sedimentarias antiguas. Tanto los datos mineralógicos como geoquímicos sugieren que todas las arcillas analizadas pertenecen a la misma formación, identificada como parte de los estratos inferiores de la sucesión basal del manto del Aljibe. Además, la notoria homogeneidad de las arcillas, evidenciada por su composición mineralógica y química, señala una uniformidad en los aportes y condiciones constantes en la cuenca de sedimentación de los flyschs bético-rifeños durante el periodo Cretácico-Eoceno.

Tabla 2

Composición química de arcillas comestibles de Cha'cco purificadas por tratamiento y zona, en cuatro distritos de la región de Puno – 2016.

Mineral	Procedencia			
	Azángaro	Tiquillaca	Acora	Asillo
Fe	12.36	6.52	7.85	5.59
Mg	0.91	0.78	1.04	0.95
F	7.05	-	-	3.37
Br	6.79	13.16	17.80	17.07
Ta	-	9.52	10.91	-
In	-	2.17	-	-
Ca	-	1.03	1.05	0.84
Ti	-	0.99	-	0.91
W	-	-	-	6.23

Fuente: Roque (2017).



En España se realizó un estudio en la zona de Gibraltar por Ruiz y Esteras (1993), donde afirman que las arcillas que fueron analizadas están constituidas, por esmectitas detríticas (montmorillonitas), que son similares a los que se encuentran asociadas a los depósitos marinos profundos de los océanos. El contenido de elementos traza sugiere la existencia de una fuente de origen donde predominan las rocas magmáticas de carácter ácido, así como rocas sedimentarias antiguas. Tanto los datos mineralógicos como geoquímicos sugieren que todas las arcillas analizadas pertenecen a la misma formación, identificada como parte de los estratos inferiores de la sucesión basal del manto del Aljibe. Además, la notoria homogeneidad de las arcillas, evidenciada por su composición mineralógica y química, señala una uniformidad en los aportes y condiciones constantes en la cuenca de sedimentación de los flyschs bético-rifeños durante el periodo Cretácico-Eoceno.

2.2.9 Características nutricionales y medicinales de las arcillas

- El aluminio, le brinda la propiedad absorbente, astringente y antiácida.
- El CaO, se usa como antiácido y antidiarreico.
- El MgO (Magnesia), presenta propiedades de laxantes y antiácidas.
- Tiene propiedad de cicatrizar por su alto contenido en silicatos de aluminio, que ayuda a la regeneración tisular con premura, dejando poco perceptibles las cicatrices.
- Con propiedades antiséptica y bactericida, que tiene la capacidad de discriminar entre un agente beneficiosos y nocivos.



- Adsorben las partículas que están disueltas en un medio líquido y son fijadas sobre las partículas de la arcilla.
- Absorbe y transporta sus componentes para que ingresen en ellos.
- Con capacidad de remineralización (anemia y debilidad). Ya que contribuye con catalizadores que ayudan a la asimilación de minerales.
- Presenta doble acción térmica, el uso de emplastos o compresas frías absorben el calor y emiten el frío. Los emplastos calientes estimulan a la circulación sanguínea local.
- El pH neutro a alcalino, tiene eficacia en las intoxicaciones o en lesiones ocurridas por agentes ácidos.
- Son usadas también como sedante y relajante, en enfermedades con traumatismo en osteoarticulares.
- Es un equilibrador energético, que transporta energía a las diferentes partes del cuerpo que hace falta; y estimula el sistema metabólico, inmunológico, endocrino y hematopoyético.
- También adsorbe energía donde hace falta.
- Regula la contracción de la musculatura lisa y estriada y favorece en la formación dentaria y la estructura ósea.
- Resuelve los problemas alérgicos y aumentan la resistencia física.
- Sirve como suplemento mineral con fines degustativos y medicinal, y tiene un sabor parecido al queso, y es utilizado como sucedáneo.

- La arcilla con agua muestra gran plasticidad, propiedad que hace que se asemeje a un alimento líquido por lo que es asimilado en cantidades necesarias por el organismo (Ruiz y Esteras, 1993).

Las arcillas no son digeribles, sino que aportan algunos minerales, que se utilizan para el crecimiento, reparación tisular y la regulación de ciertos procesos biológicos del organismo, presentando muchas otras condiciones que las hacen aptas para uso alimenticio (Ruiz y Esteras, 1993).

2.2.5 Normas de calidad sanitaria para cha'cco

Tabla 3

Criterios microbiológicos de especies y condimentos deshidratados.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10^5	10^6
Mohos	2	3	5	2	10^3	10^4
Coliformes	5	3	5	2	10^2	10^3
<i>Escherichia</i> <i>coli</i> (*)	5	3	5	2	10	10^2
<i>Salmonella</i> sp	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

(*) Sólo para los productos de consumo directo.

Fuente: NTS N° 071-MINSA/DIGESA-v.01 (XIII.4).



El cha'cco o arcilla comestible que se estudió en el presente trabajo de investigación fue considerado como alimento que se expende de manera deshidratada, por lo que fue considerado en el ítem XIII.4 (Especias y condimentos deshidratados) en la Norma Técnica Sanitaria NTS N° 071-MINSA/DIGESA-v.01, donde recomienda cumplir con los siguientes criterios microbiológicos mencionados en la Tabla 3.

CAPÍTULO III

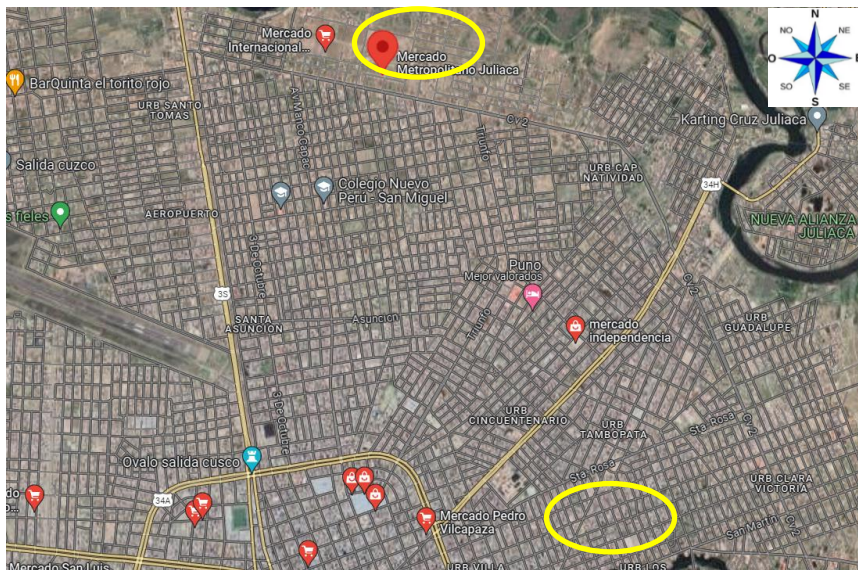
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ZONA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en muestras de arcilla cha'cco adquiridas de los mercados Pedro Vilcapaza (coordenadas: 15°29'06.0" latitud Sur y 70°07'30.2" longitud Oeste) y Santa Rosa (coordenadas: 15°27'22.4" latitud Sur y 70°07'53.0" longitud Oeste) en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, región Puno. Se eligieron estos puntos de venta, debido a que ofrecen arcilla cha'cco de los tres colores (blanco, marrón y gris), quienes proceden de la provincia de Azángaro. La evaluación bacteriológica y micótica se realizó en el Laboratorio de Microbiología Clínica, de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, UNA Puno.

Figura 1

Ubicación geográfica de los mercados de Juliaca donde se adquirió las muestras de cha'cco.



Fuente: Elaboración propia.



3.2 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue observacional, debido a que no se manipularon variables y las muestras analizadas fueron evaluadas para posteriormente presentarlos en los resultados de la investigación. Por otro lado, fue de tipo descriptivo y analítico (Hernández et al., 2014), en razón de que se evaluó e interpretó los recuentos de bacterias y hongos en muestras de cha'cco, que fueron adquiridos en los mercados Pedro Vilcapaza y Santa Rosa de la ciudad de Juliaca y no directamente de los yacimientos en la provincia de Azángaro. Los resultados microbiológicos fueron evaluados, analizados e interpretados según la normatividad vigente.

3.3 POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

En la investigación la población estuvo conformada por todas las muestras de cha'cco que se expenden en los mercados Pedro Vilcapaza y Santa Rosa de la ciudad de Juliaca, a partir de ellos se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, para demostrar si las muestras de cha'cco en los tres tipos poseían carga bacteriana y micótica.

En ese sentido, el número de muestras analizadas fueron de 24, de cada color de arcilla cha'cco (blanco, marrón y gris) se evaluaron 8. Para lograr la homogeneidad de las muestras según el color, la recolección fue intercalada entre mercados, es decir que en la primera repetición las muestras procedieron del mercado Pedro Vilcapaza, en la segunda repetición fueron adquiridas en el mercado Santa Rosa, llegando así hasta la cuarta repetición. Este procedimiento se realizó, en razón que los expendedores indicaron que las arcillas comestibles procedían de la provincia de Azángaro (Tabla 4).

Por tales motivos, en los resultados se presentan los promedios de dos muestras de arcillas de cha'cco analizadas en cada repetición, sin indicar el mercado de expendio.

Tabla 4

Distribución de muestras por color de cha'cco y mercados de expendio.

Repeticiones	Mercados	Color de la arcilla cha'cco					
		Blanco		Marrón		Gris	
1	P. Vilcapaza	2	--	2	--	2	--
2	Santa Rosa	--	2	--	2	--	2
3	P. Vilcapaza	2	--	2	--	2	--
4	Santa Rosa	--	2	--	2	--	2
Total		8		8		8	

Fuente: Elaboración propia.

3.4 DETERMINACIÓN DE AEROBIOS MESÓFILOS, *Staphylococcus aureus* Y COLIFORMES EN MUESTRAS DE CHA'CCO

3.4.1 Muestreo de cha'cco

En los mercados Pedro Vilcapaza y Santa Rosa de la ciudad de Juliaca, las muestras de cha'cco blanco, marrón y gris fueron adquiridas a los expendedores, luego colectadas en bolsas esterilizadas, con cierre hermético y rotuladas con fecha de muestreo y color de cha'cco. Los análisis bacteriológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología Clínica del Programa de Microbiología y Laboratorio Clínico, Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas (FCCBB), UNA – Puno.

3.4.2 Determinación de aerobios mesófilos

Método: Recuento de colonias en placa (Laura, 2000; Pascual y Calderón, 1999).

Fundamento: El método para evaluar el recuento de microorganismos



mesófilos tiene como base la evidencia de que un microorganismo viable se encuentre presente en una muestra de alimento, luego de realizar el inoculado a una placa con agar Plate Count, donde lograrán reproducirse dando origen al crecimiento de colonias individuales (Pascual y Calderón, 1999).

Procedimientos:

- El recuento de mesófilos se realizó según los procedimientos reportados por Passalacqua y Cabrera (2014).
- Se pesaron 10 g de cha'cco, que fueron transferidos a un matraz con 90 ml de agua peptonada al 0.1 % esterilizado, obteniéndose la dilución 10^{-1} .
- Para preparar las siguientes diluciones se utilizó una pipeta esterilizada para extraer un ml de la dilución 10^{-1} y se transfirió al siguiente tubo, que también contenía 9 ml de diluyente para obtener la dilución 10^{-2} .
- Esta operación se repitió varias veces, hasta obtener las diluciones 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} , respectivamente.
- Desde cada una de las diluciones 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} se transfirió 1 ml a placas Petri esterilizadas y vacías.
- A continuación, se agregaron 20 ml de agar Plate Count (APC), previamente esterilizado al interior de cada placa.
- A continuación, se agitó suavemente con movimientos circulares horarios y antihorarios, para lograr la homogenización del agar y la muestra de cha'cco.



- El agar en las placas se solidificó e incubaron a 37 °C por 24 horas.
- Luego del tiempo de cultivo, se realizó el conteo de colonias determinándose las UFC/g de muestra de cha'cco, que fue calculado multiplicando el número de colonias por el factor de dilución (Pascual y Calderón, 1999).
- Los recuentos obtenidos fueron contrastados con los valores recomendados en la norma de calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, XIII.4 Especies y condimentos deshidratados), que posee como límites 10^5 (m) y 10^6 (M) por g de muestra.

3.4.3 Cuantificación de coliformes

3.4.3.1 Método: Cultivo por extensión en Agar Endo.

3.4.3.2 Fundamento: El método para evaluar el recuento de coliformes tiene como base la evidencia de que un microorganismo viable se encuentre presente en una muestra de alimento, luego de realizar el inoculado sobre agar Endo, lograrán reproducirse formando colonias individuales visibles (Pascual y Calderón, 1999).

3.4.3.3 Procedimientos:

- Las muestras diluidas de cha'cco 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} , en un volumen de un ml fueron transferidas a placas Petri conteniendo agar Endo gelificado, luego extendidas con un asa de Digralsky



esterilizada previamente.

- Las placas fueron incubadas por 48 horas a 37 °C.
- A continuación, se realizó el recuento de colonias de coliformes, en el equipo cuenta colonias, representadas en UFC/g de muestra, mediante la multiplicación del número de colonias multiplicadas por el factor de dilución (Campuzano et al., 2015).
- Los resultados de los recuentos fueron contrastados con los valores recomendados en la norma de calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas catalogadas como aptos para el consumo humano (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, XIII.4 Especies y condimentos deshidratados), que posee como límites 10^2 (m) y 10^3 (M) por g de muestra.

3.4.4 Cuantificación de *Staphylococcus aureus*

3.4.4.1 Método: Cultivo por extensión en Agar Baird Parker.

3.4.4.2 Fundamento: El método para evaluar el recuento de *Staphylococcus* sp tiene como base la evidencia de que un microorganismo viable se encuentre presente en una muestra de alimento, luego de realizar el inoculado en Agar Baird Parker lograrán reproducirse formando colonias individuales visibles (Laura, 2000).

3.4.4.3 Procedimientos:

- El recuento de *Staphylococcus* sp se realizó según los



- procedimientos realizados por Passalacqua y Cabrera (2014), que se detallan a continuación: se pesaron 10 g de cha'cco, que fueron colocados en un matraz con 90 ml de agua peptonada al 0.1% esterilizado, obteniéndose la dilución 10^{-1} .
- Para obtener las diluciones siguientes, con pipetas esterilizadas se transfirió un ml de la dilución 10^{-1} a otro tubo con 9 ml de diluyente, obteniéndose la dilución 10^{-2} .
 - Esta operación se repitió hasta obtener las diluciones 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} , respectivamente.
 - Desde cada una de las diluciones 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} se transfirió un ml de muestra a cada placa Petri esterilizada y vacía.
 - A continuación, se agregó 20 ml de agar Baird Parker (BP) previamente esterilizado, se agitaron suavemente en movimientos horarios y antihorarios. El agar en las placas se solidificó y fueron incubadas a 37 °C por 24 horas.
 - Una vez concluido el periodo de cultivo, el conteo se determinó en UFC/g, calculando mediante la multiplicación del número de colonias por el factor de dilución (Laura, 2000).
 - Los recuentos obtenidos fueron contrastados con los valores recomendados en la norma criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, XIII.4 Especies y condimentos deshidratados), que posee como límites 10 (m) y 10^2



(M) por g de muestra.

3.4.5 Variables analizadas

- **Variable independiente:** arcillas cha'cco blanco, marrón y gris.
- **Variable dependiente:** recuentos bacterianos.

3.4.6 Pruebas bioestadísticas realizadas

Los tratamientos estuvieron conformados por las arcillas cha'cco en sus tres colores (blanco, marrón y gris). Los recuentos bacterianos fueron analizados mediante análisis de varianza y prueba de Tukey (Daniel, 2011) en el software estadístico Infostat.

3.5 DETERMINACIÓN DE MOHOS EN ARCILLAS COMESTIBLES CHA'CCO EXPENDIDAS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE JULIACA

3.5.1 Cuantificación de mohos

3.5.1.1 Método: Recuento de colonias en placa.

3.5.1.2 Fundamento: El método para evaluar el recuento de mohos tiene como base la evidencia de que un microorganismo viable se encuentre presente en una muestra de alimento, luego de realizar el inoculado a un medio de cultivo agar Sabouraud o agar Dextosa Papa, lograrán reproducirse formando colonias individuales visibles (Pascual y Calderón, 1999).

3.5.1.3 Procedimientos:

- El recuento de mohos se realizó según los procedimientos



- recomendados por Passalacqua y Cabrera (2014), los cuales se detallan a continuación: se pesaron 10 g de cha'cco, se colocaron en un matraz con 90 ml de agua peptonada al 0.1 % esterilizado, obteniéndose la dilución 10^{-1} .
- Para preparar las diluciones siguientes, se usó una pipeta esterilizada para extraer un ml de la dilución 10^{-1} y se transfirió al siguiente tubo que también presentaría 9 ml de diluyente para obtener la dilución 10^{-2} .
 - Esta operación se repitió hasta obtener las diluciones 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} , respectivamente.
 - De las diluciones 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} se tomó un ml y se transfirió en placas Petri esterilizadas y vacías, a continuación, se agregó 20 ml de agar Sabouraud previamente autoclavado, se agitó suavemente con giros horarios y antihorarios para lograr la homogenización del agar y la muestra de cha'cco, luego de solidificar se incubaron a 37 °C por 120 horas.
 - Una vez concluido el periodo de cultivo, el conteo de colonias de mohos fue representadas en UFC/g, que son las unidades de recuento que solicita la norma vigente, mediante la multiplicación del número de colonias y el factor de dilución (Pascual y Calderón, 1999).
 - Los resultados de los recuentos fueron contrastados con los valores recomendados en la norma criterios microbiológicos de



calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, XIII.4 Especies y condimentos deshidratados), que posee como límites 10^3 (m) y 10^4 (M) por g de muestra.

3.5.2 Variables que se analizarán

- **Variable independiente:** arcillas cha'cco blanco, marrón y gris.
- **Variable dependiente:** recuentos micóticos.

3.5.3 Pruebas estadísticas para contrastar las hipótesis

Los tratamientos estuvieron conformados por las arcillas cha'cco en sus tres colores (blanco, marrón y gris). Los recuentos de mohos por cada color de cha'cco fueron analizados mediante el análisis de varianza y de Tukey (Daniel, 2011). Los análisis estadísticos fueron calculados en el software Infostat.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARGA DE AEROBIOS MESÓFILOS, *Staphylococcus aureus* Y COLIFORMES EN MUESTRAS DE ARCILLAS CHA'CCO

4.1.1 Recuento de aerobios mesófilos

Tabla 5

Recuento de bacterias aerobias mesófilas (UFC/g) en muestras de arcilla cha'cco.

Repeticiones	Color de cha'cco		
	Blanco	Marrón	Gris
Rep 1	Negativo	Negativo	Negativo
Rep 2	Negativo	Negativo	Negativo
Rep 3	Negativo	Negativo	Negativo
Rep 4	Negativo	Negativo	Negativo
Prom	--	--	--
CV (%)	--	--	--
NTS N° 071-MINSA/DIGESA- V.01 – XIII.4	10 ⁵ – 10 ⁶ UFC/g		

Donde: Prom = promedio; CV = coeficiente de variación; NTS = Norma Técnica Sanitaria; Neg. = Negativo.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 se visualiza que las muestras de cha'cco en sus tres colores cultivadas en placas Petri con agar Plate Count fueron negativas o no presentaron el crecimiento de colonias de bacterias aerobias mesófilas, en sus cuatro repeticiones, razón por la cual no se presentan promedios ni los coeficientes de



variación. Según la Norma Técnica Sanitaria para alimentos (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01), que establece los “Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano”, en el grupo XIII.4 de “Especias y condimentos deshidratados”, donde fueron considerados las muestras de cha’cco comestible, está permitido poseer una carga de bacterias mesófilas aerobias entre 10^5 a 10^6 UFC/g, en la presente investigación, la arcilla cha’cco presentó recuentos bacterianos de 0 UFC/g, por lo que se afirmaría que el alimento evaluado se encuentra por debajo de lo aceptado para alimentos deshidratados.

En las muestras de la arcilla cha’cco, los resultados de los recuentos de bacterias mesófilas fueron negativos, a pesar de que son parte de los microorganismos sin riesgo directo para la salud (Categoría 2), son de utilidad en la interpretación en los alimentos, en razón de que representan la vida útil y la alteración que vendría presentando (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01). Estos microorganismos requieren de temperaturas entre $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, no siempre son patógenos, y equivale a todos los microorganismos que se encuentran en un alimento, y están catalogados como indicadores de rasgos higiénicos, cuanto mayor sea los recuentos de aerobios totales llevará a perjudicar la calidad de los alimentos (González, 2018).

El nulo crecimiento de bacterias aerobias mesófilas en las muestras de la arcilla cha’cco, fueron similares a los obtenidos por Guerrero (1995), al cultivar una muestra de arcilla en diversos medios de cultivo para bacterias como agar Sangre, agar Azida, agar MacConkey, agar Manitol Salado y agar Salmonella, lo cual indica que es un producto natural no susceptible a sufrir contaminación



bacteriana, probablemente debido a que el cha'cco posee una actividad agua muy baja y los microorganismos requieren mínimamente una actividad agua mínima de 0.86 (Jay, 1994; Ray y Bhunia, 2010), razón por la cual posee una calidad sanitaria óptima y estable, con ausencia de agentes bacterianos, por tanto, no puede originar en los consumidores, enfermedades microbianas transmitidas por alimentos y no requiere de conservantes.

Lo sorprendente es que, a pesar que la arcilla cha'cco es manipulado por los expendedores con las manos, la carga de bacterias mesófilas aerobias fue negativa, la causa sería que la arcilla posee un efecto antibacteriano en materiales inorgánicos, tal es el caso de la arcilla hidralgiritita, que posee una estructura molecular que en medio acuoso manifiestan polaridad, originando la posibilidad de adsorber compuestos procedentes de las bacterias, llegando a interferir su normal metabolismo bacteriano. Esta característica sería la principal causa de la inhibición bacteriana, tal como lo indica Huacasi (2016), al determinar que una concentración de 0.5 % de la arcilla hidralgiritita, tuvo efectos similares a la clorheximida al 0.12 % en el crecimiento in vitro de *Porphyromona gingivali*; en contraste muchos microorganismos también no sufren actividad inhibitoria ni bactericida, tal como lo reportó Márquez (2016) del cha'co (Bentonita) sobre *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027.

Al parecer la arcilla cha'cco poseería entre sus componentes químicos diversas sustancias antibacterianas, tal como lo afirman Jiménez et al. (2016), al estudiar la arcilla saponita, donde determinaron que serían el cobre, el aluminio y el magnesio, los componentes parte del mineral o la arcilla, quienes poseen propiedades bactericidas que impiden el crecimiento bacteriano, donde las

elementos metálicos actuarían como catalizadores, y al tener una elevada acidez superficial por los componentes isomórficas en sus estructuras y los iones, es que originan la propiedad bactericida, catalizador o aislante.

4.1.2 Recuento de *Staphylococcus aureus*

Tabla 6

Recuento de Staphylococcus aureus (x 10⁴ UFC/g) en muestras de arcilla cha'cco.

Repeticiones	Color de cha'cco		
	Blanco	Marrón	Gris
Rep 1	3.5	3.8	3.9
Rep 2	2.5	3.2	1.9
Rep 3	3.3	3.5	3.2
Rep 4	4.5	3.5	3.0
Prom	3.45	3.50	3.00
CV (%)	23.84	7.00	27.62
NTS N° 071-MINSA/DIGESA- V.01 – XIII.4	10 – 10 ² UFC/g		

Donde: Prom = promedio; CV = coeficiente de variación; UFC/g = unidades formadoras de colonias; Rep = repetición.

Fuente: Elaboración propia.

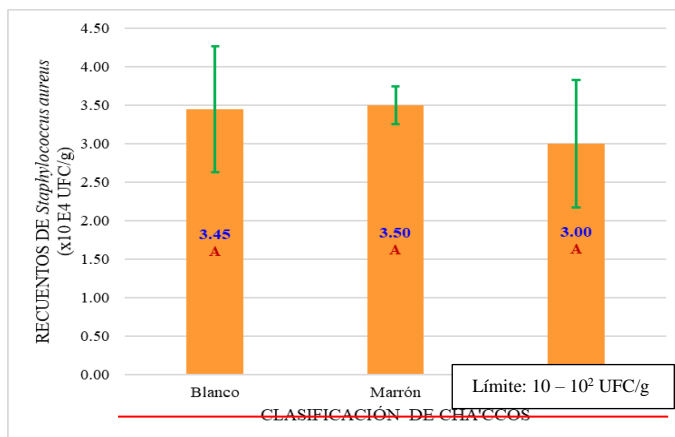
En la Tabla 6, se muestran los recuentos de *Staphylococcus aureus* en las arcillas cha'cco en sus tres colores, teniendo como valor referencial que dichos recuentos deberían de oscilar entre 10 – 10² UFC/g. Las evaluaciones realizadas a las muestras, todas sin excepción resultaron superándolas, registrando recuentos entre 3.00 x 10⁴ UFC/g en el cha'cco gris y 3.45 x 10⁴ UFC/g en el cha'cco blanco. A pesar de que los mayores coeficientes de variación se determinaron en los

cha'ccos blanco y gris con 23.84 % y 27.62 %, respectivamente, en comparación con el cha'cco marrón (7 %), sus datos se encuentran con una dispersión baja respecto de su promedio.

En la Figura 2 se muestra gráficamente que los recuentos de *Staphylococcus aureus* se encuentra superando los valores referenciales de la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01. Posterior a la tabulación de los datos de los recuentos bacterianos, según el análisis de varianza realizado, no presentaron diferencia estadística significativa ($F=0.63$; $gl=2$; $P=0.5500$).

Figura 2

Promedios de los recuentos de *Staphylococcus aureus* en muestras de arcillas cha'cco.



Fuente: Elaboración propia.

Staphylococcus aureus fue el microorganismo que superó los valores referenciales que recomienda la norma sanitaria vigente en las muestras de la arcilla cha'cco, debido probablemente a que la bacteria propia de la microbiota epidérmica externa humana, proceda de las fosas nasales, la piel como las manos y las lesiones que podría poseer el expendedor, así también provendría de otros



mamíferos. Como se recalcó anteriormente la arcilla cha'cco se expende en los mercados, pero sin medidas de bioseguridad como uso de guantes o similares por parte de los vendedores y expuestos al medio ambiente.

Entonces se podría especular que este producto fue manipulado por personas en diferentes momentos desde la extracción en el subsuelo, los transportadores hacia los mercados, ni los vendedores propiamente dichos, cumplirían con la higiene de las manos en la manipulación de este producto alimenticio de consumo directo y sin cocimiento, en razón de que es utilizado como un criterio microbiológico para alimentos cocidos, donde los productos con elevado recuento de estafilococos serían sometidos a manipulación excesiva durante su preparación y después del proceso térmico, en caso de los alimentos envasados.

La arcilla cha'cco se prepara sin cocimiento y su consumo es de manera directa, razón por la cual tendría recuentos altos de estafilococos, en contraste un alimento naturalmente disminuye el número o elimina a los estafilococos durante la cocción, por lo que su presencia en alimentos sometidos a procesos térmicos se debe a contaminación posterior a este tratamiento. La presencia de *Staphylococcus aureus* puede indicar un riesgo potencial para la salud, un número elevado de estafilococos puede indicar la presencia de toxinas termoestables (enterotoxinas en los alimentos) (González et al., 2018).

Sin embargo, *Staphylococcus aureus* en muestras de arcilla cha'cco, al superar los recuentos recomendados por la norma vigente para alimentos del Perú, se sospecha que dichas bacterias poseerían mecanismos de resistencia a las nanopartículas de cobre que poseería la arcilla cha'cco, quienes presentaron



acciones antibióticas *in vitro* sobre *Enterococcus faecalis*, por tanto, poseen efecto bactericida, ya que alterarían su morfología (Galleguillos, 2015). Asimismo, Otto et al. (2016) demostraron que la arcilla rica en illita, compuesto químico cuya fórmula es $(K,H_3O)(Al,Mg,Fe)_2(Si,Al)_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$, merma el crecimiento de *Staphylococcus aureus* al ser aplicado a heridas no tratadas, demostrándose que la arcilla roja posee efecto antibacteriano, disminuyendo la carga bacteriana, la respuesta inflamatoria y la morfología macroscópica de la herida.

Por otro lado, la elevada presencia de *Staphylococcus aureus* en las muestras de cha'cco, se debería presumiblemente a que los vendedores serían portadores de carga microbiana y recientemente manipularon al cha'cco, ya que es parte de la microbiota natural de sus manos. Ante ello, Jiménez et al. (2016) manifiesta que la capacidad de bloquear el crecimiento de bacterias sobre el cha'cco sería al magnesio, aluminio y cobre, que pueden ser utilizados como catalizadores, asimismo tuvieron una elevada acidez superficial, sustituciones isomórficas en la capa tetraédrica e iones metálicos que origina la propiedad bactericida, catalizador o aislante.

Otro factor importante que influiría en la carga bacteriana sería la composición química de cada una de las arcillas cha'cco, ante ello, Roque (2017) evaluó las características fisicoquímicas de arcillas de Azángaro, Acora, Tiquillaca y Asillo, arrojó que el carbono, calcio y wolframio incrementaron su proporción con la purificación, de similar forma, Yebra y Cerezo (2018) manifiestan que las arcillas caolinita, saponita, montmorillonita, talco y sepiolita tienen actividad terapéutica gracias a sus características físicas y fisicoquímicas,

por lo que deberían de realizar investigaciones en la formulación de medicamentos.

Al parecer las muestras de arcilla cha'cco evaluadas en la presente investigación, no poseerían sustancias químicas capaces de inhibir a *Staphylococcus aureus*, ya que los recuentos superaron los límites máximos permisibles para alimentos deshidratados, similares resultados obtuvo Teran (2021) quien evaluó la aplicación de una arcilla cha'cco denominada Montchack, como pasta preventiva para lograr la eliminación del biofilm dental, que al contrastarlo con una pasta dental convencional, no reportaron diferencia significativa; de manera contraria Naqiyah et al. (2022) demostraron que las arcillas naturales presentan propiedades antibacterianas, entre ellas la Munchong y Carey lograron inhibir a *Salmonella typhimurium* y *Staphylococcus aureus*.

4.1.3 Recuento de coliformes

En la Tabla 7, se presentan los recuentos de coliformes en las arcillas cha'cco en sus tres colores, donde los valores referenciales deberían de variar entre $10^2 - 10^3$ UFC/g, pero las evaluaciones realizadas a las muestras, sin excepción resultaron superándolas ampliamente, registrando recuentos entre 4.60×10^4 UFC/g en la arcilla cha'cco de color gris y 8.25×10^4 UFC/g en la arcilla cha'cco de color marrón. A pesar de que los mayores coeficientes de variación se determinaron en las arcillas cha'cco de color gris y de color blanco con 15.37 % y 16.09 %, respectivamente, en comparación a la arcilla cha'cco de color marrón (6.75 %), sus datos se encuentran con una dispersión baja respecto de su promedio.

Tabla 7

Recuento de coliformes ($\times 10^4$ UFC/g) en muestras de arcilla cha'cco.

Repeticiones	Color de cha'cco		
	Blanco	Marrón	Gris
Rep 1	9.0	8.8	3.9
Rep 2	6.5	8.2	5.5
Rep 3	7.3	8.5	4.2
Rep 4	6.5	7.5	4.8
Prom	7.33	8.25	4.60
CV (%)	16.09	6.75	15.37
NTS N° 071-MINSA/DIGESA- V.01 – XIII.4	10 ² – 10 ³ UFC/g		

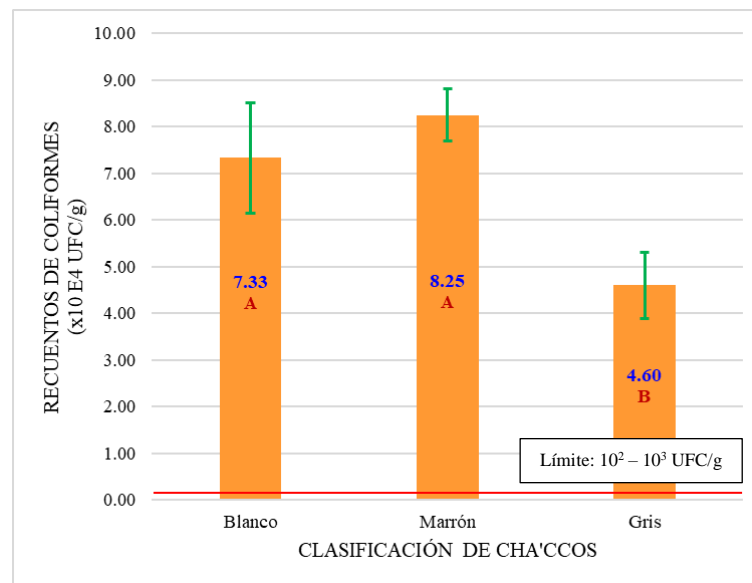
Donde: Prom = promedio; CV = coeficiente de variación; UFC/g = unidades formadoras de colonias; Rep = repetición.

Fuente: Elaboración propia.

Los recuentos de coliformes en muestras de arcilla cha'cco en sus tres colores, según el análisis de varianza realizado, presentaron diferencia estadística significativa ($F=19.65$; $gl=2$; $P=0.0005$), a continuación, la prueba de Tukey mostró que el menor promedio de recuento de coliformes se determinó en la arcilla cha'cco de color gris, siendo superados por las arcillas cha'cco de colores marrón y blanco, quienes entre estos últimos los recuentos fueron similares (Figura 3).

Figura 3

Promedios de los recuentos de coliformes en muestras de arcillas cha'cco.



Fuente: Elaboración propia.

La presencia de coliformes en las muestras de arcilla cha'cco constituye un indicador fundamental de poseer una mala higiene de estos alimentos que se consumen sin cocción y de manera directa previa humectación (González, 2018). La norma sanitaria solo indica evaluación de coliformes, se asume que se refiere a las coliformes totales, más no de termotolerantes, a pesar de ello superan los valores de la norma técnica sanitaria. Similares resultados fueron obtenidos en La Habana (Cuba), donde Gómez et al. (2007), determinaron la carga microbiológica de la arcilla bentonita colectada en el yacimiento de Managua cuantificando coliformes totales, más no coliformes termotolerantes, en ese sentido no se constituye en una fuente de contaminación fecal, tal vez al contacto o su preparación con muestras de agua no potable, la falta de higiene de los utensilios en la preparación del cha'cco y las manos de las personas que preparan la arcilla, inducirían a elevados recuentos de coliformes.



Es probable que las muestras de arcilla cha'cco analizadas en la presente investigación no posea carga bacteriana de coliformes termotolerantes, caso contrario sería un peligro para los consumidores. A pesar de que la venta del cha'cco es de manera manual y sin medidas de protección microbiana, tal vez no posea sustancias antibióticas contra bacterias Gram negativas, tal como lo mencionan Basualdo et al. (2011), quienes en Copahuer (Argentina) estudiaron la actividad antimicrobiana del fango sobre microbiota autóctona del hombre, en la comunidad, de recintos hospitalarios y cepas ATCC, observando inhibición en bacterias Gram positivas como *Staphylococcus aureus* y hongos en ellas a *Candida albicans*, más no se logró la inhibición de bacilos Gram negativos.

Aquellas arcillas que poseerían efecto inhibitorio de bacterias Gram negativas, tendrían ese efecto gracias a la presencia del cobre entre las nanopartículas de la arcilla, tal como lo registra Galleguillos (2015), quien logró descubrir que las nanopartículas conteniendo cobre tuvieron efectos antimicrobianos sobre *Enterococcus faecalis* (Gram negativa), resultando equivalente al fármaco Ultracal XS®, que demostró poseer un efecto bactericida, eliminando bacterias en la superficie radicular debido a la alteración de la morfología microbiana.

El consumo de la arcilla cha'cco se realiza de manera directa, solo se humedece con agua y un poco de sal al gusto, sin realizar cocimiento alguno, en ellas se embebe las papas sancochadas y se consumen como si fuera alguna salsa criolla. La carencia de procesos infecciosos en los consumidores de la arcilla cha'cco en el altiplano, a pesar de su preparación y forma de consumo indicado anteriormente, se debería presumiblemente a las propiedades antibacterianas,



antiinflamatorias y la cicatrización que originan las arcillas, tal como lo refiere Rosario (2018). Es probable la presencia de óxido de zinc (ZnO) en las muestras de la arcilla cha'cco, estas sustancias químicas resultan ser muy activas frente a *Staphylococcus aureus*, seguido de *Salmonella typhi*. Por otro lado, Zavaleta et al. (2019) expusieron la eficacia antibacteriana de las nanopartículas de ZnO, contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Salmonella typhi*, siendo unas de las posibles causas antibacterianas, la producción de especies reactivas del oxígeno (ROS) o radicales libres, que llegarían a interactuar con la pared celular de las bacterias, originando daño oxidativo a proteínas y lípidos.

Las propiedades antibacterianas de la arcilla cha'cco se reflejarían mediante el consumo directo sin que origine alguna infección a las personas, esa sería la razón por la cual, la “phasa” o arcilla comestible en el altiplano boliviano, es utilizada para tratar patologías gastrointestinales e infecciones cutáneas, a pesar de ello se desconocen sus propiedades biofísicoquímicas que originarían dichas actividades terapéuticas que posee (Ramírez y Copa, 2020). Son muchos los reportes del potencial antibacteriano de las arcillas, Naqiyah et al. (2022) también demostraron que las arcillas naturales tienen propiedades antibacterianas como las arcillas Munchong y Carey que inhiben a bacterias Gram negativas como *Salmonella typhimurium* y Gram positivas como *Staphylococcus aureus*.

Luego de realizar la interpretación y el análisis numérico de los resultados de recuentos bacterianos en muestras de la arcilla cha'cco, se acepta la hipótesis alterna planteada en el proyecto de investigación, que afirmaba: que los valores de los recuentos microbiológicos de la arcilla comestible cha'cco expandidas en mercados de la ciudad de Juliaca, superan los criterios microbiológicos



recomendados para la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas catalogadas como aptos para el consumo humano (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, XIII.4 Especies y condimentos deshidratados), y entre los resultados obtenidos los recuentos de *Staphylococcus aureus* y coliformes superaron la norma técnica sanitaria.

En definitiva, la arcilla cha'cco en sus tres colores evaluados es un producto mineral comestible extraída del subsuelo en localidades de la provincia de Azángaro, región Puno, se deja secar al ambiente, luego es directamente expandidos en los mercados sin cumplir con normas de higiene, su venta es de manera manual y en bolsas de polietileno, su consumo se realiza humedeciéndolo y sin cocimiento alguno. Debido a sus propiedades medicinales que le atribuyen y al poseer carga bacteriana se *Staphylococcus aureus* y coliformes no patógena, es que se plantearía que la arcilla cha'cco posee efectos antibacterianos, por lo que los consumidores de éste producto no sufren daños agudos ni crónicos, al contrario tendría propiedades nutracéutivas, vale decir nutritivas debido a que poseería gran cantidad de sales minerales beneficiosas para la fisiología humana, y farmacéuticas ya que muchos de los minerales presentarían actividad antimicrobiana.

4.2 CARGA DE MOHOS EN ARCILLAS COMESTIBLES CHA'CCO EXPENDIDAS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE JULIACA

4.2.1 Recuento de mohos

Tabla 8

Recuento de mohos (UFC/g) en muestras de arcilla cha'cco.

Repeticiones	Color de cha'cco		
	Blanco	Marrón	Gris
Rep 1	Negativo	Negativo	Negativo
Rep 2	Negativo	Negativo	Negativo
Rep 3	Negativo	Negativo	Negativo
Rep 4	Negativo	Negativo	Negativo
Prom	--	--	--
CV (%)	--	--	--
NTS N° 071-MINSA/DIGESA- V.01 – XIII.4	10 ³ – 10 ⁴ UFC/g		

Donde: Prom = promedio; CV = coeficiente de variación; UFC/g = unidades formadoras de colonias; Rep = repetición.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se presenta los recuentos de mohos en muestras de arcillas de cha'cco, en sus tres colores, cuyos resultados fueron de 0 UFC/g, resultando negativo en todas sus repeticiones, de tal modo que no se presentan los promedios ni los cálculos de los coeficientes de variación. Cabe resaltar que según la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, que establece los “Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano”, en el grupo XIII.4 de “Especias y condimentos deshidratados”, donde fueron



considerados las muestras de arcilla cha'cco, está permitido poseer una carga de mohos entre 10^3 a 10^4 UFC/g.

Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Guerrero (1995), quien al cultivar in vitro muestras de arcilla cha'cco, resultaron negativos para el crecimiento de hongos y levaduras. En ese sentido, viendo el efecto de los fármacos antifúngicos sobre los hongos, algún componente propio de la arcilla cha'cco vendría originando la inhibición de la síntesis de los glucanos, mediante la inactivación de la enzima 1,3- β -glucano sintetasa, debilitando la pared fúngica, logrando la incapacidad de soportar el estrés osmótico, a continuación, el microorganismo fenece (Ray y Bhunia, 2010).

Son escasos los reportes científicos de la actividad antifúngica de la arcilla cha'cco, pero Basualdo et al. (2011) en Copahuer (Argentina), estudiaron la actividad antimicrobiana de un fango termal con características arcillosas, que no solo tenía efectos antibacterianos sino también efectos inhibitorios sobre *Candida albicans*, seguidamente, Jiménez et al. (2016) atribuiría al magnesio, aluminio y cobre que se encuentran en algunas arcillas como la saponita tendrían propiedades bactericidas inhibiendo el crecimiento de microorganismos, desencadenando su uso como catalizadores, con elevada acidez superficial gracias a sus componentes isomórficas en la capa tetraédrica, incorporándose los iones metálicos que originarían la propiedad bactericida.

Por otro lado, Yebra y Cerezo (2018) manifestaron que los minerales que conforman las arcillas poseen actividad antimicrobiana gracias a sus propiedades físicas y fisicoquímicas, como soporte o como principio activo, entre ellas la caolinita, montmorillonita, talco, saponita y sepiolita, que son utilizados



ampliamente en la formulación de medicamentos. De forma adicional, Cruz (2020) indicó que las arcillas catiónicas o aniónicas hidrotalcitas poseen entre sus compuestos químicos, materiales híbridos de melanina – hidrotalcita (Mel-HT) y el híbrido melanina – haloisita (Mel-Hall), quienes presentaron efecto fungicida, siendo probable su presencia en la arcilla cha'cco, lo cual sería motivo de futuras investigaciones.

Luego de realizar el análisis de resultados y su interpretación, se rechaza la hipótesis alterna planteada en el proyecto de investigación, en razón de que se afirmó que: Los valores de los recuentos microbiológicos de la arcilla comestible cha'cco expendidas en mercados de la ciudad de Juliaca, superan los criterios microbiológicos recomendados para la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas catalogadas como aptos para el consumo humano (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, XIII.4 Especies y condimentos deshidratados), y en la presente investigación, no se logró determinar el crecimiento de mohos en los medios de cultivos.

En fin, al no obtener crecimiento alguno de colonias de mohos en los medios de cultivo, inoculados a partir de muestras de cha'cco, se queda con la sospecha que la arcilla cha'cco sería portadora de alguna sustancia antifúngica, o tal vez sea que no hay crecimiento de mohos en vista que el cha'cco posee una actividad agua muy baja alrededor del 0.10, imposibilitando el crecimiento de los microorganismos.



V. CONCLUSIONES

- Las muestras de arcilla ch'acco expandidas en mercados de la ciudad de Juliaca, presentaron recuentos de bacterias aerobias mesófilas de 0 UFC/g, *Staphylococcus aureus* de 3.00×10^4 UFC/g en cha'cco de color gris, 3.45×10^4 UFC/g en cha'cco de color blanco y 3.50×10^4 UFC/g en cha'cco de color marrón; los recuentos de coliformes fueron de 4.60×10^4 UFC/g en cha'cco color gris, 7.33×10^4 UFC/g en cha'cco color blanco y 8.25×10^4 UFC/g en cha'cco color marrón, ambos recuentos bacterianos superaron los valores referenciales recomendados en la norma técnica sanitaria para alimentos deshidratados, por lo tanto, desde el punto de vista bacteriano, no es apto para el consumo humano.
- Las muestras de arcilla ch'acco expandidas en los mercados de la ciudad de Juliaca, presentaron recuentos de mohos de 0 UFC/g, desde este parámetro son alimentos considerados inocuos para los consumidores, aduciendo que esta arcilla comestible poseería propiedades intrínsecas que inhiben el crecimiento de mohos, así como de bacterias mesófilas aerobias.



VI. RECOMENDACIONES

- A los investigadores realizar estudios de composición química de las arcillas cha'cco en sus diferentes colores, para deslindar la presencia de sustancias químicas con capacidad antibacteriana y posteriormente ser parte de productos farmacológicos.
- A los investigadores realizar estudios de efecto antibacteriano y antifúngico, mediante halos de inhibición o determinando las concentraciones mínima inhibitoria y bactericida como fúngica y así esclarecer su potencial antimicrobiano.
- Se recomienda a estudiantes y posteriores investigadores del Programa de Estudios en Microbiología y Laboratorio Clínico, a realizar evaluaciones de calidad y ensayos clínicos a base de concentraciones de la arcilla cha'cco.



V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akinrinmade, J., Fadeyemi, A. y Akinleye, S. (2012). Aflatoxin status of some commercial dry dog foods in Ibadan, Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.* Vol. 11(52): 11463-11467.
- Alemdar, S. y Agaoglu, S. (2009). Investigation of in vitro Antimicrobial activity of *Aloe vera* juice. *J Anim Vet Adv.* Vol. 8 (1): 99-102.
- Alvarez, C. (2019). Extracción de la fracción arcillas del chak'ó con extracto acuoso de *Lepechinia Meyenii* y su caracterización textural y estructural (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa - Perú
- Aranibar, M. (2014). Arcillas Comestibles del Altiplano Peruano - Boliviano. <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/arcillas-comestibles-altiplano-peruano-t31332.htm>.
- Basualdo, J., Schell, C., Sparo, M., Grenóvero, M., Giacomino, M., Belderrain, A., Monasterio, A., De Michele, D., y De Luca, M. (2011). Estudio de la actividad antimicrobiana del fango termal de Copahue. *Ciencia, Docencia y Tecnología.* Vol. 22(43): 217-35.
- Browman, D. (2004). Tierras comestibles de la Cuenca del Titicaca: Geofagia en la prehistoria boliviana. *Estudios atacameños.* Vol. 28. <https://doi.org/10.4067/S0718-10432004002800011>
- Campuzano, S., Mejía, D., Madero, C., y Pabón, P. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D. C. *Rev. Nova.* Vol. 13(23), 81-92. <https://doi.org/10.22490/24629448.1708>.
- Cañizares, A., Bonafine, O. y Laverde, D. (2007). Deshidratación de productos vegetales. *INIA Divulga.* Vol. 10:11-15.
- Casal, J. y Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev.* Vol. 1: 3 – 7.
- Chacón, A. (2005). Purina corteja a los consumidores. *Ven Economía Mens.* Vol. 22 (9):



1-3.

- Choquenaira, C. (2016). Caracterización fisicoquímica y liberación de aluminio, In vitro – In vivo, de la arcilla (chaco) – 2015. Tesis de Maestro en Química del Medio Ambiente. Escuela de Posgrado, Universidad Católica de Santa María. Arequipa. 111 p.
- CLSI, National Committee for Clinical and Laboratory Standards. (2013). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; twenty –third informational. Vol. 33(1):M100-S23.
- Cruz, M. (2020). Síntesis y caracterización de arcillas y aplicación como materiales biocidas (tesis de pregrado). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla - México.
- Daniel, W. (2011). Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa Wiley. México. 755 p.
- Fernández, E., y Aranibar, M. (2021). Arcilla Chaqo características fisicoquímicas. Eliseo e Marcelino. Lima: Editorial UNC.
- Franco, P., Ramírez, L., Orozco, M. y López, L. (2013). Determinación de *Escherichia coli* e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. Revista Lasallista de Investigación. Vol. 10 (1): 91-100. <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v10n1/v10n1a09.pdf>.
- Galleguillos, C. (2016). Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro de nanopartículas de cobre frente a *Enterococcus faecalis* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago - Chile.
- García, E., Suárez, M., y Aranibar, M. (2006). Arcilla chacko en alimentación animal. XXVI Reunión de la Sociedad Española de Mineralogía (SEM) y XX Reunión de la Sociedad Española de Arcillas (SEA). Oviedo: MACLA. 201-204. Recuperado de http://www.semineral.es/websem/PdfServlet?mod=archivos&subMod=publicaciones&archivo=Macla6_201.pdf.



- Gómez, A., González, L., Santa Cruz, S., et al. (2007). Calidad microbiológica de la arcilla bentonita. Capacidad de remoción de *E. coli* en el agua potable. Hig. Sanid. Ambient. Vol. 7: 276-79.
- González, C. (2018). Análisis de la calidad microbiológica de los alimentos procedentes de cadenas de comida rápida. Memoria de Trabajo de Fin de Grado en Biología. Facultad de Ciencias, Universidade da Coruña. España. 29 p.
- Guerrero, D. (1995). El “chacco”: composición físico – química y uso alimentario. Rev. Ciencia & Desarrollo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. N° 1: 49-58. <https://doi.org/10.33326/26176033.1995.1>.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 600 p.
- Huacasi, G. (2016). Efecto de la Arcilla de Hidralgiritita y de la Clorhexidina en el Crecimiento de *Porphyromona Gingivalis*, e identificación molecular en pacientes con periodontitis crónica de la especialidad de periodoncia e implantología UCSM. Arequipa, 2016. Tesis de pregrado. Universidad Católica Santa María, Arequipa – Perú.
- Jay, J. (1994). Microbiología moderna de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza – España. 491 p.
- Jiménez, A., Soto I., Meléndez L., Solano N. y Muñoz S. (2016). Evaluación del efecto antimicrobiano de saponita de Cu y Cu/Mg. Rev. Tendencias en Docencia e Investigación en Químico. Año 2 (2): 53-58. http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/8554/Evaluacion_del_efecto_antimicrobiano_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Johns, T. (1986). Detoxification function of geophagy and domestication of the potato. Journal of Chemical Ecology. Vol. 12(3): 635-646. <https://doi.org/10.1007/BF01012098>.
- Laura, E. (2000). Control de calidad de los alimentos. Texto Universitario. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú. 74 p.



- Maia, P. y Pereira, M. (2007). Aflatoxinas em rações destinadas a cães, gatos e pássaros – uma revisão. *Rev. FZVA*. Vol. 14(1): 235-257.
- Márquez, G. (2016). Actividad Antibacteriana del “Chacco” (Bentonita) en cepas de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*, Lima – 2016. Tesis de pregrado. Universidad Alas Peruanas, Lima - Perú.
- Naqiyah, N., Ainy, N., Wan, W., Mahmud, N., Fauziah, C., Halim, A., y Sharples, G. (2022). Antibacterial Activity of Clay Soils against Food-Borne *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus*. *Molecules*. Vol. 27: 170. <https://doi.org/10.3390/molecules27010170>
- Norma Técnica Sanitaria. (2008). Criterios Microbiológico de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. NTS N° 071-MINSA/DIGESA-v.01. https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MINSANORMA.pdf.
- Otto, C., Kilbourne, J., y Haydel, E. (2016). Natural and ion-exchanged illite clays reduce bacterial burden and inflammation in cutaneous meticillin-resistant *Staphylococcus aureus*.
- Paripassu. (2021). Conceptos de calidad: todo lo que usted necesita saber. Calidad de Alimento. Blog on line. <https://www.paripassu.com.br/es/blog/conceptos-de-calidad>.
- Pascual, M., y Calderón, V. (1999). Microbiología alimentaria. Metodología analítica para alimentos y bebidas. 2da edición. Editorial Díaz de Santos S. A. Madrid - España. 429 p.
- Passalacqua, N., y Cabrera, J. (2014). Análisis microbiológico de los alimentos. Metodología Analítica Oficial. Microorganismos indicadores. (ANMAT. & M. de Salud, Eds.). Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Microorganismos+indicadores#9>.
- Ramírez, G. y Copa, V. (2020). Phasa: Todo sobre la arcilla comestible. *Rev Cient Cienc*



Méd. Vol. 23(2): 240-46.

- Ray, B. y Bhunia, A. (2010). Fundamentos de microbiología de los alimentos. Cuarta Edición. Editorial McGraw – Hill. México. 352 p.
- Reyes, D. y Fernández, R. (2014). Actividad antimicrobiana in vitro del extracto foliar de zabila (*Aloe vera* L.) en microorganismos de interés clínico. Salud Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo. Vol. 18(3): 27-32. <http://ve.scielo.org/pdf/s/v18n3/art06.pdf>.
- Reyes, D., y Fernández, R. (2013). Efecto biocida *in vitro* del extracto foliar de *Azadirachta indica* en *Staphylococcus* sp y *Pseudomonas* sp. Rev Salus. Vol. 17 (3):34-41.
- Rodríguez, R. (2009). Evaluación de la micoflora y biocontrol de aflatoxinas en alimentos concentrados para pollos de engorde. Tesis de grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. 76 p.
- Roque, L. (2017). Caracterización físico – química y grado de conocimiento de los consumidores y comercializadores de las arcillas comestibles (cha'qo) de la región de Puno. Tesis de doctorado. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Puno, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6208/EPG877-00877-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rosario, L. (2018). Propiedades curativas y usos potenciales en procesos inflamatorios y fases proliferativas de cicatrización con arcillas. Healing Wounds & Skin Conditions Foundation HW&SC. Abril 2018 – Noviembre 2018. Tesis de Doctor en Medicina. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. República Dominicana. 131 p. [https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/1400/Propiedades%20curativas%20y%20usos%20potenciales%20en%20procesos%20inflamatorios%20y%20fases%20proliferativas%20de%20cicatrizaci%C3%B3n%20con%20Arcillas.%20Healing%20Wounds%20%26%20Skin%20Conditions%20Foundat ion%20HW%26SC..pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/1400/Propiedades%20curativas%20y%20usos%20potenciales%20en%20procesos%20inflamatorios%20y%20fases%20proliferativas%20de%20cicatrizaci%C3%B3n%20con%20Arcillas.%20Healing%20Wounds%20%26%20Skin%20Conditions%20Foundation%20HW%26SC..pdf?sequence=1&isAllowed=y).



- Ruiz, M. y Esteras, M. (1993). Formaciones arcillosas de los flyschs del campo. *Estudios Geológicos*. Vol. 294: 287-294.
<https://estudiosgeol.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeol/article/download/356/360/360>
- Santibañez, R., Hernández, M., Montañez, O., Tapia, J., Martínez, J. y Avellaneda, J. (2011). Identificación y cuantificación de hongos micotoxicogénicos en alimentos para bovinos. *Cien. Tecnol.* Vol. 4(1): 19-23.
- Schell, C., Lindemann, D., Kornegay, T., Blodgett, J., y Doerr, A. (1993). Effectiveness of different types of clay for reducing the detrimental effects of aflatoxin-contaminated diets on performance and serum profiles of weanling pigs. *Journal of Animal Science*. Vol. 71(5): 1226-1231.
<https://doi.org/10.2527/1993.7151226x>.
- Teran, J. (2021). Evaluación del ch'aqo (Montchack) como pasta profiláctica en la eliminación del biofilm dental, Juliaca 2020. Tesis de pregrado. Universidad Alas Peruanas, Juliaca – Perú.
- Torres, J. (2014). Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de *Luma chequen* (molina) a. gray “arrayán” frente a patógenos aislados de hemocultivos del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, Lima – Perú. Tesis de Biólogo Microbiólogo Parasitólogo. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú. 130 p.
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3605/Torres_cj.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Yebra, A. y Cerezo P. (2018). Usos farmacéuticos de los minerales de la arcilla. *Rev. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Vol. 26(3): 289-294.
<https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/343165/434311>.
- Zapata, E. (2017). Determinación de la actividad antibacteriana y antifúngica “*in vitro*” del extracto hidro-alcohólico de *Cestrum hediondinum* Dun. “Hierba Santa” en bacterias patógenas Gram negativas, Gram positivas y hongos. Tesis de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú.



<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4531/Bizamie.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Zavaleta, G., Saldaña, J., Jáuregui, S., Pacherez, D., Rivera, M., Samanamud, F., y Perales, O. (2019). Efecto antibacteriano de nanopartículas de ZnO sobre *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhi*. *Arnaldoa*. Vol. 26(1): 421-32.

ANEXOS

Tabla 9

Análisis de varianza y prueba de Tukey de los recuentos de Staphylococcus aureus en muestras de arcilla cha'cco.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rcto S aureus	12	0,12	0,00	20,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,61	2	0,30	0,64	0,5500
Cha'cco	0,61	2	0,30	0,64	0,5500
Error	4,27	9	0,47		
Total	4,88	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,35986

Error: 0,4744 gl: 9

Cha'cco Medias n E.E.

Gris	3,00	4	0,34	A
Blanco	3,45	4	0,34	A
Marrón	3,50	4	0,34	A

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

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Análisis de varianza y prueba de Tukey de los recuentos de Coliformes en muestras de arcilla cha'cco.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Coliformes	12	0,20	0,02	29,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,76	2	4,88	1,14	0,3623
Cha'cco	9,76	2	4,88	1,14	0,3623
Error	38,55	9	4,28		
Total	48,30	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,08581

Error: 4,2831 gl: 9

Cha'cco Medias n E.E.

Blanco	6,33	4	1,03	A
Gris	6,35	4	1,03	A
Marrón	8,25	4	1,03	A

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

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

Muestras de cha'cco en sus tres colores en bolsas estériles y herméticas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5

Muestras de cha'cco en sus tres colores, previo a los análisis microbianos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

Pesado de agares para la preparación de los medios de cultivo sólido y realizar los recuentos microbianos en muestras de arcilla cha'cco.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

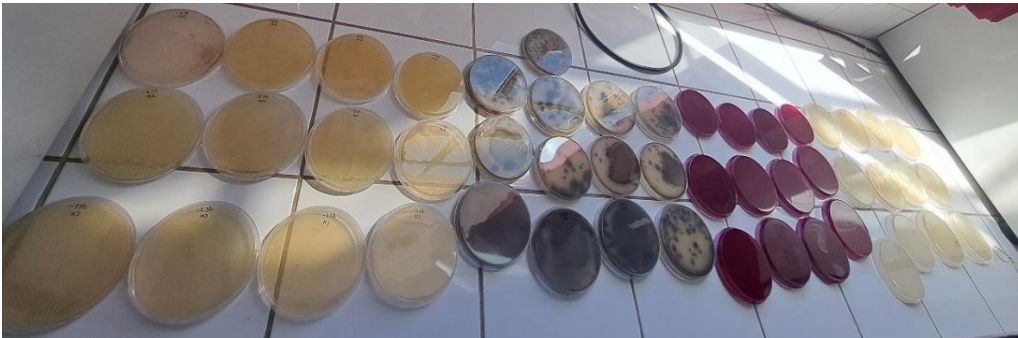
Plaqueado de medios de cultivo microbiano.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Placas Petri con resultados de los cultivos para recuento bacterianos y micóticos en cha'cco en sus tres colores.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9

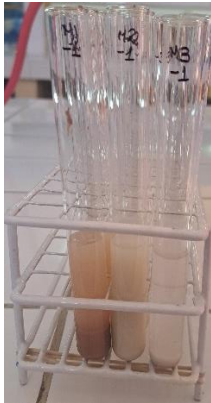
Recuentos de colonias microbianas en placas Petri en el equipo cuentacolonia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10

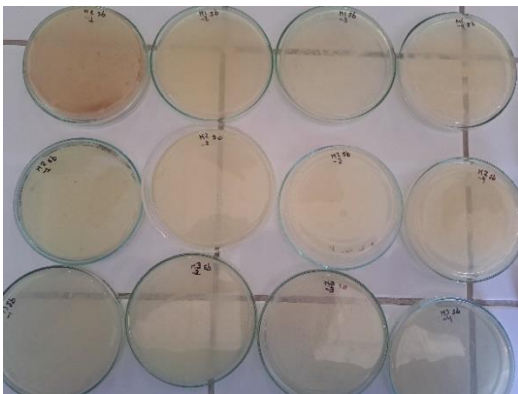
Diluciones de las muestras de cha'cco en tres colores (de 10^{-1} a 10^{-5}).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11

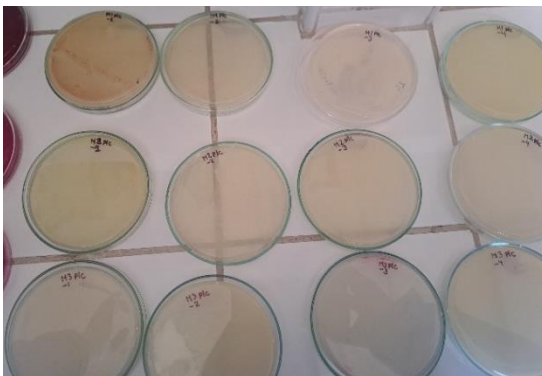
Placas Petri de agar Sabouraud sin recuento de colonias de hongos (10^{-1} a 10^{-4}).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12

Placas Petri de agar Plate Count sin recuento de colonias de bacterias mesófilas (10^{-1} a 10^{-4}).



Fuente: Elaboración propia.



Universidad Nacional del Altiplano
Facultad de Ciencias Biológicas

Ciudad Universitaria – Teléfono 36 6189 – Apartado Postal 291



CONSTANCIA N° 004-2024-D-FCCBB-UNA

EL QUE SUSCRIBE, DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNA-PUNO.

HACE CONSTAR.-

Que, la Bachiller **MARY YESMELIA LAYME QUISPE**, egresada de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, ha realizado su trabajo de investigación (tesis), titulado “**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA ARCILLA COMESTIBLES CHACCO EXPENDIDAS EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE JULIACA-PUNO 2023**”, en el Laboratorio de Microbiología Clínica, de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, en los meses de mayo, junio y julio del 2023.

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

Puno, 10 de enero del 2024




Dr. BELISARIO MANTILLA MENDOZA
DECANO

cc:
Archivo 2024
BMW/srcq -

Constancia de ejecución de tesis.



**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo Mary Yesmelia Layme Quispe,
identificado con DNI 71653949 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
De Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Calidad Microbiológica de la Arcilla Comestible ch'icco
expendidas en Mercados de la Ciudad de Juliaca
Puno - 2022. ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 28 de 07 del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Mary Vesmelia Layme Quispe
identificado con DNI 71653949 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
De Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Calidad Microbiológica de la Arcilla Comestible
cha'cco expandidas en mercados de la Ciudad de Juliaca
Puno - 2023. "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 22 de 07 del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella