

Efecto del uso de floculante natural de *Opuntia ficus-indica* M. “tuna” en la disminución de la carga bacteriana de las aguas superficiales del distrito de Santa Rosa, Pallasca, Ancash

Effect of the use of flocculant natural of *Opuntia ficus-indica* M. “tuna” in the leasing microbial charges of the superficial waters of the district of Santa Rosa, Pallasca, Ancash

Benigno Miñano Calderón¹, Loida Pacora Bernal², Margarita Velásquez Oyola³,
María Guarniz Flores¹, Agapito Enriquez Valera³, Pedro Vásquez Atalaya²

Resumen

La investigación tuvo como propósito determinar el efecto del uso de floculante natural de *Opuntia ficus-indica* M. “tuna” en la disminución de la carga bacteriana de las aguas superficiales del distrito de Santa Rosa, Pallasca. Se trabajó con una proporción de 350 ppm (F1) del floculante natural. Las muestras de agua se recolectaron de diferentes puntos de las acequias, de 5 a 6 m paralelos a la línea de acequias, en el área más utilizada para el consumo directo. Se realizaron procedimientos químicos y microbiológicos para el análisis y lectura en laboratorio, con técnicas especializadas en tratamiento y monitoreo de las aguas, según sugiere la APHA. Se halló que el floculante de 350 ppm (F1) logra efecto positivo en la disminución de cargas bacterianas pero no llega a negativizar coliformes totales y coliformes fecales, respectivamente, por lo que, el agua resulta insegura para consumo humano directo. Se recomienda continuar con estudios similares y determinar contenidos de los componentes de los polielectrolitos por determinación química y/o espectroscopía y establecer con precisión los contenidos de yodo en estas sustancias responsables de la disminución de cargas microbianas.

Palabras clave: floculante natural, *O. ficus-indica*, aguas superficiales, carga bacteriana.

Abstract

The investigation had like purpose determined the effect of the use of flocculant natural of *Opuntia ficus-indica* “tuna” in the decrease of the load bacterium of the superficial waters of the district of Santa Rosa, Pallasca. It worked with 350 ppm (F1) of the flocculant natural. The samples of water recollection of different points of the acquits, of 5 a 6 m parallel to the line of acquits, in area for the direct consumption. They realized chemical procedures- microbiological for the analysis and reading in laboratory, with skilled technicians in treatment and monitory of the waters, as it suggests the APHA. The proportional of 350 ppm (F1) gets positive effects of less bacterium charges, but it doesn't get total negativity coliphorms and fecal coliphorms, so the water becomes less safe for the human consumption. So we recommended continuing with similar studios in order to determine chemical or spectroscopy and establisher with right precision the contents of Iodine, with these responsible substances of flocculation-clarification and leasing microbial charges.

Keywords: natural flocculants, *O. ficus-indica*, superficial waters, bacterial load.

Introducción

La Red de Salud Pacífico Norte ha identificado problemas de salubridad en la población de las provincias de Pallasca y Santa, donde más del 50% de los centros poblados consumen agua insalubre, lo cual trae consigo el incremento de la enfermedades diarreicas (EDAS) y problemas de parasitosis intestinal (MINSA-2010).

1 Facultad de Ingeniería, bigbeni60@hotmail.com

2 Facultad de Medicina Humana

3 Facultad de Ciencias de la Salud

Distritos como Santa Rosa, el Porvenir, Ancos, Puyalli, Conchucos, Maynas, Chalán, Uchupampa; entre otros, son algunos ejemplos de este hallazgo, debido a que en épocas de lluvia (Enero-Marzo) es cuando colapsan los sistemas y hay dificultad por parte de las autoridades encargadas de reponer, reconstituir y supervisar las zonas por la geografía accidentada de la zona.

Esta problemática conlleva a que la mayoría de los pobladores toman dos alternativas: recogen directamente el agua de lluvia, ríos, quebradas o manantiales que discurren por la zona para usarlas en su consumo humano directo; o usan la tuna para clarificar el agua de acequias para uso doméstico y consumo humano directo. Sin embargo, al no ser agua potable (clarificada con 0,6 ppm), no está exenta de microorganismos, lo que no garantiza ser “agua segura para consumo”, representando un factor de riesgo desde el punto de vista higiénico-sanitario y de salubridad; y podrían desencadenar en problemas epidémicos trascendentales, incrementando la prevalencia de enfermedades diarreicas, producidas por agentes etiológicos como *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, entre otros de importancia patógena y de algunos protozoarios y parásitos intestinales frecuentes.

Esta situación no es diferente en el poblado de Miraflores, distrito de Santa Rosa, provincia de Pallasca, donde los pobladores usan “tuna” para clarificar el agua y usarla para consumo humano directo, tal es el caso que usan $\frac{1}{4}$ de tuna por cada 100 litros de agua superficial de acequia, a fin de lograr disminuir la turbidez y lograr la clarificación antes de su consumo (Mugge, 1956). Estos hechos reales fundamentan y justifican la realización de la presente investigación por lo que, con fines de brindar alternativas de aplicación en el uso de las cactáceas sobre las aguas superficiales, se propuso buscar alternativas de aplicación que logre superar uno de los problemas actuales. El problema fue: ¿Cuál es el efecto del uso del floculante natural de *Opuntia ficus-indica* M. “tuna” en la disminución de la carga bacteriana de las aguas superficiales de las acequias del poblado de Miraflores, distrito Santa Rosa, provincia Pallasca?

La hipótesis general fue: el uso de la proporción 350 ppm de floculante natural de *O. ficus-indica* muestra su efecto positivo al evidenciarse disminución de la carga bacteriana en las aguas superficiales de las acequias del poblado de Miraflores, Santa Rosa, Pallasca.

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto del uso del floculante natural de *O. ficus-indica* en la disminución de la carga bacteriana de las aguas superficiales de las acequias del poblado de Miraflores, Santa Rosa, Pallasca.

Material y métodos

Se trabajó con las tres acequias existentes en el poblado de Miraflores, Santa Rosa, Pallasca. El muestreo fue probabilístico aleatorio, las muestras de agua se recolectaron en frascos de boca ancha considerando un volumen de 1000 ml por punto de muestreo, las cuales fueron de diferentes puntos de las acequias, de 05 a 06 metros paralelos a la línea de acequias, ya que representaban el área más utilizada para el consumo directo (OPS-OMS, 1985).

Se tomaron muestras de diferentes distancias en las mismas acequias las que se mezclaron constituyendo la “muestra integrada”, luego fueron trasladadas en cajas térmicas al laboratorio de Microbiología y Química para su análisis correspondiente.

El diseño es experimental, la investigación se orientó a determinar el efecto del uso de floculantes naturales de *O. ficus-indica* en la disminución de la carga bacteriana de las aguas superficiales de las acequias del poblado de Miraflores, Santa Rosa.

Se aplicaron métodos bacteriológicos que consideraron la cuantificación colimétrica a través del Método del Número Más Probable (NMP) que contempla una estimación de densidades poblacionales cuando la evaluación de células cuantitativas individuales no es factible. El estimado de densidad poblacional se obtiene del patrón de ocurrencia de ese atributo en diluciones seriadas y el uso de una tabla probabilística de Woomeer-1994.

Para el análisis de datos, se utilizó el análisis de Varianza (ANOVA) para la comparación de tratamientos y Test de Duncan para la búsqueda de la mejor proporción, la misma que se comparó con la muestra sin floculante determinándose su carga bacteriana media puntual e interválicamente. Para determinar la significación de la carga bacteriana de colimetría total y colimetría fecal antes y después de la aplicación de la formulación elegida (F1), se utilizó la Prueba T para muestras correlacionadas. Para el procesamiento de datos se utilizó el paquete estadístico SPSS V.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se presentan comparaciones de la carga microbiana y su disminución colimétrica en aguas superficiales con dosis elegida y sin floculante a fin de determinar si los datos proporcionan suficiente evidencia para llevar a cabo la prueba T de comparación de muestras pareadas.

Tabla 1. Comparaciones de la carga microbiana y su disminución colimétrica en aguas superficiales con dosis elegida y sin floculante.

		Nº	Media	Desviac típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mín.	Máx.
						Límite inferior	Límite superior		
Carga microb col total	Sin floculante	2	255000	134350,3	95000,0	-952089,45	1462089,45	160000	350000
	Dosis elegida	2	73000	26870,1	19000,0	-168417,89	314417,89	54000	92000
	Total	4	164000,00	131524,4	65762,1	-45284,66	373284,66	54000	350000
Carga microb col fecal	Sin floculante	2	3350	1626,3	1150,0	-11262,14	17962,14	2200	4500
	Dosis elegida	2	775,00	459,619	325,000	-3354,52	4904,52	450	1100
	Total	4	2062,50	1778,283	889,142	-767,15	4892,15	450	4500

Los valores mínimos y máximos en un antes y después del tratamiento con el floculante natural “tuna” de la proporción F-1 (dosis elegida), indican que la carga microbiana de coliformes totales presenta valores medios de 255,000 ufc/100ml antes del tratamiento, lo que corresponde a valores extremos mínimos y máximos de 160,000 a 350,000 ufc/100ml y cuando es enfrentada a la dosis elegida (F1) de floculante “tuna” muestra una disminución de 54,000 en sus valores de límites inferiores, lo que representa aproximadamente una disminución colimétrica total del 33,75%, en tanto que en su límite superior de 92,000 representa el 26,28% respectivamente., manteniendo como media 73,000 ufc/100 ml.

De igual forma sucede con la colimetría fecal referente a disminución de densidad bacteriana, encontrándose en un antes con valores de 2,200 a 4,500 y con tratamiento de dosis elegida (F1) disminuye a valores comprendidos entre 450 a 1100.

La tabla 2 muestra las medias de los pares relacionados referente a la carga microbiana de colimetría total y colimetría fecal a razón de la formulación elegida (F1). Observándose también que el p-valor, para el Par 1 es de 0,088 y para el Par 2 es de 0,103; superando en ambos casos el $p= 0,05$, lo que indica que no hay diferencia significativa en las variables analizadas antes y después de la aplicación del floculante. Por tanto, el uso del floculante no logra disminuir significativamente el número de coliformes en el valor deseado.

Tabla 2. Muestras relacionadas para los datos de la disminución de la carga microbiana: coliformes totales y coliformes fecales con el floculante de *O. ficus-indica*

		DIFERENCIAS RELACIONADAS							
		Media	Desviación típica	Error típico de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	Gl.	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Carga microb col total - floculante natural-p1	163998,5	131524,857	65762,428	-45286,8	373283,89	2,4	3	0,088
Par 2	Floculante natural p1 Carga microb col fecal	2062,0	1778,766	889,383	-4891,4	769,414	-2,3	3	0,103

Las figuras 1 y 2 muestran las medias de disminución para coliformes fecales y coliformes totales por efecto del floculante natural “tuna” con dosis elegida F1 de 350 ppm.

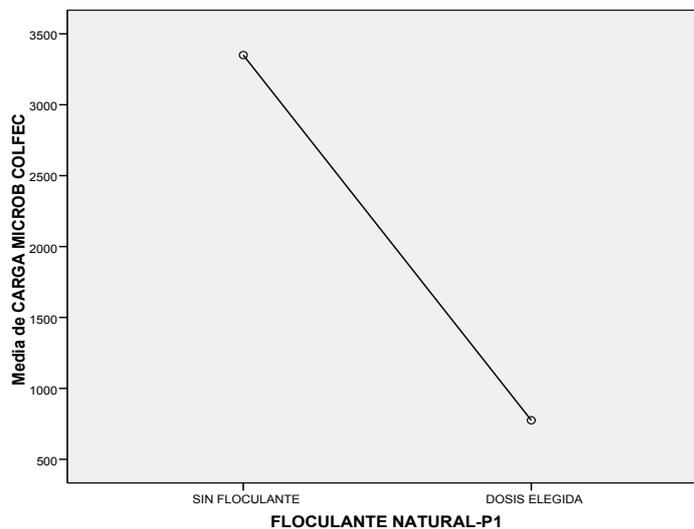


Figura 1. Medias de disminución de carga microbiana—coliformes totales y fecales por efecto del floculante natural con dosis elegida F1

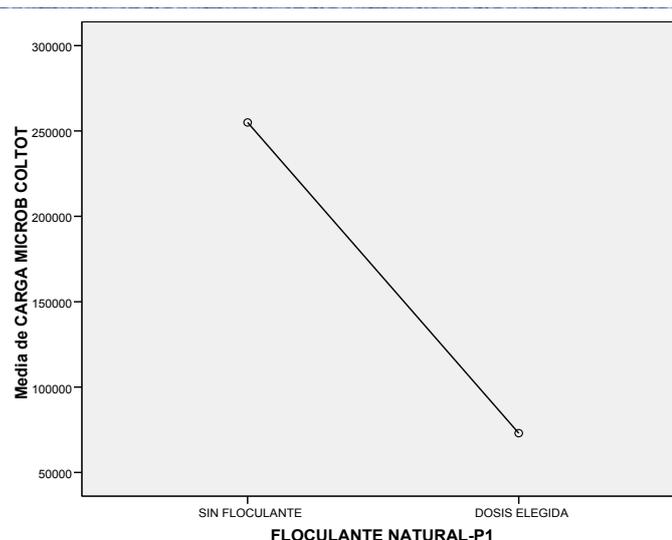


Figura 2. Medias de disminución de carga microbiana-coliformes fecales y fecales por efecto del floculante natural con dosis elegida F1.

Las figuras 1 y 2 muestran los límites inferiores y superiores encontrados antes y después del tratamiento con floculante natural “tuna”, haciendo uso de la formulación elegida como la de mejor significancia y evidencia de separación de flocs, por lo que dicha disminución se debe probablemente a la presencia de los polielectrolitos, sustancias que contienen sodio, magnesio, potasio y yodo en cantidades que oscilan como valores totales de sales minerales en 3%-8% en base seca de floculante (Campos, 1991), entre éstos el halógeno yodo, estaría contribuyendo a disminuir cargas bacterianas debido a sus propiedades de poder provocar alteración y/o desnaturalización de las proteínas estructurales las cuales estarían precipitando junto con los flocs formados.

Sin embargo, estos valores no garantizan la calidad sanitaria de agua para consumo directo tal como lo establecen las normativas Peruanas e internacionales a través del Reglamento de calidad de agua para consumo humano- DS.N°031-2001-SA-MINSA-DIGESA-2011, en su Reglamento de la Calidad de agua para Consumo Humano, 2011 los que indican 0/100 ml de agua, o en su defecto = <1,8/100 ml cuando la valoración colimétrica es a través de NMP, como límite máximo permisible.

La tabla 2 muestra que el p-valor para el Par 1 y Par 2 son mayores que $p=0,05$, lo que hace sugerir que rechazaríamos la hipótesis H_0 , donde F1 logra efecto positivo de clarificación y disminución de cargas bacterianas y llega a negativizar coliformes totales y coliformes fecales, en aguas superficiales del poblado de Miraflores, Santa Rosa, Pallasca. Y aceptaríamos H_a : F1 logra efecto positivo de clarificación y disminución de cargas bacterianas y no llega a negativizar coliformes totales y coliformes fecales, en aguas superficiales del poblado de Miraflores, Santa Rosa.

Las figuras 1 y 2 muestran las medias de un antes y después de tratamiento, con valores que van de un máximo de 350,000 (antes) a 92,000 ufc/100 ml (después) para Coliformes totales en tanto que para fecales de 4500 (antes) a 1100 ufc/100 ml

(después), donde las disminuciones mostradas, no llegan a disminuciones totales para garantizar agua segura para consumo humano directo, por lo que éstos resultados harían presumir también el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua donde la presencia de m, o patógenos podrían causar procesos infecciosos o en su defecto ser factor de riesgo para desencadenar problemas epidémicos.

Conclusiones

La proporción de 350 ppm (F1) de floculante natural de *Opuntia ficus-indica* en la clarificación de las aguas superficiales de las acequias del poblado de Miraflores, distrito de Santa Rosa, provincia de Pallasca, evidencia valor turbidimétrico de 0,11 bajo en comparación con las demás formulaciones, demostrando al mismo tiempo traspase de turbidez franca a clarificación aceptable con un nivel de < 0,05.

La proporción de 350 ppm (F1) de floculante natural de tuna *Opuntia ficus-indica* no logra disminuir en su totalidad coliformes totales y fecales, por lo que no garantiza ser agua segura para consumo humano directo.

Recomendaciones

Considerar los resultados como línea base para la floculación y clarificación de aguas superficiales de las acequias de las zonas rurales de los poblados alto andino.

Coordinar acciones transdisciplinarias con la región Ancash para el pertinente monitoreo y liderazgo de un proyecto social de tecnologías limpias en las zonas rurales alto andinas.

Proponer la creación de un programa regional de prevención con tecnologías limpias medioambientales con participación de entidades públicas y privadas.

Continuar con estudios similares y determinar contenidos de los componentes de los polielectrolitos por determinación química y/o espectroscopia y establecer con precisión los contenidos de yodo en estas sustancias responsables de la floculación y clarificación y disminución de cargas microbianas.

Referencias bibliográficas

- APHA (1995) *Standard Methods for the Examination Water and Wastewater-* American Public Health Association, Washington, EUA.
- Arboleda, J. A. (1992). *Teoría y práctica de la purificación del agua*. EUA: McGraw Hill /Interamericana.
- Campos, J. (1991). *Uso de polímeros naturales en el tratamiento de agua para abastecimiento*. Cali – Colombia: CINARA.
- CEPIS (2010). *Uso apropiado de coagulantes naturales africanos para el abastecimiento de agua en el medio rural*. Pub. <http://cepis.org.pe/bvsacd/scan/003> - 2010
- MINSA-DIGESA –RSP (2010). (13.08.2010) Red de Salud Pacífico Norte-Problemas de salubridad. *Diario La Industria de Chimbote*, pp. 8. Perú.
- MINSA-DIGESA-(2011) *Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA* /Lima: Ministerio de Salud; 44 pp.

- OMS-OPS (1985). Guía para la calidad de agua potable. *Publicación Científica* N° 481, 18-21.
- Muegge, O. J. (1956) *Physiological Effect of heavily chlorinated drinking water*. En *Journal of the American Water Works Association*, 48 (12), pp.1507-1509.
- Vásquez, O. (1994). *Extracción de coagulantes naturales del nopal y aplicación en la clarificación de aguas superficiales*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Woomer, P. (1994) Most probable number counts. *In*: Weaver, R.W.; J.S. Angle; P.S. Bottomley (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical Properties*. E.E.U.U. Soil Society of American Inc. Book Series, No 5, pp. 59-79.