

$n-1$: Grados de libertad de los datos de entrada para la prueba F.

$m-1$: Grados de libertad de los datos de salida para la prueba F

α : Nivel de confianza de la prueba; corresponde a 0.02, es decir, que se acepta un error en la prueba de 2%.

$\alpha/2$: Valor con el cual se lee en la tabla el F tabulado; corresponde a 0.01

$F(n-1, m-1; \alpha/2)$: parámetros para calcular el F tabulado

H_0 : Γ^2 entrada = Γ^2 salida, hipótesis nula

H_1 : Γ^2 entrada \neq Γ^2 salida, hipótesis alterna

Si se acepta la hipótesis nula (H_0), se acepta que las varianzas poblacionales son homogéneas, en caso contrario se dirá que las varianzas poblacionales son heterogéneas, lo cual es equivalente a aceptar H_1 (hipótesis alterna).

Si $F_c > F_{0,01}$ se rechaza H_0 : Criterio de rechazo de la prueba, en caso contrario se acepta H_0 .

Dependiendo de la homogeneidad o heterogeneidad de las varianzas, se aplica la prueba t para la comparación de las medias poblacionales para muestras independientes con tamaño de muestras iguales o diferentes.

La hipótesis que se quiere probar es:

H_0 : μ entrada \geq μ salida, hipótesis nula

H_1 : μ entrada $<$ μ salida, hipótesis alterna

Si se acepta la hipótesis nula (H_0), se acepta que la media poblacional de la entrada al tanque Imhoff es mayor que la de salida; en caso contrario se dirá que la media

poblacional de la entrada es menor que la de salida, lo cual es equivalente a aceptar H_1 (hipótesis alterna).

Si $t_{\text{calculado}}(t_c, t') > t_{\text{tabulado}}(t^*, t, \alpha)$ se rechaza H_0 , en caso contrario se acepta H_0 .

X_{entrada} : media de los datos de entrada

X_{salida} : media de los datos de salida

T_1 : valor de la prueba t calculado para los datos de entrada con un valor de $\alpha/2$ de 0.025.
se acepta un error del 5%

T_2 : valor de la prueba t calculado para los datos de salida con un valor de $\alpha/2$ de 0.025

3. TRATAMIENTO BIOLÓGICO

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS ANTES DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Las tablas 9 – 15 (a,b) contienen la información de las tres caracterizaciones realizadas a cada uno de los procesos a la entrada y a la salida del tanque Imhoff.

La tabla 16 presenta Los valores a la entrada y a la salida del tanque Imhoff; corresponden al promedio estadístico de las 42 caracterizaciones realizadas antes del tratamiento biológico.

La tabla 17(a,b) resume los resultados de la caracterización de la quebrada de vertimiento de Proveg Ltda. Aguas arriba.

Tabla 9a. Análisis fisicoquímicos para caracterización de las aguas residuales del proceso Arveja a la entrada y a la salida del tanque Imhoff.

VARIABLE	MARMITA Mayo 15/00				BLANCHE Mayo 16/00				BLANCHE Mayo 22/00				BLANCHE Mayo 25/00			
	ENTRA DA	SALI DA	ENTRA DA	SALIDA	%REMO CIÓN	ENTRA DA	SALI DA	%REMO CIÓN	ENTRA DA	SALI DA	%REMO CIÓN	ENTRA DA	SALI DA	%REMO CIÓN		
Caudal m ³ /día de trabajo	37,54	73,85	79,12	122,14		63,36	106,48		25,97	65,47		25,97	65,47			
Temperatura (°C)	23,14	24,23	25,42	27,42	-7,87	26,28	27,86	-6,03	23,25	24,23	-4,22	23,25	24,23	-4,22		
Oxígeno Disuelto (mg/l)	3,84	1,46	4,82	2,29	52,50	3,64	0,04	98,94	5,15	1,16	77,46	5,15	1,16	77,46		
pH	6,06	4,79	6,21	4,92	20,78	5,56	4,9	11,94	6,69	6,32	5,55	6,69	6,32	5,55		
Almidones (%)	0	1,11	2,22	1,11	50	0	0		0	1,11		0	1,11			
Aceites y Grasas (mg/l)	16	5,33	2	36	-1700	16	8	50	59	69	-16,95	59	69	-16,95		
Sólidos Totales (mg/l)	5632	1696	2342	2028	13	9044	2482	72,56	1558	2534	-62,64	1558	2534	-62,64		
Sólidos Disueltos (mg/l)	3108	1324	580	1492	-157	6050	1990	67,11	1040	2260	-117,31	1040	2260	-117,31		
Sólidos Suspendedos	2524	372	1762	536	70	2994	492	83,57	518	274	47,10	518	274	47,10		
Totales (SSF+SSV) (mg/l)																
Sólidos Sedimentables (ml/l)	0	100	NH	NH		0,2	0,2	0,00	10	0,1	99,00	10	0,1	99,00		
D.Q.O. Total al bicromato (mg/l)	5355	5732	2534	2398	5	7123	2016,4	71,69	1691,3	3087,9	-82,58	1691,3	3087,9	-82,58		

D.B.O5 (mg/l)	3167,25	1715	2534	1715	32	5099	1730,4	66,06	1606,8	2796,5	-74,04
Nitrógeno Total (mg/l)	3,65	3,75	5,58	3,93	30	4,57	2,43	46,83	6,04	4,22	30,13
Fósforo Total (mg/l)	16,44	8,42	3,56	6,67	-87	1,99	1,67	16,08	3,82	2,46	35,60
Detergentes ABS-LBS (mg/l)	1,37	0,173	0,095	0,017	82	0,38	0,51	-34,21	0,64	0,64	0,00

Tabla 9b. Análisis microbiológicos para caracterización de las aguas residuales del proceso Arveja a la entrada y a la salida del tanque Imhoff.

VARIABLE	MARMITA Mayo 15/00		BLANCHE Mayo 16/00		BLANCHE Mayo 22/00		BLANCHE Mayo 25/00		
	ENTRA DA	SALIDA	ENTRA DA	SALIDA	ENTRA DA	SALIDA	ENTRA DA	SALIDA	
Coliformes Totales (N.M.P./100 ml)			2,40E+07	1,10E+09	-4483	1,50E+08	83,87	1,10E+07	1,10E+17
E. coli (N.M.P./100 ml)			7,50E+04	1,10E+06	-1367	2,40E+03	0,00	2,40E+04	4,60E+04
Esporas Aerobias (U.F.C./ml)			1,70E+04	9,00E+03	47	9,00E+04	-400,00	7,90E+04	5,00E+04
Heterótrofas Totales a 32°C (U.F.C./ml)			2,10E+08	3,50E+08	-67	8,00E+08	-14,29	9,00E+06	1,80E+09
Heterótrofas Totales a			3,30E+04	4,00E+04	88	1,00E+04	80,00	3,00E+04	1,65E+04

25°C (U.F.C./ml)	09	08	08	8	08	7	09
Levaduras (U.F.C./ml)	9,00E+04	7,00E+04	22	4,00E+04	3,00E+04	1,00E+05	1,10E+05
Mohos (Hongo ambiental) (U.F.C./ml)	4,00E+10	5,00E+02	100	6,00E+01	8,00E+01	6,00E+02	9,00E+02
Bacterias Lipoficas (U.F.C./ml)	5,00E+02	1,00E+02	80	8,00E+04	Negativo	Negativo	Negativo
Algas (U.F.C./ml)	Negativo	Oscillatorio		Oscillatorio escasa	Negativo	Oscillatorio escasa	Oscillatorio
Anacystis (U.F.C./ml)							
Anabaena (U.F.C./ml)							
Microspora (U.F.C./ml)							
Chlorella (U.F.C./ml)							
Euglena (U.F.C./ml)	20%	30%		60%			90%
Protozoos (U.F.C./ml)					Negativo		
Zygnema (U.F.C./ml)	5%						
Phacus (U.F.C./ml)	2%	2%	0	7%			x
Paramecio (U.F.C./ml)		5%		80%			

Stylenichia (U.F.C./ml)												x	
Vorticella (U.F.C./ml)					80%						80%	Abundante	
Paranema (U.F.C./ml)													
Bacterias Totales (U.F.C./ml)	2*10E12	8,3*10E11	3,20E+10	4,20E+11	-1213	1,00E+14	1,70E+13	83	2,70E+11	3,20E+11	-18,52		
Sulfatorreductoras (U.F.C./ml)	11	Negativo	Negativo	1,90E+02		Negativo	7		Negativo	2,60E+02			
Fijadoras de Nitrógeno (U.F.C./ml)	Negativo	Negativo	2,00E+04	Negativo		Negativo	Negativo		Negativo	Negativo			
Anaerobias (U.F.C./ml)	6,5*10E2	2,9*10E3	Negativo	4,90E+02		2,90E+03	1,70E+13	-5,9E+11	5,20E+03	2,60E+02	95		

Tabla 10a. Análisis fisicoquímicos para caracterización de la aguas residuales del proceso Arveja-zanahoria a la entrada y a la salida del tanque Imhoff.

VARIABLE	Mayo 16/00			Mayo 22/00			Mayo 23/00		
	ENTRA DA	SALIDA	%REMO CION	ENTRA DA	SALIDA	%REMO CION	ENTRA DA	SALIDA	%REMO CION
Caudal m ³ /día de trabajo	97,98	67,28		123,37	147,86		229,68	146,22	
Temperatura (°C)	28,6	28	2,10	25,33	24,07	4,97	23,96	25,34	-579,78
Oxígeno Disuelto (mg/l)	4,16	1,5825	61,96	4,95	0,77	84,44	4,44	0,33	9268,75
pH	5,93	4,93	16,90	6,49	6,53	-0,55	6,59	4,88	2601,52
Almidones (%)	3,33	1,11	66,67	0	1,11		0	0	
Aceites y Grasas (mg/l)	23	18	21,74	9	21	-133,33	10	2	8000
Sólidos Totales (mg/l)	4012	2272	43,37	4526	3340	26,20	2790	2314	1706,09
Sólidos Disueltos (mg/l)	3680	1830	50,27	2450	2400	2,04	1260	2050	-6269,84
Sólidos Suspendidos	332	442	-33,13	2076	940	54,72	1530	264	8274,51
Totales (SSF+SSV) (mg/l)									
Sólidos Sedimentables (ml/l)	2	5	-150,00	18	0,2	98,89	26	0,4	
D.Q.O. Total al bicromato (mg/l)	3161	1809	42,77	4264	2474,56	41,97	3413	3034	1110,46
D.B.O5 (mg/l)	2163	1313	39,30	2735	2039,4	25,43	2070	1931	671,50
Nitrógeno Total (mg/l)	4,96	3,43	30,85	2,24	3,1	-38,39	3,77	2,32	

Fósforo Total (mg/l)	4,97	4,41	11,27	1,18	1,08	8,47	2,19	2,05
Detergentes ABS-LBS (mg/l)	0,38	0,17	55,26	0,17	0,38	-123,53	0,17	0,78

Tabla 10b. Análisis microbiológicos para caracterización de la aguas residuales del proceso Arveja-zanahoria a la entrada y a la salida del tanque Imhoff.

VARIABLE	Mayo 16/00			Mayo 22/00			Mayo 23/00		
	ENTRA DA	SALIDA	%REMO CION	ENTRA DA	SALIDA	%REMO CION	ENTRA DA	SALIDA	%REMO CION
Coliformes Totales (N.M.P./100 mL)	1,50E+06	9,30E+12		4,60E+06	9,30E+05	79,78	2,40E+07	1,10E+05	9954,17
Coliformes Fecales (N.M.P./100 mL)	4,30E+04	2,40E+04	44,19	7,00E+03	1,10E+03	84,29	1,50E+03	4,00E+02	7333,33
Bacillus Totales (U.F.C./ml)*	7,00E+04	8,90E+05	-1171,43	8,00E+04	3,00E+04	62,50	2,00E+02	1,00E+02	5000,00
Heterotrofas Totales a 32°C (U.F.C./ml)	1,00E+08	1,20E+09	-1100,00	7,00E+07	8,00E+07	-14,29	1,60E+07	2,00E+06	8750,00
Heterotrofas Totales a 25°C (U.F.C./ml)	2,50E+06	2,80E+07	-1020,00	8,00E+07	1,00E+08	-25,00	3,00E+07	1,00E+07	6666,67
Levaduras (U.F.C./ml)	6,50E+04	5,80E+04	10,77	9,00E+04	8,00E+04	11,11	1,80E+04	2,00E+04	-1111,11

Mohos (Hongo ambiental) (U.F.C./ml)	1,20E+04	1,50E+04	-25,00	2,00E+02	4,00E+02	-100,00	2,00E+0	3,00E+03	-5000,00
Fusarium (U.F.C./ml)				02			3	2,00E+02	
Aspergillus Fumigatus (U.F.C./ml)					3,00E+02			3,00E+01	
Bacterias Lipolíticas (U.F.C./ml)	Negativo	Negativo		Negativo	Negativo		Negativo	3,00E+03	
Algas (U.F.C./ml)	Oscillatori a 4%	Oscillatori a 2%		Negativo			Oscillatori ria 10%		
Anacystis (U.F.C./ml)		45%					10%	1%	9000,00
Anabaena (U.F.C./ml)	3%				1%				
Spyrogyra (U.F.C./ml)							15%		
Chlorella (U.F.C./ml)							3%		
Ulotrix (U.F.C./ml)		90%							
Ankistodesmus (U.F.C./ml)	3%								
Tetraedron (U.F.C./ml)							2%		
Phormidium (U.F.C./ml)							2%		
Nostoci (U.F.C./ml)								1%	
Euglena (U.F.C./ml)					30%		30%		
Protozoos (U.F.C./ml)	Negativo	Negativo		Negativo				Negativo	

Paranema (U.F.C./ml)					0													
Microspora (U.F.C./ml)								1%										
Bacterias Totales (U.F.C./ml)	3,20E+12	4,20E+11	86,88	8,70E+13	13	4,60E+13	47,13	2%	6,40E+1	3	8,70E+11	3	6,40E+1	3	8,70E+11	3	6,40E+1	9864,06
Sulfatorreductoras (U.F.C./ml)	Negativo	40		Negativ	0	3,20E+02			Negativo		5		Negativo					
Fijadoras de Nitrógeno (U.F.C./ml)	1,00E+04	7,00E+04	-600,00	Negativ	0	Negativo			Negativo		Negativo		Negativo		Negativo			
Anaerobias (U.F.C./ml)	6,40E+03	1,90E+02	97,03	4,00E+	03	2,90E+03	27,5		8		3,50E+02		8		3,50E+02			-427500

*U.F.C.: Unidad Formadora de Colonia