

## APÉNDICE 7: BIOSORCIÓN DE CADMIO POR LA CEPA CM-05

### A. 20 ppm

Biosorción de Cd por cepa CM-05						
	1v			2v		
Tiempo (min)	Sin tratamiento			Sin tratamiento		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.132	5.034	25.170	0.133	5.098	25.490
10	0.239	9.125	45.627	0.239	9.126	45.631
15	0.391	14.950	74.750	0.392	14.974	74.870
20	0.440	16.820	84.100	0.441	16.848	84.240
25	0.446	17.052	85.260	0.446	17.048	85.240
Tiempo (min)	Tratamiento con HNO3			Tratamiento con HNO3		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.157	5.996	29.982	0.157	5.997	29.987
10	0.352	13.428	67.141	0.352	13.430	67.149
15	0.397	15.174	75.870	0.398	15.188	75.940
20	0.443	16.940	84.700	0.441	16.860	84.300
25	0.446	17.040	85.201	0.446	17.046	85.229
Tiempo (min)	Tratamiento con NaOH			Tratamiento con NaOH		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.181	6.898	34.490	0.181	6.898	34.492
10	0.375	14.322	71.612	0.375	14.326	71.628
15	0.405	15.456	77.280	0.405	15.458	77.29
20	0.445	16.989	84.943	0.445	16.993	84.967
25	0.459	17.530	87.648	0.459	17.533	87.663

Tabla 35. Primera y Segunda vuelta en la biosorción de cadmio a 20ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05.

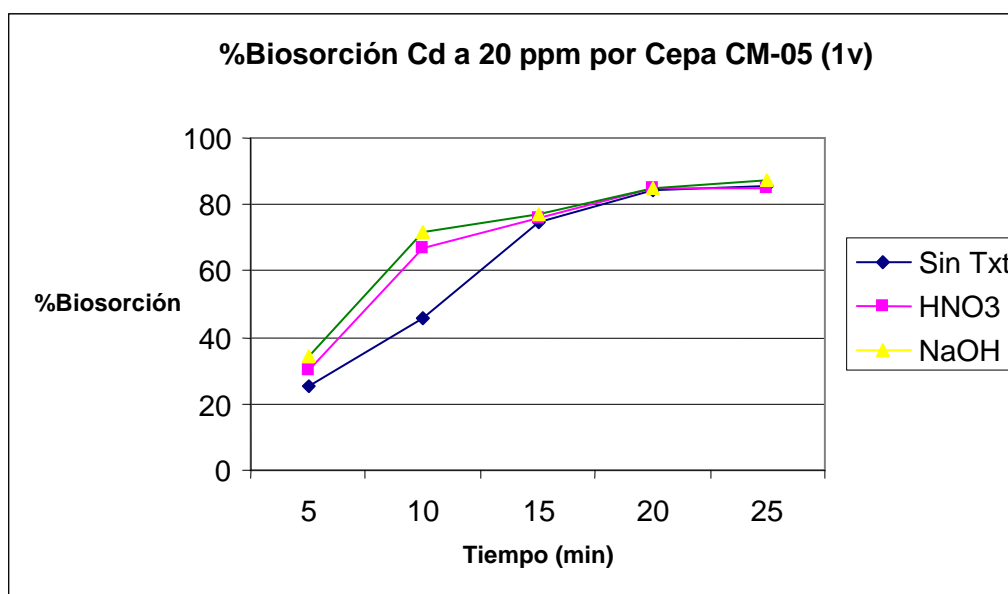


Figura 70. Porcentaje de biosorción de cadmio a 20 ppm *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

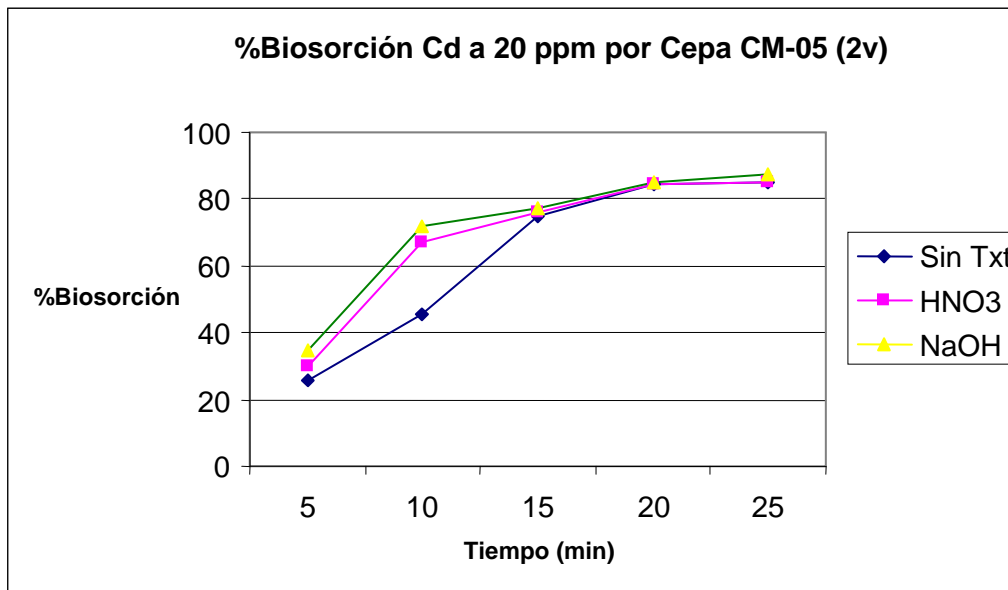


Figura 71. Porcentaje de biosorción de cadmio a 20 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

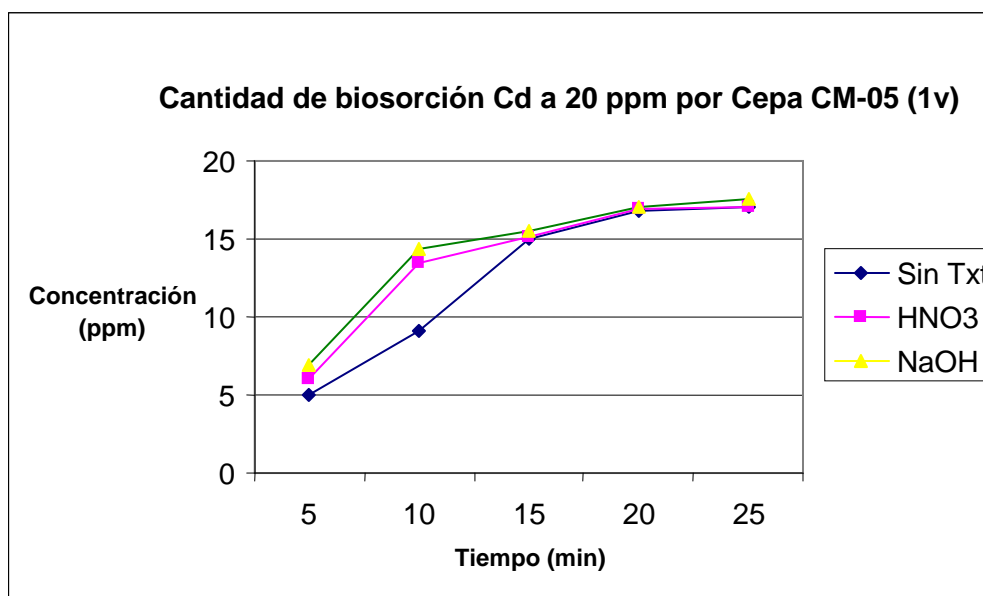


Figura 72. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 20 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

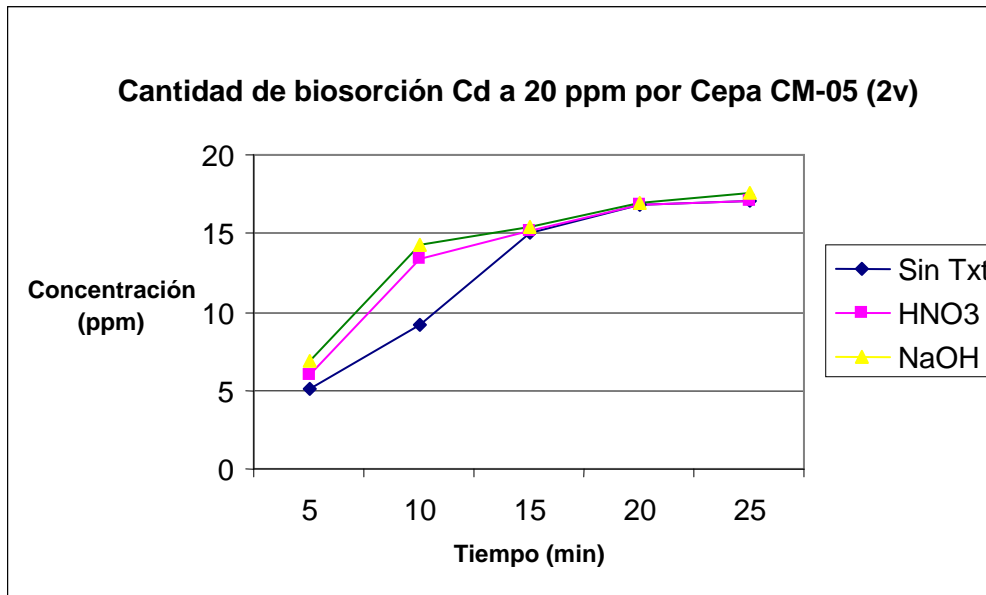


Figura 73. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 20 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

## B. 25 ppm

Biosorción de Cd por cepa CM-05						
Tiempo (min)	1v			2v		
	Sin tratamiento			Sin tratamiento		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.367	14.027	56.106	0.368	14.040	56.158
10	0.425	16.250	65.000	0.425	16.253	65.010
15	0.529	20.189	80.755	0.529	20.194	80.775
20	0.544	20.798	83.192	0.545	20.800	83.200
25	0.574	21.940	87.760	0.576	21.985	87.940
Tiempo (min)	Tratamiento con HNO3			Tratamiento con HNO3		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.400	15.290	61.160	0.400	15.285	61.140
10	0.479	18.289	73.157	0.479	18.296	73.183
15	0.499	19.044	76.177	0.499	19.048	76.193
20	0.575	21.959	87.834	0.575	21.965	87.858
25	0.595	22.729	90.914	0.595	22.734	90.934
Tiempo (min)	Tratamiento con NaOH			Tratamiento con NaOH		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.413	15.778	63.113	0.413	15.779	63.117
10	0.506	19.310	77.239	0.506	19.313	77.251
15	0.525	20.053	80.210	0.525	20.055	80.220
20	0.558	21.320	85.281	0.558	21.325	85.299
25	0.596	22.785	91.138	0.597	22.785	91.140

Tabla 36. Primera y Segunda vuelta en la biosorción de cadmio a 25 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05.

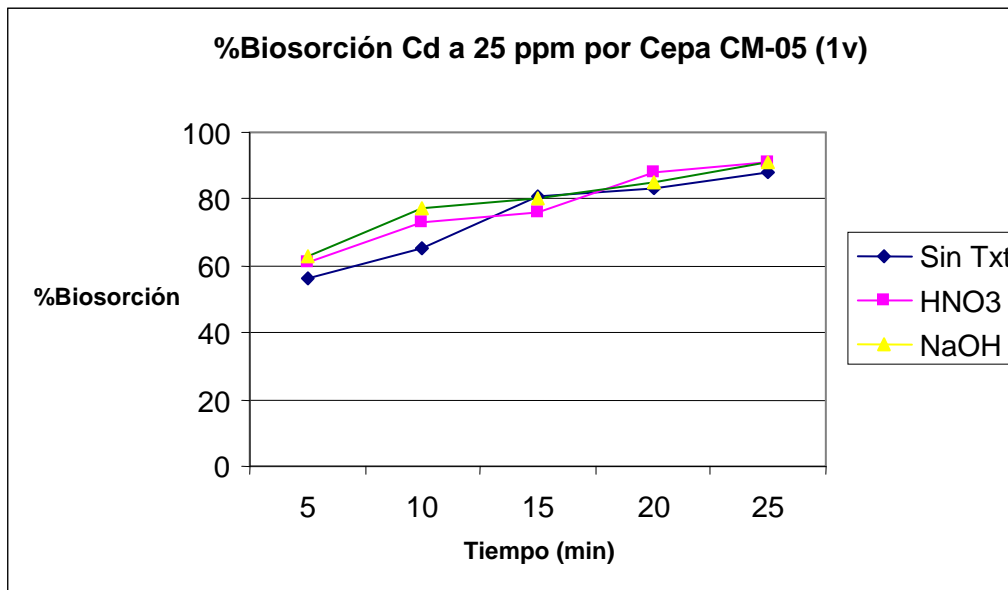


Figura 74. Porcentaje de biosorción de cadmio a 25 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

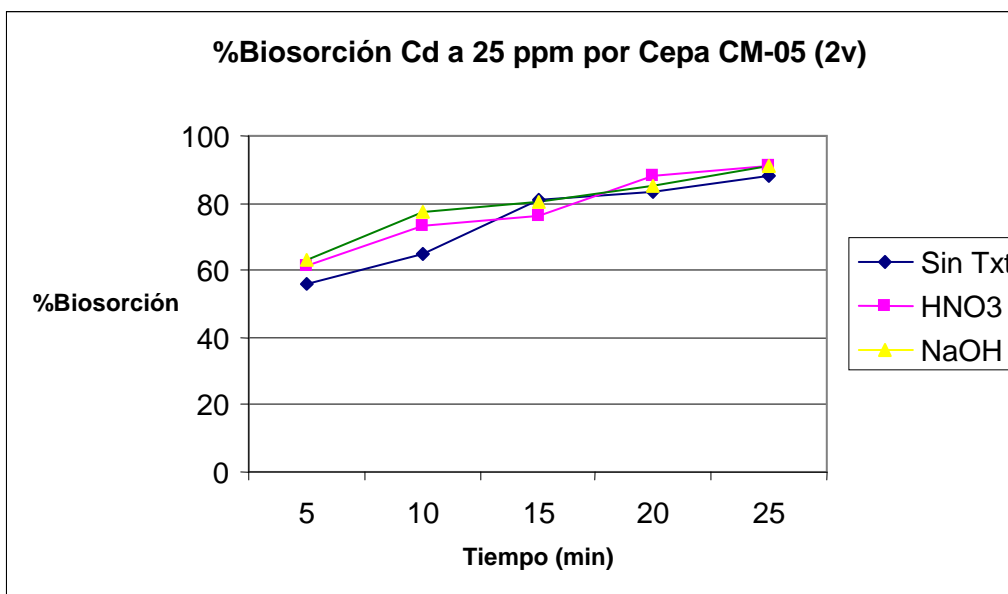


Figura 75. Porcentaje de biosorción de cadmio a 25 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

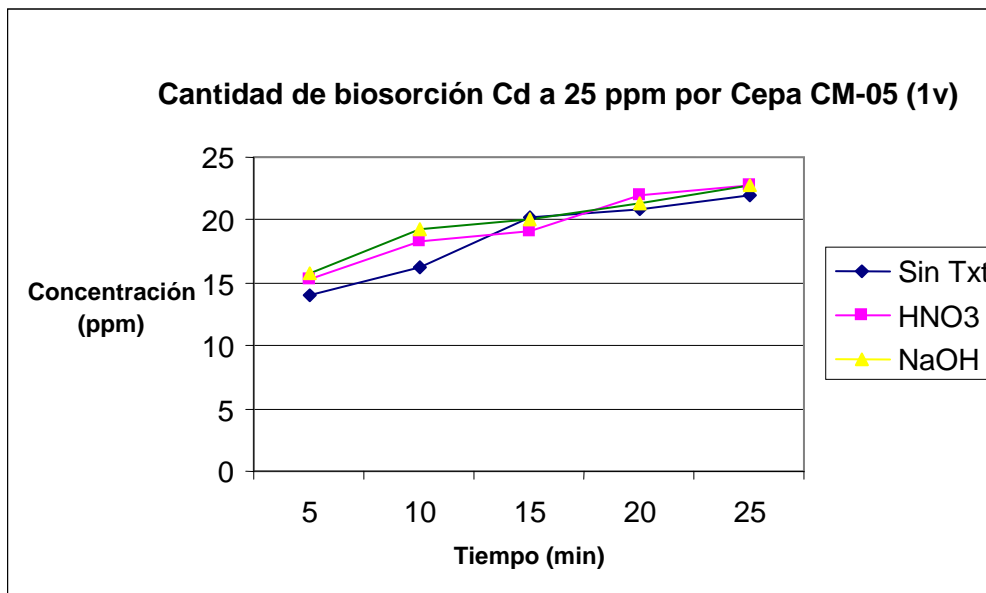


Figura 76. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 25 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

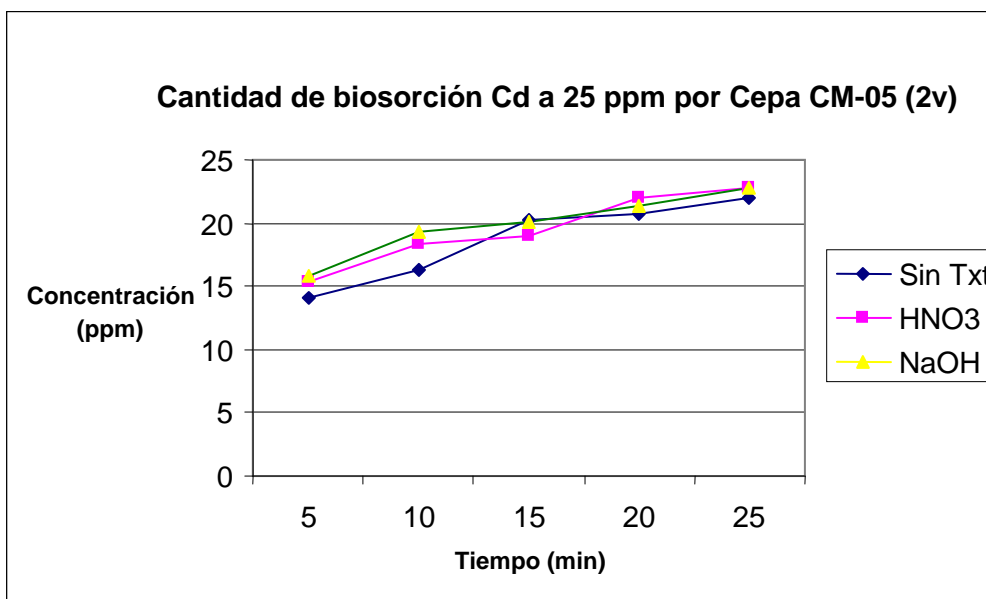


Figura 77. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 25 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

C. 30 ppm

Biosorción de Cd por cepa CM-05						
	1v			2v		
Tiempo (min)	Sin tratamiento			Sin tratamiento		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.608	23.224	77.412	0.608	23.231	77.438
10	0.677	25.869	86.23	0.654	24.973	83.242
15	0.696	26.594	88.646	0.696	26.596	88.654
20	0.718	27.410	91.368	0.718	27.412	91.372
25	0.739	28.245	94.151	0.740	28.250	94.167
Tiempo (min)	Tratamiento con HNO3			Tratamiento con HNO3		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.633	24.172	80.574	0.633	24.174	80.58
10	0.673	25.708	85.693	0.673	25.710	85.699
15	0.705	26.925	89.751	0.705	26.928	89.761
20	0.749	28.596	95.32	0.749	28.604	95.346
25	0.763	29.143	97.143	0.763	29.144	97.147
Tiempo (min)	Tratamiento con NaOH			Tratamiento con NaOH		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.658	25.136	83.787	0.658	25.135	83.783
10	0.684	26.139	87.129	0.684	26.142	87.141
15	0.700	26.719	89.064	0.700	26.723	89.076
20	0.745	28.458	94.86	0.745	28.462	94.872
25	0.772	29.491	98.302	0.772	29.493	98.309

Tabla 37. Primera y Segunda vuelta en la biosorción de cadmio a 30ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05.

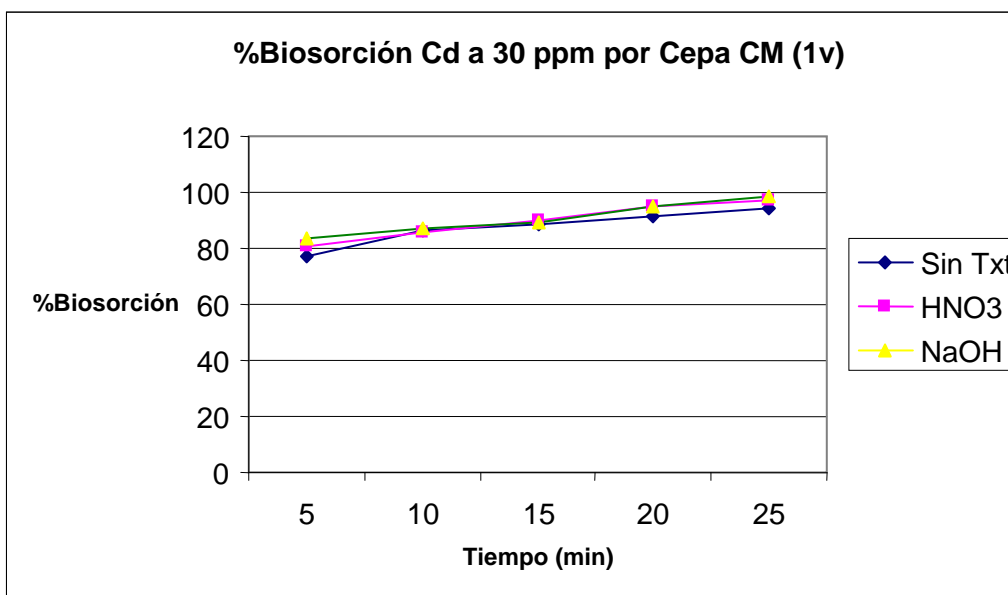


Figura 78. Porcentaje de biosorción de cadmio a 30 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

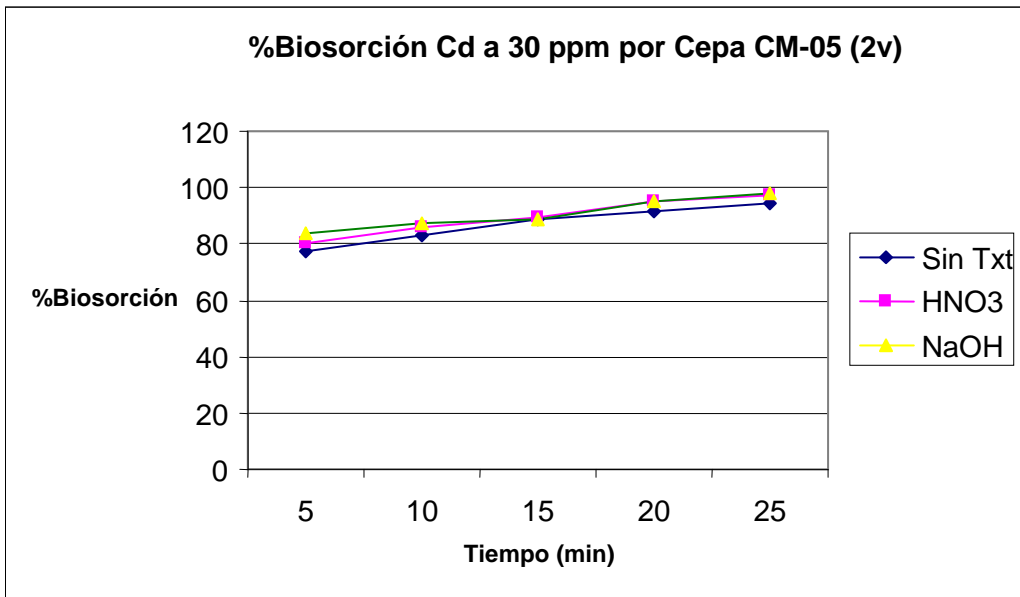


Figura 79. Porcentaje de biosorción de cadmio a 30 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

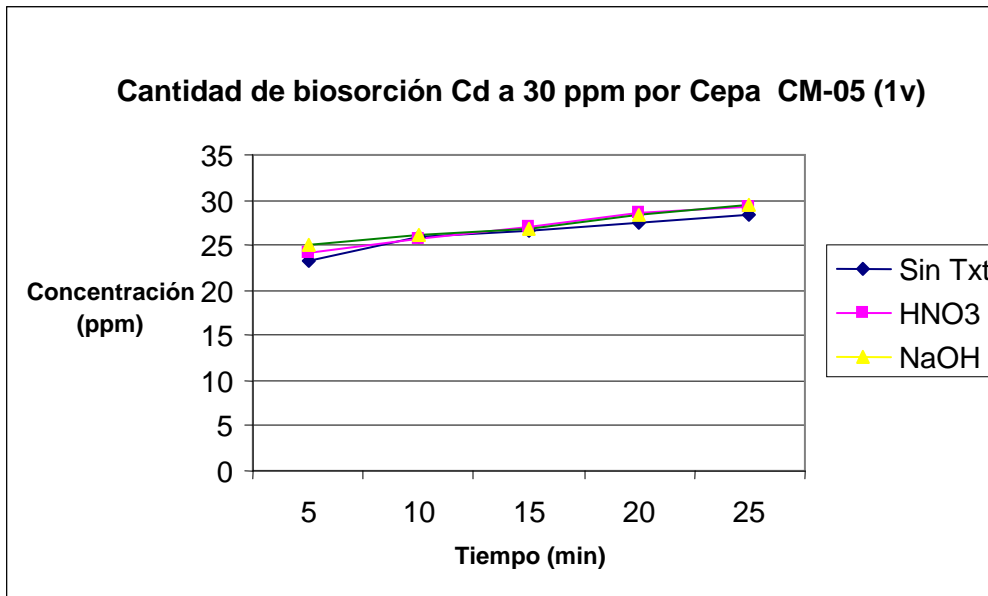


Figura 80. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 30 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

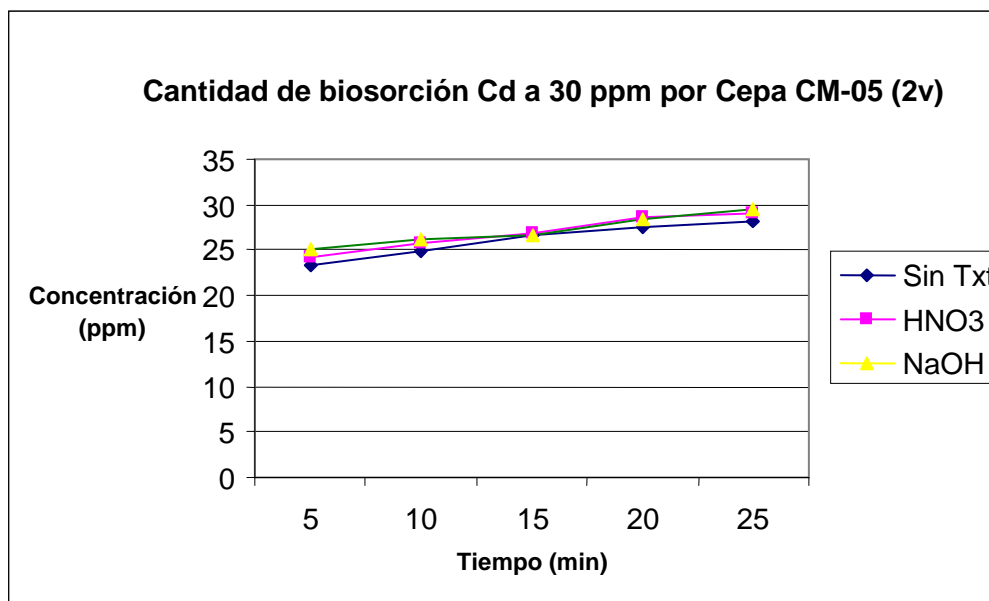


Figura 81. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 30 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

#### D. 100 ppm

Biosorción de Cd por cepa CM-05						
	1v			2v		
Tiempo (min)	Sin tratamiento			Sin tratamiento		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	1.171	50.316	50.316	1.174	50.451	50.451
10	1.306	56.112	56.112	1.303	56.003	56.003
15	1.472	63.244	63.244	1.470	63.179	63.179
20	1.635	70.275	70.275	1.646	70.732	70.732
25	1.759	75.613	75.613	1.751	75.246	75.246
Tiempo (min)	Tratamiento con HNO3			Tratamiento con HNO3		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	1.348	57.926	57.926	1.353	58.137	58.137
10	1.498	64.362	64.362	1.497	64.353	64.353
15	1.601	68.794	68.794	1.601	68.812	68.812
20	1.682	72.301	72.301	1.682	72.304	72.304
25	1.854	79.692	79.692	1.855	79.721	79.721
Tiempo (min)	Tratamiento con NaOH			Tratamiento con NaOH		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	1.454	62.504	62.504	1.455	62.524	62.524
10	1.569	67.429	67.429	1.569	67.421	67.421
15	1.729	74.289	74.289	1.729	74.325	74.325
20	1.852	79.607	79.607	1.853	79.633	79.633
25	1.900	81.668	81.668	1.901	81.687	81.687

Tabla 38. Primera y Segunda vuelta en la biosorción de cadmio a 100ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05.



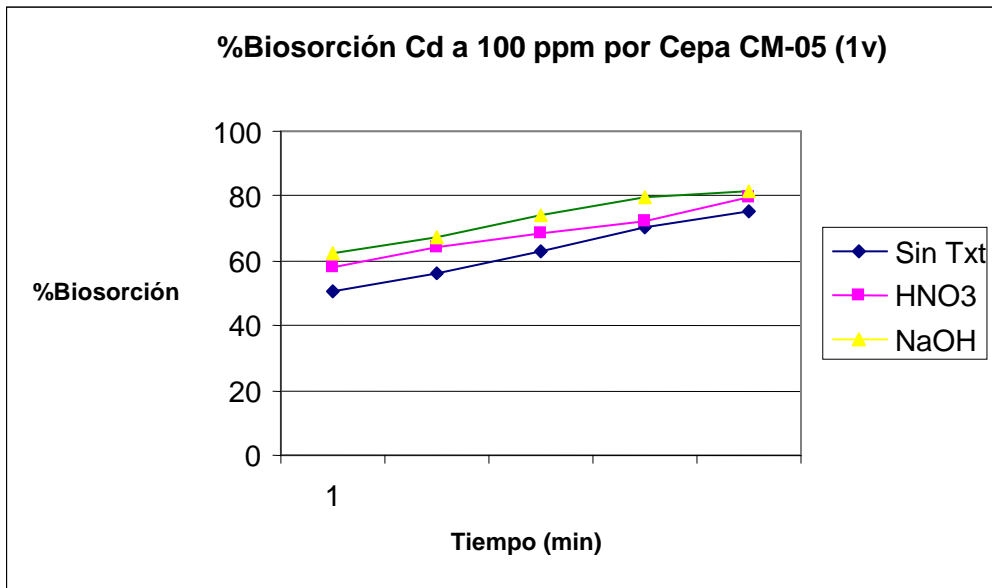


Figura 82. Porcentaje de biosorción de cadmio a 100 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

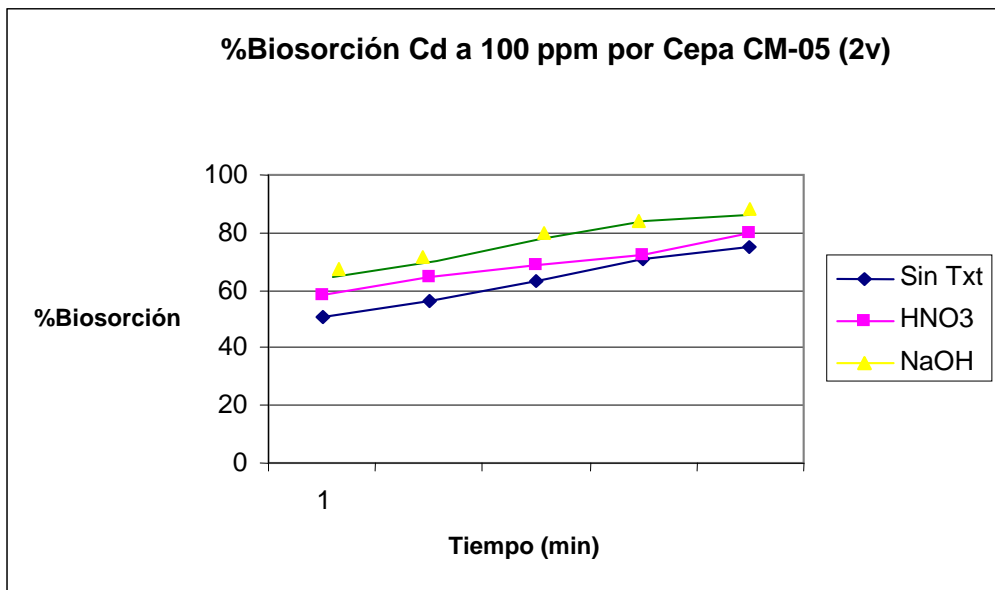


Figura 83. Porcentaje de biosorción de cadmio a 100 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

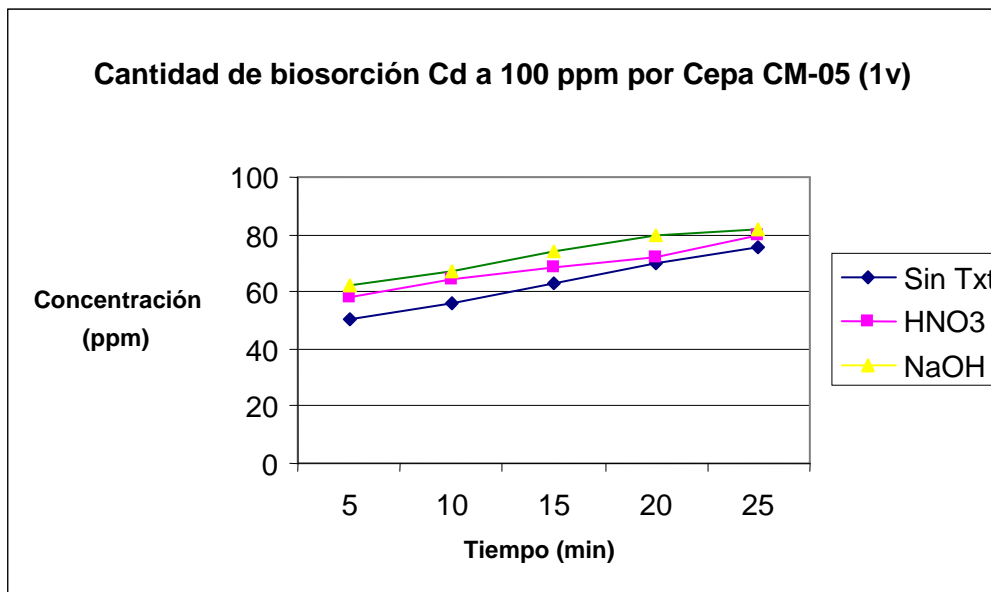


Figura 84. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 100 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

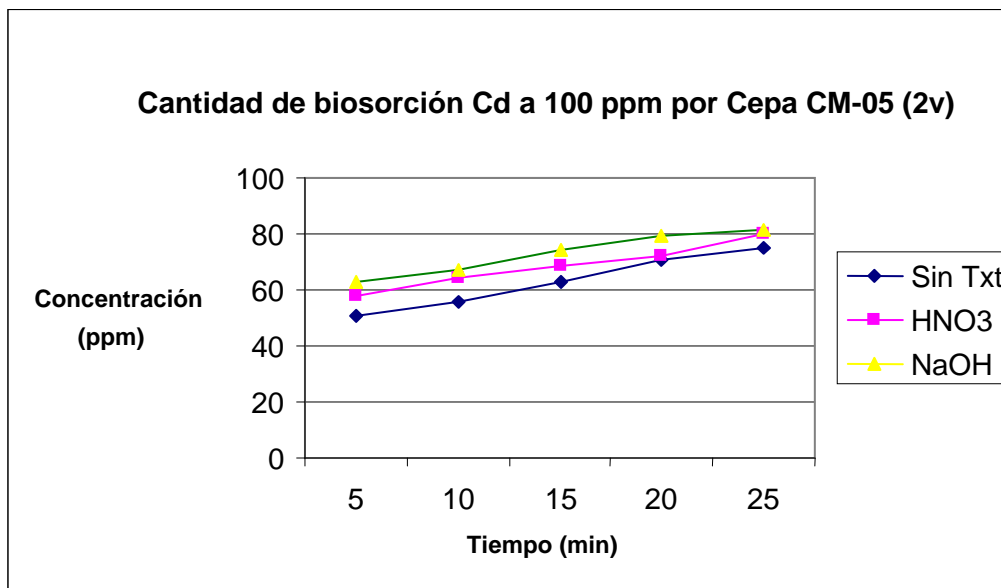


Figura 85. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 100 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

E. 150 ppm

Biosorción de Cd por cepa CM-05						
	1v			2v		
Tiempo (min)	Sin tratamiento			Sin tratamiento		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.528	22.681	15.121	0.528	22.679	15.119
10	0.583	25.063	16.709	0.583	25.062	16.708
15	0.738	31.734	21.156	0.739	31.742	21.161
20	0.867	37.259	24.839	0.867	37.263	24.842
25	0.938	40.301	26.867	0.938	40.308	26.872
Tiempo (min)	Tratamiento con HNO3			Tratamiento con HNO3		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.691	29.679	19.786	0.691	29.683	19.789
10	0.824	35.427	23.618	0.825	35.435	23.623
15	0.932	40.047	26.698	0.932	40.047	26.698
20	1.008	43.299	28.866	1.007	43.291	28.861
25	1.139	48.935	32.623	1.139	48.939	32.626
Tiempo (min)	Tratamiento con NaOH			Tratamiento con NaOH		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	1.169	50.239	33.493	0.691	29.683	19.789
10	1.229	52.824	35.216	0.825	35.435	23.623
15	1.406	60.412	40.275	0.932	40.047	26.698
20	1.644	70.657	47.105	1.007	43.291	28.861
25	1.747	75.071	50.047	1.139	48.939	32.626

Tabla 39. Primera y Segunda vuelta en la biosorción de cadmio a 150 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05.

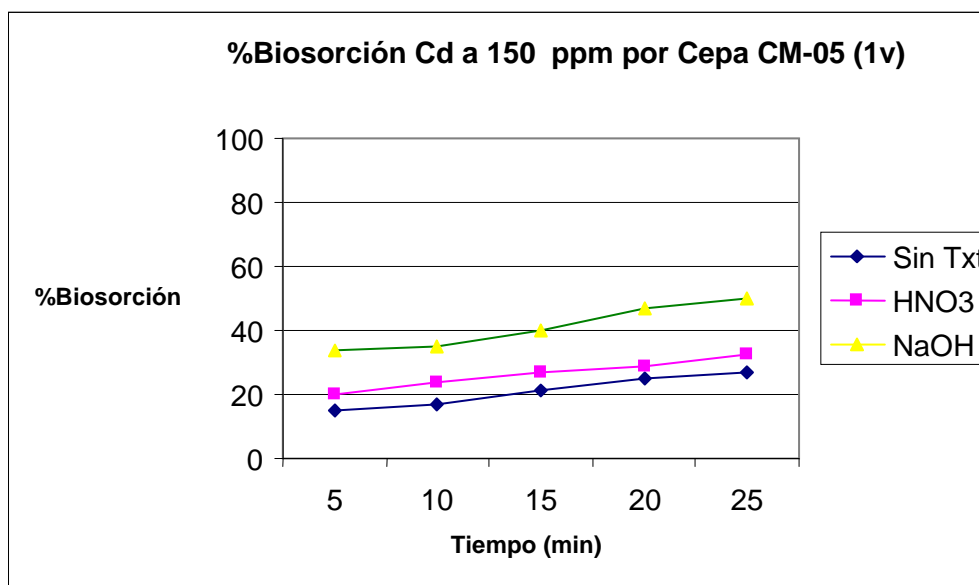


Figura 86. Porcentaje de biosorción de cadmio a 150 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

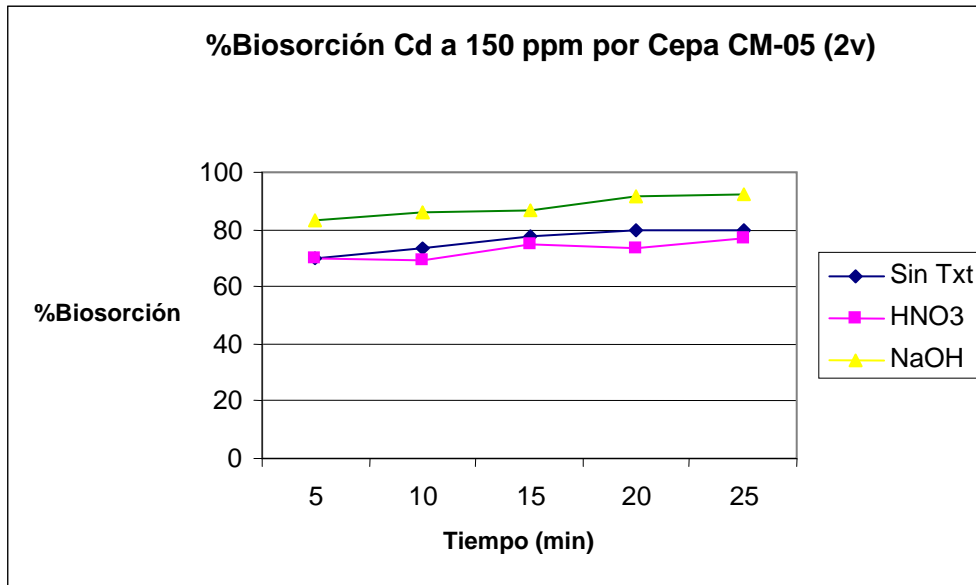


Figura 87. Porcentaje de biosorción de cadmio a 150 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

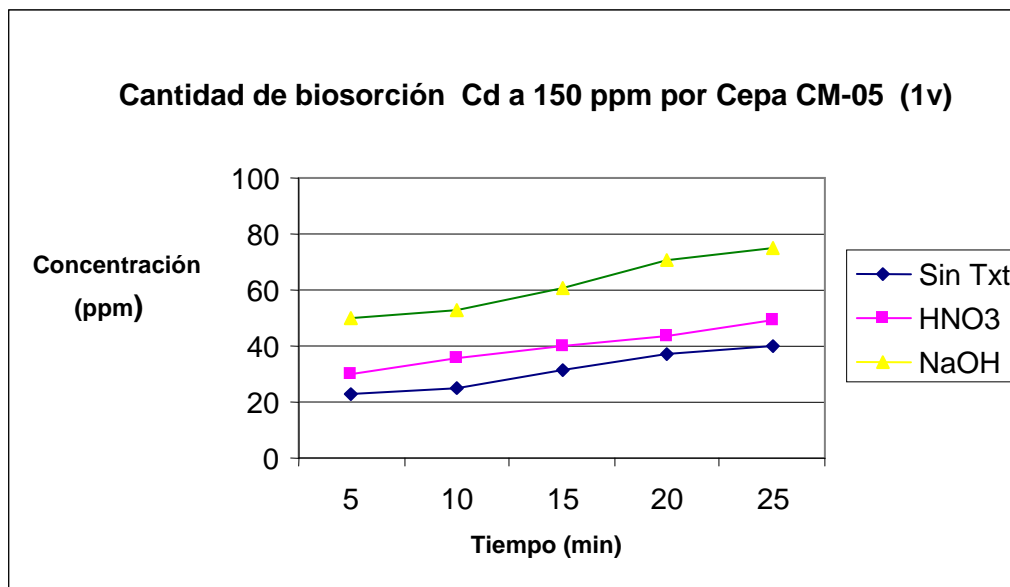


Figura 88. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 150 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

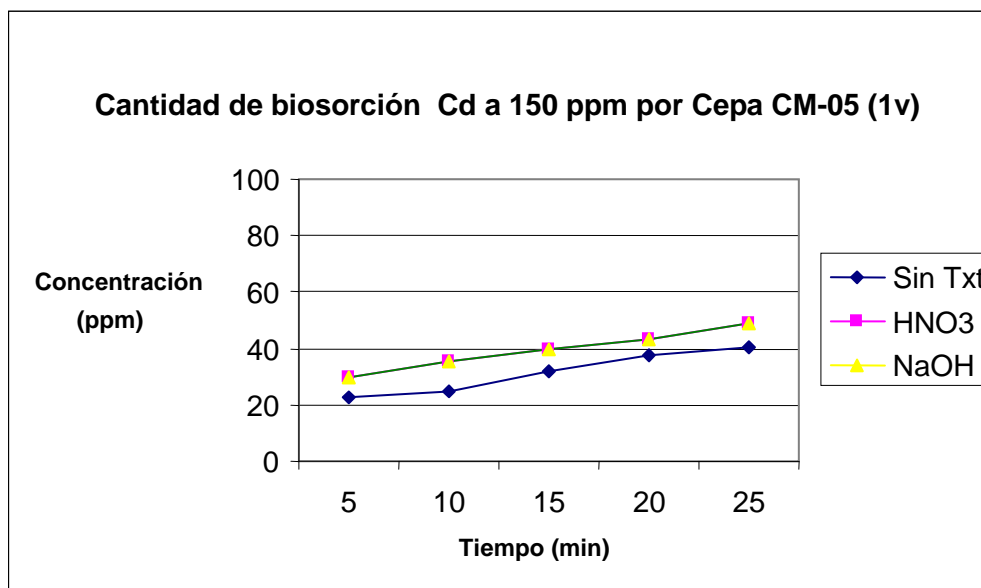


Figura 89. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 150 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

## F. 200 ppm

Biosorción de Pb por cepa CM-05						
Tiempo (min)	1v			2v		
	Sin tratamiento			Sin tratamiento		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.550	21.006	10.503	0.551	21.054	10.527
10	0.608	23.234	11.617	0.609	23.256	11.628
15	0.781	29.846	14.923	0.782	29.862	14.931
20	0.906	34.598	17.299	0.906	34.604	17.302
25	1.124	42.950	21.475	1.125	42.958	21.479
Tiempo (min)	Tratamiento con HNO3			Tratamiento con HNO3		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.686	26.202	13.101	0.686	26.210	13.105
10	0.929	35.484	17.742	0.930	35.508	17.754
15	1.122	42.856	21.428	1.122	42.866	21.433
20	1.289	49.254	24.627	1.290	49.262	24.631
25	1.561	59.626	29.813	1.561	59.636	29.818
Tiempo (min)	Tratamiento con NaOH			Tratamiento con NaOH		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.834	31.846	15.923	0.834	31.858	15.929
10	1.017	38.828	19.414	1.017	38.844	19.422
15	1.138	43.462	21.731	1.138	43.472	21.736
20	1.484	56.668	28.334	1.484	56.678	28.339
25	1.629	62.224	31.112	1.629	62.216	31.108

Tabla 40. Primera y Segunda vuelta en la biosorción de cadmio a 200ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05.

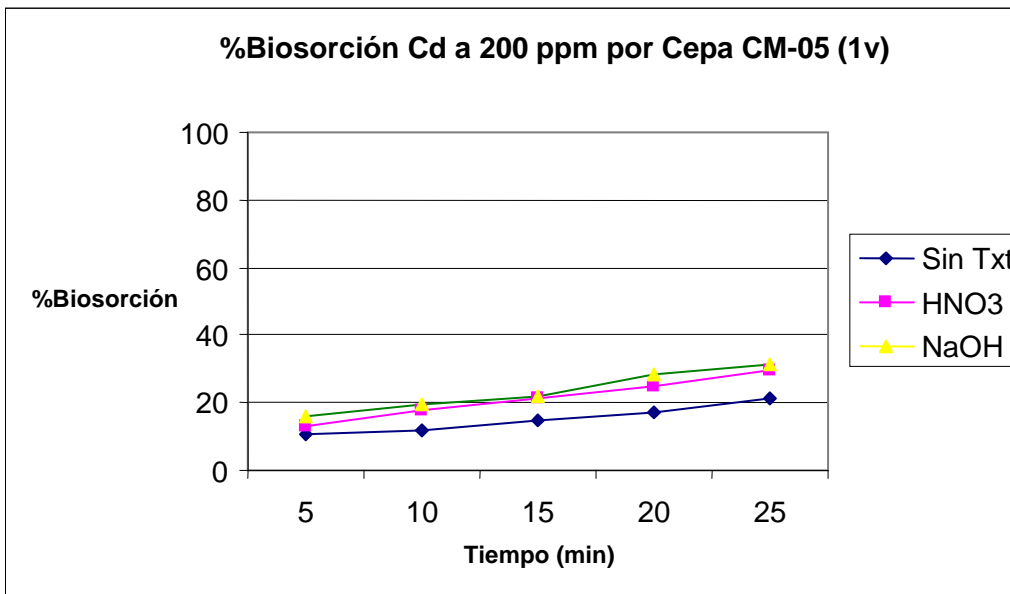


Figura 90. Porcentaje de biosorción de cadmio a 200 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

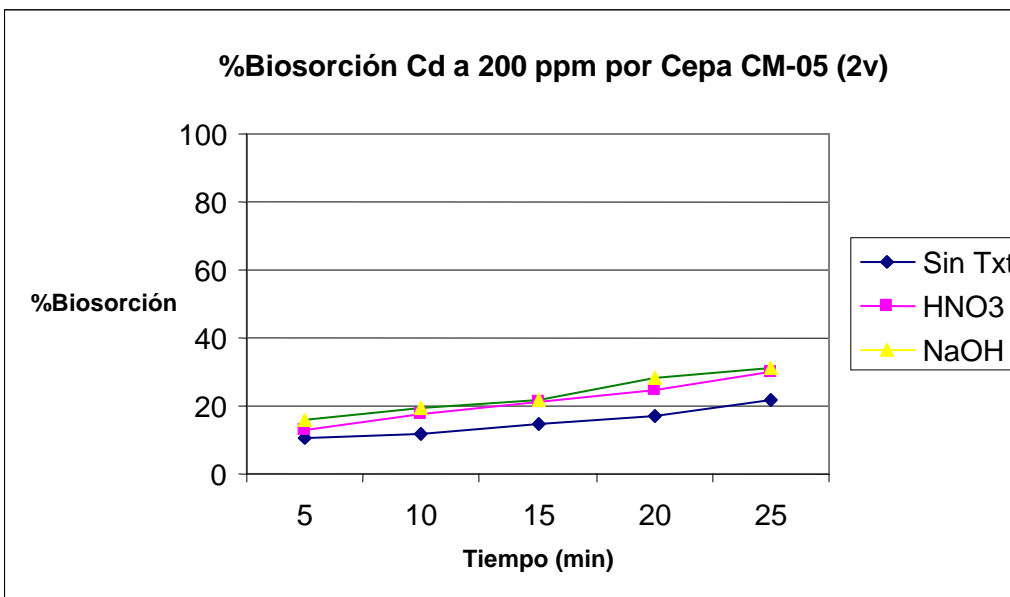


Figura 91. Porcentaje de biosorción de cadmio a 200 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

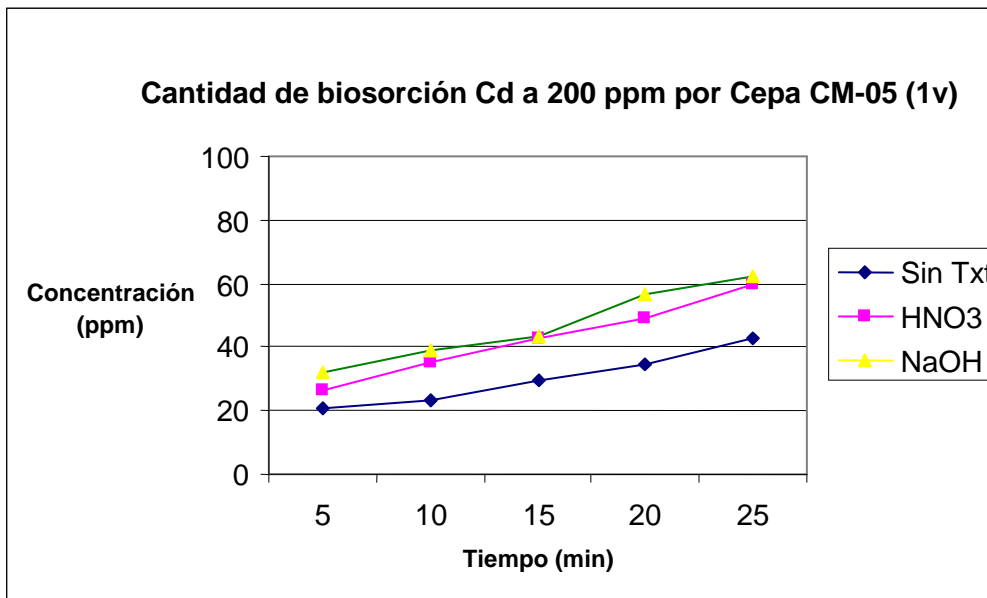


Figura 92. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 200 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

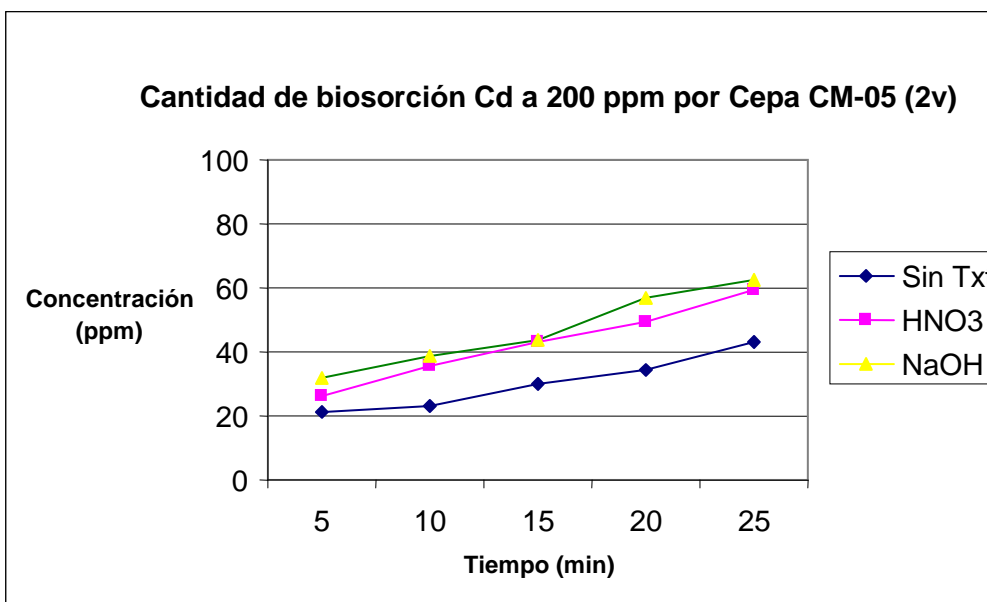


Figura 93. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 200 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

G. 250 ppm

Biosorción de Pb por cepa CM-05						
	1v			2v		
Tiempo (min)	Sin tratamiento			Sin tratamiento		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.240	9.173	3.669	0.241	9.193	3.677
10	0.386	14.750	5.9	0.386	14.760	5.904
15	0.399	15.258	6.103	0.400	15.283	6.113
20	0.643	24.575	9.83	0.644	24.595	9.838
25	0.690	26.345	10.538	0.690	26.355	10.542
Tiempo (min)	Tratamiento con HNO3			Tratamiento con HNO3		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.345	13.188	5.275	0.345	13.195	5.278
10	0.427	16.318	6.527	0.428	16.338	6.535
15	0.593	22.668	9.067	0.594	22.678	9.071
20	0.762	29.108	11.643	0.762	29.115	11.646
25	0.975	37.250	14.9	0.975	37.255	14.902
Tiempo (min)	Tratamiento con NaOH			Tratamiento con NaOH		
	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción	Absorbancia (nm)	Concentración (ppm)	% Biosorción
5	0.383	14.618	5.847	0.383	14.628	5.851
10	0.518	19.778	7.911	0.519	19.813	7.925
15	0.755	28.828	11.531	0.755	28.833	11.533
20	0.972	37.120	14.848	0.972	37.130	14.852
25	1.004	38.353	15.341	1.004	38.360	15.344

Tabla 41. Primera y Segunda vuelta en la biosorción de cadmio a 250ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05.

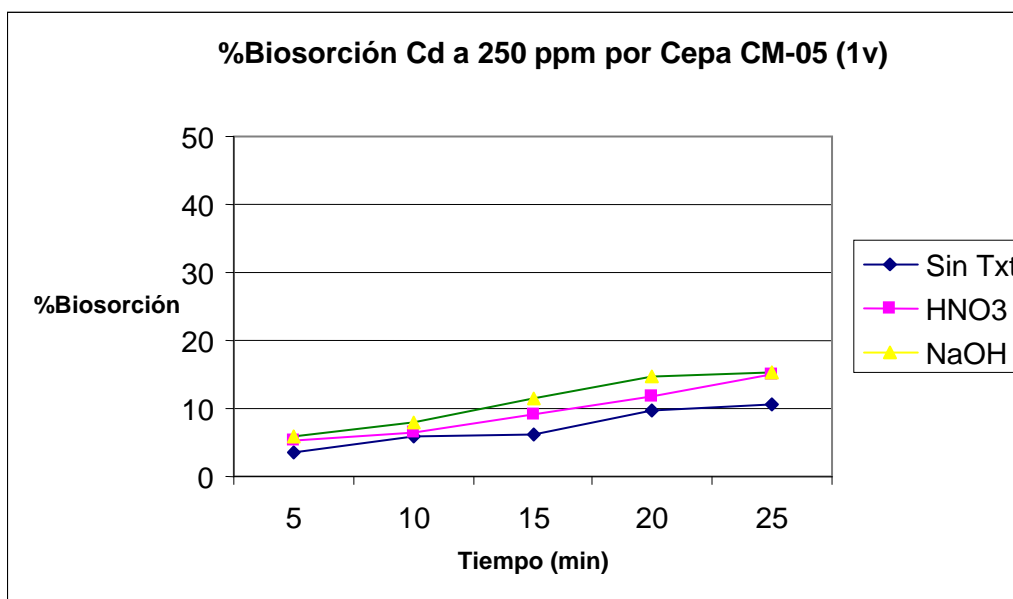


Figura 94. Porcentaje de biosorción de cadmio a 250 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).



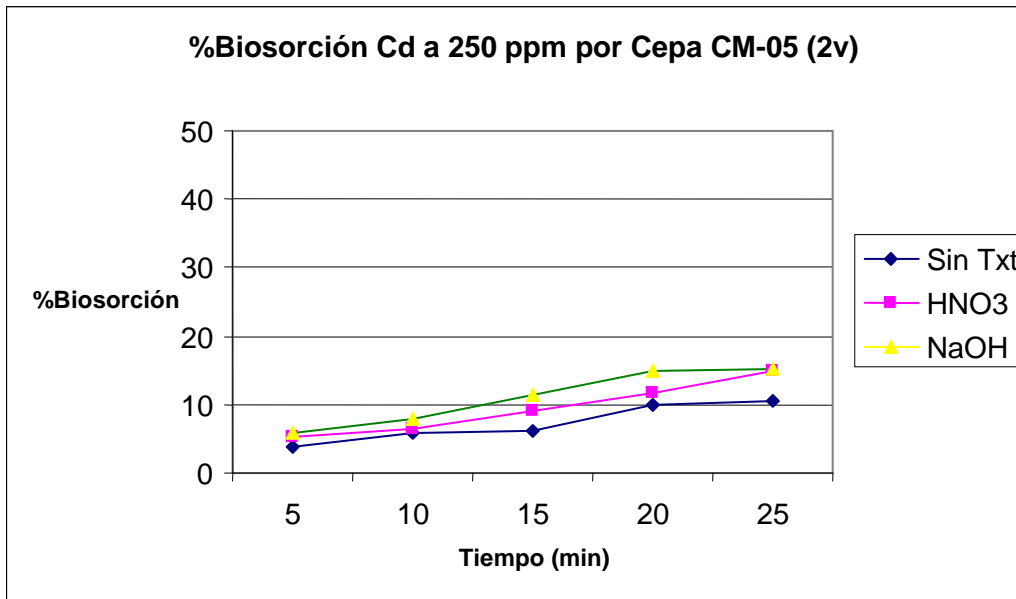


Figura 95. Porcentaje de biosorción de cadmio a 250 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

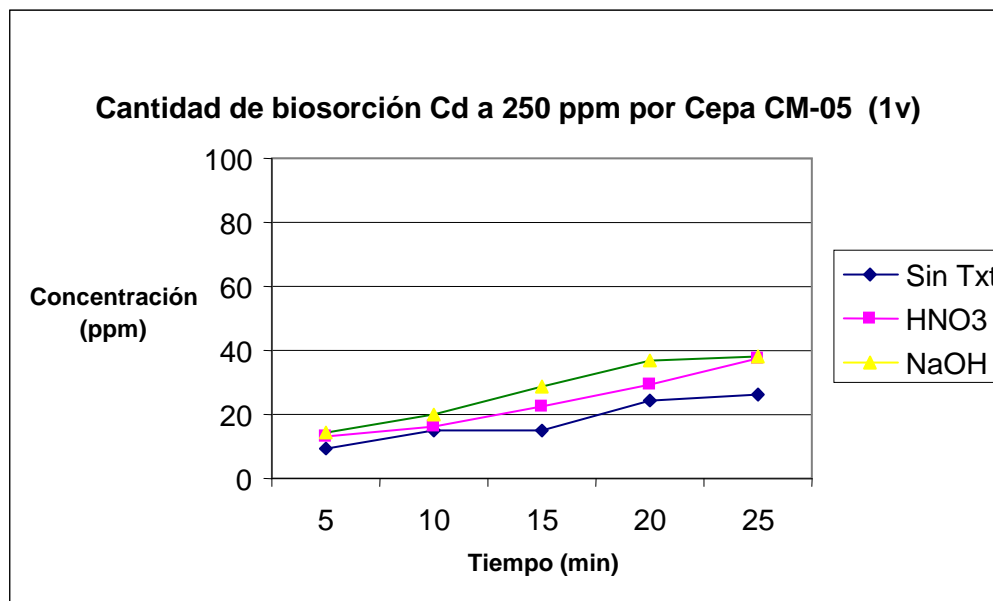


Figura 96. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 250 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (1v).

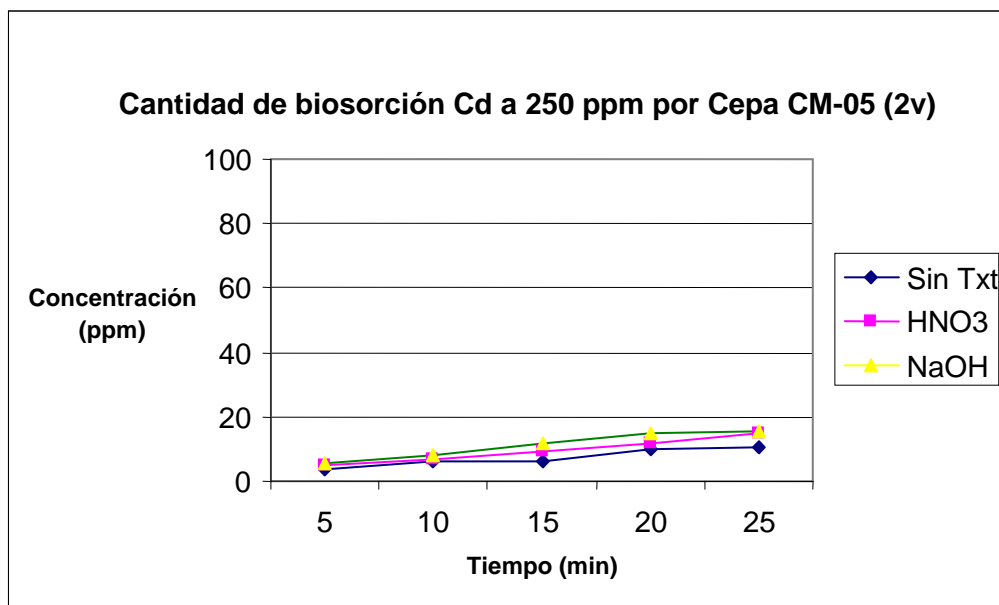


Figura 97. Cantidad de biosorción en ppm de cadmio a 250 ppm por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

#### F. Cantidad promedio de biosorción de cadmio

Cantidad promedio en ppm de biosorción de Cd por cepa CM-05 (2v)							
Sin tratamiento							
Tiempo	20 ppm	25 ppm	30 ppm	100 ppm	150 ppm	200 ppm	250 ppm
5	5.066	14.033	23.228	50.387	34.025	21.030	9.183
10	9.126	16.251	25.871	56.085	37.601	23.244	14.755
15	15.107	20.191	26.595	63.206	47.609	29.854	15.270
20	16.834	20.799	27.411	70.562	55.892	34.602	24.585
25	17.050	21.963	28.248	75.493	60.458	42.954	26.350
Tratamiento con HNO3							
Tiempo	20 ppm	25 ppm	30 ppm	100 ppm	150 ppm	200 ppm	250 ppm
5	5.997	15.288	24.173	58.051	44.522	26.206	13.190
10	13.429	18.293	25.709	64.359	53.147	35.496	16.328
15	15.182	19.046	26.927	68.807	60.071	42.860	22.673
20	16.900	21.964	28.599	72.303	64.943	49.258	29.110
25	17.043	22.731	29.144	79.740	73.406	59.630	37.253
Tratamiento con NaOH							
Tiempo	20 ppm	25 ppm	30 ppm	100 ppm	150 ppm	200 ppm	250 ppm
5	6.898	15.779	25.136	62.519	50.235	31.852	14.623
10	14.324	19.311	26.141	67.426	52.826	38.836	19.795
15	15.457	20.054	26.721	74.301	60.413	43.466	28.830
20	16.991	21.323	28.460	79.615	70.655	56.672	37.125
25	17.531	22.785	29.492	81.677	75.077	64.220	38.355

Tabla 42. Comparación de la cantidad promedio de biosorción de Cd por *S. cerevisiae* cepa CM-05 (2v).

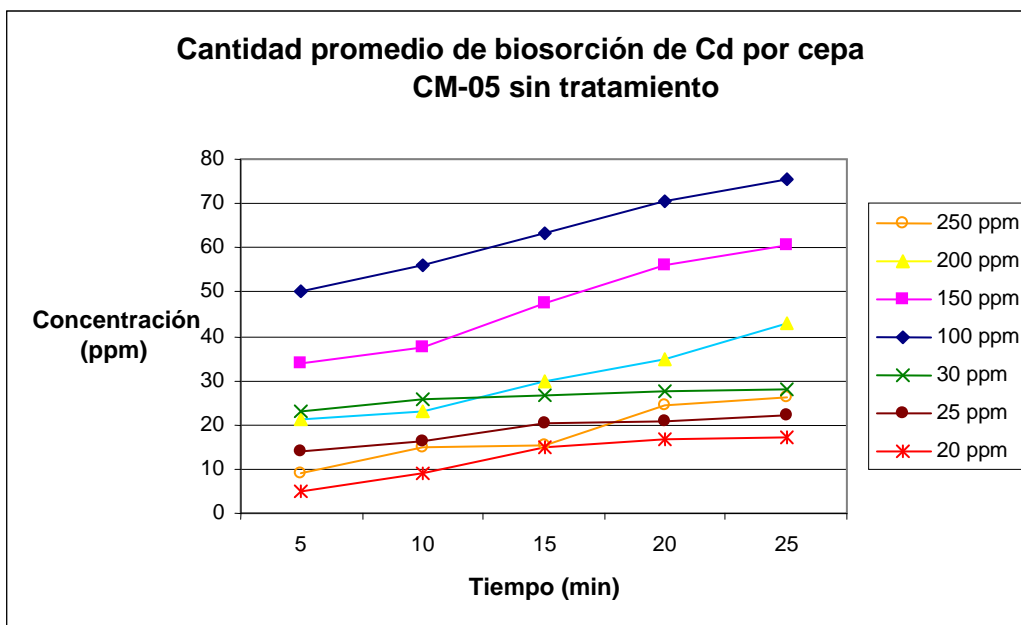


Figura 98. Cantidad promedio de biosorción de Cd por *S. cerevisiae* cepa CM-05 sin tratamiento.

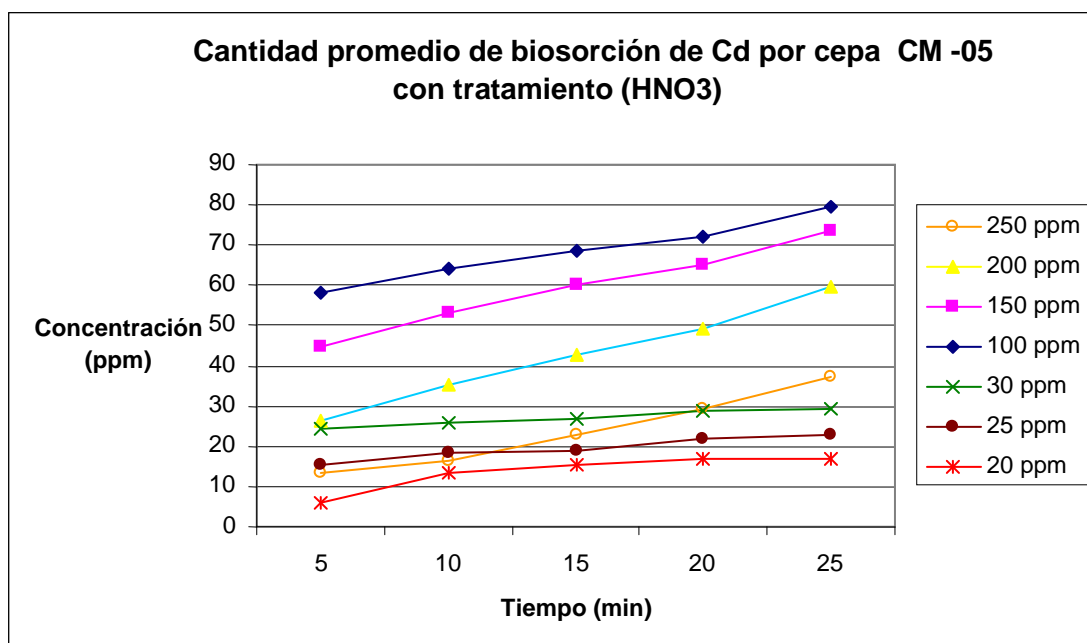


Figura 99. Cantidad promedio de biosorción de Cd por *S. cerevisiae* cepa CM-05 con tratamiento (HNO<sub>3</sub>).

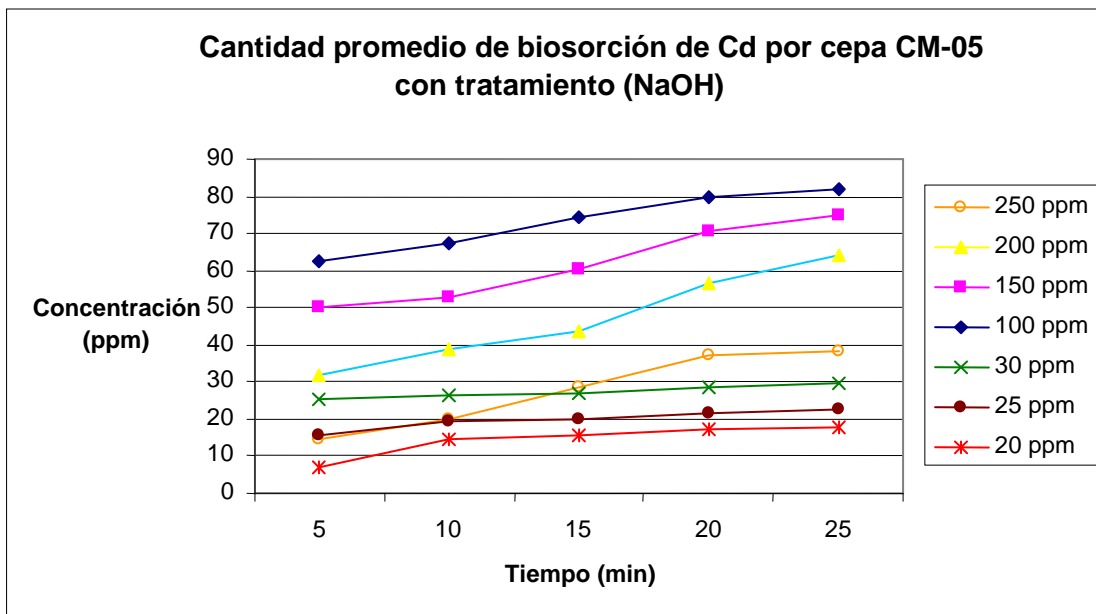


Figura 100. Cantidad promedio de biosorción de Cd por *S. cerevisiae* cepa CM-05 con tratamiento (NaOH).

### G. Porcentaje promedio de biosorción de cadmio

Porcentaje promedio de biosorción de Cd por cepa CM-05 (1v y 2v)							
Sin tratamiento							
Tiempo	20 ppm	25 ppm	30 ppm	100 ppm	150 ppm	200 ppm	250 ppm
5	25.33	56.132	77.425	50.387	22.683	10.515	3.673
10	45.629	65.005	86.236	56.085	25.067	11.622	5.902
15	74.81	80.765	88.65	63.21	31.739	14.927	6.108
20	84.17	83.196	91.37	70.562	37.261	17.301	9.834
25	85.25	87.85	94.159	75.493	40.305	21.477	10.54
Tratamiento con HNO <sub>3</sub>							
Tiempo	20 ppm	25 ppm	30 ppm	100 ppm	150 ppm	200 ppm	250 ppm
5	29.985	61.15	80.576	58.051	29.681	13.103	5.276
10	67.145	73.17	85.696	64.359	35.431	17.748	6.531
15	75.91	76.185	89.756	68.807	40.047	21.43	9.069
20	84.5	87.846	95.33	72.303	43.295	24.629	11.644
25	85.215	90.925	97.145	79.74	48.937	29.815	14.901
Tratamiento con NaOH							
Tiempo	20 ppm	25 ppm	30 ppm	100 ppm	150 ppm	200 ppm	250 ppm
5	34.491	63.115	83.785	62.519	33.49	15.926	5.849
10	71.62	77.245	87.135	67.426	35.217	19.418	7.918
15	77.285	80.215	89.07	74.301	40.275	21.733	11.532
20	84.955	85.29	94.866	79.615	47.103	28.336	14.85
25	87.655	91.14	98.305	81.677	50.051	32.11	15.342

Tabla 43. Porcentaje promedio de la biosorción de cadmio por *S. cerevisiae* cepa CM-05.

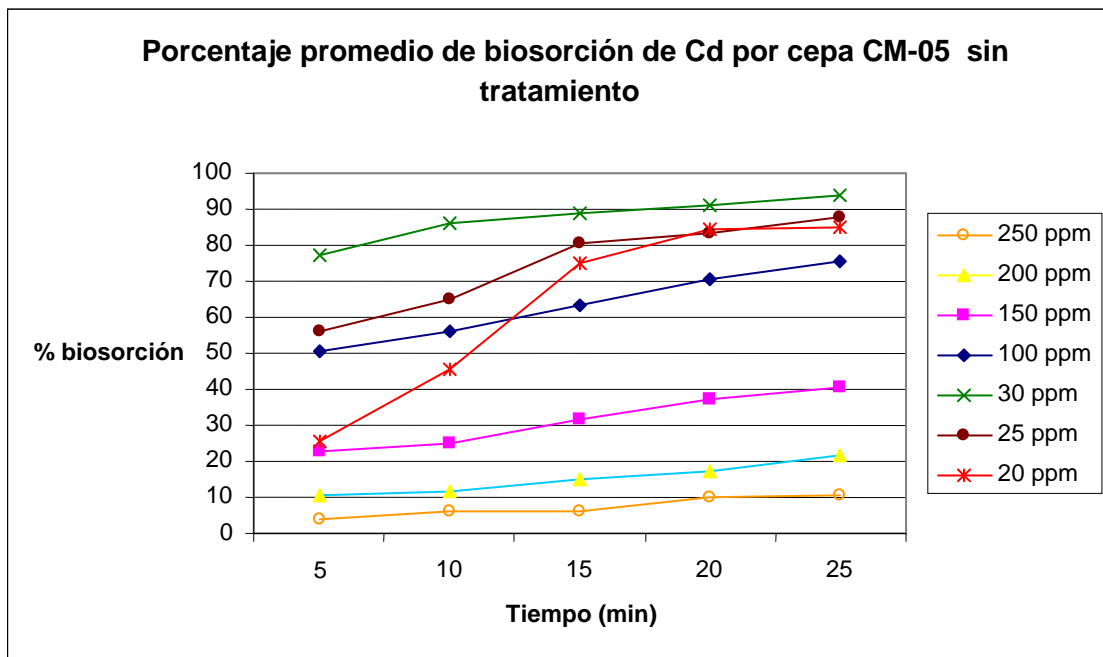


Figura 101. Porcentaje promedio de biosorción de Cd por *S. cerevisiae* cepa CM-05 sin tratamiento.

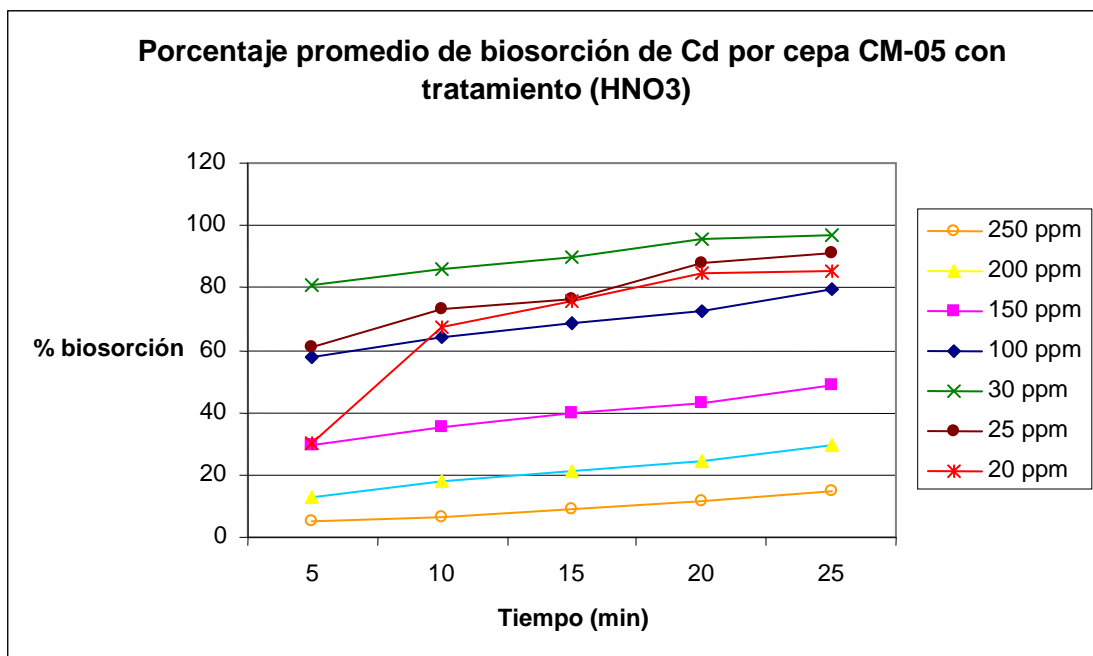


Figura 102. Porcentaje promedio de biosorción de Cd por *S. cerevisiae* cepa CM-05 con tratamiento (HNO<sub>3</sub>).

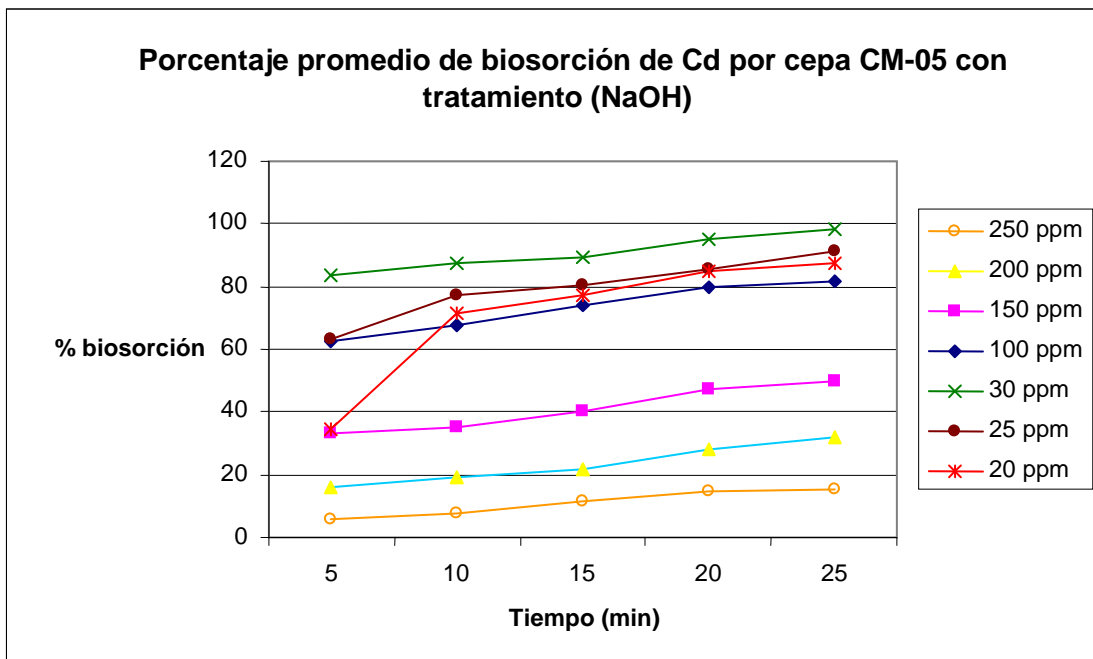


Figura 103. Porcentaje promedio de biosorción de Cd por *S. cerevisiae* cepa CM-05 con tratamiento (NaOH).