



Efecto de la salinidad sobre la abundancia de genes asociados a la síntesis y resistencia de compuestos antimicrobianos en la desembocadura del río Ranchería en la Guajira.

Presentado por: Libia Vanessa Daza Giraldo

Asesor interno: Judith Elena Camacho Kurmen PhD.

Asesor Externo: Javier Vanegas PhD.

Manglares

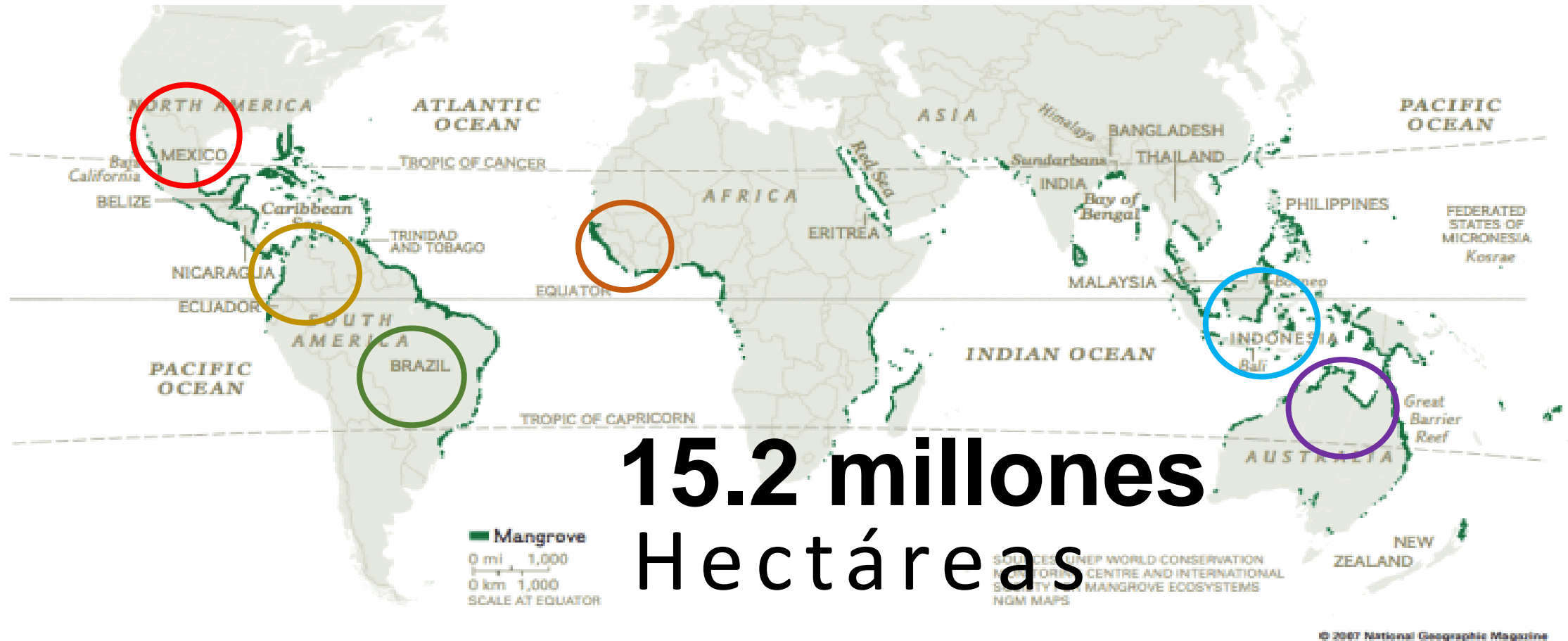


Ecosistema
marino-
costero

Biodiversidad
con alta
productividad

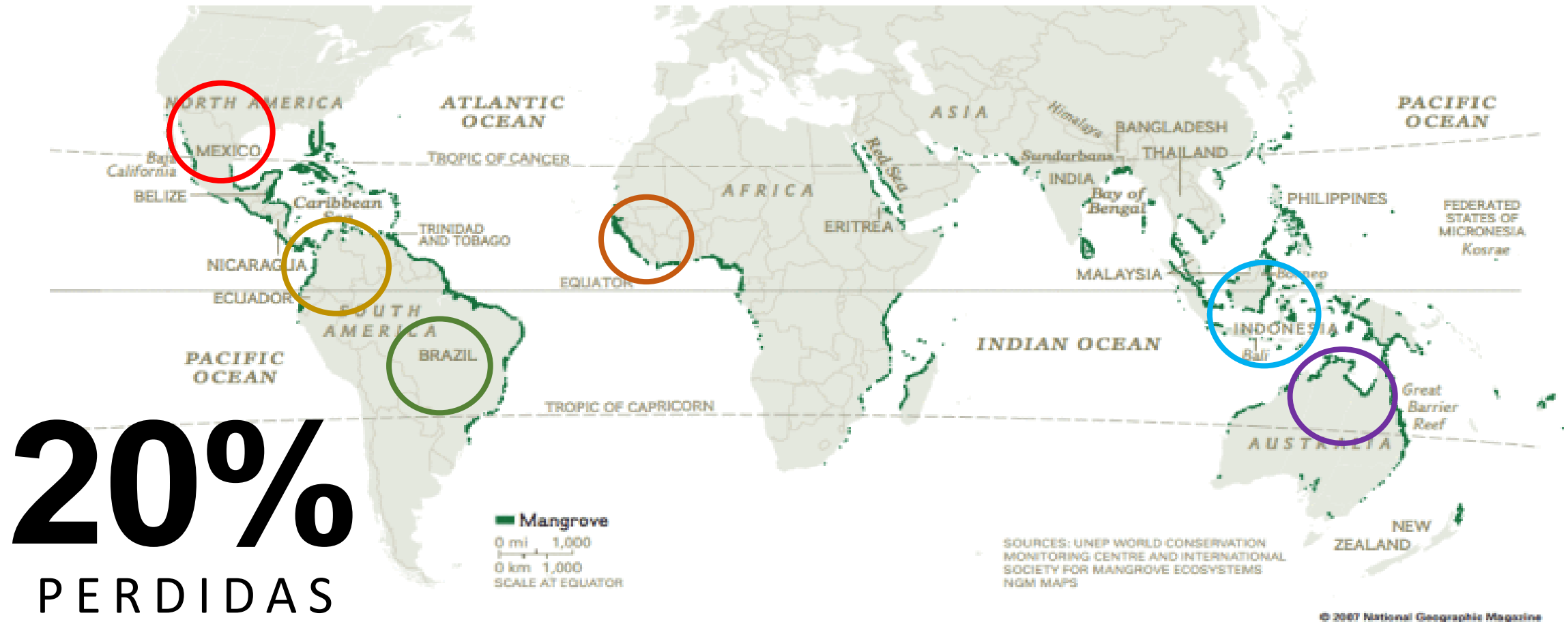
Altos niveles
de
productividad

Distribución de manglares en el mundo



**15.2 millones
Hectáreas**

Distribución de manglares en el mundo



3,6 millones de Hectáreas

Distribución de manglares en Colombia



Hectáreas
285.000

Caribe 90.160 y pacifico 194.880



1. TALA Y QUEMA DE ARBOLES

2. USO DE TÉCNICAS INAPROPIADAS DE PESCA

3. DERRAMES DE PETRÓLEO

4. MAL MANEJO DE RESIDUOS

5. CONVERSIÓN A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA, VIVIENDAS Y CULTIVOS

6. HIPERSALINIZACIÓN

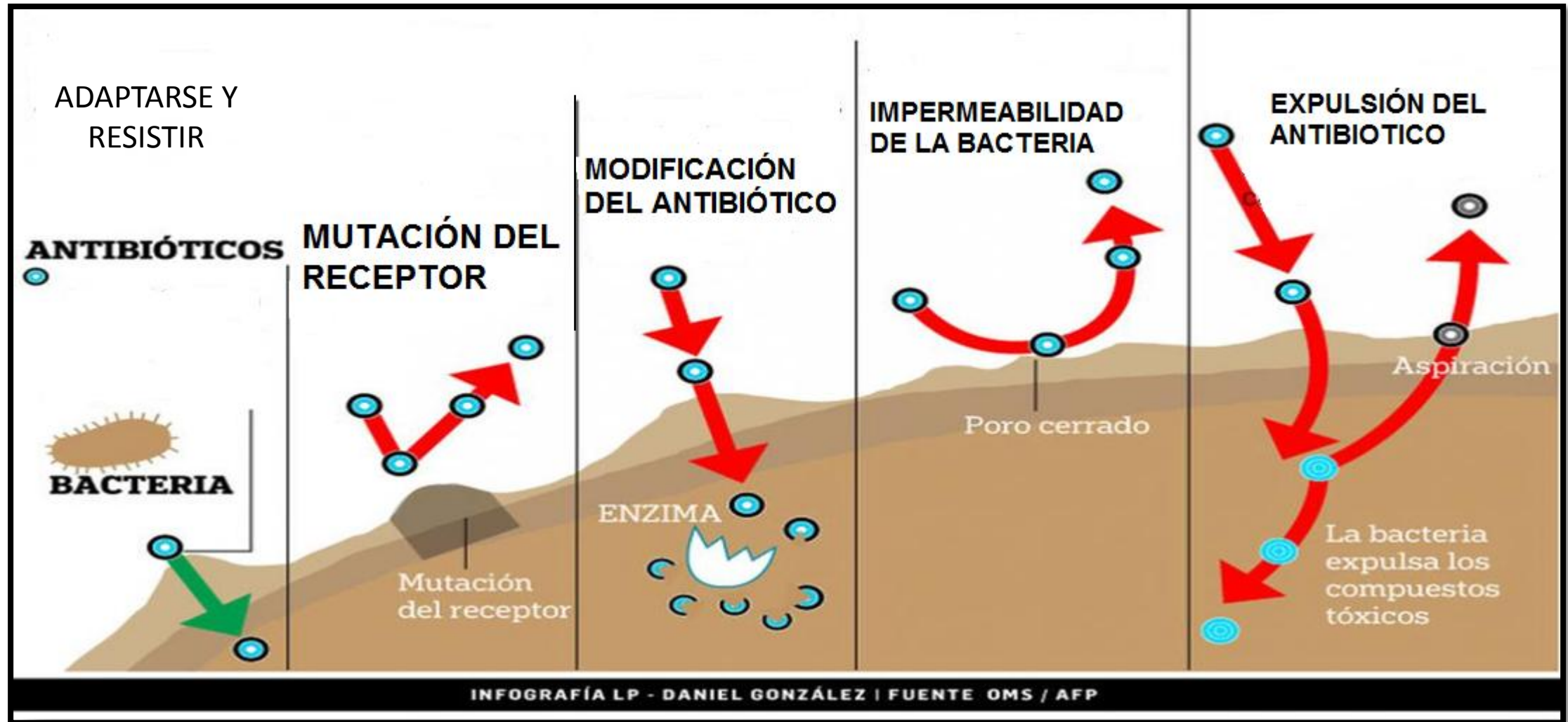
57%

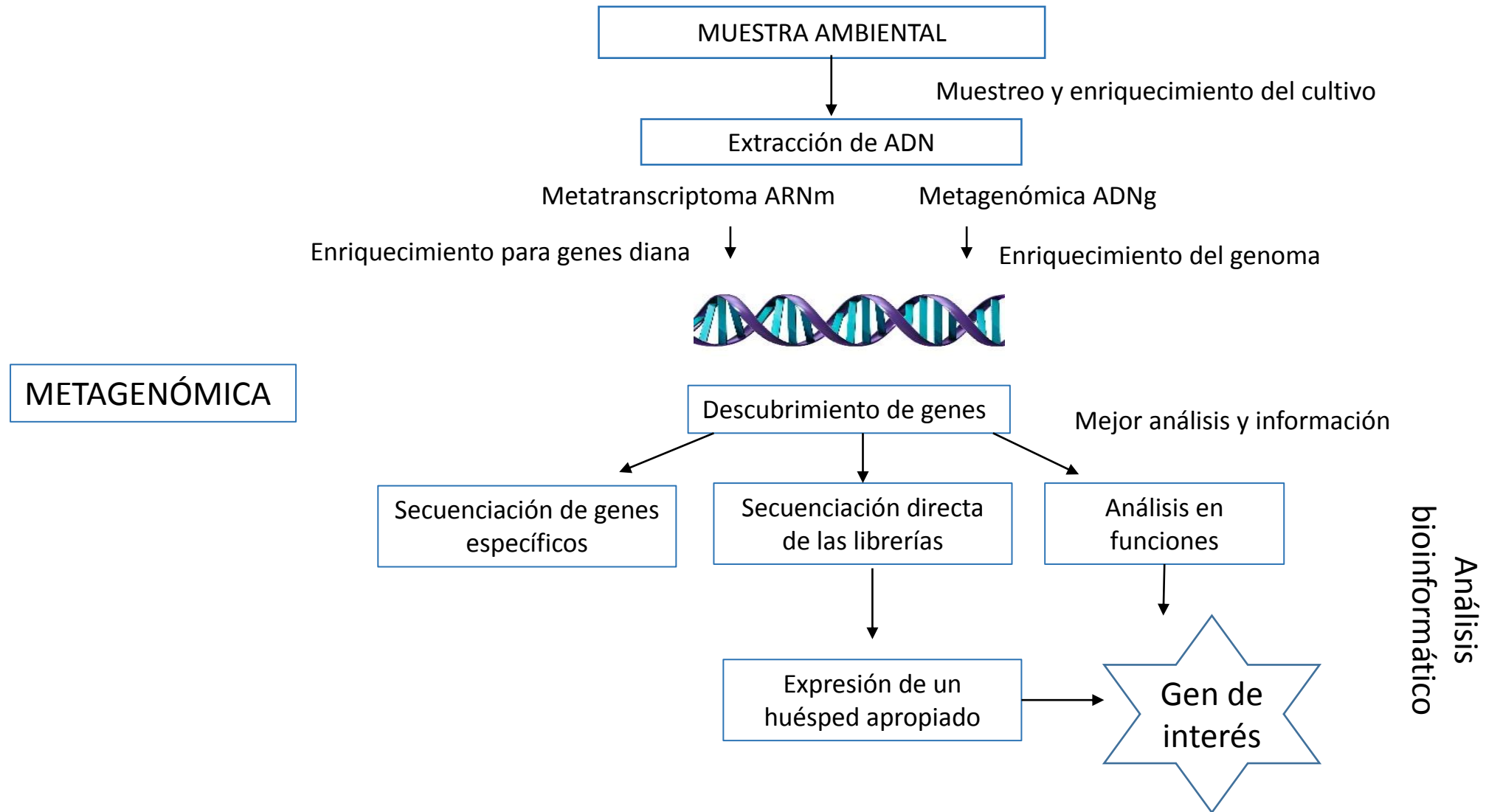
Perdidas en los últimos 51 años

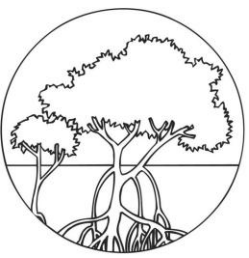
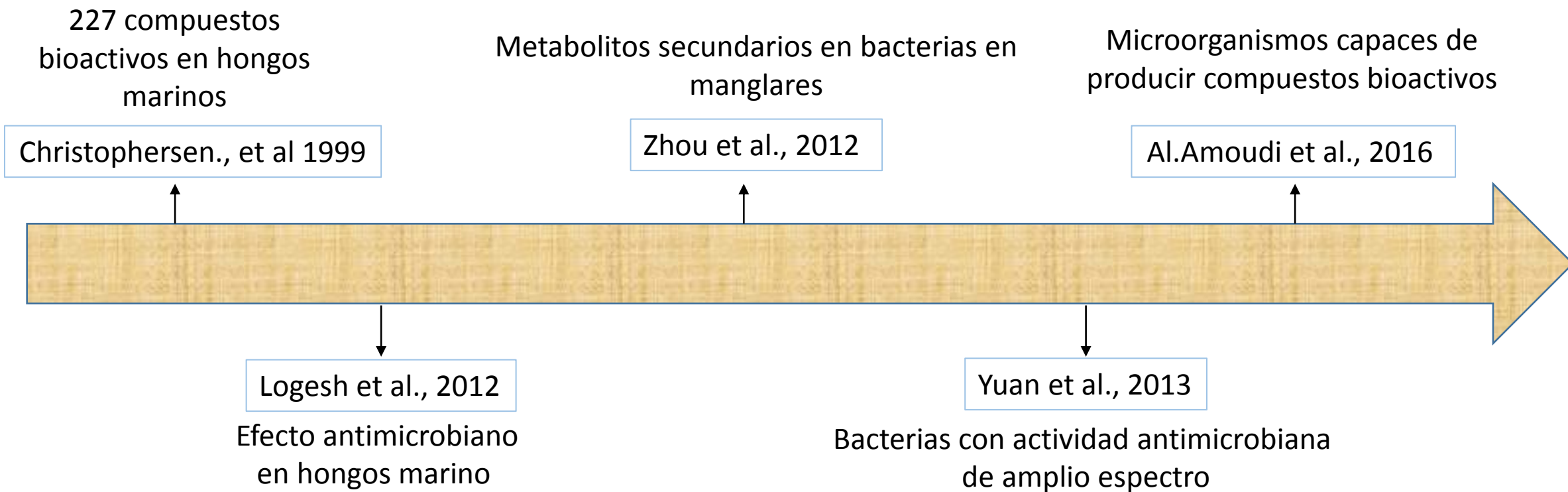
FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación)

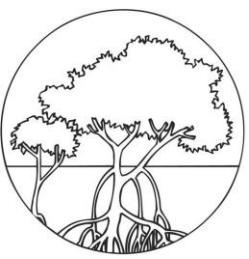
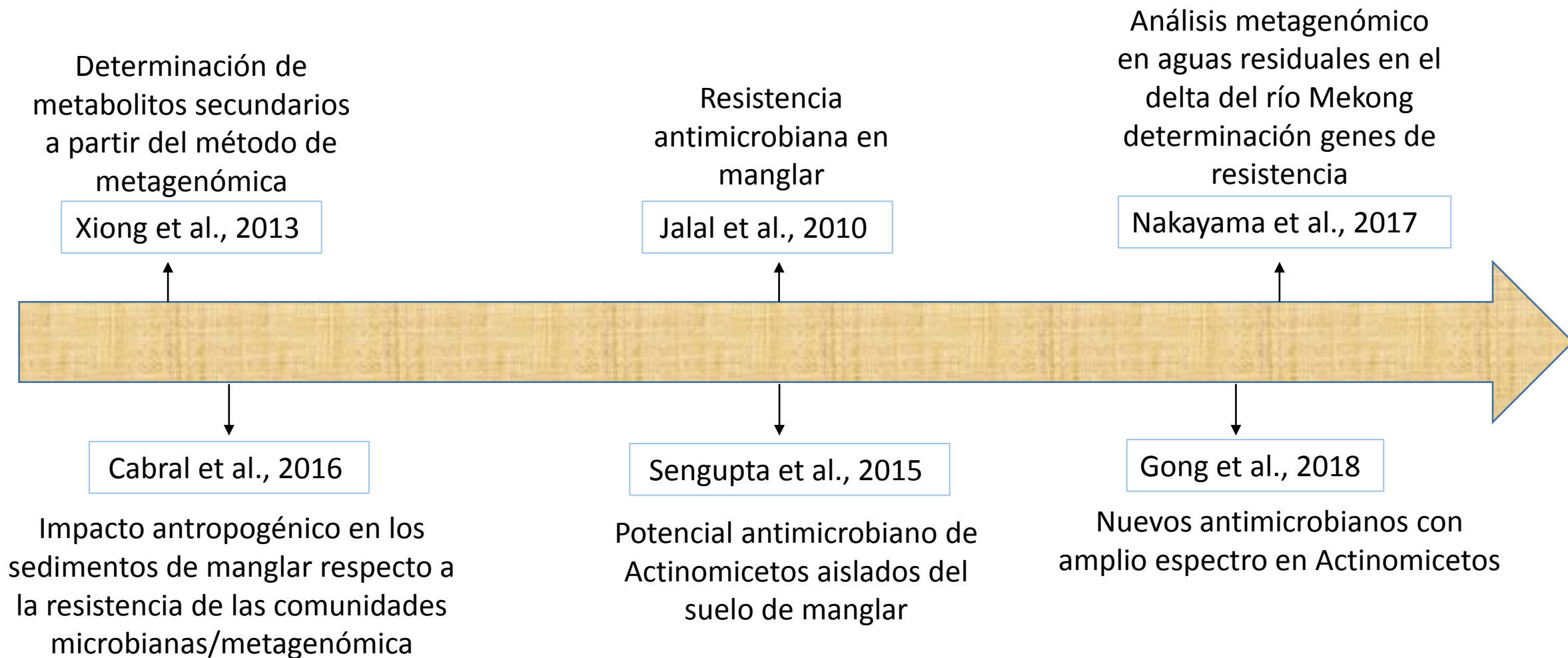


RESISTENCIA BACTERIANA









Salinidad en manglar

Salinidad/Guajira

Diversidad bacteriana (Figueroa., et al 2015)
Diversidad de hongos (Muñoz et al., 2016)
Ciclos Biogeoquímicos (Sandoval et al., 2019)

Salinidad

Sengupta., et al 2015

Síntesis de compuestos antimicrobianos

Lozupene., et al 2007

Salinidad relaciona distribución bacterianas.

GENERAL

Determinar efecto de la salinidad sobre la abundancia de genes asociados a la síntesis y resistencia de compuestos antimicrobianos en la desembocadura del río Ranchería en la Guajira.

ESPECIFICOS

1.

Determinar efecto de la salinidad sobre la abundancia de genes asociados a la **síntesis de compuestos antimicrobianos.**

2.

Determinar el efecto de la salinidad sobre la abundancia de genes asociados a la **resistencia de compuestos antimicrobianos.**

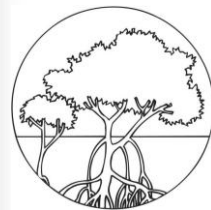


Noroeste del municipio de Riohacha

MUESTRAS UTILIZADAS

Muestras de suelo rizosférico de *Avicennia germinans* en tres puntos contrastantes de salinidad

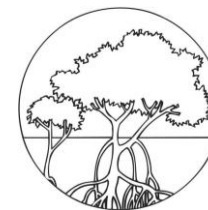
Salinidad baja



2,80 ppt



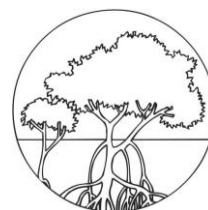
Salinidad media



14,61 ppt



Salinidad alta



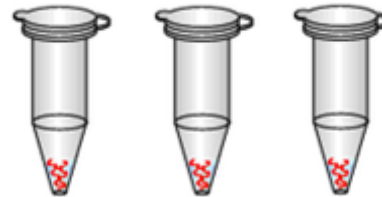
61,52 ppt



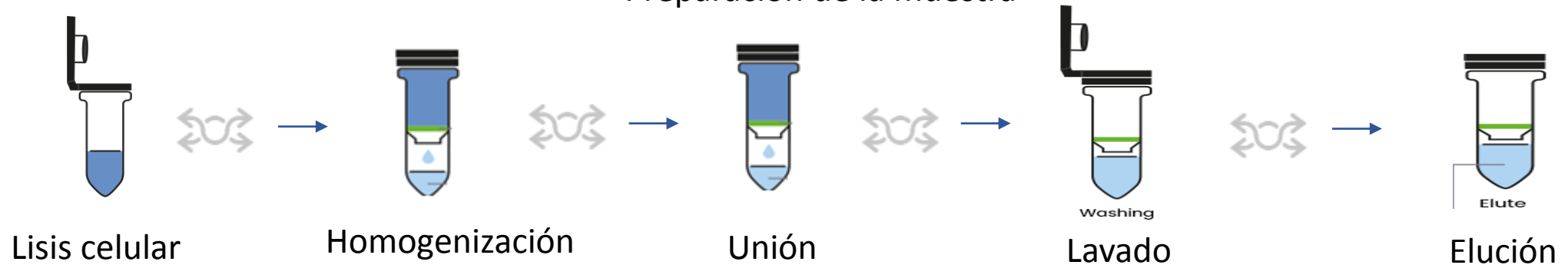
ppt: partes por mil

EXTRACCIÓN DE ADN TOTAL

PowerLyzer® PowerSoil® DNA Isolation Kit

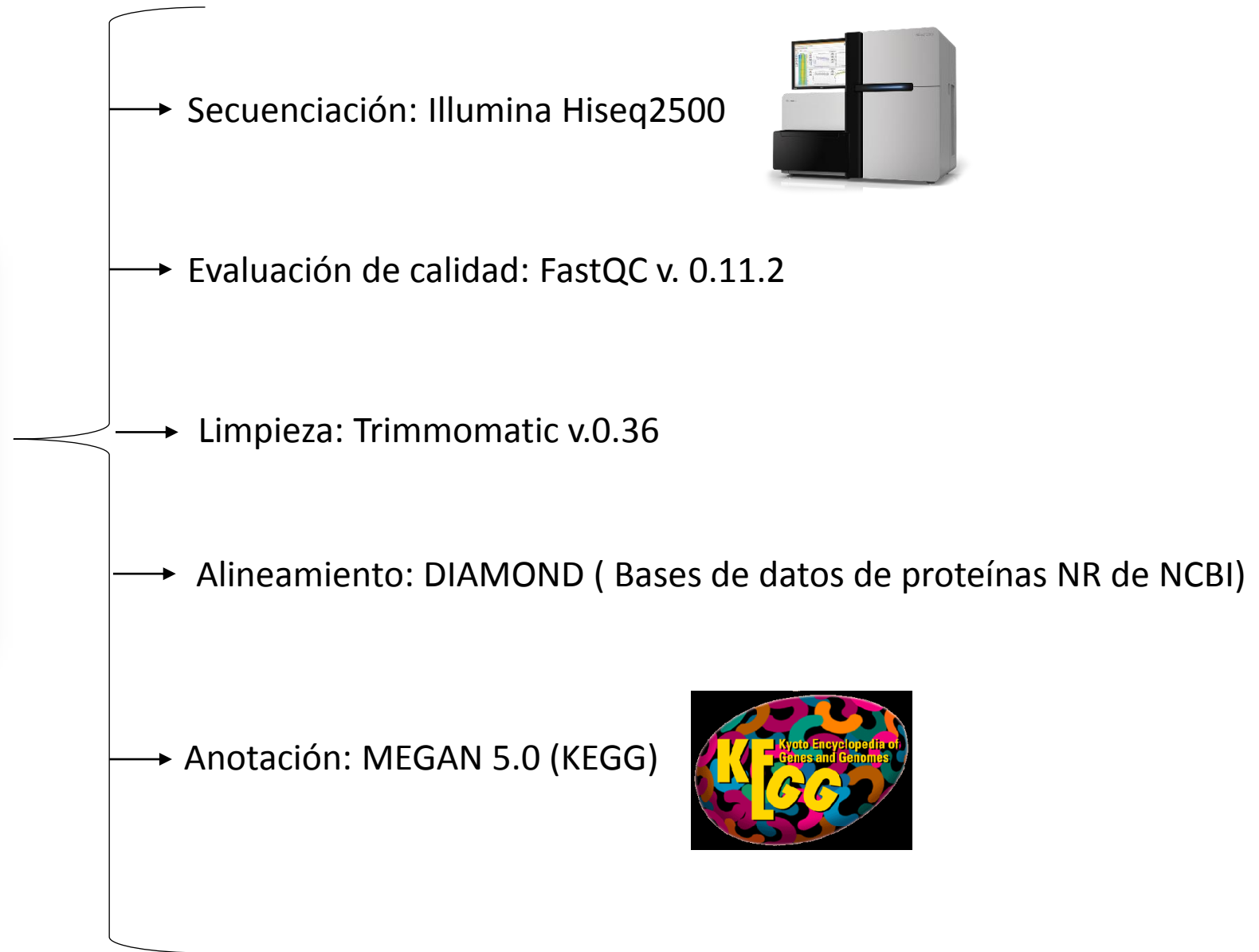


Preparación de la muestra



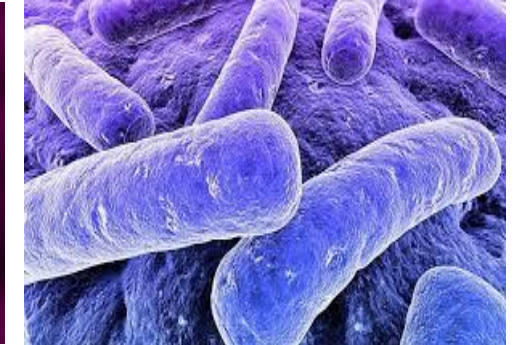
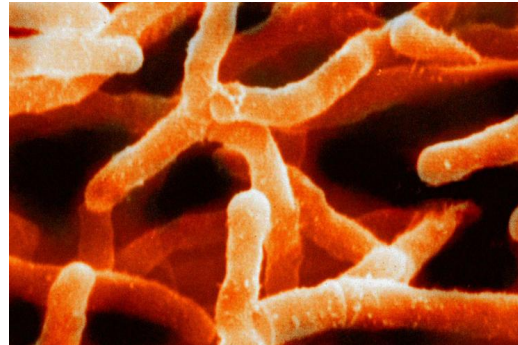
Integridad de evaluó en gel de agarosa al 0,8%

Análisis bioinformático



Conteos normalizados de los tres puntos de salinidad

	4A_R1	4A_R2	4B_R1	4B_R2	4C_R1	4C_R2	2A_R1	2A_R2	2B_R1	2B_R2	2C_R1	2C_R2	3A_R1	3A_R2	3B_R1	3B_R2	3C_R1	3C_R2
X06412	0,7518796992	0,6524434005	0,569259962	0,8984725965	0,1169659044	0,6047046018	0,5854800937	0,6886459499	0,9413067553	0,7485460932	0,84171148	1,500919919	0,8234623424	0,5338458253	1,009621766	0,4389044944	0,7190160833	1,093365614
X00041	0,1074113855	0,1304886801	0,1265022138	0	0,3508977133	0,3023523009	0,2509200401	0,1721614875	0,2214899424	0,2879023435	0,1402852467	0,2905006294	0,3157152855	0,2491280518	0,1309071868	0,2633428955	0,2649006623	0,1171463157
X03829	0,2148227712	0	0,2530044276	0,1925298421	0	0,1814113805	0,1572800258	0,08608074374	0,0553709856	0	0,09352349778	0,04841677157	0,05334325711	0,1779486094	0,1309071868	0,2194522472	0,1135288553	0,09904877192
X02454	37,37915219	43,3222418	45,60404807	45,88527904	40,23627113	39,42674004	21,59732352	24,27476973	34,88972093	34,08753747	31,657704	30,21206546	25,54082473	27,4040857	30,28919588	31,5011235	32,16650899	32,48857823
X03557	47,26100957	53,4351145	49,96897445	50,12193557	49,88585824	48,79919091	48,92940783	44,76198674	56,97674419	57,69552954	56,8155249	57,27704077	47,57078809	48,04612428	56,94462626	53,23911517	52,26111637	52,24725682
X10025	1,074113855	1,696352841	0,8855154965	1,347708895	1,345107901	1,027997823	0,3345600535	0,344322975	0,3875968992	0,4030632809	0,8884732289	0,7262515795	0,5067460569	0,2135383301	0,5236287472	0,6144662921	0,302743614	0,2793414094
X01913	0	0,3262217003	0,569259962	0,4492362983	0,4678636178	0,3628227611	0,4182000699	0,4304037187	0,6090808416	0,7485460932	0,3273322422	0,3879341726	0,6334325711	0,6406149904	0,654535934	0,7461376404	0,6811731315	0,6638291226
X14441	11,38550587	13,37508971	13,34598955	13,34873572	14,79618691	14,15008768	11,95052191	11,53481966	14,11960133	15,69833552	12,99976619	14,37978116	17,48273896	18,07957862	19,54880656	17,42450843	19,82970672	18,31387409
X02485	0,2148227712	0,3262217003	0,1265022138	0,2567064552	0,2339318089	0,2418818407	0,3345600535	0,08608074374	0	0,05758045871	0,1870469956	0,09689354314	0,1265885142	0,1067691651	0,0872714578	0,1316713483	0,2270577105	0,1171463157
X07219	1,074113855	1,370131141	1,707779886	1,732758579	1,169659044	1,027997823	1,170960187	1,032968925	1,328903654	1,255770312	1,449614216	1,936670863	0,9501488557	1,067691651	1,309071868	1,492275281	1,51371807	1,522902105
X00754	37,48857358	42,73504274	42,50474989	43,05250802	43,04345283	41,66414706	34,04148545	30,47258328	42,46954596	42,14890309	39,65396306	37,91093214	30,59479318	33,3119795	37,09096959	38,27247191	38,22138127	34,44101689
X01007	83,24382385	97,86651008	90,76593899	87,40854832	86,49628633	84,23955109	55,53595889	54,66127227	82,89036545	83,8947429	76,68926818	78,38675317	47,15072655	48,50879066	58,99550552	59,38377809	54,94796594	54,785427
X17575	6,015037594	6,981144386	6,894970651	6,738544474	8,070647406	7,498937062	8,280351325	7,402943961	8,748615725	10,4795453	7,668926818	8,569768568	10,32495091	10,4989679	11,68437535	12,85990189	10,21759697	9,215510172
X03273	1,074113855	0,7829320806	0,6325110689	0,8984725965	1,228141987	0,9675273629	0,7527901204	0,344322975	1,162796088	1,497092185	1,26256722	0,9199186598	0,8234623424	0,7473841555	0,654535934	0,7900280899	1,097445601	1,132414386
X00974	4,940923738	6,459189665	6,072106262	5,519188808	5,2634657	6,167986938	3,753800502	4,217956443	5,315614618	5,412554058	5,517886369	5,955262909	5,384176854	5,018150758	7,418079919	7,549157303	6,244807039	6,71638877
X01458	6,015037594	8,025053827	8,475648924	8,792195124	8,42154512	8,344823505	6,105720977	5,509167599	7,696566899	7,5430414	6,88930091	6,245769392	5,067450569	5,658765748	6,289544867	5,265853933	4,427625355	4,295964911
X05714	0,2148227712	0,3262217003	0,1265022138	0,2567064552	0,2924147611	0,06047046018	0,08354001338	0,08608074374	0,2214899424	0	0,09352349778	0,2905006294	0,3157152855	0,3558972169	0,0872714578	0,0877808888	0	0,09904877192
X05512	0,537058928	0,3262217003	0,2530044276	0,2567064552	0,2339318089	0,1209409204	0	0	0,1107419712	0,1151809374	0,2338087444	0,09689354314	0,05334325711	0,1423588888	0,2181786447	0,1755517978	0,2270577105	0,1171463157
X05576	0	0	0,06325110689	0	0,05848295222	0	0,3345600535	0,4304037187	0,1661129568	0,4030632809	0,5143792378	0,1452509147	0,3157152855	0,4270766603	0,654535934	0,6583567415	0,302743614	0,3514388472
X00503	0,3222341568	0,06524434005	0	0	0,05848295222	0,06047046018	0,1572800258	0	0,276854928	0,1151809374	0,09352349778	0,4841677157	0,1265885142	0,1779486094	0,04363572893	0,04389044944	0,2649006623	0,1952438596
X09684	0	0,1957330202	0,06325110689	0	0	0	0,3345600535	0,2582422312	0,3322259136	0,5182242183	0,5611409867	0,4357509441	0,3800595427	0,3203074952	0,1309071868	0,1755517978	0,1892147588	0,468585263
X10020	0	0,4567103804	0,2530044276	0,1283532281	0,3508977133	0,06047046018	0,08354001338	0	0,1107419712	0,1727414051	0,2338087444	0,09689354314	0	0,1423588888	0,0872714578	0	0	0
X11939	0,2148227712	0,3914660403	0,569259962	0,5775895264	0,4093806655	0,3023523009	0,4182000699	0,6025652062	0,3875968992	0,4030632809	0,2338087444	0,4357509441	0,4434027998	0,3914869366	0	0,0877808888	0,605487228	0,468585263
X01756	28,14178303	35,36243231	32,63757116	31,70324734	36,31791333	36,16139519	30,6122449	29,78393733	36,71096346	38,23343122	35,21159691	36,11891159	33,50858301	31,9951598	39,14124885	37,04353933	33,86944182	33,38669999
X03218	2,148227712	2,740262282	2,789048709	2,117828263	2,982630563	2,781641168	3,178320509	2,926745287	2,829920266	2,964184373	2,618557938	2,372421807	4,307341483	3,843689942	3,889579875	4,011352886	4,373462455	
X03091	0,9667024705	1,239642461	0,506088952	0,4492362983	0,52634657	0,4232932213	1,170960187	1,119049669	0,7198228128	1,209188843	2,057516951	1,89989732	0,570089314	0,7829738771	0,7418079919	0,702247191	0,5298013245	0,3514388472
X11930	0,9667024705	0,1304886801	0,8855154965	0,5775895264	0,5848295222	0,3628227611	0,4182000699	0,5164844624	0,553709856	0,2303218748	0,5611409867	0,677894802	0,2533730284	0,2847177735	0,3054501025	0,3511235955	0,454115421	0,5466828068
X05602	0,1074113855	0,1304886801	0,1265022138	0,06417661404	0,2924147611	0,1814113805	1,087320174	1,979857106	0,8905647841	0,8637070305	0,8884732289	1,307252892	0,9501488557	0,8897430422	0,4363572893	0,3950140449	0,5298013245	0,4295364911
X07652	0,3222341568	0,5219547204	0,4427577489	0,7701193685	0,6433124744	0,3023523009	0,2509200401	0,4304037187	0,1661129568	0,2303218748	0,6546648495	0,7746689451	0,1900297713	0,1779486094	0,1309071868	0,2194522472	0,2270577105	0,3514388472
X02022	0	0,2609773602	0,06325110689	0,1925298421	0,1169659044	0,1209409204	0,1672800258	0,2582422312	0,3322259136	0,1151809374	0,1870469956	0,09689354314	0,2533730284	0,1067691651	0,4363572893	0,3511235955	0,1892147588	0,2793414094
X02429	0,6444683136	0,9134207607	1,454775459	1,665891965	3,15807942	2,237407027	1,087320174	0,7747266936	1,052048726	0,6909656245	0,7481879822	0,9689354314	1,646924685	1,957434693	1,6581577	1,711727528	1,28666036	1,489853393
X00355	0,537058928	0,9786651008	0,6325110689	0,5134129123	0,8187613311	0,6047046018	0,2509200401	0,344322975	0,3322259136	0,2303218748	0,42085574	0,1936670863	0,05334325711	0,1779486094	0,4363572893	0,3511235955	0,2270577105	0,3123901753
X11917	0	0,2609773602	0,1265022138	0	0,05848295222	0,3023523009	0	0,08608074374	0,0553709856	0,1151809374	0,1402852467	0,04841677157	0,1265885142	0,04363572893	0,1316713483	0,0756859035	0,1171463157	
X07391	34,80128894	42,40882103	40,92346616	41,26556283	42,51710626	38,39874221	24,84108397	27,11543428	36,76693444	35,872532	30,39513678	30,79906672	29,07455501	31,28336536	36,13098956	34,32233146	39,09176916	37,17443806
X01014	0,8592910849	2,283551902	2,024095421	1,347708895	1,696005614	1,995525186	0,4182000699	0,4304037187	0,9413067553	0,978857968	0,3740939911	0,5925844873	1,456894914	0,9965122073	0,7854431208	0,7461376404	1,059602649	1,132414386
X01711	55,31685359	59,63332681	63,88961796	61,35284302	51,11410024	53,99541634	37,80528805	37,7894465	52,38095238	52,45580899	45,73299041	46,14118931	35,40888072	39,57577052	48,43565912	45,90641011	46,09271523	46,1556484
X17850	0,3222341568	0,1957330202	0,1897593207	0	0,05848295222	0,06047046018	0	0,08608074374	0,3322259136	0,2879023435	0,1870469956	0,09689354314	0	0,07117944338	0,2618149736	0,04389044944	0,03784295175	0,07809754389



Actinomicetos
(Síntesis).

Gram Positivos
(Resistencia).

Abundancias

Alta 4H

Baja 3L

Media 2M

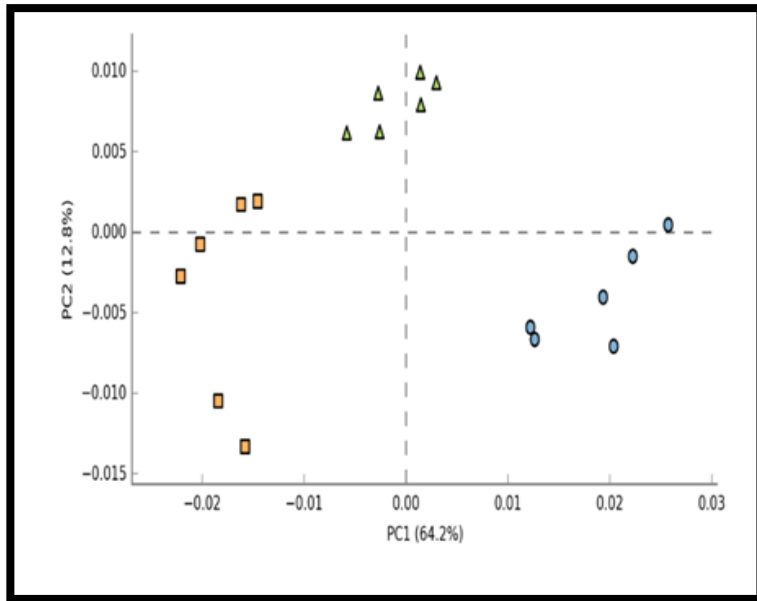
1. Objetivo
Síntesis

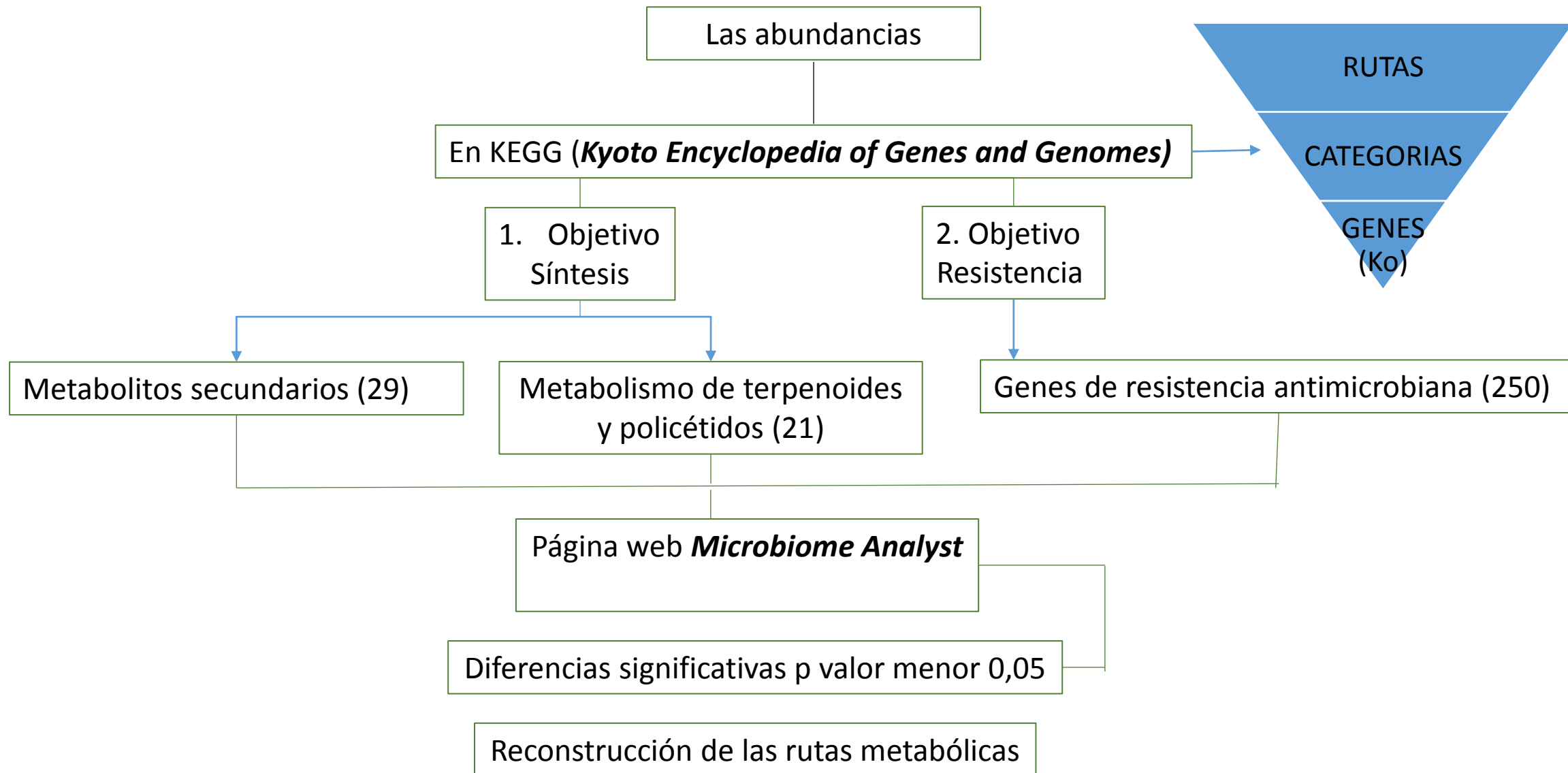
2. Objetivo
Resistencia

Análisis estadístico de las
abundancias

Análisis de componentes principales (PCA)

STAMP v2.1.3





En totalidad se obtuvieron 16 Actinomicetos presentes en el manglar

El Actinomiceto más abundante en los tres puntos de salinidad fue Acidimicrobinae sp (29,51%), seguido de Acidimicrobiaceae (14,35%) y por último Pseudonocardiaaceae (11,92%).

Barka et al., 2015. Actinomicetos extenso metabolito secundario producen un tercio de los antibióticos naturales. Micronospora y steptomycetes habitantes de suelo

Familia	3L	2M	4H	Reads %
Acidimicrobinae/sp	464	376	353	29,51%
Acidimicrobinae	360,66	202,3	68,66	14,36%
Corynebacterinae/sp	191,66	123	28,66	7,80%
Pseudonocardiaaceae	140,33	377	7	11,92%
Micromonosporinae	61,66	130	5,66	4,48%
Micrococcinae/demequina	61	0	0,66	1,40%
Corynebacterinae	39	26,66	20	1,95%
Micrococcinae/Intrasporangiaceae	38	25,66	19	1,88%
Micrococcinae/sp	31,33	10,66	4,66	1,06%
Solirubrobacteriaceae	26,66	4,66	2,66	0,77%
Acidimicrobinae	20	14,66	14,33	1,11%
Streptomycinae	17	48,33	19,66	1,93%
Micrococcinae/Mycobacteriaceae	9,33	6	0,33	0,36%
Coriobacterinae/Nocardiaaceae	6,33	6,66	6	0,43%
Corynebacterinae/Nocardioideaceae	6	8	3,33	0,39%
Streptosporangiinae/Pseudonocardiaaceae	3,33	16	1	0,46%

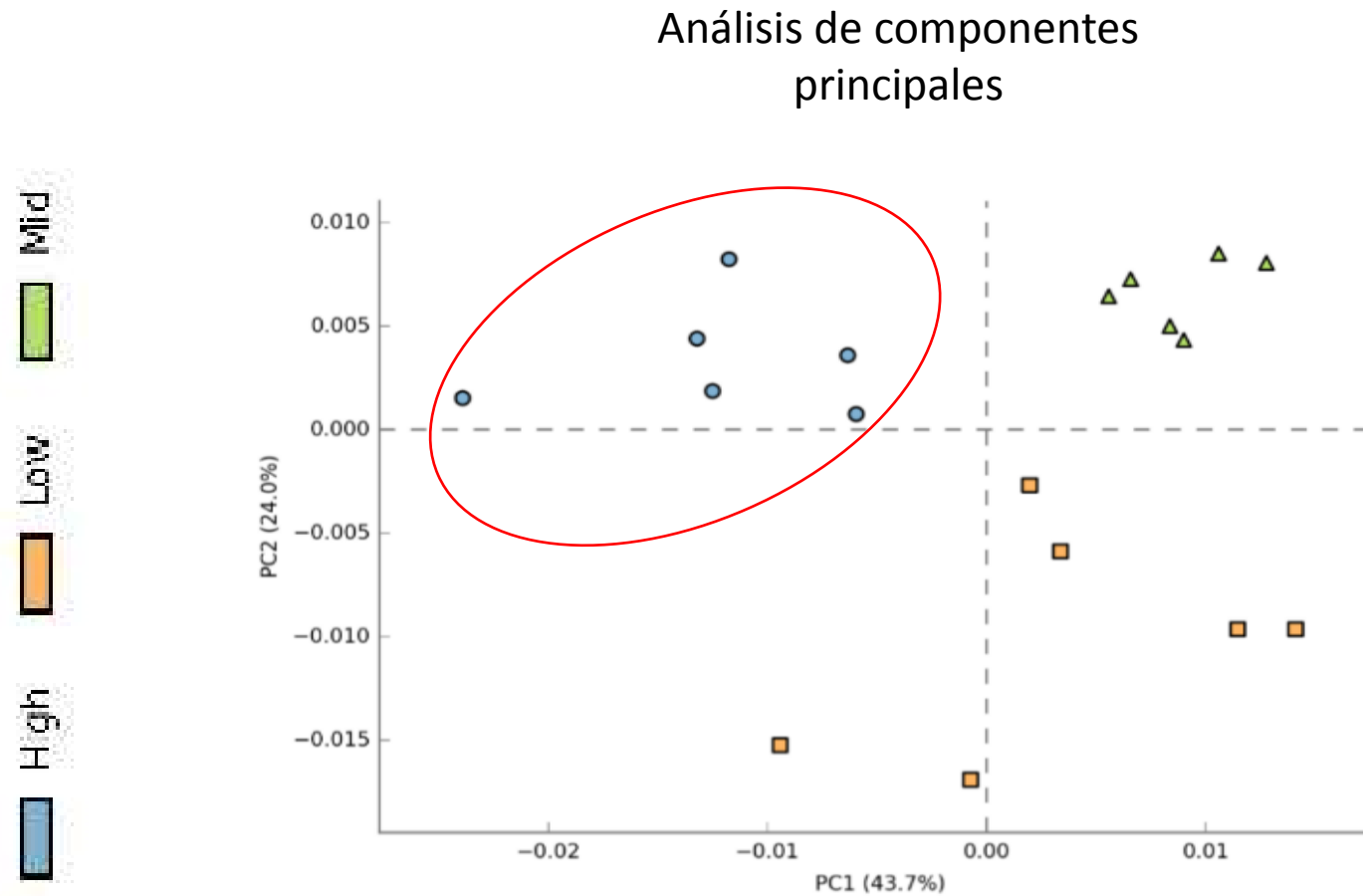
Saenz et al., 2015. Aislaron Acidimicrobinae de ecosistema marino con actividad antimicrobiana

En totalidad se obtuvieron 16 Actinomicetos presentes en el manglar

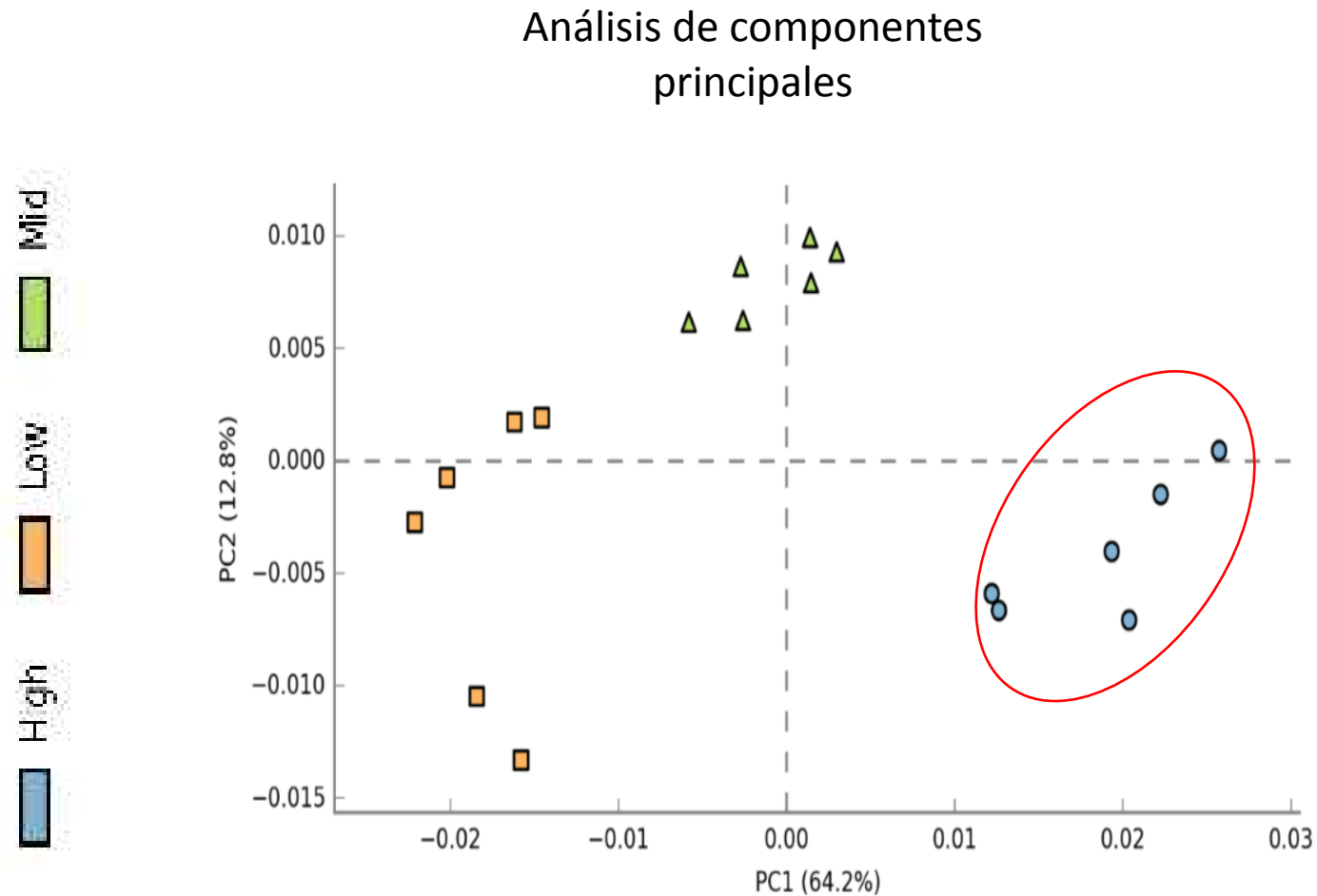
El Actinomiceto más abundante en los tres puntos de salinidad fue Acidimicrobineae sp (29,51%), seguido de Acidimicrobiaceae (14,35%) y por último Pseudonocardiaaceae (11,92%).

Familia	3L	2M	4H	Reads %
Acidimicrobineae/sp	464	376	353	29,51%
Acidimicrobineae	360,66	202,3	68,66	14,36%
Corynebacterineae/sp	191,66	123	28,66	7,80%
Pseudonocardineae	140,33	377	7	11,92%
Micromonosporineae	61,66	130	5,66	4,48%
Micrococcineae/demequina	61	0	0,66	1,40%
Corynebacterineae	39	26,66	20	1,95%
Micrococcineae/Intrasporangiaceae	38	25,66	19	1,88%
Micrococcineae/sp	31,33	10,66	4,66	1,06%
Solirubrobacteriaceae	26,66	4,66	2,66	0,77%
Acidimicrobineae	20	14,66	14,33	1,11%
Streptomycineae	17	48,33	19,66	1,93%
Micrococcineae/Mycobacteriaceae	9,33	6	0,33	0,36%
Coriobacterineae/Nocardiaaceae	6,33	6,66	6	0,43%
CorynebacterineaeNocardiodaceae	6	8	3,33	0,39%
StreptosporangineaePseudonocardiaaceae	3,33	16	1	0,46%

Gonzales et al., 2003. Actividad antimicrobiana de ecosistemas salinos/Streptomyces y Actinomycetes



Metabolismo de terpenoides y policétidos/variabilidad 67.7%



Metabolitos secundarios /variabilidad 77%

Se determinaron 11 categorías de síntesis de antimicrobianos de los cuales 9 fueron influenciados por la salinidad.

VIAS METABOLICAS ASOCIADAS A SINTESIS DE ANTIMICROBIANOS	
1	Streptomycin biosynthesis [KO00521]
2	Monobactam biosynthesis [KO00261]
3	Biosynthesis of vancomycin group antibiotics [KO01055]
4	Prodigiosin biosynthesis [KO00333]
5	Carbapenem biosynthesis [KO00332]
6	Novobiocin biosynthesis [KO00401]
7	Biosynthesis of secondary metabolites - unclassified [KO00999]
8	Penicillin and cephalosporin biosynthesis [KO00311]
9	Neomycin, kanamycin and gentamicin biosynthesis [KO00524]
10	Biosynthesis of enediyne antibiotics [KO01059]
11	Tetracycline biosynthesis [KO0053]

Vías metabólicas	Reads por salinidades			Reads %	P valor	FDR	Genes/ reportados en KEGG
	4H	2M	3L		(ZIG)		
Streptomycin biosynthesis [KO00521]	190,45	174,4	165,98	29,46	*	0.041	10/18
Monobactam biosynthesis [KO00261]	171,65	166,23	165,09	27,92	*	0.008	11/28
Biosynthesis of vancomycin group antibiotics [KO01055]	89,25	77,18	90,37	14,25	*	0.008	1/29
Prodigiosin biosynthesis [KO00333]	77,07	77,98	75,88	12,82	***	0.006	3/20
Carbapenem biosynthesis [KO00332]	44,34	37,39	34,1	6,43	*	0.008	2/19
Novobiocin biosynthesis [KO00401]	34,88	31,32	35,77	5,66	**	0.016	7/30
Biosynthesis of secondary metabolites - unclassified [KO00999]	14,79	12,62	11,47	2,16	**	0.020	2/20
Penicillin and cephalosporin biosynthesis [KO00311]	5,78	4,66	4,4	0,82	*	0.073	5/15
Neomycin, kanamycin and gentamicin biosynthesis [KO00524]	1,08	1,53	1,26	0,21	**	0,002	1/57
Biosynthesis of enediyne antibiotics [KO01059]	1,94	1,48	1,05	0,20	-	-	2/73
Tetracycline biosynthesis [KO0053]	0,12	0,16	0,06	0,02	-	-	1/17

p valor (*** p<0.001, ** p<0.01; * p< 0.05), FDR y el número de genes encontrados para cada ruta en comparación con el número de genes reportados en KEGG. Los pathways que no tienen diferencias significativas están marcados con un guion.

Genes involucrados en vías metabólicas asociados a la síntesis de antimicrobianos	KEGG	3L	2M	4H	Reads %	P value
Streptomycin biosynthesis						
E4.2.1.46, rfbB, rffG; dTDP-glucose-4,6-dehydratase [EC:4.2.1.46]	K01710	63,52	63,96	77,1	19.30%	**
INO1, ISYNA1; myo-inositol-1-phosphate synthase [EC:5.5.1.4]	K01858	25,68	34,57	37,2	3,88%	***
E2.7.7.24, rfbA, rffH; glucose-1-phosphate thymidyltransferase [EC:2.7.7.24]	K00973	25,28	25,95	29,9	3,23%	***
pgm; phosphoglucomutase [EC:5.4.2.2]	K01835	21,4	21,83	19,3	2,49%	/
pmm-pgm; phosphomannomutase / phosphoglucomutase [EC:5.4.2.8 5.4.2.2]	K15778	11,26	9,53	8,86	1,18%	/
E3.1.3.25, IMPA, suhB; myo-inositol-1(or 4)-monophosphatase [EC:3.1.3.25]	K01092	8,09	7,27	7,99	0,93%	/
rfbC, rmlC; dTDP-4-dehydrorhamnose 3,5-epimerase [EC:5.1.3.13]	K01790	4,82	5,2	4,93	0,60%	/

43 genes en las 11 vías de metabolitos secundarios y metabolismo de terpenoides y policétidos de los cuales 25 genes fueron significativamente influenciados por la salinidad.

p valor (*) p<0.001, ** p<0.01; * p< 0.05)**

Wei et al., 2018. Sedimento de ecosistemas marinos genes asociados a dTDP asociados a síntesis de compuestos antimicrobianos

Prodigiosin biosynthesis						
fabG; 3-oxoacyl-[acyl-carrier protein] reductase [EC:1.1.1.100]	K00059	38,67	42,27	43,36	4,95%	**
fabI; enoyl-[acyl-carrier protein] reductase I [EC:1.3.1.9 1.3.1.10]	K00208	29,4	29,83	28,67	3,50%	*
fabD; [acyl-carrier-protein] S-malonyltransferase [EC:2.3.1.39]	K00645	7,81	5,88	5,04	0,75%	**

p valor (***) p<0.001, ** p<0.01; * p< 0.05)

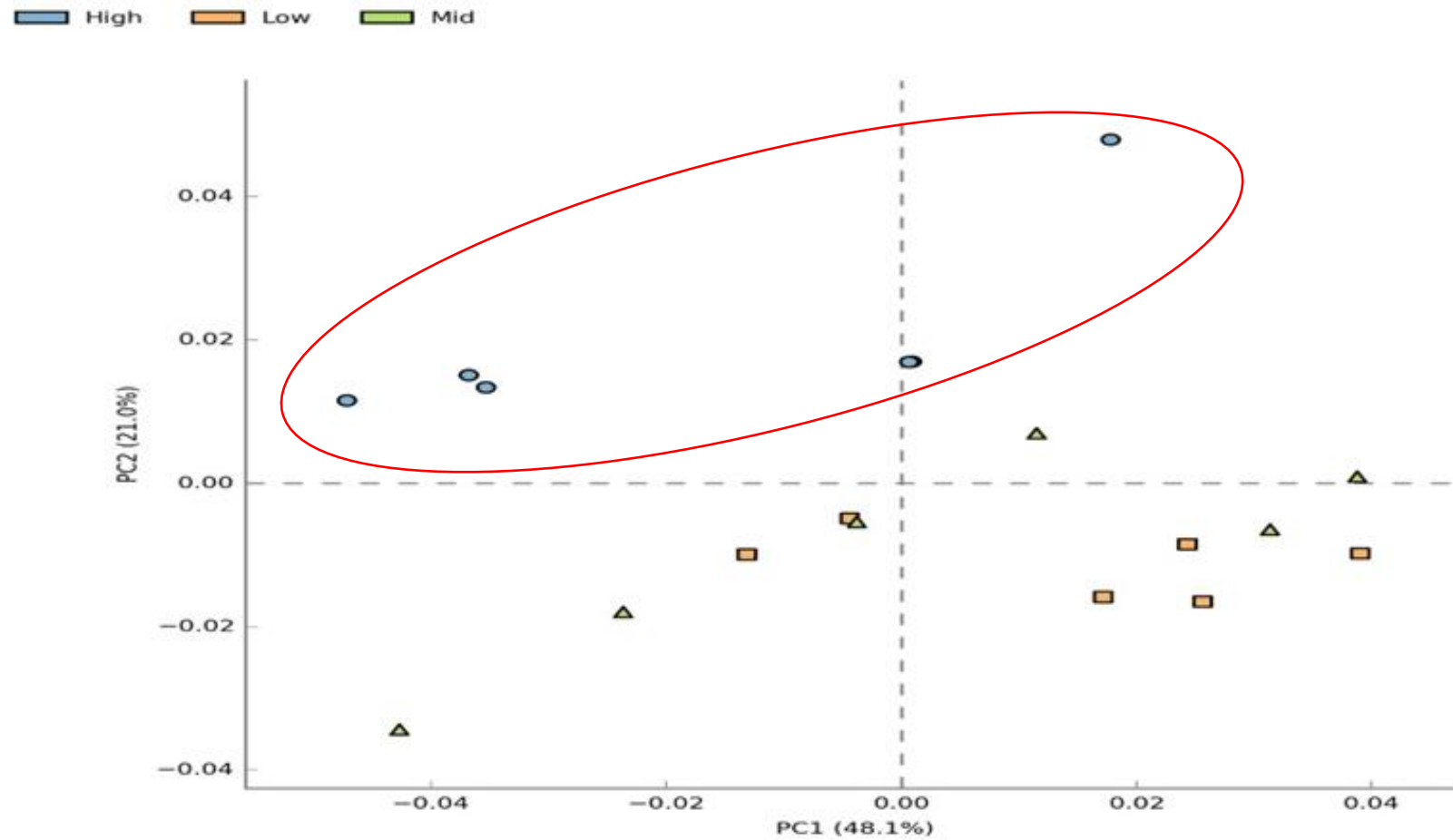
Monobactam biosynthesis						
sat, met3; sulfate adenylyltransferase [EC:2.7.7.4]	K00958	23,58	31,52	40,4	3,80%	***
asd; aspartate-semialdehyde dehydrogenase [EC:1.2.1.11]	K00133	30,04	28,5	31,7	3,59%	**
lysC; aspartate kinase [EC:2.7.2.4]	K00928	24,51	26,5	29	3,18%	***
cysD; sulfate adenylyltransferase subunit 2 [EC:2.7.7.4]	K00957	27,03	22,63	18,3	2,71%	***
dapA; 4-hydroxy-tetrahydrodipicolinate synthase [EC:4.3.3.7]	K01714	20,27	20,41	20,35	2,43%	/
cysNC; bifunctional enzyme CysN/CysC [EC:2.7.7.4 2.7.1.25]	K00955	19,68	17,78	12,6	1,99%	***
dapB; 4-hydroxy-tetrahydrodipicolinate reductase [EC:1.17.1.8]	K00215	8,27	7,39	8,93	0,98%	*
cysN; sulfate adenylyltransferase subunit 1 [EC:2.7.7.4]	K00956	7,55	7,17	5,79	0,82%	**
thrA; bifunctional aspartokinase / homoserine dehydrogenase 1 [EC:2.7.2.4 1.1.1.3]	K12524	2,23	2,56	2,29	0,28%	/
K12526 lysAC; bifunctional diaminopimelate decarboxylase / aspartate kinase [EC:4.1.1.20 2.7.2.4]	K12526	1,14	1,02	1,58	0,15%	/
mbtH, nocl; MbtH protein	K05375	0,8	0,75	0,74	0,09%	/

Stewart et al., 2015. Papel importante en la biosíntesis de monobactam, reportado en ambientes extremos de salinidad

p valor (***) $p < 0.001$, ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$)



Objetivo 2
RESISTENCIA



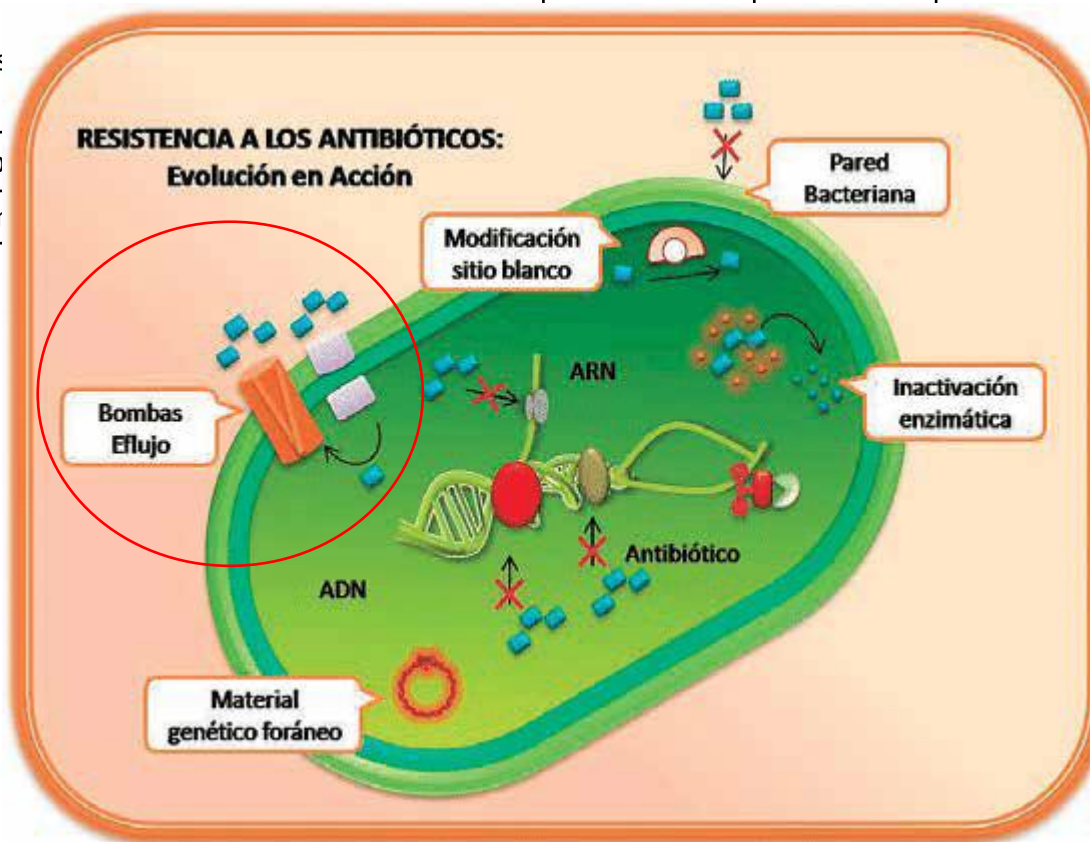
Variabilidad de 69.1%

29 genes de los cuales 16 genes fueron significativamente influenciados por la salinidad

Genes involucrados en resistencia antimicrobiana	KEGG	3L	2M	4H	Reads %	P value
acrB, mexB, adeJ, smeE, mtrD, cmeB; multidrug efflux pump	K18138	37,81	35,54	40,77	59,95%	*
cusR, copR, silR; two-component system, OmpR family, copper resistance phosphate regulon response regulator CusR)	K07665	3,70	3,16	5,17	6,33%	***
bpeF; multidrug efflux pump	K18902	5,10	5,25	4,91	8,02%	/
mexF; multidrug efflux pump	K18299	3,60	4,34	4,35	6,46%	**
vgb; virginiamycin B lyase [EC:4.2.99.-]	K18235	1,40	2,42	3,62	3,92%	/
phoP; two-component system, OmpR family, response regulator PhoP	K07660	1,52	1,49	1,84	2,55%	**
acrA, mexA, adel, smeD, mtrC, cmeA; membrane fusion protein, multidrug efflux system	K03585	1,92	1,28	1,43	2,44%	/
smvA, qacA, lfrA; MFS transporter, DHA2 family, multidrug resistance protein	K08167	0,60	0,90	0,76	1,19%	*
vanX; zinc D-Ala-D-Ala dipeptidase [EC:3.4.13.22]	K08641	0,59	0,62	0,71	1,01%	/
tolC; outer membrane protein	K12340	1,28	0,61	0,54	1,28%	*
cusS, copS, silS; two-component system, OmpR family, heavy metal sensor histidine kinase CusS [EC:2.7.13.3]	K07644	0,26	0,13	0,51	0,48%	*
oprM, emhC, ttgC, cusC, adeK, smeF, mtrE, cmeC, gesC; outer membrane protein, multidrug efflux system	K18139	0,37	0,27	0,34	0,53%	/

p valor (***) $p < 0.001$, ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$), FDR. Los genes que no tienen diferencias significativas están marcados con un guion

Genes involucrados en resistencia antimicrobiana	KEGG	3L	2M	4H	Reads %	P value
acrB, mexB, adeJ, smeE, mtrD, cmeB; multidrug efflux pump	K18138	37,81	35,54	40,77	59,95%	*
cusR, copR, sil				5,17	6,33%	***
copper res						
b				4,91	8,02%	/
n				4,35	6,46%	**



Gupta et al., 2019. bombas de expulsión en bacterias Gram negativas

p valor (***) p<0.001, ** p<0.01; * p< 0.05), FDR. Los genes que no tienen diferencias significativas están marcados con un guion

BACTERIAS GRAM NEGATIVOS DE IMPORTANCIA CLINICA

GENERO	4H	3L	2M	Reads %
Bacillus	0,011923167	0,021448863	0,021228705	61,37%
Bordetella	0,00609324	0,006783197	0,006596097	21,89%
Escherichia	0,003273505	0,002488331	0,002379044	9,15%
Salmonella	0,001681213	0,001628963	0,001186973	5,05%
Clostridium	0,000907543	0,000574409	0,000782221	2,54%

Los manglares presentaron una alta diversidad de Actinobacterias las cuales están asociadas a la producción de compuestos antimicrobianos. Las genes de síntesis de mayor abundancia fueron estreptomicina y monobactam. Sin embargo, las rutas de síntesis no fue completa y fueron influenciados por la salinidad.

El mecanismo de resistencia antimicrobiana más abundante en manglares fueron las bombas de eflujo de multidrogas. Estas abundancias fueron favorecidas por las altas salinidades. Este mecanismo está asociado a la presencia de bacterias Gram negativas.

RECOMENDACIONES

- Determinar la producción por técnicas analíticas de los antimicrobianos de mayor abundancia.
- Búsqueda de genes marcadores de síntesis de antimicrobianos.
 - Determinar la expresión de estos genes.



Financiamiento “Diversidad funcional de microorganismos asociados al ciclaje de C, N y P en el manglar la Ranchería (La Guajira) mediante un acercamiento de metatranscriptómica” Cod. 1233-659-44129 CT.529/14.

A la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, por ser el transporte para alcanzar mis sueños y a la universidad Antonio Nariño.

A Colciencias por el financiamiento del proyecto.

A mis asesores profesor Javier y profesora Judith por el honor de haber podido trabajar con ustedes, infinitas gracias por el apoyo y la colaboración prestada en este trabajo.

Libia Vanessa Daza Giraldo

26 DE JULIO: DÍA MUNDIAL PARA LA PROTECCIÓN DE LOS MANGLARES

