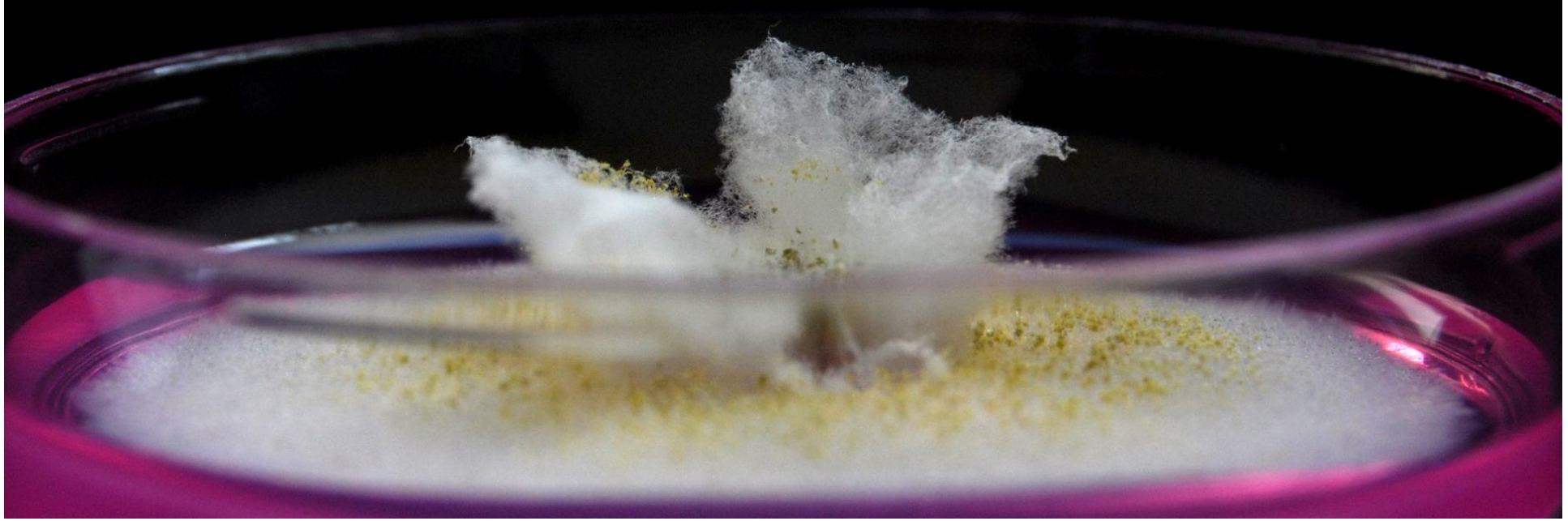
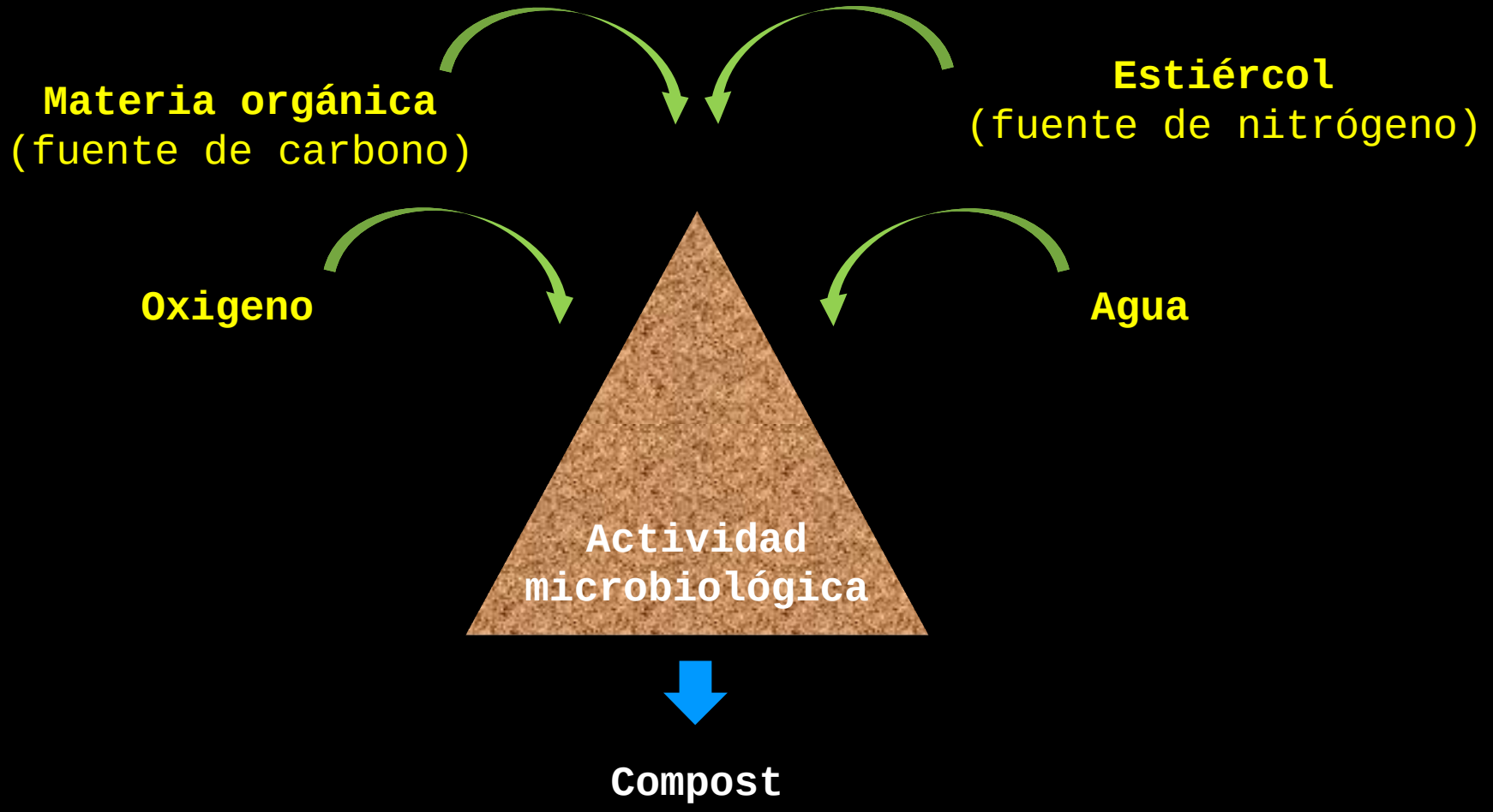
Diversidad microbiana durante el proceso de compostaje y en la elaboración del te de compost

Federico Laich
Unidad de Microbiología Aplicada
Instituto Canario de Investigaciones Agrarias
E-mail: flaich@icia.es



Los microorganismos en el proceso de compostaje



Los microorganismos en el proceso de compostaje

- El compostaje es un **proceso bioxidativo** que da lugar a un producto orgánico altamente estable.

- Una amplia diversidad de microorganismos **mesófilos** y **termófilos** conforman las poblaciones mixtas que degradan la materia orgánica, siendo las más importantes las **bacterias, *Actinomycetes*** y **hongos filamentosos**.

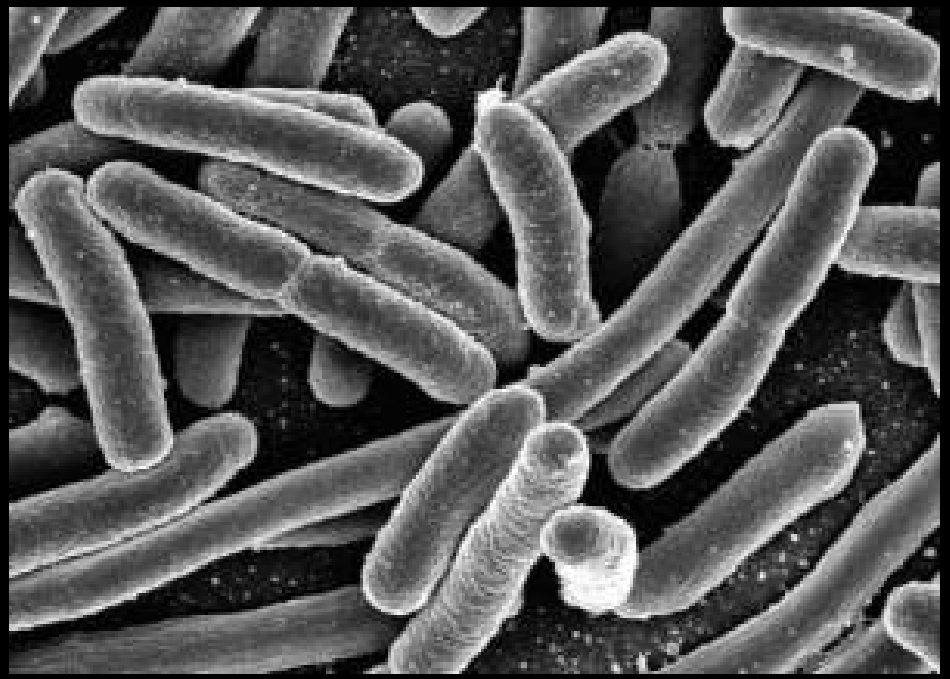
- Durante el proceso de compostaje, se lleva a cabo una **compleja sucesión de poblaciones microbianas** capaces de degradar o descomponer la materia orgánica.

- Las poblaciones y las **comunidades microbianas varían continuamente** en función de la evolución de la temperatura, el pH, la disponibilidad de nutrientes, la concentración de oxígeno, el contenido de agua, la acumulación de compuestos inhibitorios, etc.

- **La temperatura** es un indicador de la actividad microbiana anterior y, asimismo, un regulador de la tasa de actividad actual. Cada población de microorganismos, se adecúa al ambiente creado por la población anterior.

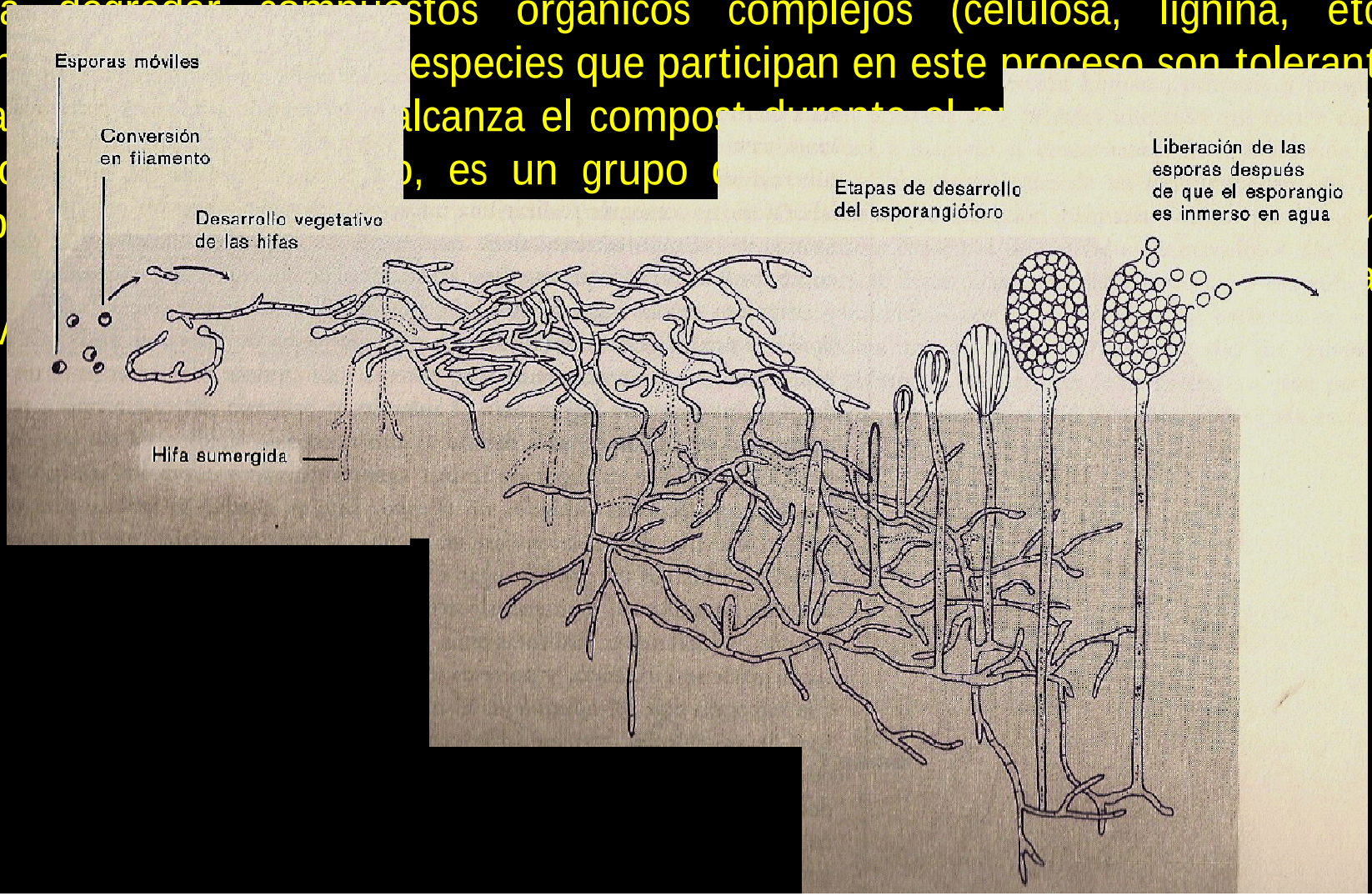
BACTERIAS

Las **bacterias** son las más numerosas en el proceso de compostaje, y constituyen entre el 80% y el 90% de los microorganismos existente en el compost. Se trata de un grupo de gran diversidad metabólica, que utilizan un amplio rango de enzimas que degradan químicamente una gran variedad de compuestos orgánicos. La cuantificación de las bacterias aerobias totales representa, de alguna manera, un índice de actividad biológica



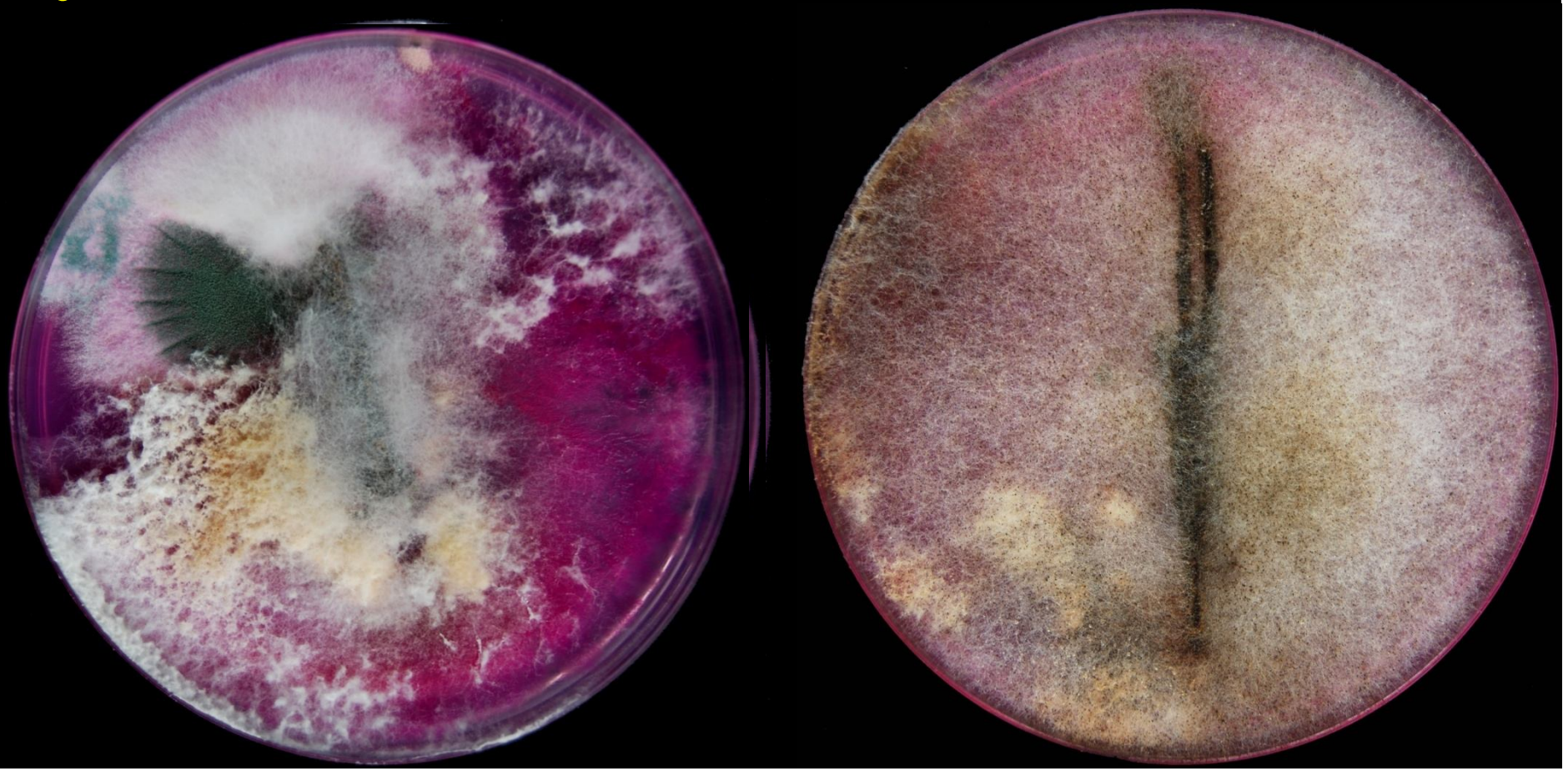
ACTINOMYCETES

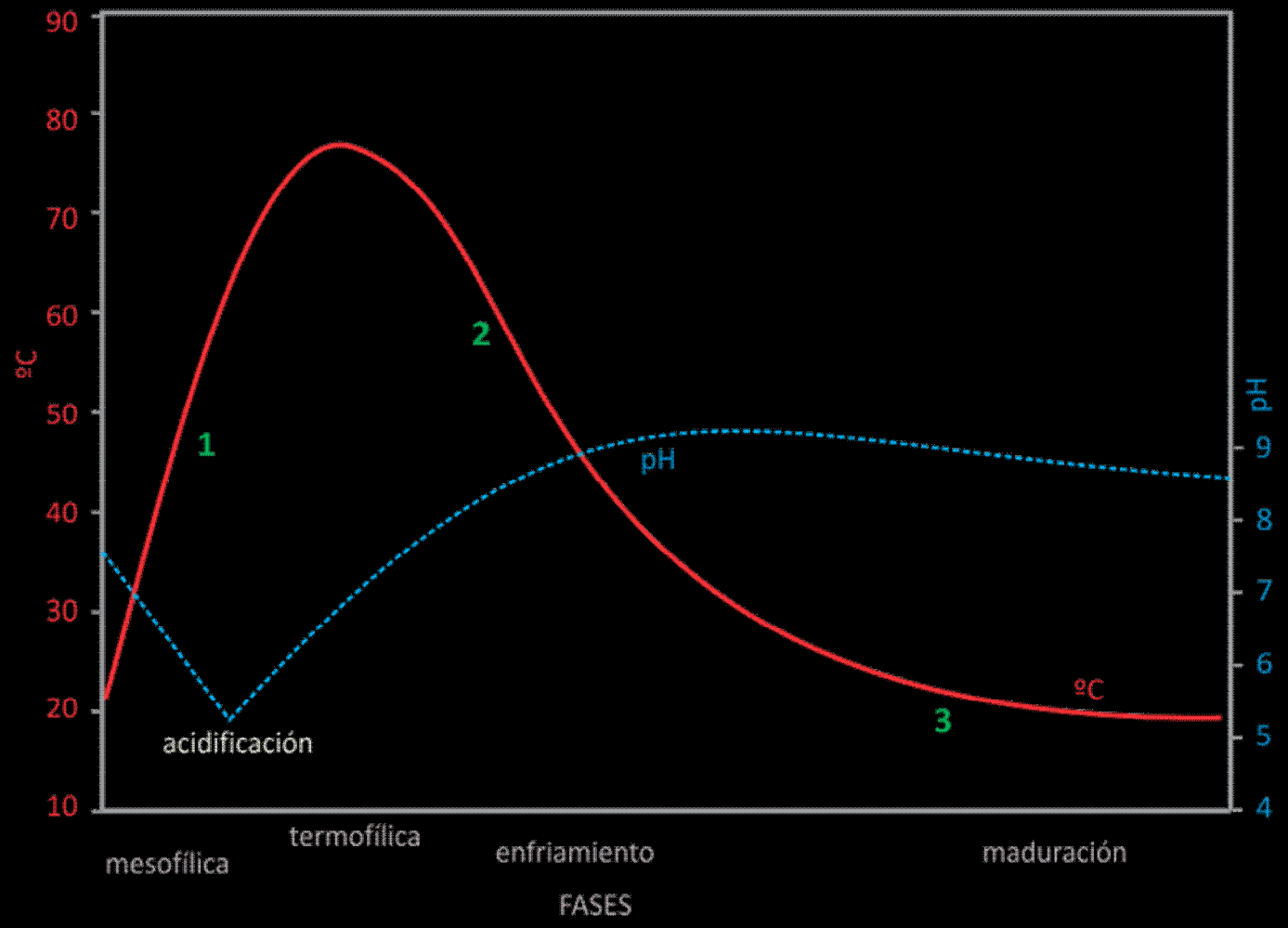
La participación de los ***Actinomycetes*** durante el proceso de modificación de la materia orgánica del compost es relevante, debido a la capacidad enzimática para degradar compuestos orgánicos complejos (celulosa, lignina, etc.). Asim especies que participan en este proceso son tolerantes a la alcanza el compost durante el p ión aero , es un grupo es imp no, los a a trav



HONGOS FILAMENTOSOS

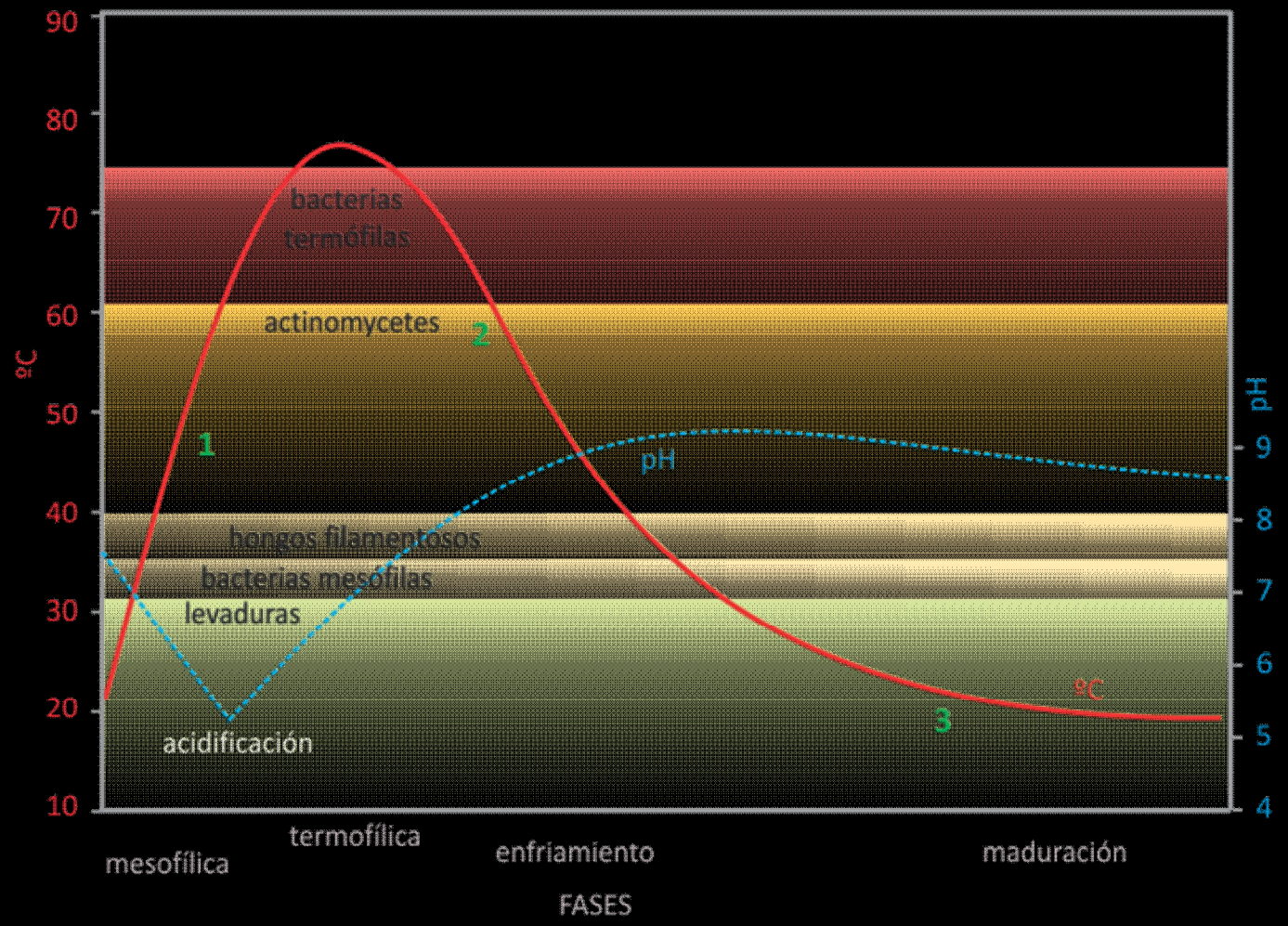
Los **hongos filamentosos** constituyen un grupo muy amplio. Diferentes géneros han sido descritos durante el proceso de compostaje, participando en la degradación aeróbica de la materia orgánica debido a su alta capacidad lignocelulolítica.





1. Utilización de sustancias solubles (azúcares, aminoácidos, ácidos grasos, etc.)
2. Degradación y utilización de polímeros (celulosas, pectinas, proteínas, hemicelulosas)
3. Formación de humus

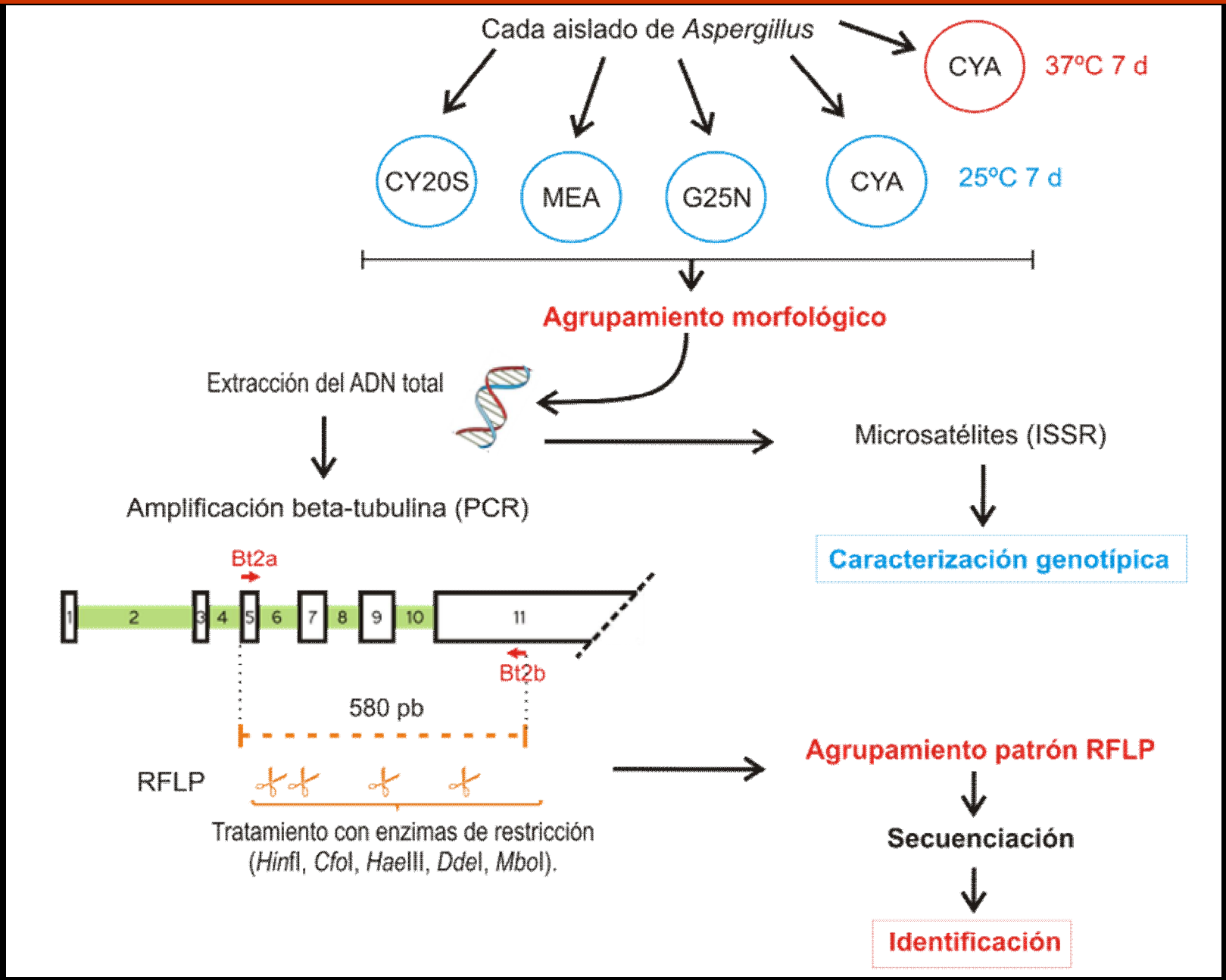
Esquematización de la sucesión de microorganismos durante las distintas fases del compostaje.



1. Utilización de sustancias solubles (azúcares, aminoácidos, ácidos grasos, etc.)
2. Degradación y utilización de polímeros (celulosas, pectinas, proteínas, hemicelulosas)
3. Formación de humus

Esquematización de la sucesión de microorganismos durante las distintas fases del compostaje.

El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje



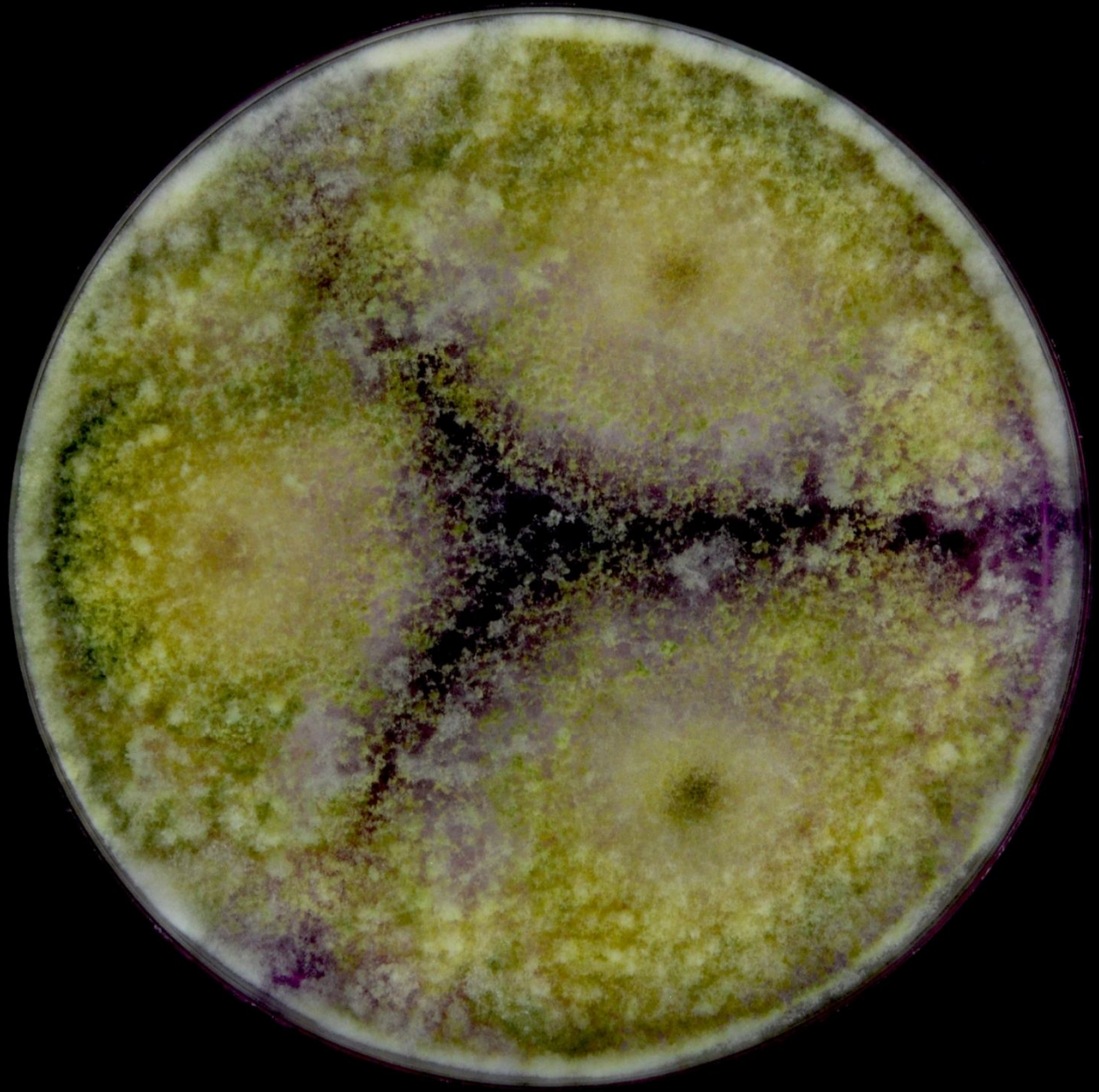
El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje

	Caballo				Camello				Gallinaza				Oveja			
ESPECIE	**I**	**II**	**III**	**IV**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Alternaria arborescens	1															
Aspergillus amoenus																1
Aspergillus flavus	1					1				1	1					
Aspergillus flocculosus								1								
Aspergillus fructus			1	1			1						1			1
Aspergillus fumigatus	1	1	1	7	1	1	2	9	1	1	3	9	1	1	1	6
Aspergillus niger			1	1			1			1						
Aspergillus recurvatus											1					
Aspergillus sydowii							1			1		1	2			
Aspergillus terreus		1	1	2		1	1	3				1	2	1	1	1
Aspergillus westerdijkiae				1												
Aspergillus tubingensis								1		1		1	2		1	1
Aspergillus sp.						1		1			1	1		1	1	1
Bionectria sp.				3				2				2				
Cladosporium sp.												1	1			
Clonostachys rosea			1							1	1					
Emericella nidulans			1	4	2	4	2	6	1		1	4	1	3	2	3
Emericella quadrilineata		3	2			1	2	1			3			1	1	
Emericella rugulosa													1			
Fusarium equiseti											1					
Fusarium solani				1								1				
Fusarium sp.						1										
Lichtheimia ramosa	1								1	1						
Nectria ipomoeae												1				
Retroconis fusiformis									1							
Rhizopus stolonifer						1										
Trichoderma harzianum							1									
Trichoderma longibrachiatum		1	2								1				1	
Trichoderma viride			1													
Trichoderma sp.				1												1

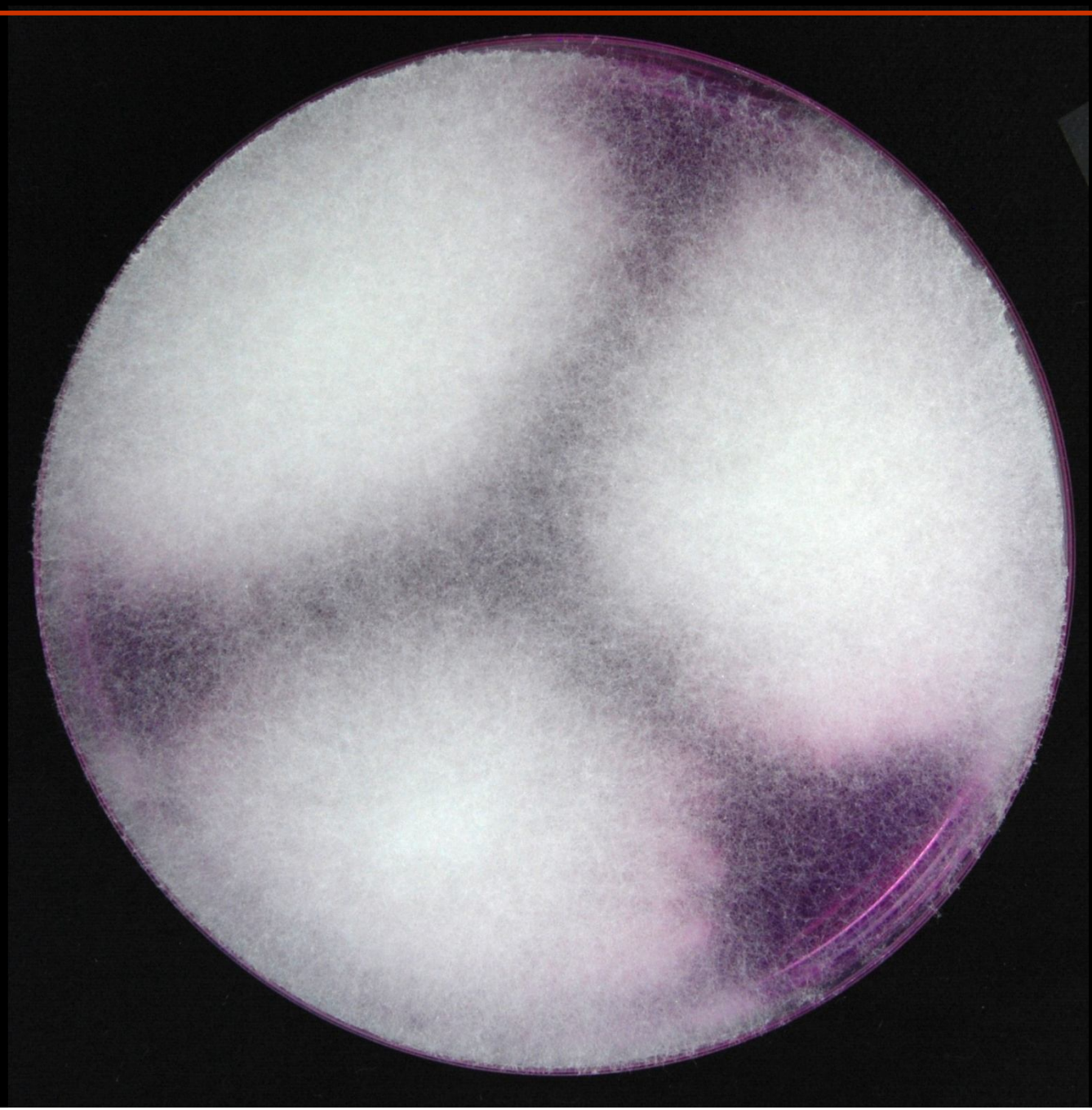
El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje



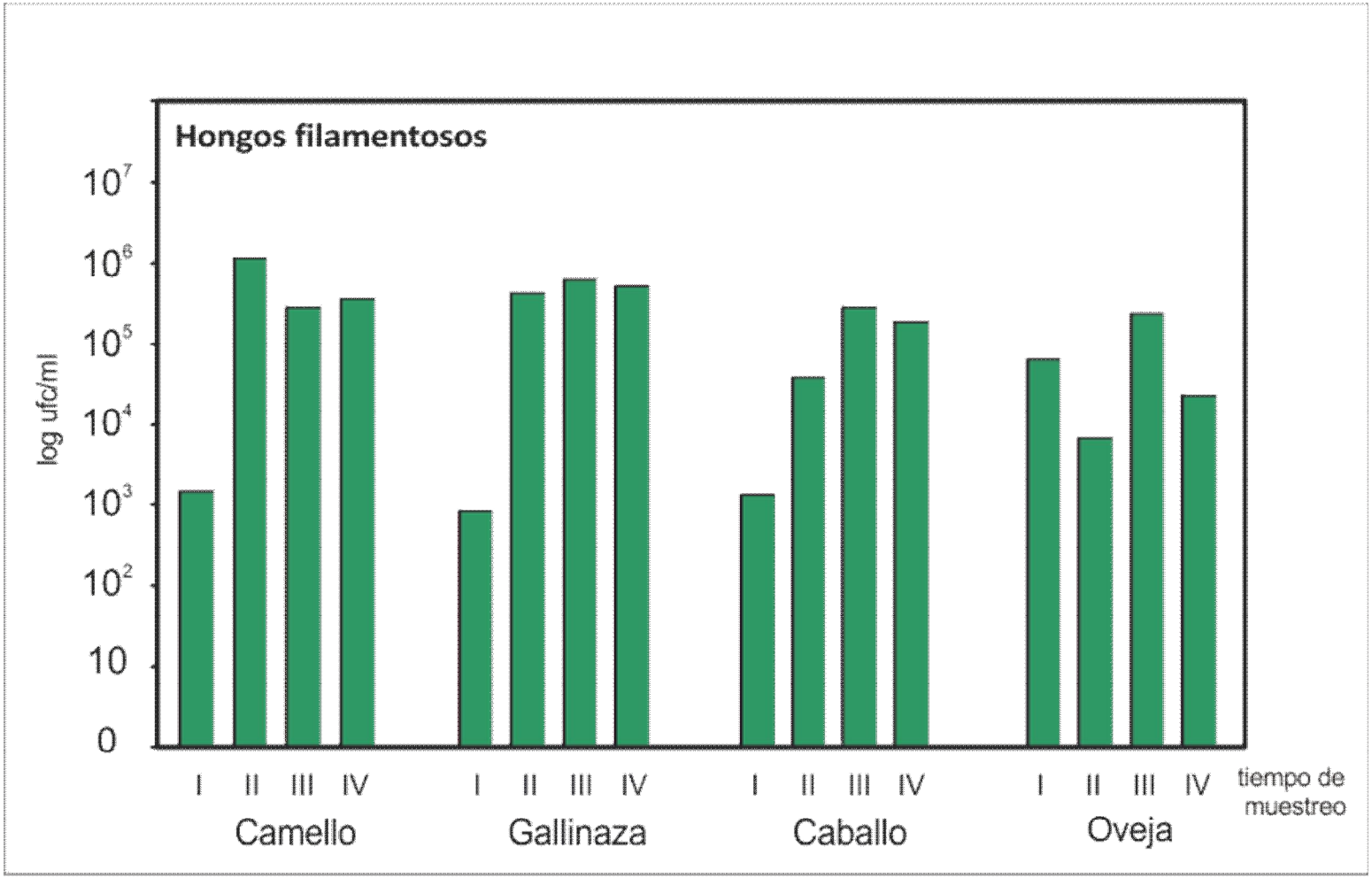
El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje



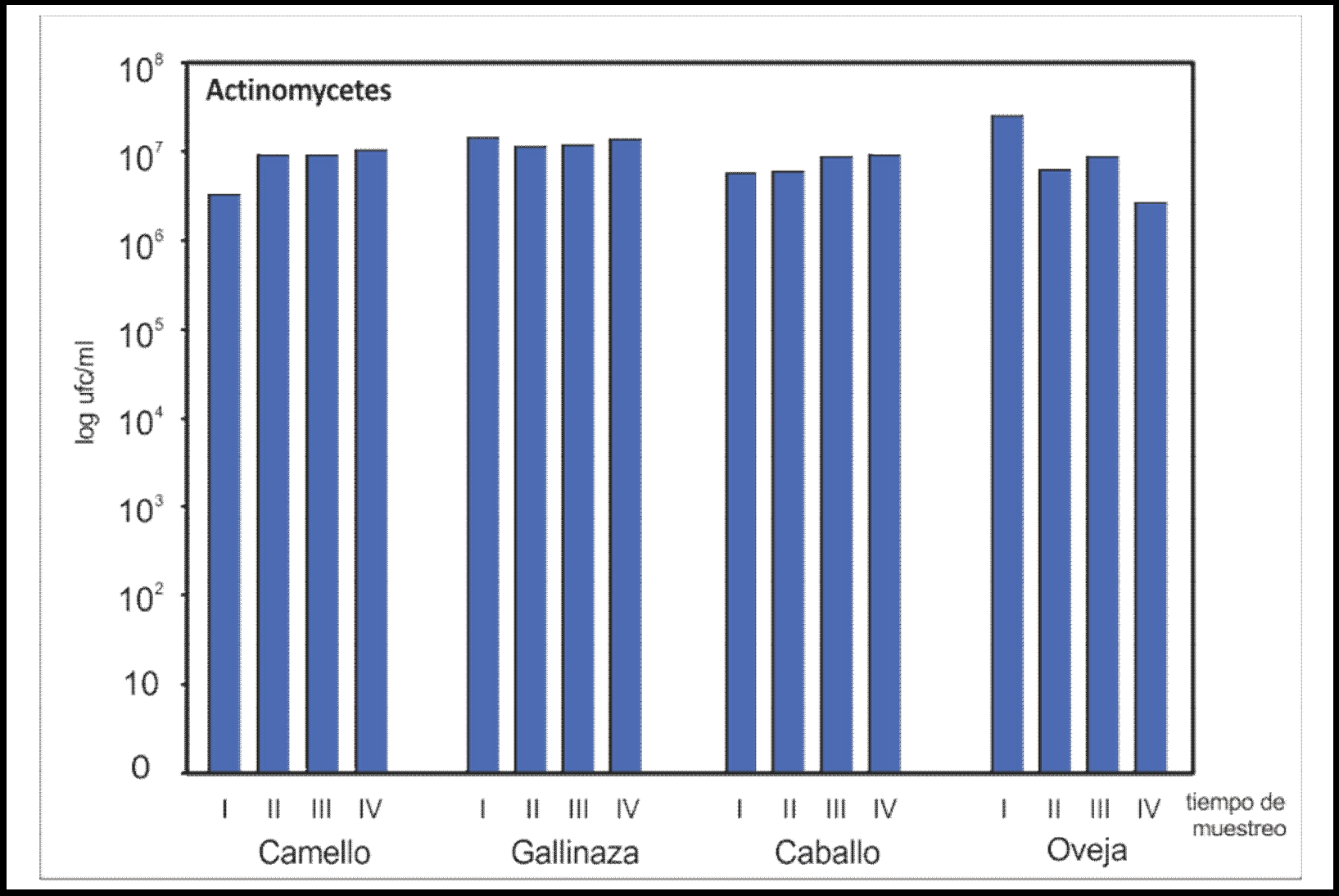
El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje



El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje



El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje



El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje

Análisis de compost

Isla	Tenerife								Gran Canaria				La Palma	
Zona	Los Silos		Los Realejos			La Guancha			Telde		Telde		Barlovento	
Finca	La Manzanilla		El Patio			SAT Proplate			Hoya Cantera		Primavera		Los Palomos	
Mezcla	Restos de poda Estiércol 1:1	Restos de poda **Plátano** y raquis 1:1	Estiércol gallina Pinocha **Plátano** (hojas) Astilla pino 1:1:1:1	Pinocha **Plátano** (hojas + restos) Astilla pino 1:1:1	Estiércol Pinocha **Plátano** (restos) Astilla pino 1:1:1:1	Estiércol vaca Pinocha Tierra 1:1:1	**Plátano** (hojas + raquis) Pinocha 1:1	Estiércol vaca **Plátano** (raquis + hojas) Tierra 1:1:1	Estiércol Pinocha 1:2	**Plátano** Pinocha 1:2	Estiércol caballo con cama **Plátano** (hojas + rolos) 1:1	Estiércol vaca con cama **Plátano** (hojas + rolos) 1:1	Estiércol vaca con cama **Plátano** (restos + raquis) 1:1	Estiércol vaca con cama **Plátano** (restos + raquis) 1:2
Análisis Fis-Quim	**Pila I**	**Pila II**	**Pila I**	**Pila II**	**Pila III**	**Pila I**	**Pila II**	**Pila III**	**Pila I**	**Pila II**	**Pila I**	**Pila II**	**Pila I**	**Pila II**
pH (1/5)	9,22	9,64	8,29	8,53	8,30	8,15	8,05	8,32	9,34	8,97	8,94	8,82	9,62	10,06
CE (dS/m) (1/5)	3,86	5,35	0,96	1,20	1,08	0,68	0,74	0,87	1,45	1,74	4,43	3,85	13,63	18,92
MO (%)	32,16	42,69	49,05	58,81	61,20	12,78	13,09	17,92	30,21	30,96	29,75	39,05	78,65	69,01
Norg (%)	1,58	1,42	1,50	1,48	2,56	0,39	0,38	0,57	0,63	1,01	1,39	1,39	2,47	3,05
C/N	10,10	15,03	16,00	20,00	11,90	16,00	17,00	15,00	23,90	15,45	10,70	14,00	15,90	11,30
MOR %	6.01	3,51	26,06	32,48	33,62	4,59	5,16	6,52						
GE %	36,43	31,58	53,13	55,22	54,94	35,91	39,41	36,37						
P (%)	0,44	0,27	0,44	0,42	0,41	0,17	0,16	0,21	0,16	0,22	0,36	0,37	0,23	0,31
K (%)	2,25	2,85	0,98	1,18	2,34	0,50	0,40	0,75	1,54	1,49	1,61	1,83	6,75	8,01
Na(%)	0,7	1	0,30	0,20	0,40	0,20	0,20	0,20	0,4	0,4	0,7	0,5	0,20	0,20
Ca (%)	2,00	1,61	2,88	2,31	3,36	0,71	0,72	0,91	2,97	3,82	6,46	3,79	0,89	1,28
Mg (%)	0,80	0,67	0,76	0,72	0,71	0,38	0,32	0,40	0,99	1,01	1,77	1,83	0,38	0,54
Fe (%)	1,70	1,70	1,30	0,90	1,00	2,50	2,20	2,40	2,30	2,70	1,60	1,40	3.1	3,70
Mn ppm	727,91	628,02	544,25	291,50	414,72	1091,67	1008,06	1258,90	735,29	702,03	514,01	468,02	303,96	523,73
Zn ppm	194,92	81,78	211,95	179,22	201,88	61,78	54,23	68,33	50,43	59,75	94,77	84,95	60,15	59,65
Cu ppm	30,61	44,80	33,92	29,39	42,47	29,39	25,12	29,14	15,47	19,23	27,38	23,36	11,76	10,74
Análisis microbiológico														
Actinomycetes (ufc/g)	$6,4x10^5$	$5,0x10^5$	$8,5x10^5$	$6,8x10^5$	$2,2x10^6$	$1,6x10^6$	$2,1x10^6$	$2,2x10^6$	$4,8x10^5$	$1,4x10^5$	$1,1x10^6$	$1,3x10^6$	$3,5x10^7$	$2,5x10^6$
Levaduras (ufc/g)	ND	$5,7x10^4$	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Levaduras filamentosas (ufc/g)	$5,0x10^3$	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	$8,0x10^3$	ND	ND	ND	ND	ND
Hongos filamentosos (ufc/g)	$1,0x10^4$	$3,3x10^4$	$4,0x10^4$	$4,5x10^4$	$5,8x10^5$	$1,6x10^5$	$2,0X10^5$	$1,5X10^5$	$8,8X10^4$	$4,0x10^4$	$6,1x10^5$	$5,4x10^5$	$3,3x10^6$	$4,0x10^3$
Especies de hongos predominantes	*Aspergillus*	*Aspergillus Trichoderma*	*Aspergillus Trichoderma Zygomycetes*	*Aspergillus Trichoderma*	*Trichoderma Aspergillus*	*Aspergillus*	*Trichoderma*	*Aspergillus Trichoderma*	*Aspergillus*	*Aspergillus Emericella*	*Aspergillus Zygomycetes*	*Aspergillus Zygomycetes*	ND	ND

Cuantificación de la población de microorganismos

Rango de valores observados en muestras de compost maduro:

Bacterias aerobias totales: $1x10^8$ a $5x10^9$ u.f.c/g de compost

Hongos filamentosos: $1x10^4$ a $1x10^5$ u.f.c./g de compost

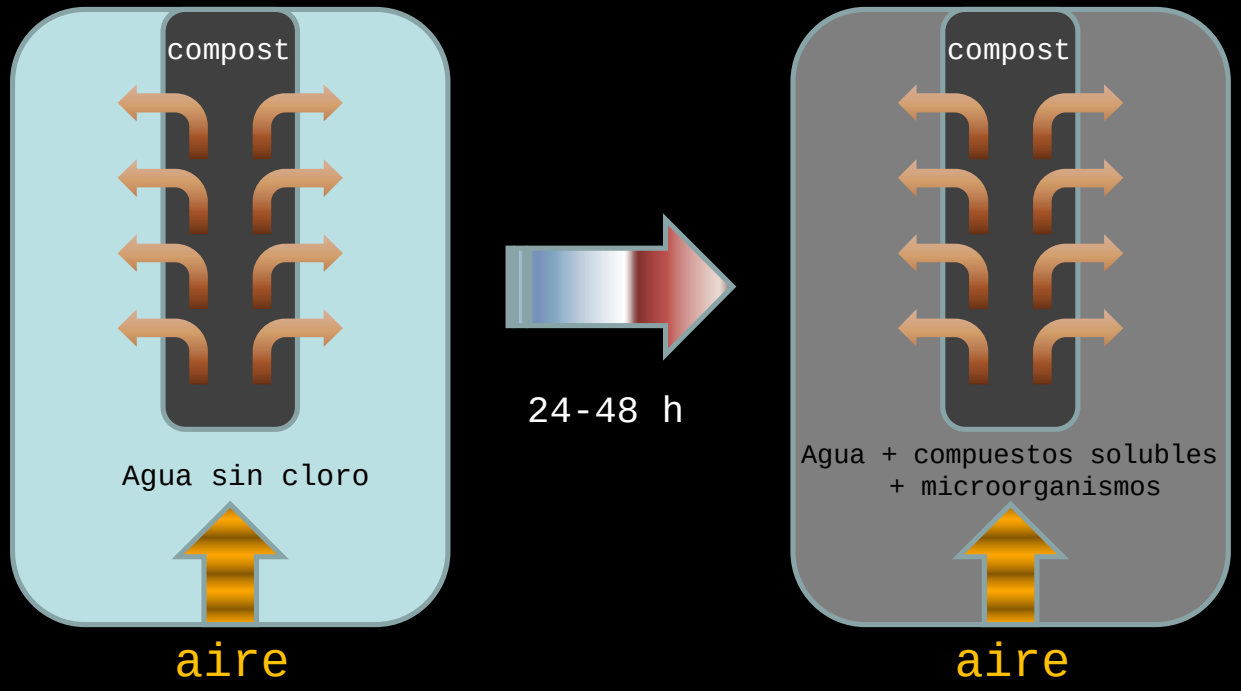
Actinomycetes: $1x10^5$ a $1x10^7$ u.f.c./g de compost.

Levaduras: inestable, N.D. a $5x10^4$ u.f.c./g de compost.

Siendo las colonias de levaduras filamentosas las más abundantes

Te de compost

El te de compost consiste en mezclar compost maduro en agua en condiciones estrictamente aeróbicas durante uno o dos días. Una aireación intensa permite "desprender" los microorganismos del compost y favorecer el desarrollo de los mismos en la fase acuosa.



Cuantificación de la población de microorganismos

Rango de valores observados en muestras de te de compost (24 h):

BACTERIAS AEROBIAS TOTALES: 1x10^6 a 5x10^7 u.f.c./ml

ACTINOMYCETES: 1x10^4 a 1x10^5 u.f.c./ml

HONGOS FILAMENTOSOS: 1x10^3 a 1x10^4 u.f.c./ml

LEVADURAS: 1X10^2 a 1X10^4 u.f.c./ml

Rango de valores observados en muestras de compost maduro:

Bacterias aerobias totales: 1x10^7 a 5x10^9 u.f.c/g de compost

Actinomycetes: 1x10^5 a 1x10^7 u.f.c./g de compost.

Hongos filamentosos: 1x10^4 a 1x10^5 u.f.c./g de compost

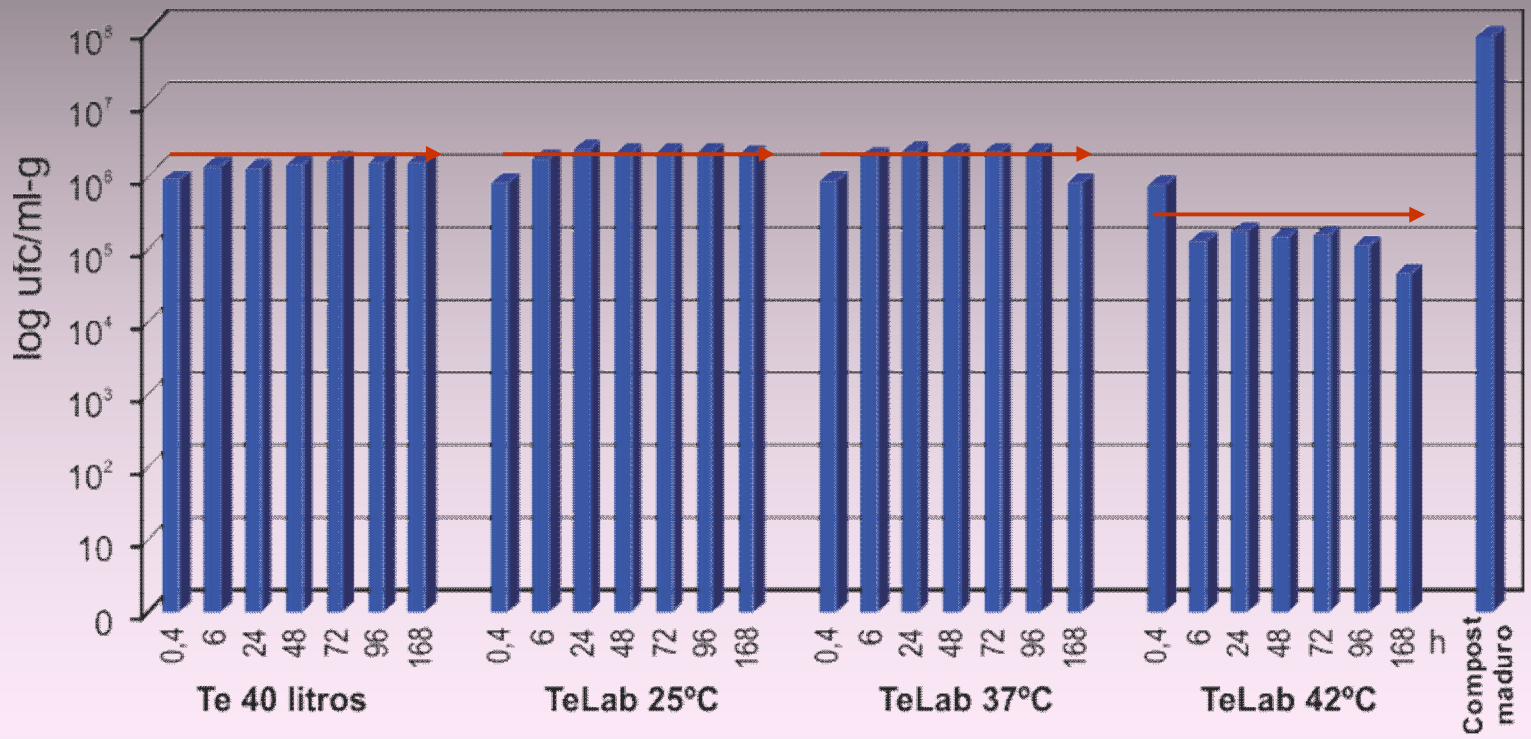
Levaduras: inestable, N.D. a 5x10^4 u.f.c./g de compost.

Análisis de los factores que afectan la población de microorganismos en la elaboración del te de compost

- Temperatura y tiempo de elaboración
- Relación compost/agua
- Disponibilidad de nutrientes (suplementación)

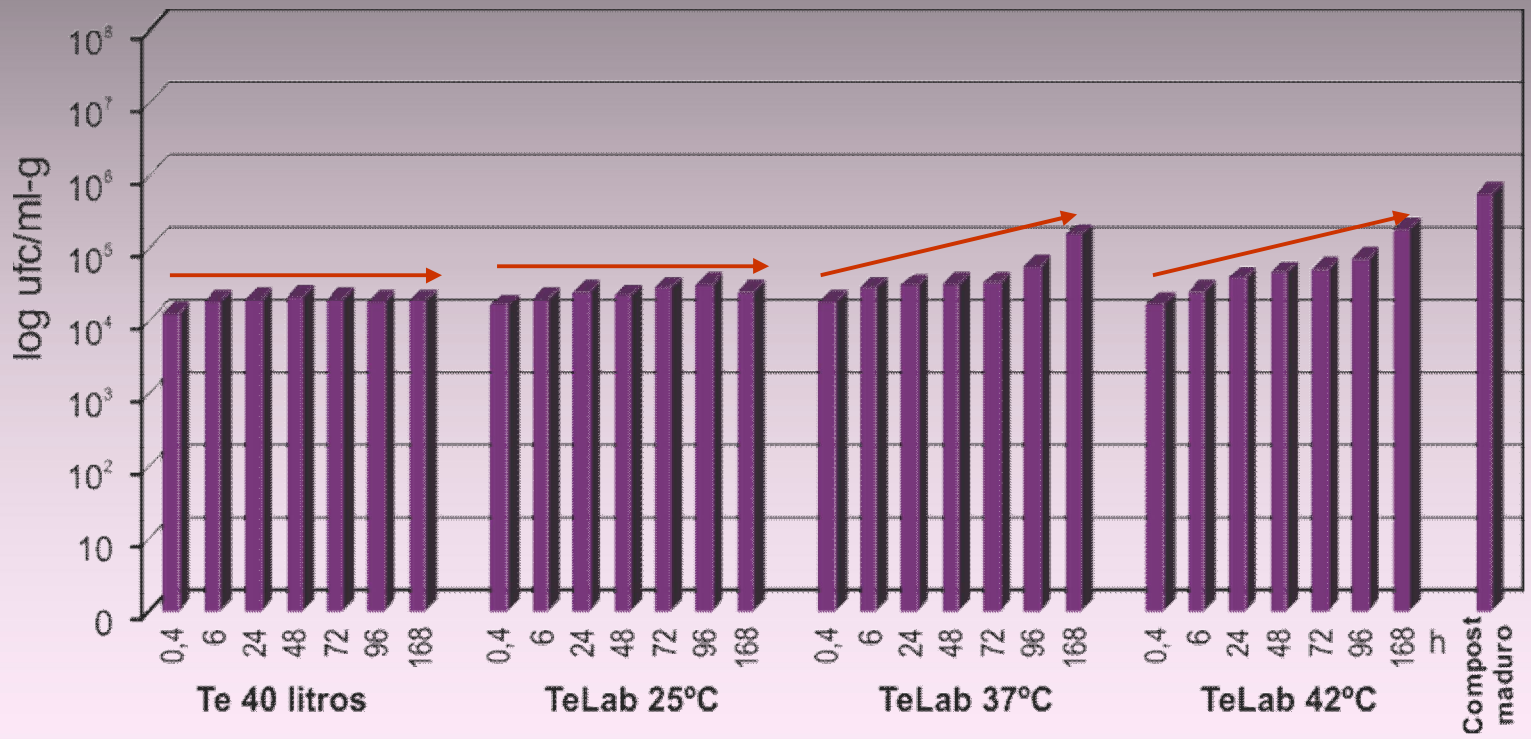
Temperatura y tiempo de elaboración

Cuantificación de la población de BACTERIAS



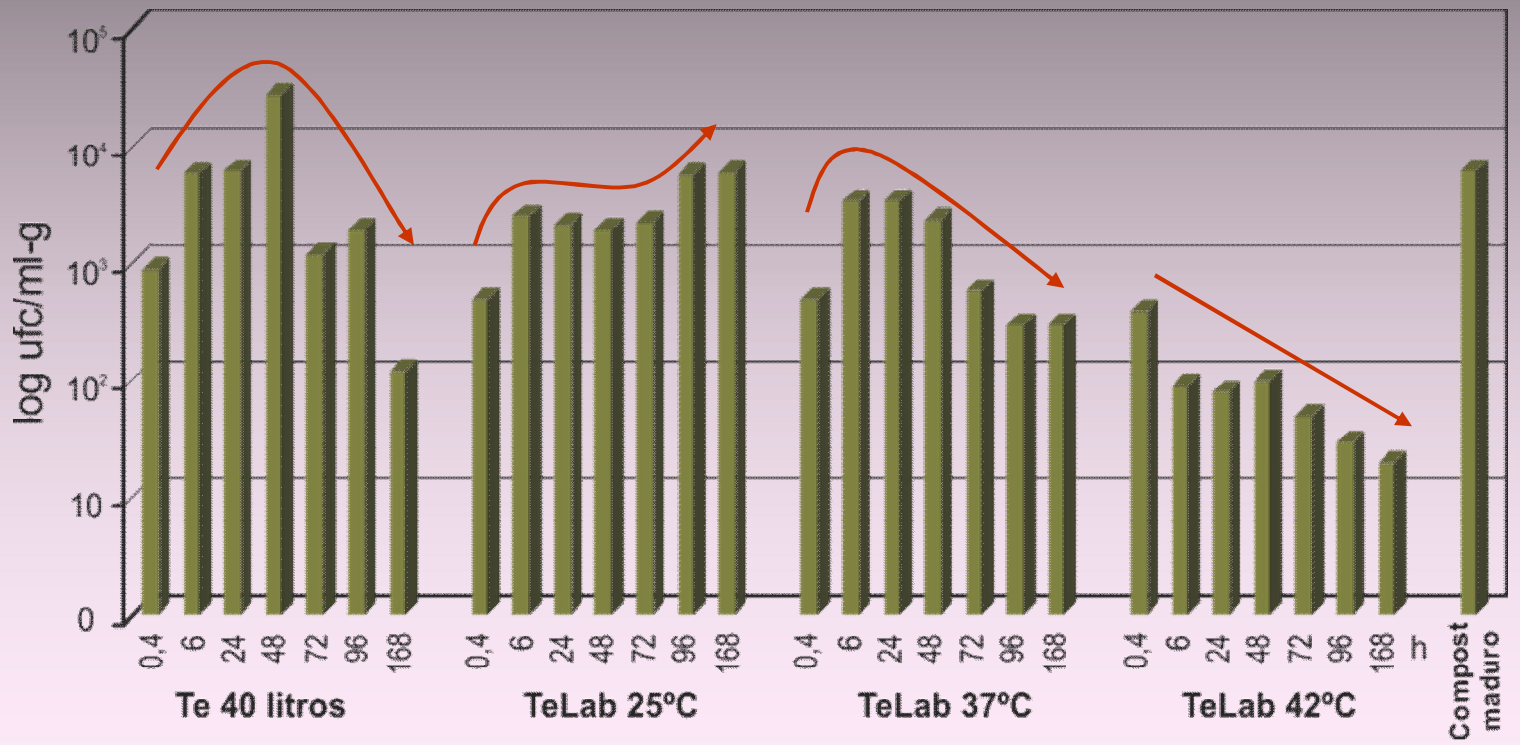
Temperatura y tiempo de elaboración

Cuantificación de la población de ACTINOMYCETES



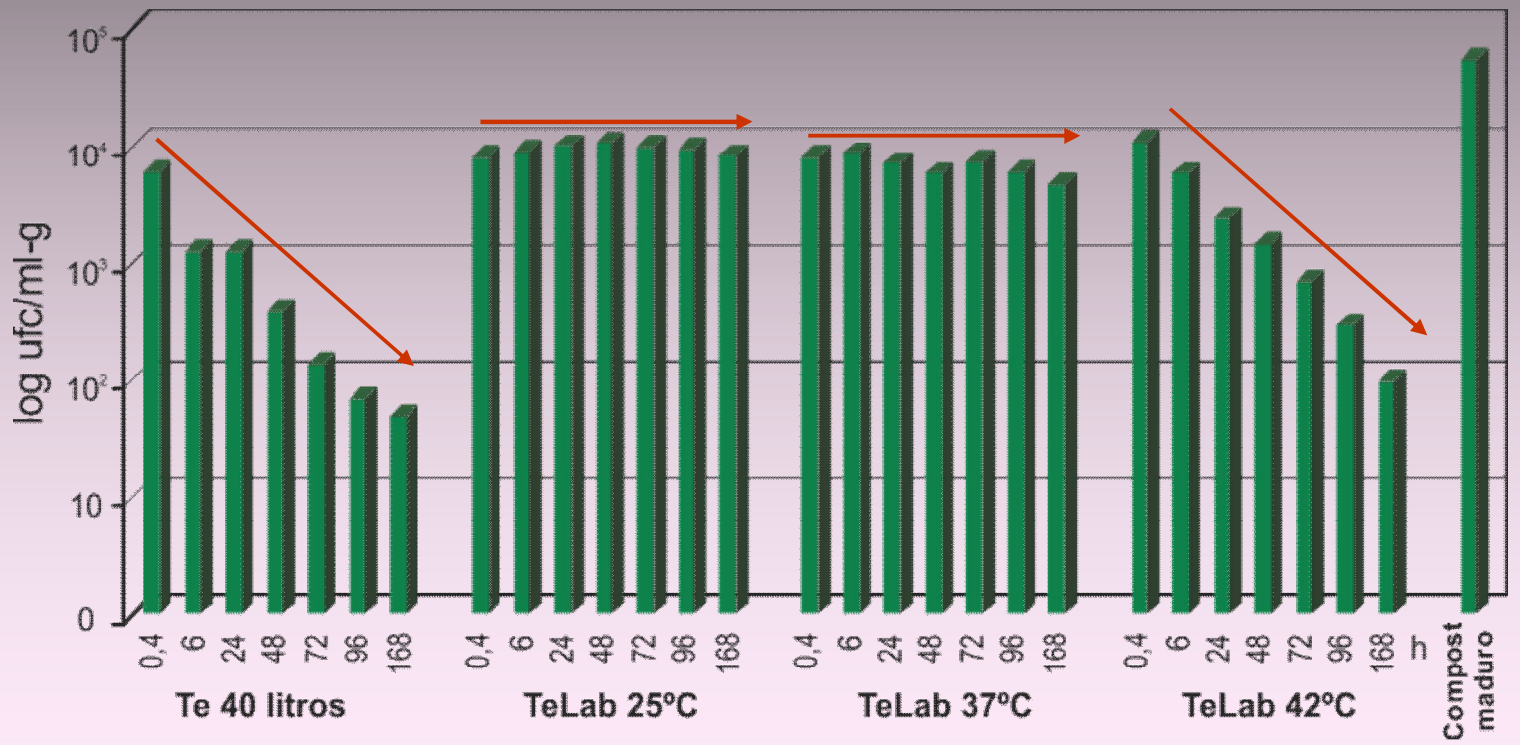
Temperatura y tiempo de elaboración

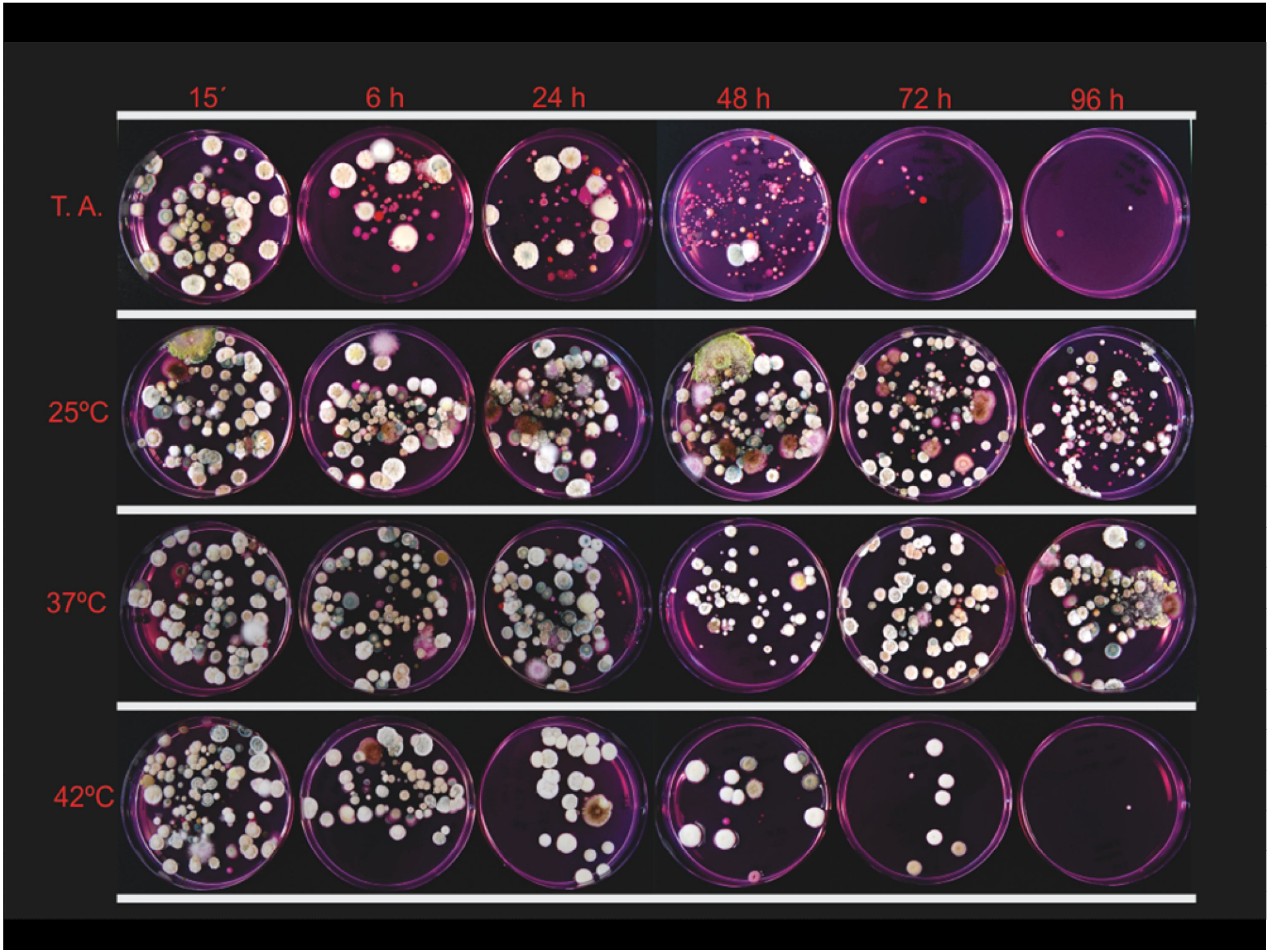
Cuantificación de la población de LEVADURAS



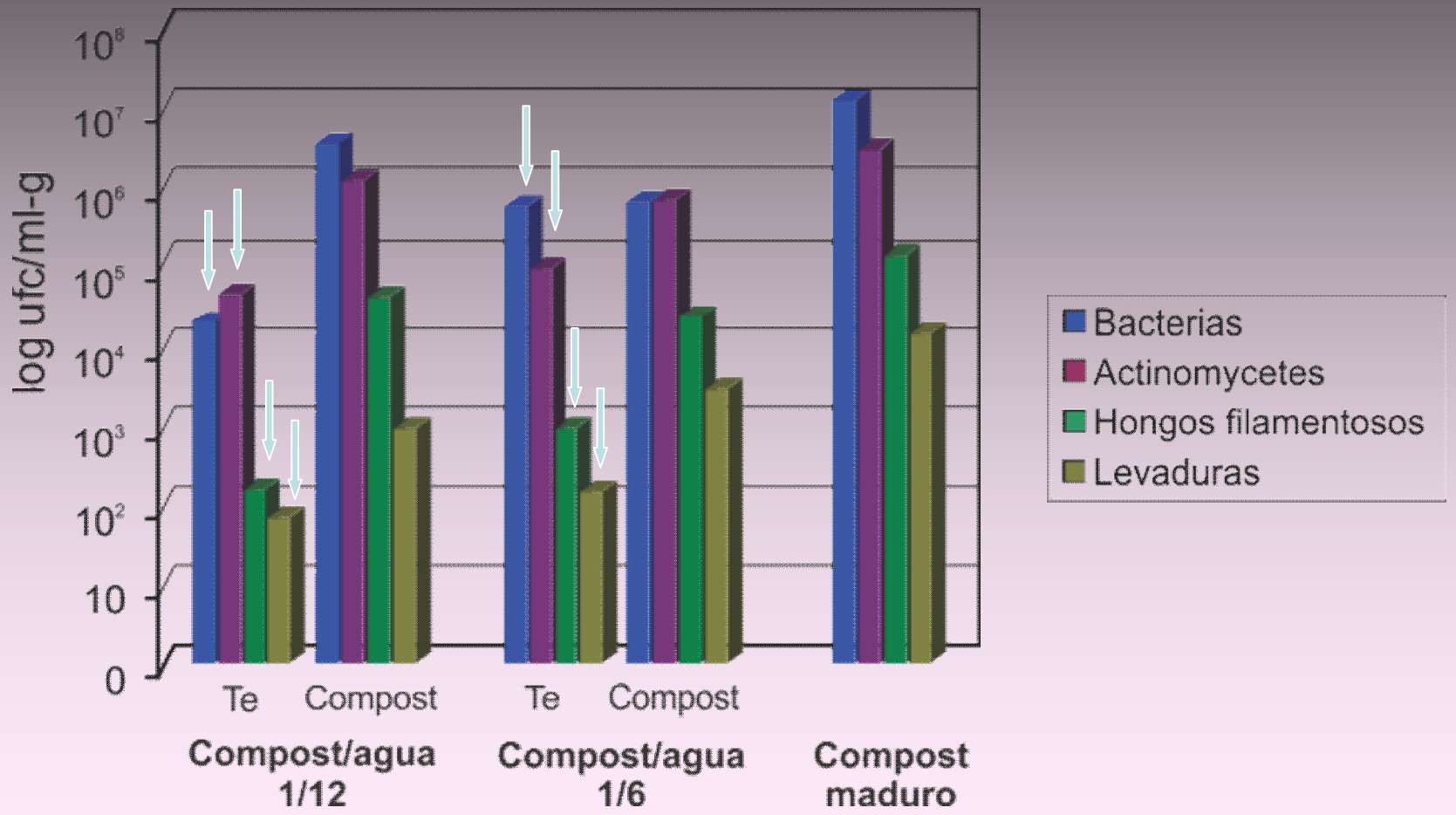
Temperatura y tiempo de elaboración

Cuantificación de la población de HONGOS FILAMENTOSOS

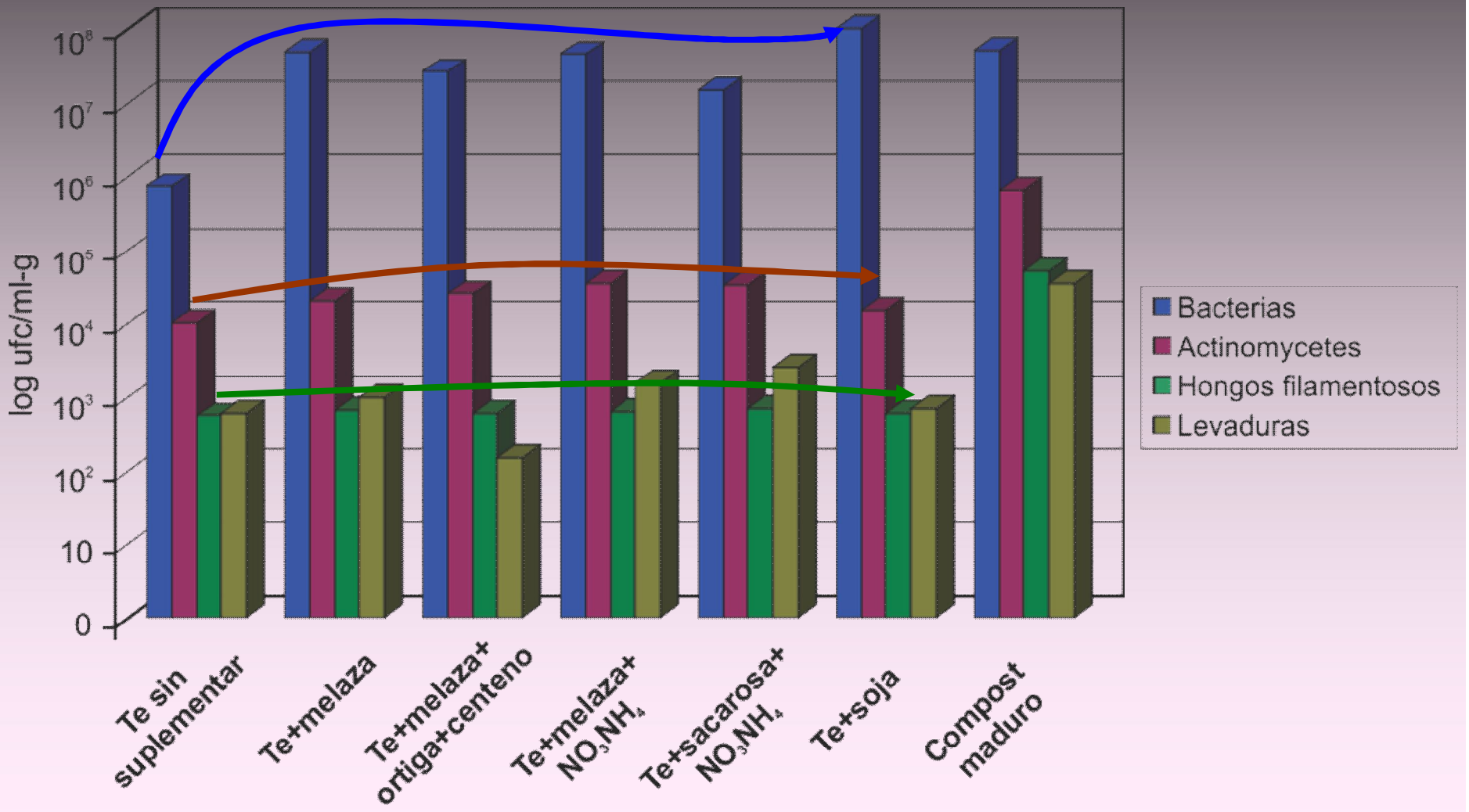



15´
6 h
24 h
48 h
72 h
96 h
T. A.
25ºC
37ºC
42ºC

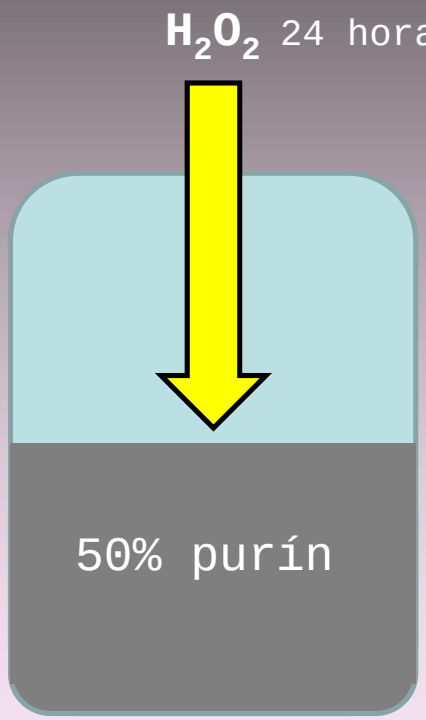
Cuantificación de la población de microorganismos (24 horas) con diferentes proporciones Compost/agua



Cuantificación de la población de microorganismos (24 horas) con diferentes suplementaciones del te de compost



Cuantificación de la población de microorganismos con diferentes suplementaciones del te de compost.
Utilización de subproductos orgánicos de origen agroganadero y forestal en la platanera.

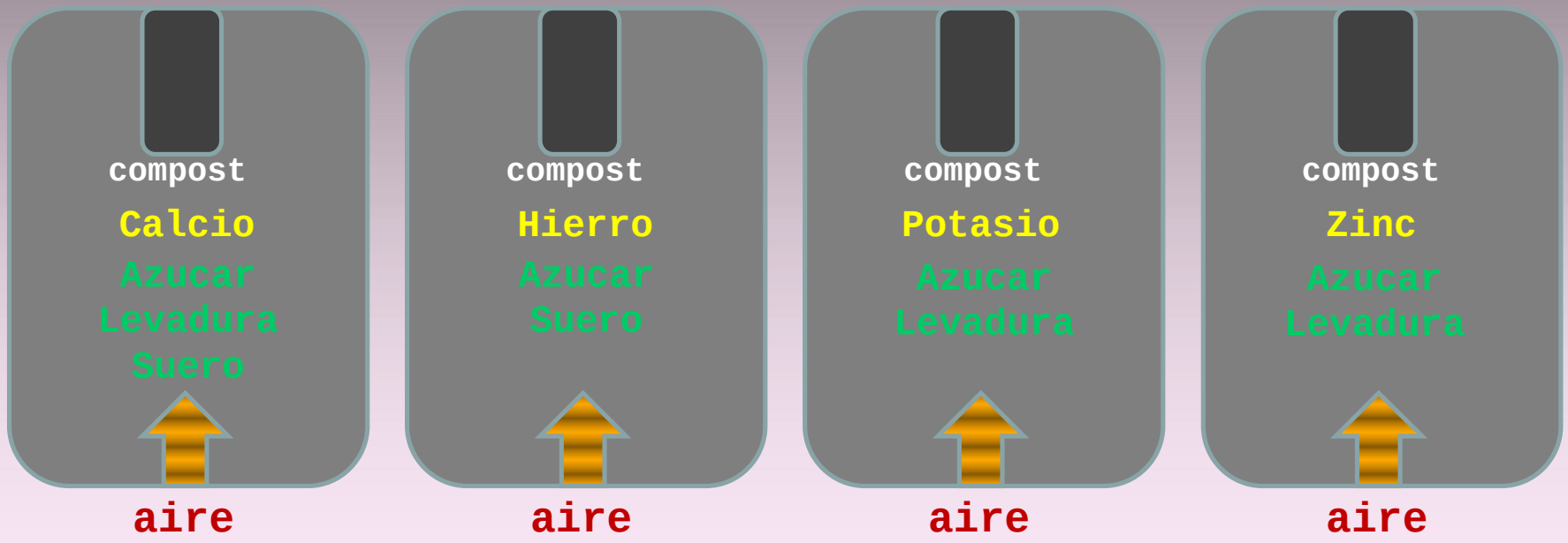


Cuantificación de la población de microorganismos con diferentes suplementaciones del te de compost.
Utilización de subproductos orgánicos de origen agroganadero y forestal en la platanera.

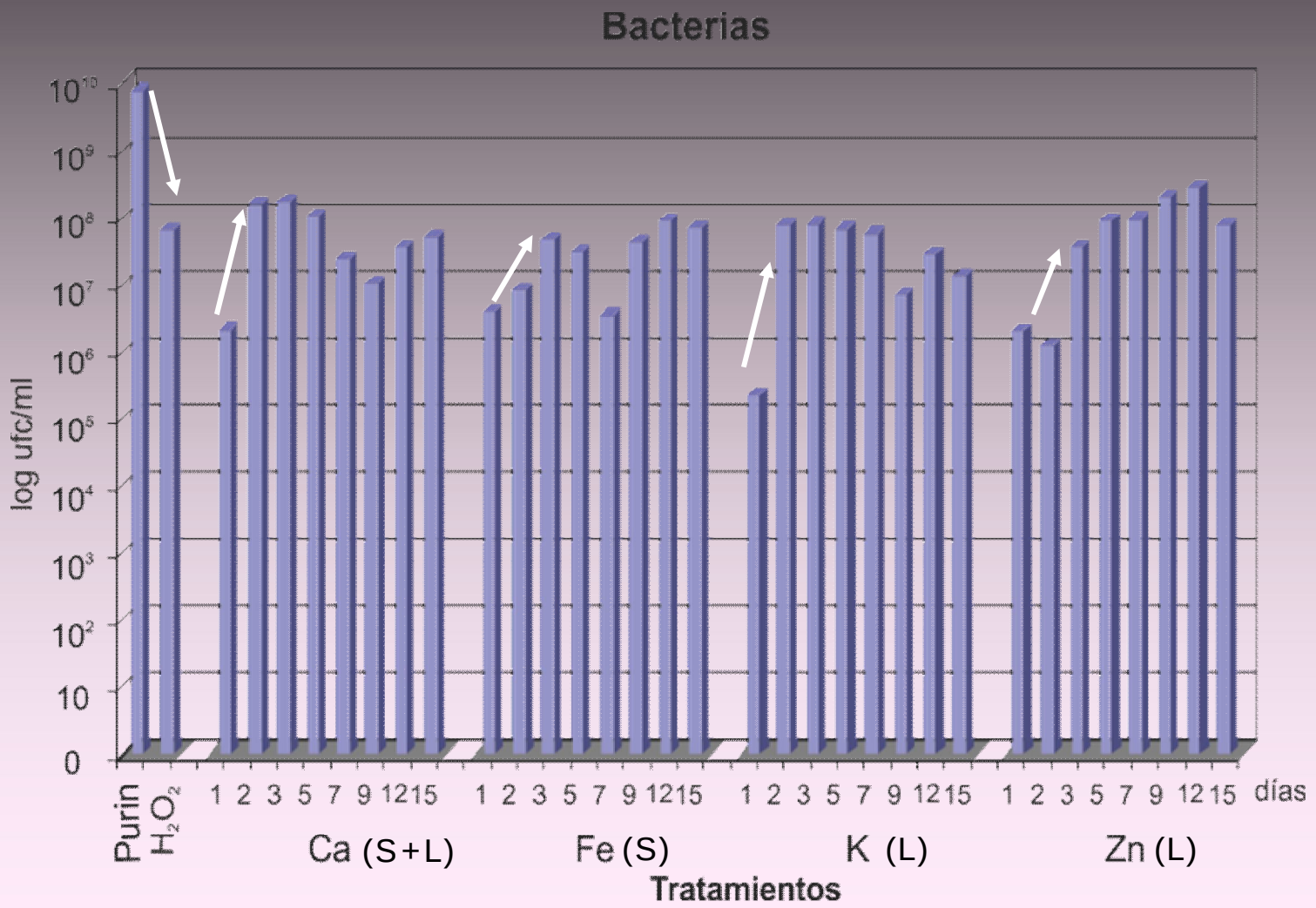
50% agua

50% purín

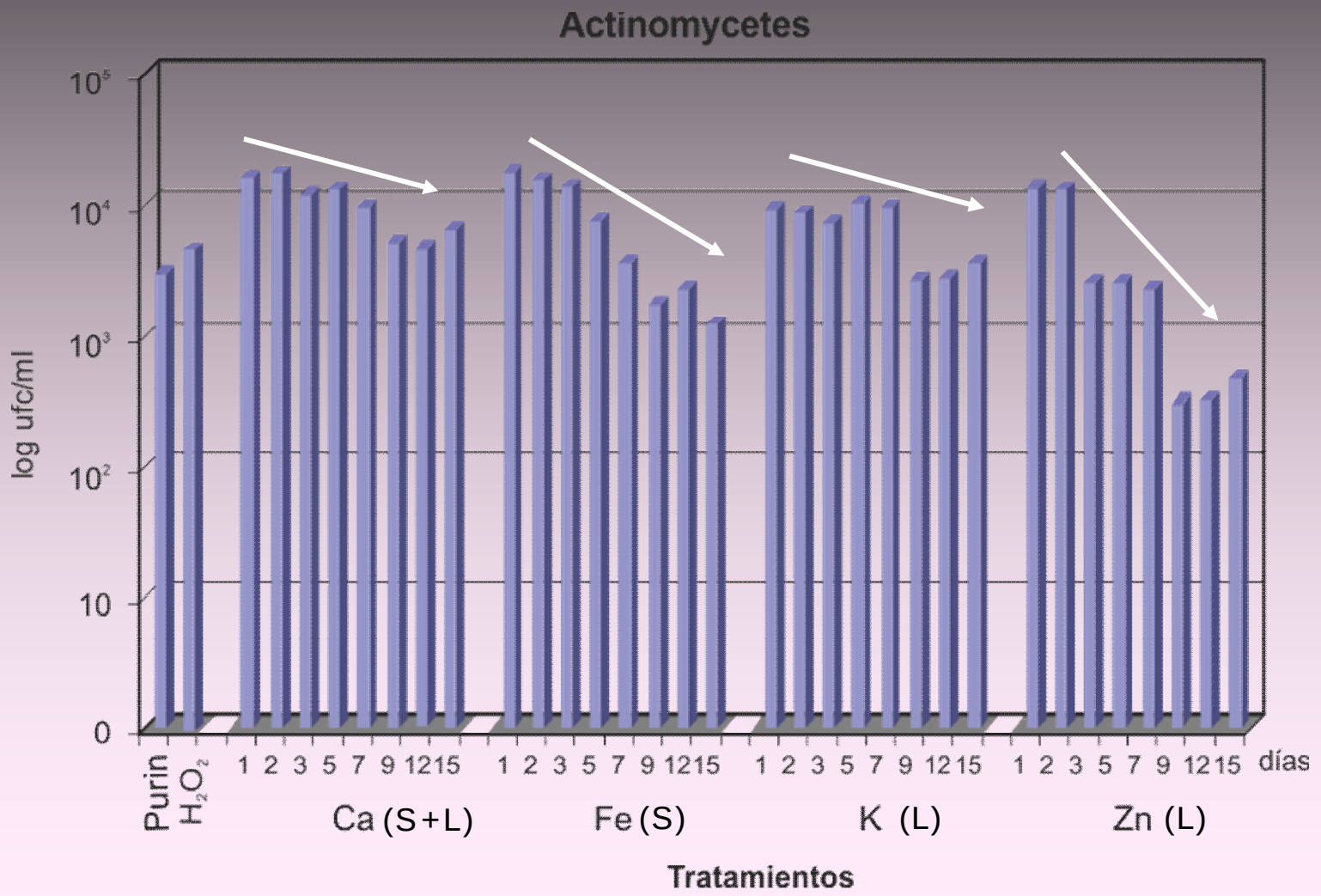
Cuantificación de la población de microorganismos con diferentes suplementaciones del te de compost.
Utilización de subproductos orgánicos de origen agroganadero y forestal en la platanera.



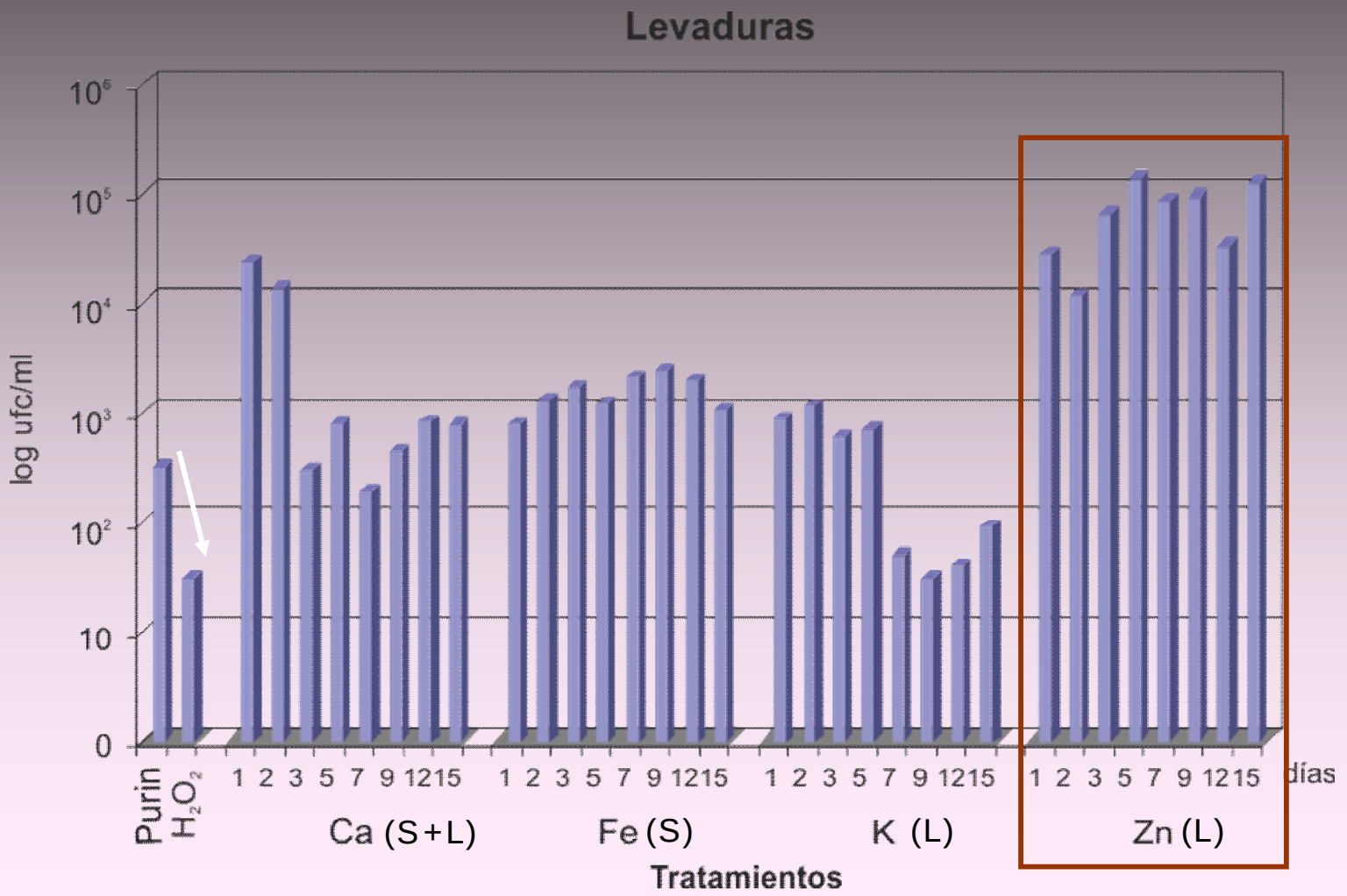
Cuantificación de la población de microorganismos con diferentes suplementaciones del te de compost.



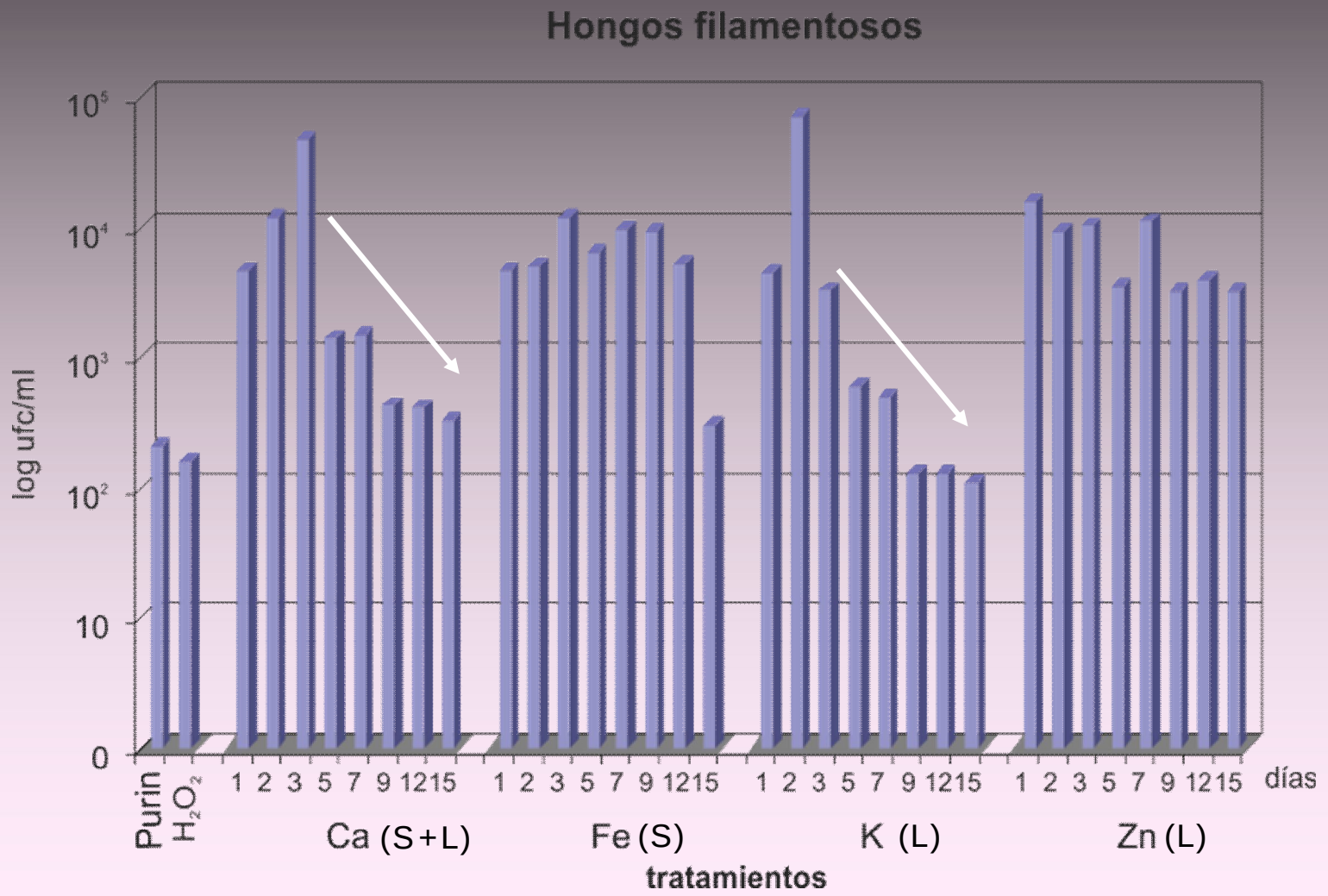
Cuantificación de la población de microorganismos con diferentes suplementaciones del te de compost.



Cuantificación de la población de microorganismos con diferentes suplementaciones del te de compost.

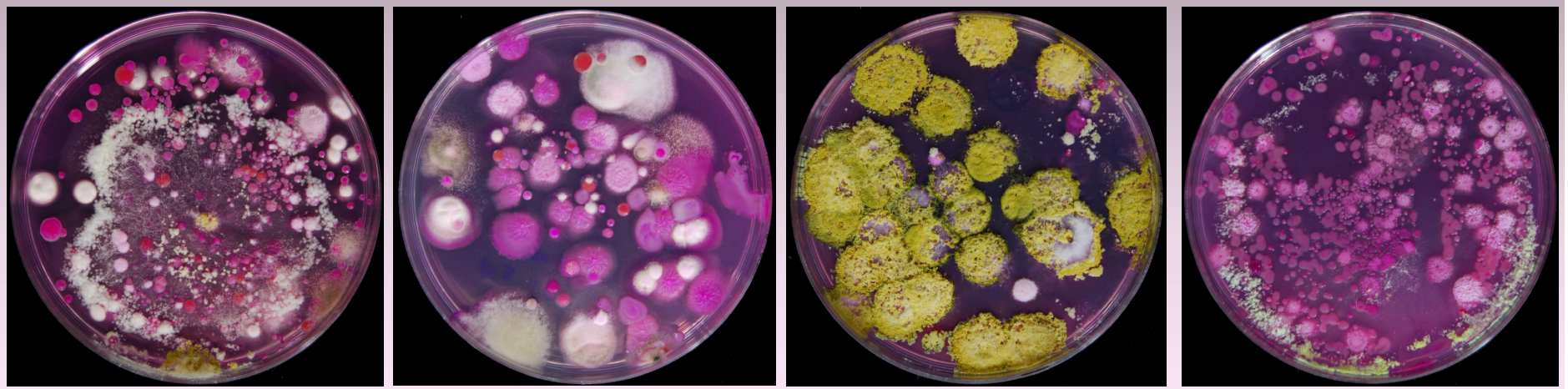


Cuantificación de la población de microorganismos con diferentes suplementaciones del te de compost.



Cuantificación de la población de microorganismos con diferentes suplementaciones del te de compost.
Utilización de subproductos orgánicos de origen agroganadero y forestal en la platanera.

Calcio	Hierro	Potasio	Zinc




Gracias por su atención