

ACTIVO

30/03/20 PM 1:06

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE ASISTENCIA TÉCNICA
CALLE 100 N.º 100
CAYEY, CUBA
TEL. (0330) 3300000
WWW.SECUBA.CU

**Informe del estudio microbiológico
del aire en edificios
del Colegio Universitario Tecnológico de Bayamón**

**Prof. Edwin Vázquez de Jesús
Departamento de Biología
Colegio Universitario de Cayey**

Como parte de los trabajos de desinfección y limpieza de varios edificios del Colegio Universitario Tecnológico de Bayamón por la compañía Biotechnical Environment Services (Ponce, P.R.) se llevó a cabo el presente estudio sobre la calidad microbiológica del aire en dicha unidad de la Universidad de Puerto Rico. El día 17 de julio se tomaron varias muestras de microorganismos del aire en varios edificios del colegio para enumeración y análisis. El día 18 de agosto se tomaron muestras adicionales después de concluídos los trabajos de desinfección y limpieza.

Métodos

El método utilizado para el muestreo fue el "Biotest RCS Centrifugal Air Sampler" (Folex-Biotest; Schlussner, Inc. N.J.) Este instrumento portátil se utiliza para estimar el número de unidades formadoras de colonias (CFU's) en el aire y así determinar la calidad microbiológica del mismo y la efectividad de programas de limpieza y desinfección en sistemas de tratamiento de aire. Los microorganismos son recolectados sobre una cinta de agar dividida en 34 compartimientos con una superficie de agar de 34 cm². Los microorganismos son recolectados por centrifugación del aire e impactación sobre el agar. El instrumento fue calibrado para recoger muestras por un período de 2 minutos, equivalentes a 80 litros de volumen de muestra de aire. El número de CFU's/ft³ fue calculado de acuerdo a la siguiente ecuación, según las instrucciones del fabricante.

$$\text{CFU/ft}^3 = \frac{\# \text{ colonias} \times 0.708}{\text{tiempo de muestreo (mins.)}}$$

Se tomaron dos muestras por cada área, una con cintas de agar GK-A (Biotest AG, Alemania,) y otra con una cinta de agar HS (Biotest AG). El agar GK-A (agar tripticosa soya) se utilizó para determinar el número total de partículas microbianas. Este medio es muy útil para el crecimiento de bacterias aeróbicas y anaeróbicas facultativas además de proveer las condiciones necesarias para el crecimiento de hongos en el aire. El agar HS favorece el crecimiento de hongos y levaduras y se utilizó para cultivar y estudiar a los mismos. Luego de tomadas las muestras estas fueron incubadas por 2-4 días a una temperatura de 30° C. El conteo de colonias se realizó con un contador de colonias tipo Quebec. La identificación parcial de hongos se hizo subcultivando los mismos en laminillas a las que se les había añadido agar Sabouraud, cubriendo estas con un cubreobjetos e incubándolas por el tiempo apropiado en un ambiente húmedo. Luego fueron examinadas bajo un microscopio.

Para facilitar su comprensión los resultados de este informe han sido dividido en tres partes. La primera parte muestra los resultados del estudio de las muestras tomadas antes de las labores de limpieza y desinfección. La segunda parte muestra los resultados posteriores a dichas labores y la tercera trata sobre los tipos de hongos identificados a nivel de género y obtenidos en el agar HS. Los niveles aceptables de CFU/ft³ varían dependiendo del tipo de ambiente que se estudia. Para dependencias no clínicas se considera aceptable el valor de 10-20 CFU/ft³ aunque una entidad u organización puede reducir los mismos si así lo estima conveniente. Para efectos de este estudio, todo valor que exceda este límite será considerado como de riesgo biológico potencial. El CFU/ft³ del exterior fue de 10.62.

Resultados

Primera parte

Preestudio de unidades formadoras de colonias (CFUs) por pie cúbico

Las tablas 1-3 ilustran los resultados obtenidos por área en cada edificio estudiado. La tabla 1 muestra que el teatro, el edificio 100 y el académico 1 tenían áreas cuyos niveles de microbios en el aire sobrepasaron los valores aceptables de CFU/ft³. La tabla 3 muestra las áreas con valores por debajo del rango aceptable. En la tabla 4 se puede observar que al promediar el número de CFUs por dependencia el edificio 100 tenía los niveles más altos de microbios en el aire (38.5 CFU/ft³) seguido por el teatro (30.3 CFU/ft³). Varios edificios mostraban valores dentro del rango aceptable aunque el edificio de Finanzas se acercaba al valor máximo (19.47 CFU/ft³). Entre los edificios con valores mínimos resaltan la librería, enfermería y la biblioteca.

Las figuras 9-12 (anejas) muestran el porcentaje relativo de bacterias y hongos en los edificios. En ningún caso se observó un predominio micótico. Al contrario, el porcentaje de hongos con respecto a bacterias fue bastante bajo aún cuando en el exterior se encontró un predominio leve de hongos (figura 9). Los hongos pueden producir esporas que afecten la salud de las personas, especialmente el sistema respiratorio.

Tabla 1

Areas que sobrepasaron el valor aceptable de CFU/ft

Lugar	CFU/ft ³
lado posterior derecho del teatro	50.622
lado derecho entrada al 100	57.348
salida izquierda del 100	64.782
lado derecho tarima del teatro	20.532
lado posterior del académico 1	24.072

Tabla 2

Areas que estaban dentro del valor aceptable de CFU/ft

Lugar	CFU/ft ³
salida derecha del 200 (pasillo)	10.62
entrada de Finanzas (pasillo)	18.408
lado izquierdo entrada del 200 (pasillo)	16.992
lado izquierdo entrada de 100 (pasillo)	13.806
salida derecha del 100 (pasillo)	18.054
sección periódicos y revistas biblioteca	10.974
lateral izquierdo del Administrativo 1 (pasillo)	11.328
entrada del Administrativo 1 (pasillo)	18.762
salida izquierda del 300 (pasillo)	13.098
lateral derecho del Académico 4	16.638
lateral derecho del Académico 3	11.328
lateral izquierdo del Académico 3	12.39

Tabla 3

Areas que estaban por debajo del nivel aceptable de CFU/ft³

Lugar	CFU/ft ³
entrada derecha del 200 (pasillo)	5.664
salida izquierda del 200 (pasillo)	4.956
lateral izquierdo enfermería (pasillo)	8.496
lateral derecho enfermería (pasillo)	1.77
salida principal de la biblioteca	6.372
salida derecha del 100 (pasillo)	18.054
salida posterior de la biblioteca	1.062
lado izquierdo al frente dentro de la biblioteca	6.372
salida derecha del 300 (pasillo)	8.142
lado izquierdo entrada del 300 (pasillo)	4.248
lado derecho entrada del 300 (pasillo)	2.478
lateral izquierdo del Académico 4	7.788
lateral izquierdo del Académico 2 (pasillo)	3.894
entrada del Académico 1 (pasillo)	9.204
librería	2.478

Tabla 4
Unidades formadoras de colonias por pie cúbico
en edificios del CUTB antes de labores
de desinfección y limpieza

Edificio	CFU/ft ³
100	38.5
Teatro	30.3
Finanzas	19.47
Académico 1	16.638
Administrativo 1	15.045
Académico 4	12.213
Académico 3	11.859
200	9.558
300	6.99
Académico 2	6.9
Biblioteca	6.195
Enfermería	5.133
Librería	2.478

Segunda parte

Resultados post-estudio

El análisis de los datos obtenidos en el estudio posterior a las labores de desinfección y limpieza realizadas en algunos de los edificios del CUTB refleja que el número de unidades formadoras de colonia por pie cúbico se redujo considerablemente (tabla 5) en el edificio 100 (de 38.5 a 19.6). También se observó una reducción marcada en el edificio de Finanzas (de 19.47 a 12.036). En otros edificios la reducción no fue tan significativa debido a que los niveles iniciales de microbios se encontraban dentro del rango aceptable (ver tabla 4) y probablemente representaban niveles basales y ordinarios de microbios en el aire de esas dependencias. Las figuras 1-8 (anejas) ilustran gráficamente los resultados previo a y posterior a la limpieza.

Tabla 5

Unidades formadoras de colonias por pie cúbico
en edificios del CUTB después de labores
de desinfección y limpieza

Edificio	CFU/ft ³
100	19.647
Finanzas	12.036
Administrativo 1	12.213
200	7.8765
300	6.726
Biblioteca	1.416

Los siguientes edificios no fueron incluidos en el pre-estudio por lo que no se pudo determinar si hubo una reducción en el valor CFU/ft³ ni el alcance de la misma:

Edificio	CFU/ft ³ (promedio)
500	13.89
Imprenta	18.41
Administrativo 2	23.01

Tercera parte

Identificación de hongos

Se identificaron varios hongos a nivel de género para tener una idea de las formas predominantes en los edificios estudiados. En ninguna de las dependencias había un predominio de hongos sobre bacterias como se ilustra en gráficas anejas a este informe. De hecho, en la mayoría de los casos el porcentaje de hongos resultó ser relativamente bajo. La importancia de esto radica en que las esporas de algunos hongos han sido implicadas en el desarrollo de algunas enfermedades respiratorias. Otro dato importante es que los hongos predominantes (*Penicillium* y *Aspergillus*) son bastante ubicuos. Las tablas 6 y 7 presentan los resultados de los hongos predominantes por edificio.

Tabla 6

Hongos predominantes encontrados en las dependencias estudiadas del CUTB
previo a labores de limpieza y desinfección

Edificio	Hongo predominante (% con respecto a otros hongos)
100	<i>Penicillium</i> spp. (47%); <i>Aspergillus</i> spp. (33%); otros (20%)
Teatro	<i>Cladosporium</i> spp. (25%); <i>Penicillium</i> spp. (15%); otros (60%)
Finanzas	<i>Penicillium</i> spp.(100%)
Académico 1	<i>Rhizopus</i> spp. (50%); <i>Aspergillus</i> (25%); <i>Penicillium</i> spp (25%)
Administrativo 1	<i>Penicillium</i> spp. (100%)
Académico 4	<i>Penicillium</i> spp. (18%); <i>Cladosporium</i> spp. (9%); otros (73%)
Académico 3	<i>Rhizopus</i> spp. (22%); <i>Aspergillus</i> (21%); otros (57%)
200	<i>Penicillium</i> spp. (79%); otros (21%)
300	<i>Aspergillus</i> spp. (100%)
Académico 2	<i>Penicillium</i> spp. (70%); otros (30%)
Biblioteca	<i>Penicillium</i> spp. (100%)
Enfermería	<i>Penicillium</i> spp.(90%); otros (10%)
Librería	<i>Penicillium</i> spp. (100%)

Tabla 7

Hongos predominantes encontrados en las dependencias estudiadas del CUTB después de las labores de limpieza y desinfección

Edificio	Hongos predominantes (% con respecto a otros hongos)
100	<i>Penicillium</i> spp. (17%); <i>Aspergillus</i> (29%); otros (46%)
Finanzas	<i>Aspergillus</i> (100%)
Administrativo 1	No crecieron hongos
200	<i>Penicillium</i> spp. (60%); <i>Aspergillus</i> (20%); otros (20%)
300	<i>Penicillium</i> spp. (100%)
500	<i>Penicillium</i> spp. (60%); <i>Aspergillus</i> spp. (40%)
Administrativo 2	<i>Penicillium</i> spp. (80%); otros (20%)
Imprenta	<i>Aspergillus</i> spp. (25%); otros (75%)
Biblioteca	<i>Penicillium</i> spp. (100%)

Conclusiones:

1. Al comparar el número de unidades formadoras de colonias por pie cúbico después de las labores de limpieza y desinfección con el número antes de realizarse estas labores se observó una reducción significativa en algunas de las dependencias (e.g. teatro, edificio 100). En casi todas las demás hay una reducción pero no tan dramática posiblemente porque el número de CFU/ft³ basal era de por sí relativamente bajo o aceptable y podría representar el nivel normal de microbios en el aire en dicho edificio.
2. El edificio donde ubica el teatro presenta niveles muy altos de CFU/ft³ que podrían representar un riesgo a la salud de la comunidad universitaria, particularmente a personas inmunocomprometidas (personas con condiciones que depriman el sistema inmune como aquellas que ingieren ciertos medicamentos, etc.). Sin embargo, el alto valor obtenido se debe principalmente a bacterias y no a hongos que tan frecuentemente han sido implicados con enfermedades respiratorias tales como la pulmonía de hipersensitividad, el asma extrínseca.
3. Se deben tomar precauciones para evitar que los edificios en el rango aceptable de 10-20 CFU/ft³ sobrepasen los mismos. De hecho, una institución puede establecer sus propias normas en cuanto a qué rango es aceptable y reducir los mismos si así lo estima apropiado.
4. Los hongos identificados en este estudio son típicos y comunes en casi todo tipo de edificio por lo que no se hace recomendación adicional con respecto a los mismos. Sus niveles numéricos son aceptables y de esperarse especialmente en un ambiente no clínico.

Figura 1

Edificio 100

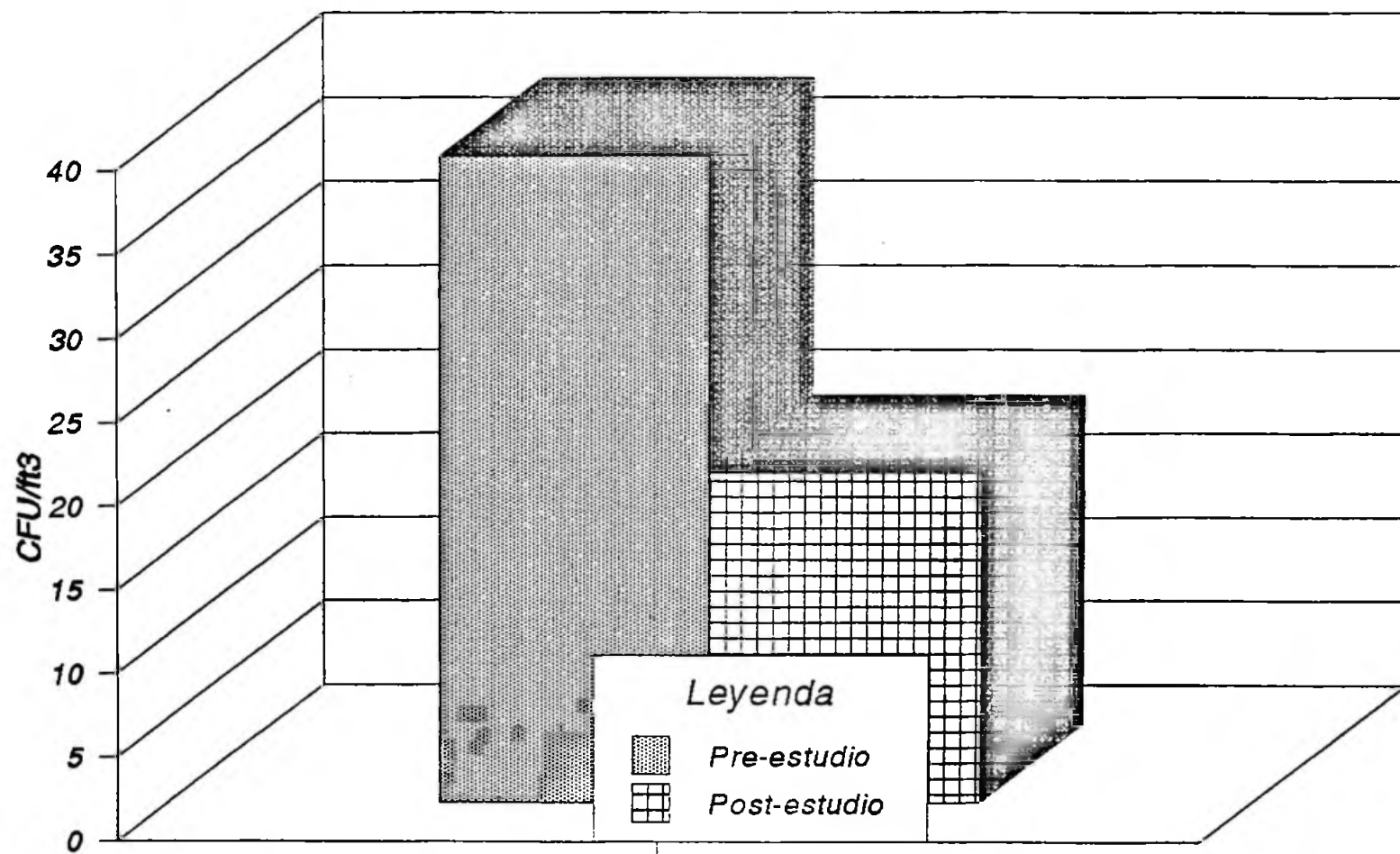


Figura 2

Edificio 200

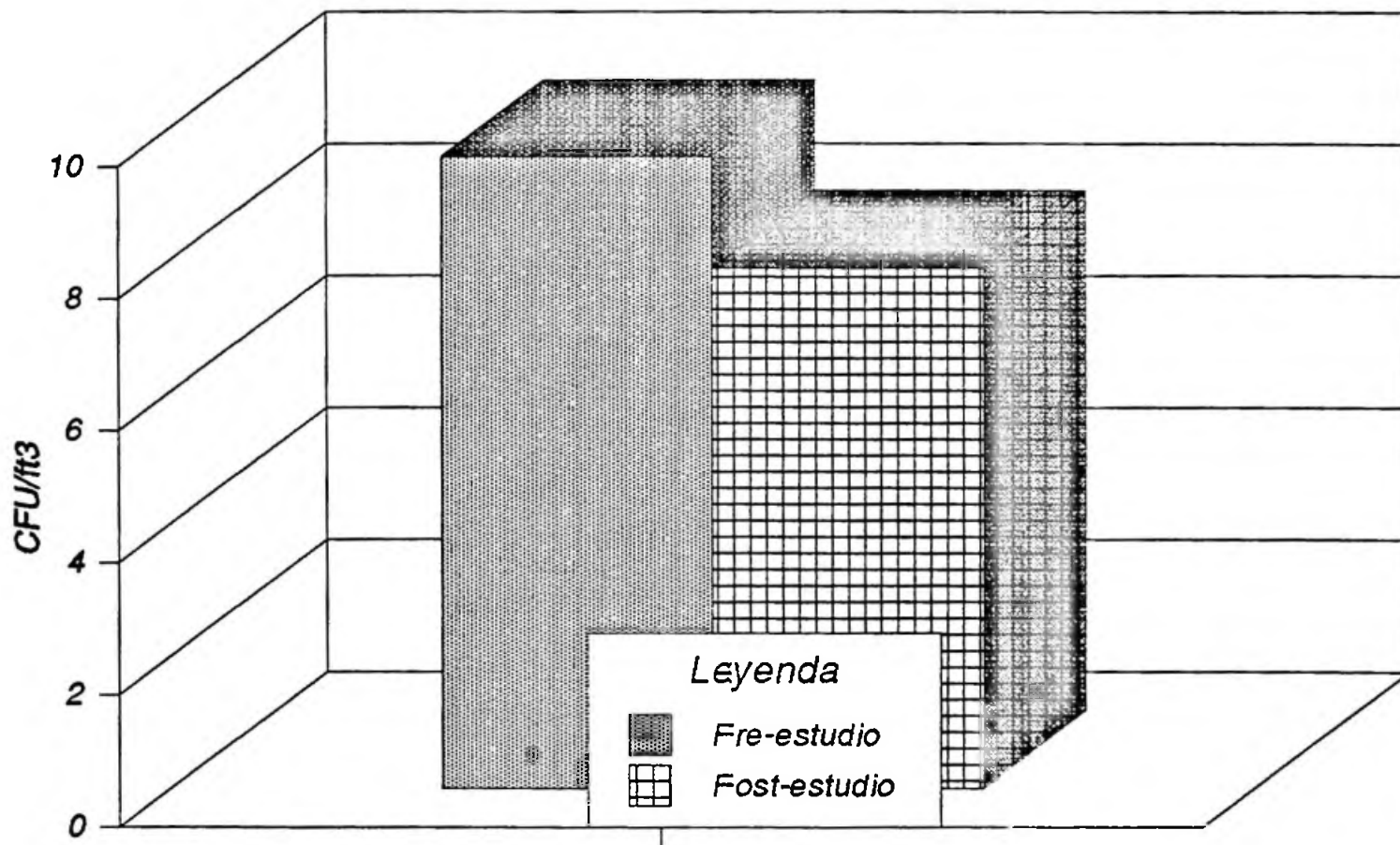


Figura 3

Edificio 300

Colegio Universitario Tecnológico de Bayamón

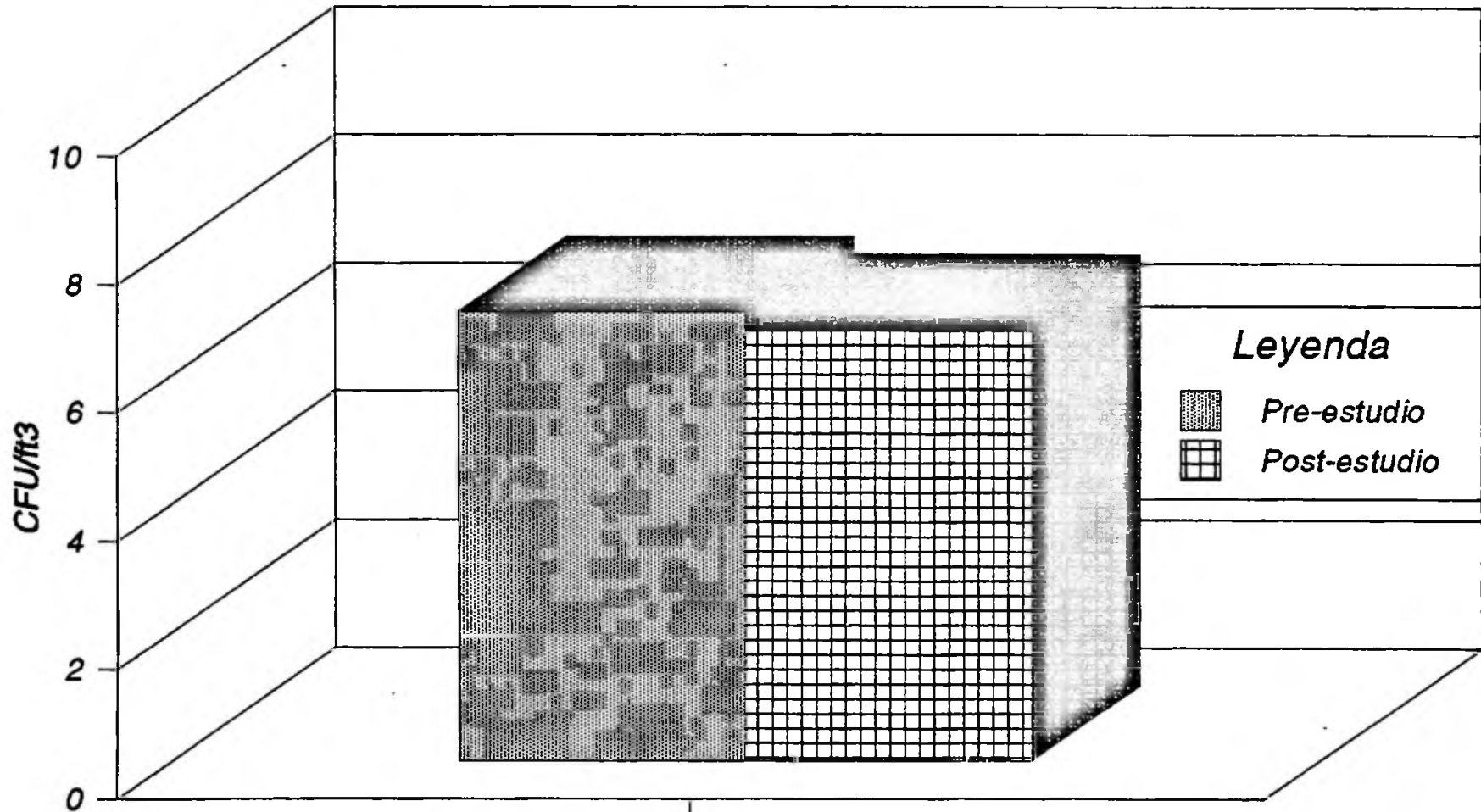


Figura 4

Administrativo 1

Colegio Universitario Tecnológico de Bayamón

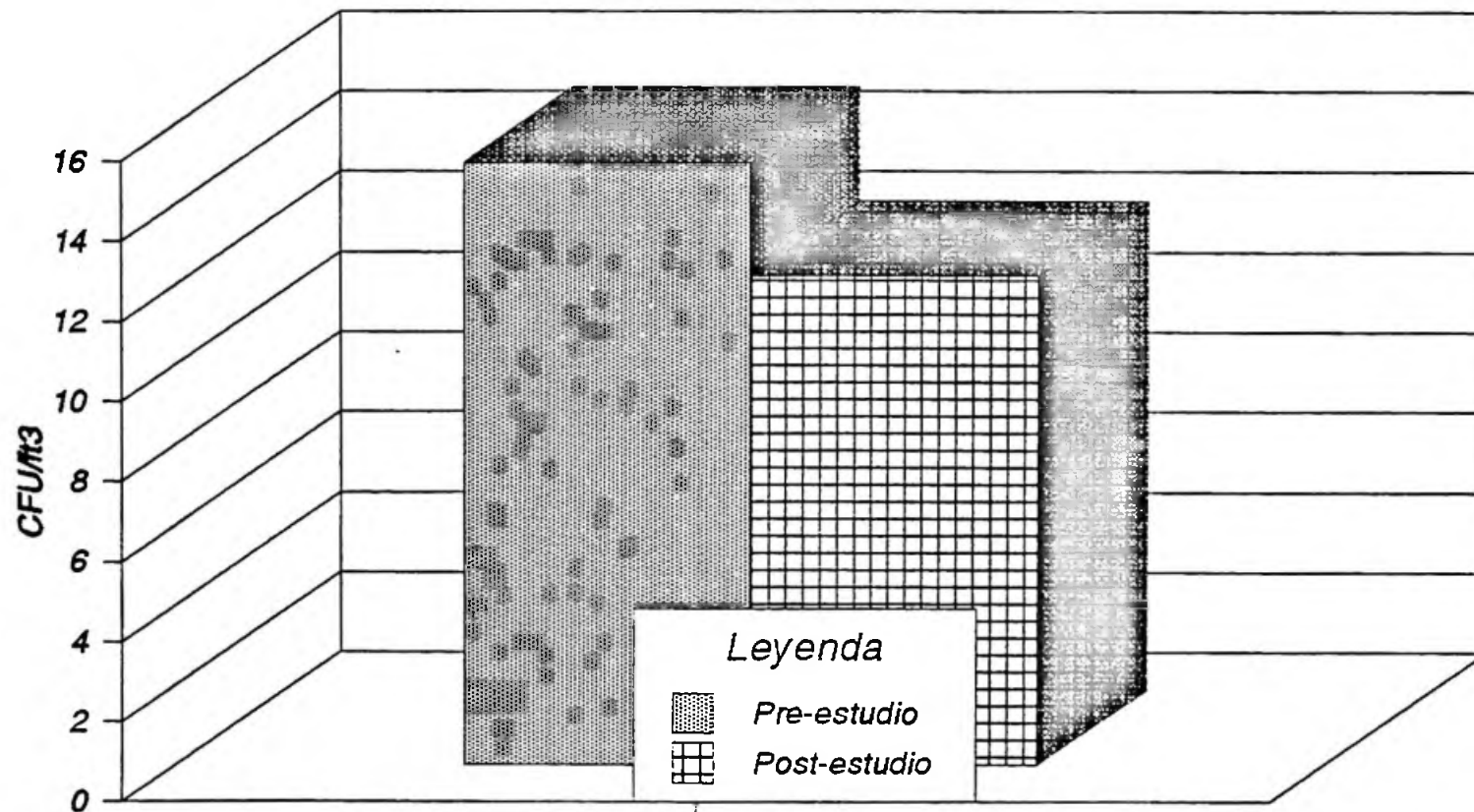


Figura 5

Finanzas

Colegio Universitario Tecnológico de Bayamón

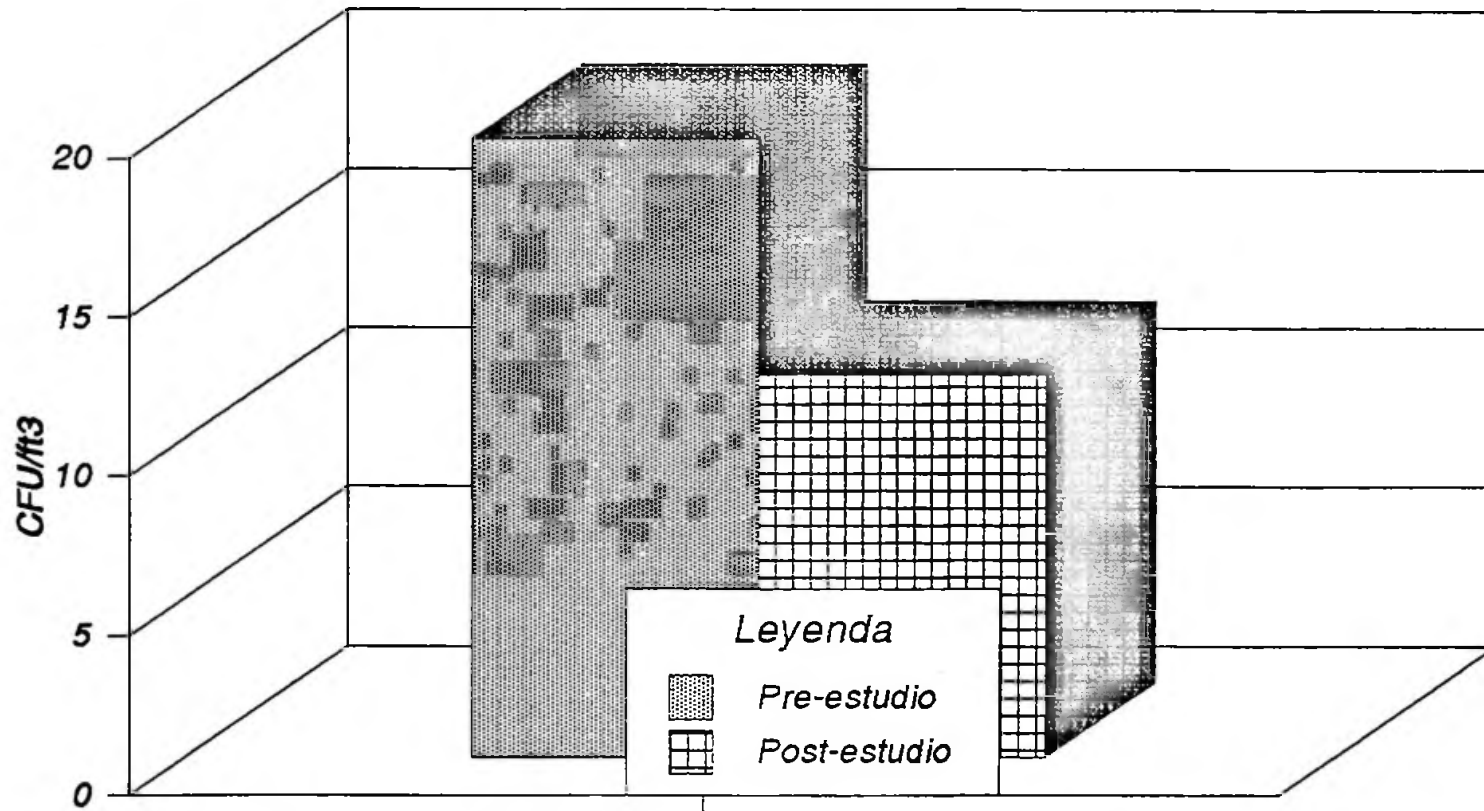


Figura 6

Biblioteca

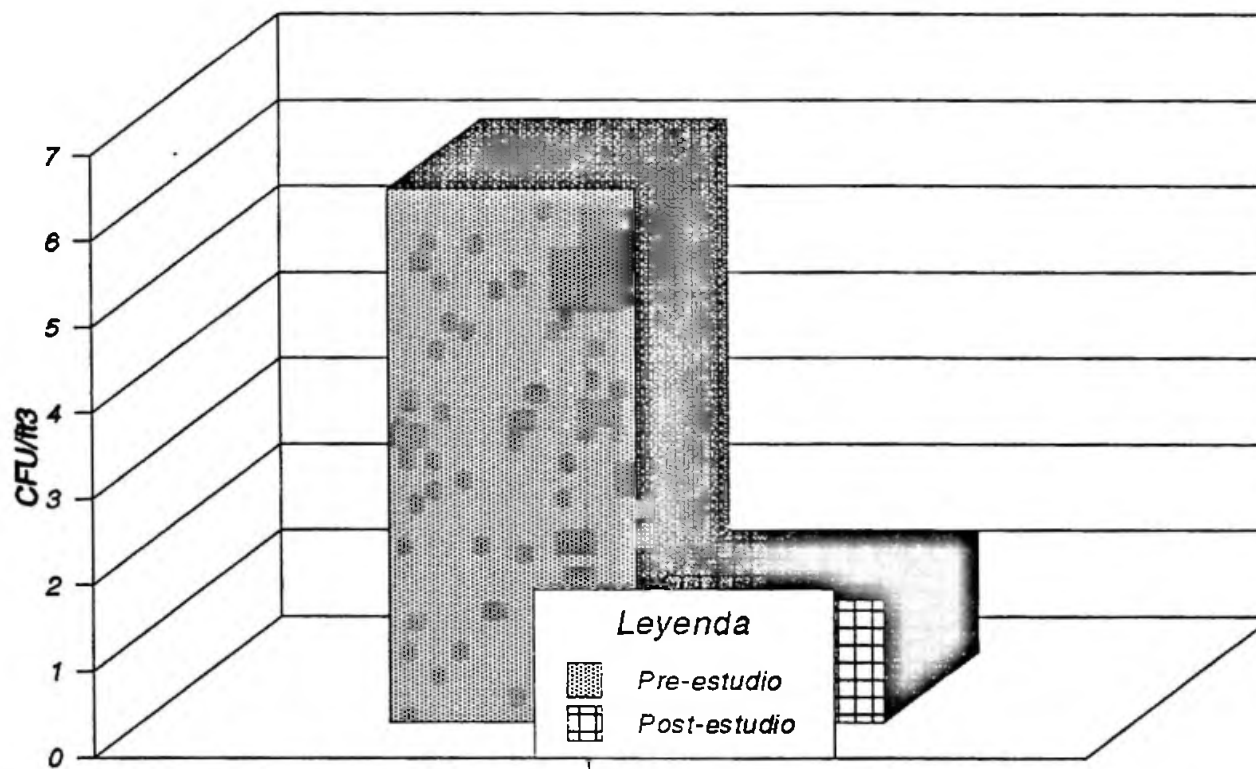
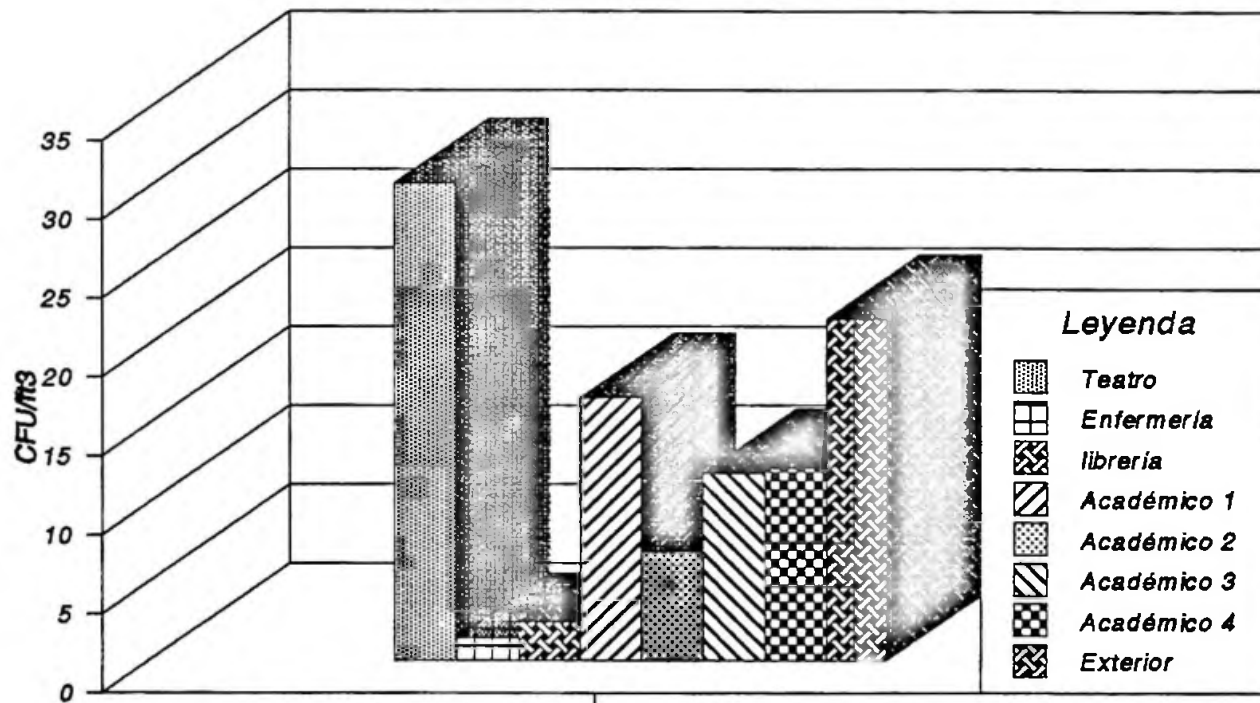


Figura 6

CFU/ft³ de varios edificios.

Resultados del pre-estudio



El valor CFU/ft³ del exterior de los edificios se incluye para propósitos de comparación.

Figura 8

CFU/ft³ de varios edificios.

Resultados de post-estudio

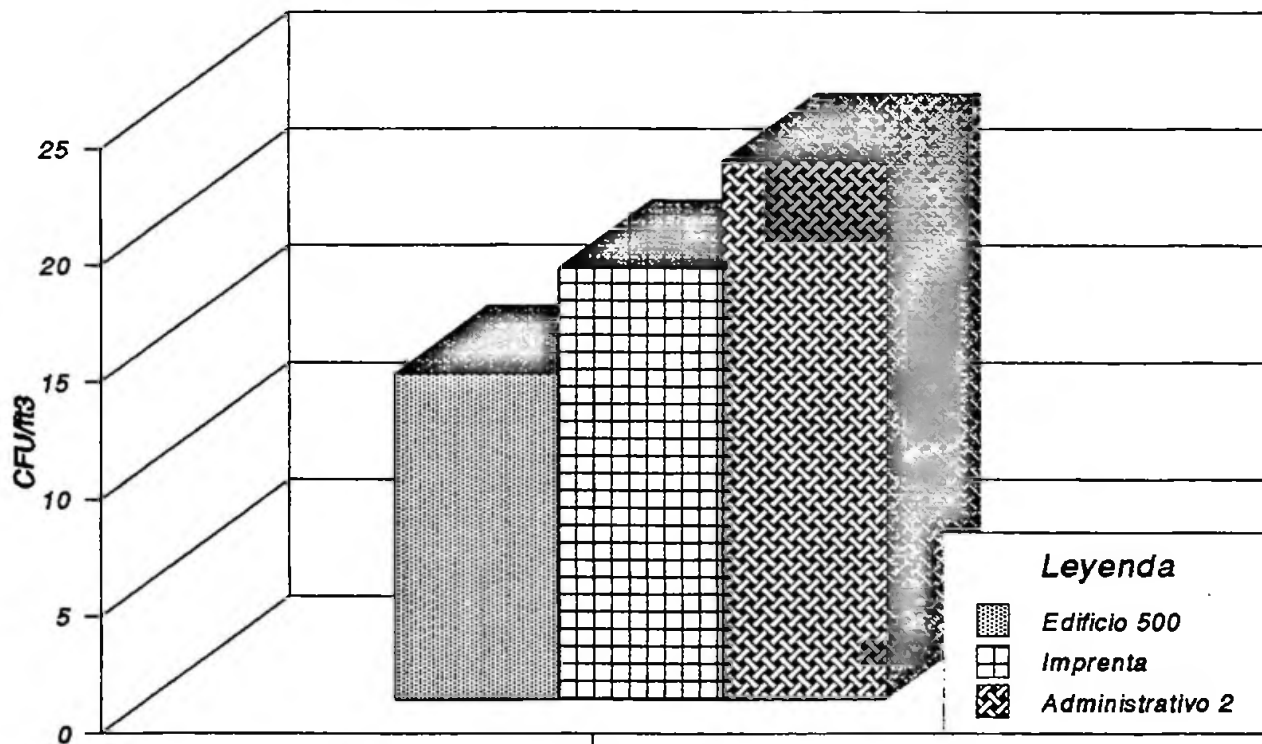


Figura 9

*Porcentaje Relativo de Hongos y Bacterias
Resultados de pre-estudio*

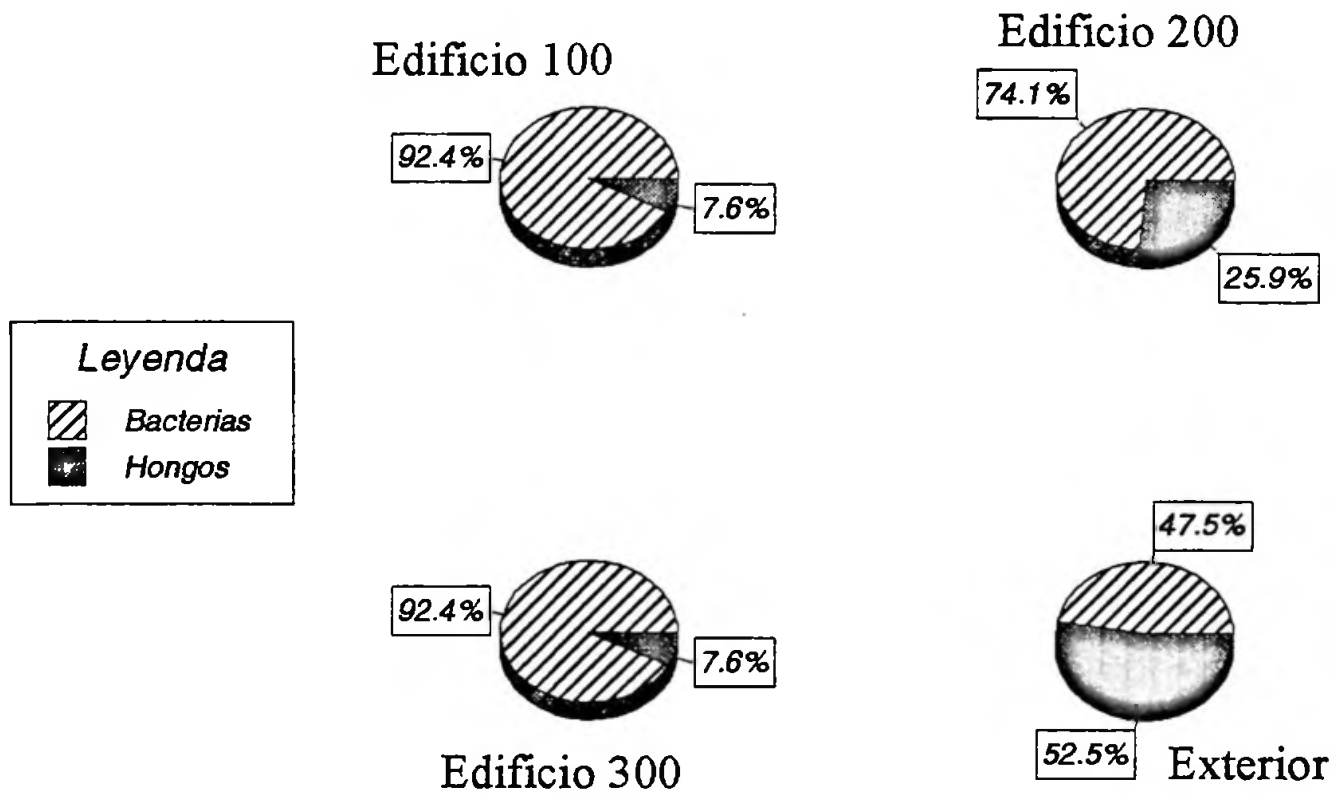


Figura 8

Porciento Relativo de Hongos y Bacterias

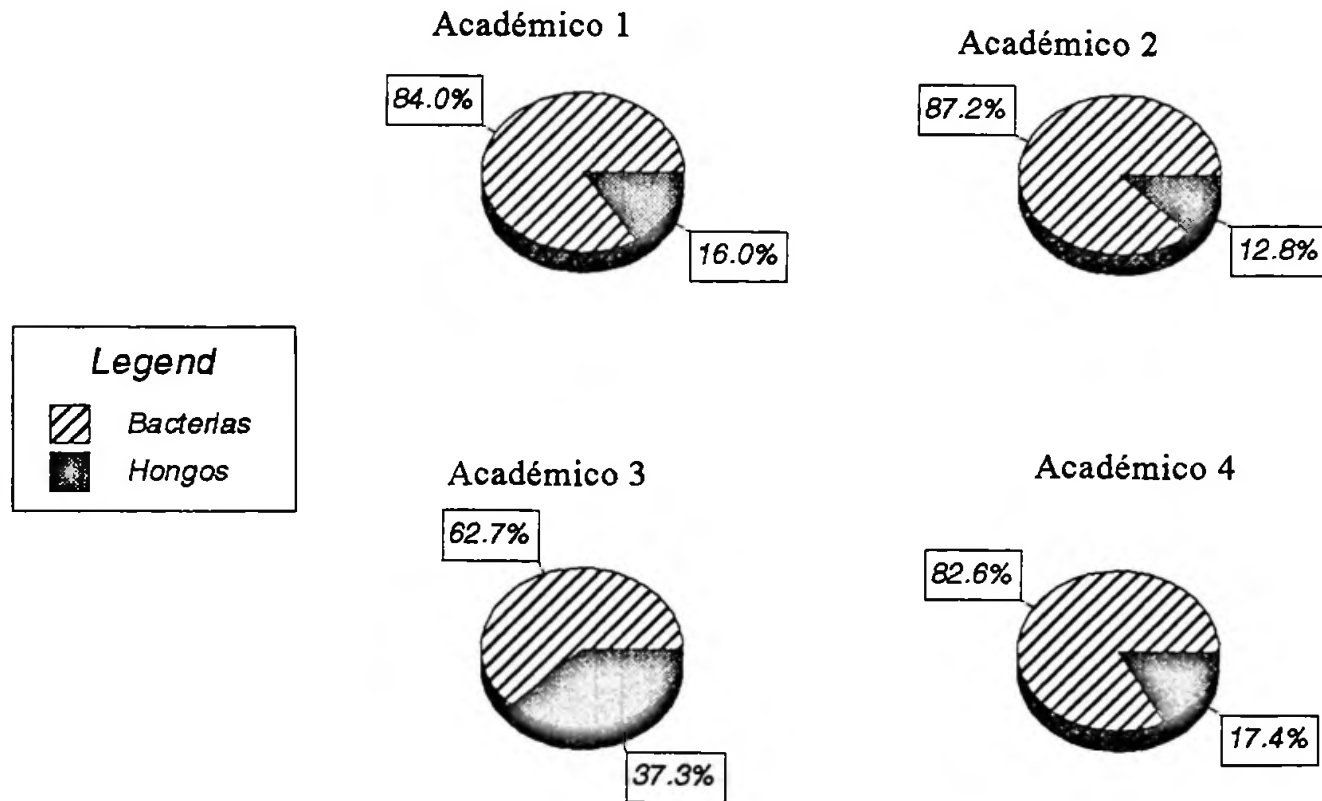


Figura 11

Porcentaje Relativo de Hongos y Bacterias

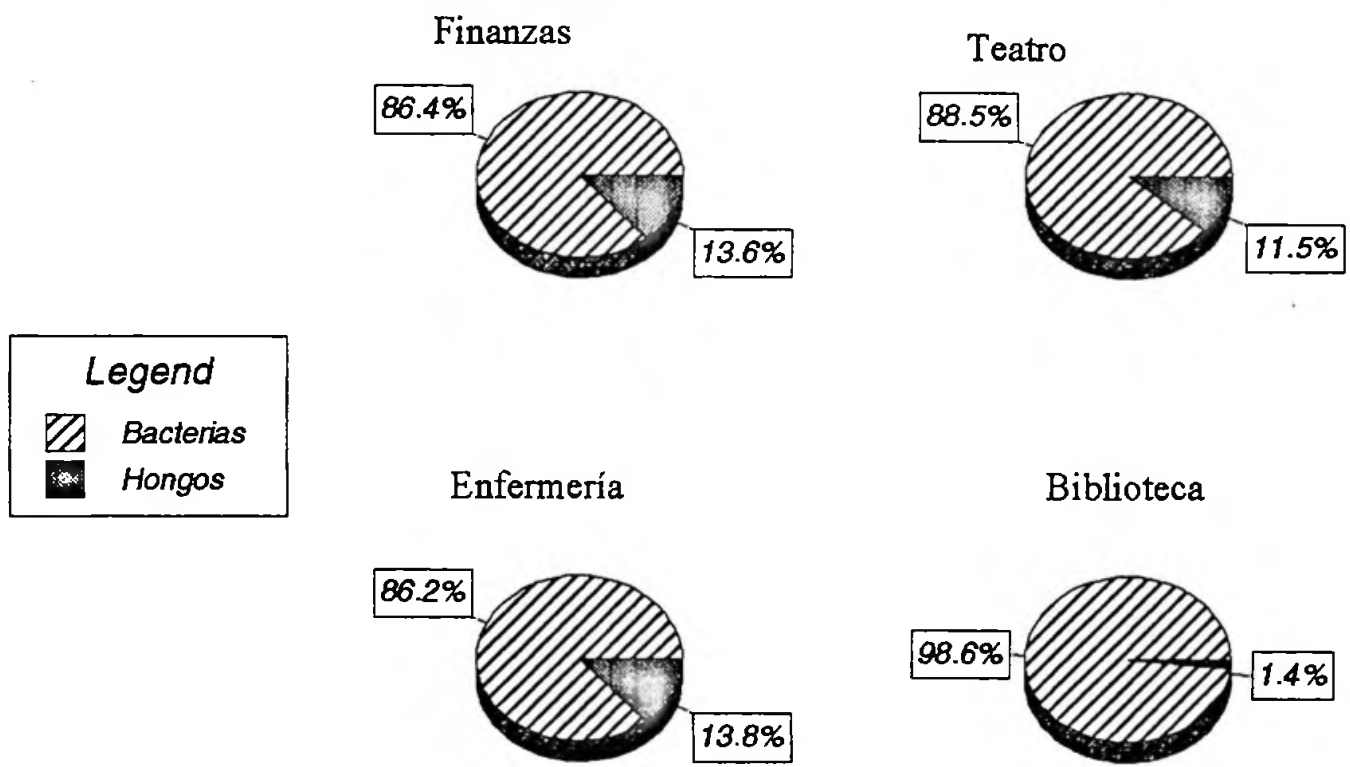


Figura 12

Porciento Relativo de Hongos y Bacterias

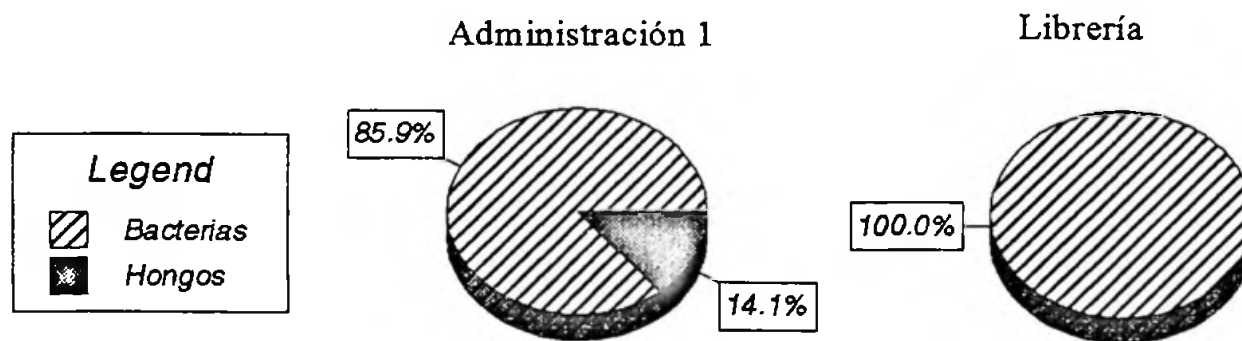


Figura 13

*Porciento Relativo de Hongos y Bacterias
Resultados de post-estudio*

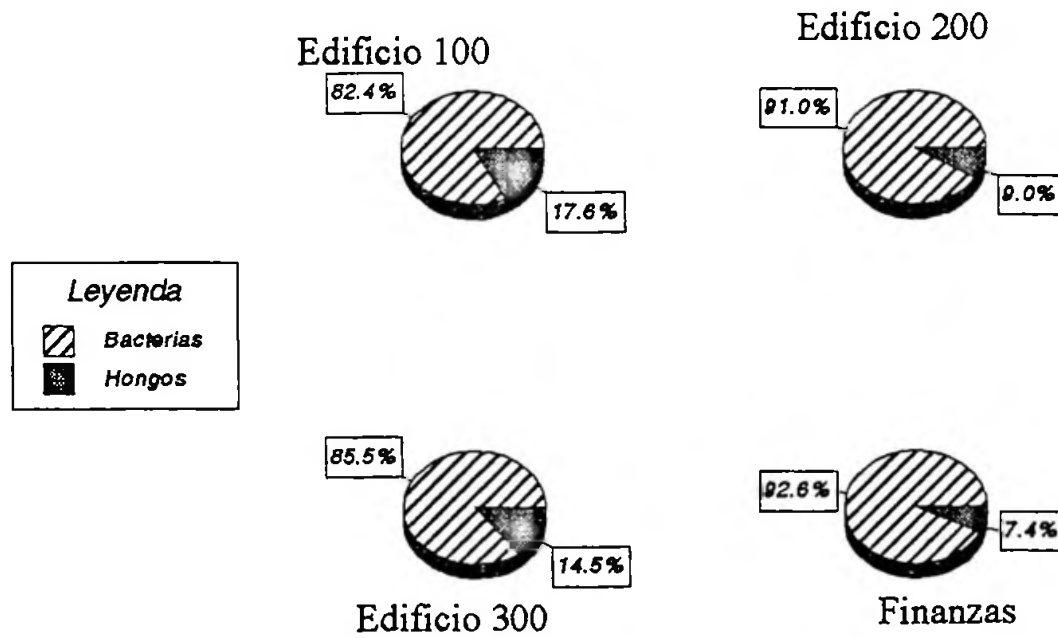


Figura 14

*Porciento Relativo de Hongos y Bacterias
Resultados de post-estudio*

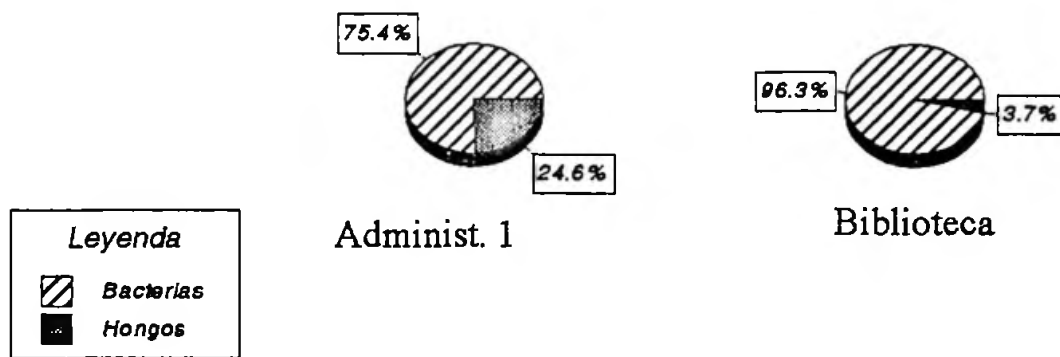


Tabla de datos I

Lugar	total colonias preestudio	total colonias post-estudio
salida derecha del 200	30	21
entrada derecha del 200	16	23
salida izquierda del 200	14	10
entrada izquierda del 200	48	35
Promedio	27	22.25
Desviación Estándar	13.60	8.87
promedio CFU/ft3	9.558	7.8765
salida de Finanzas	58	27
entrada de Finanzas	52	41
Promedio	55	34
Desviación Estándar	3	7
CFU/ft3 promedio	19.47	12.036
lado 1 del 100	162	90
lado 2 del 100	39	30
lado 3 del 100	51	43
lado 4 del 100	183	59
Desviación Estándar	64.32	22.41
Promedio	108.75	55.5
CFU/ft3 promedio	38.4975	19.647
Adm 1 lateral izquierdo	32	7
Administrativo 1 frente	53	62
Desviación estándar	10.5	27.5
promedio	42.5	34.5
CFU/ft3 promedio	15.045	12.213
salida derecha 300	23	15
salida izquierda 300	37	22
entrada izquierda 300	12	18
entrada derecha 300	7	21
Desviación Estándar	11.52	2.74
promedio	19.75	19
CFU/ft3 promedio	6.99	6.726
biblioteca entrada der.	18	3
biblioteca posterior der.	31	1
biblioteca salida	3	1
biblioteca entrada lzq.	18	11
Promedio	17.5	4
Desviación Estándar	9.81	4.12
CFU/ft3 promedio	6.195	1.416
salida derecha 500		48
salida izquierda del 500		33
entrada derecha 500		38
entrada izquierda 500		40
Promedio		39.25
Desviación Estándar		4.66
CFU/ft3 promedio		13.89
imprenta		52
CFU/ft3		18.41
administrativo 2		65
CFU/ft3		23.01

Tabla de datos II

Lugar	total colonias preestudio
enfermería lateral der.	5
enfermería lateral izq.	24
Promedio	14.5
Desviación Estándar	9.5
CFU/t3 promedio	5.133
Acad. 4 lateral derecho	47
Académico 4 lateral izq.	22
Promedio	34.5
Desviación Estándar	12.5
CFU/t3 promedio	12.213
frente izquierdo del teatro	54
frente derecho del teatro	58
posterior derecho del teatro	143
posterior izquierdo teatro	87
Promedio	85.5
Desviación Estándar	35.56
CFU/t3 promedio	30.267
librería	7
CFU/t3 promedio	2.478
académico 1 posterior	68
Académico 1 entrada	26
Promedio	47
Desviación Estándar	21
CFU/t3 promedio	16.638
Académico 3 lateral der.	32
académico 3 lateral der.	35
Promedio	33.5
CFU/t3 promedio	11.859
académico 2 lateral der.	28
Académico 2 lateral izq.	11
Promedio	19.5
CFU/t3 promedio	6.903