

Impacto de las 5S en la Calidad Microbiológica del Aire del laboratorio de calidad de productos agrobiológicos

LUCÍA HUÁNUCO¹
PEDRO PABLO ROSALES LÓPEZ²

RECIBIDO: 16/08/2018 ACEPTADO: 22/10/2018

RESUMEN

Se monitoreó la calidad microbiológica del aire (CMA) en el laboratorio de Calidad de productos agrobiológicos antes y después de la aplicación de la metodología "5S". Los resultados se obtuvieron por medio del Método de sedimentación en placa de agar, mediante el muestreo quincenal durante los meses de Abril a Junio y de Setiembre a Noviembre de 2017; manteniendo constante los parámetros de temperatura y humedad relativa (23 ± 2 °C y 62 ± 3 %). El nivel inicial de las 5S logró solo el 43% de cumplimiento, considerado como "Por debajo del promedio"; obteniéndose en esta instancia la CMA distribuida entre hongos a 25 UFC/placa (50%), seguido por las bacterias a 16 UFC/placa (33%) y por último las levaduras a 8 UFC/placa (17%). En cambio, luego de llevar a cabo la implementación de las 5S, se obtuvo un resultado al 91% o nivel "Excelente" de cumplimiento, lo cual tuvo recuentos fúngicos de 14 UFC/placa y 1 UFC/placa para el caso de las bacterias y levaduras; es decir, la carga microbiana total disminuyó en un 68% entre ambas condiciones. Mediante la prueba estadística "T student" para medias de muestras relacionadas, se confirmó las diferencias significativas de la Calidad Microbiológica del aire antes y después de las 5S en el laboratorio en estudio.

Palabras-claves: 5S; Calidad microbiológica del aire; UFC; laboratorio.

THE IMPACT OF 5S ON MICROBIOLOGICAL AIR QUALITY OF AN AGROBIOLOGICAL PRODUCTS QUALITY LABORATORY

ABSTRACT

Microbiological air quality (MAQ) was monitored in the agrobiological products quality laboratory before and after the application of the "5S" methodology. The results were obtained through the agar-plate sedimentation method, carried out via biweekly sampling from April to June and from September to November of 2017, keeping temperature and relative humidity parameters constant (23 ± 2 °C and 62 ± 3 %). The initial level of 5S achieved only 43% of compliance, considered as "Below average", obtaining in this instance MAQ sampling distributed among fungi of 25 CFU/plate (50%), followed by bacteria at 16 CFU/plate (33%) and yeast at 8 CFU/plate (17%). In contrast, after carrying out 5S implementation, a result of 91% or "Excellent" level was obtained, which had fungal counts of 14 CFU/plate and 1 CFU/plate for the case of bacteria and yeasts. That is to say, the total microbial load decreased 68% between both conditions. By means of Student's T test for means of related samples, significant differences in Microbiological Air Quality before and after 5S implementation at the laboratory studied were confirmed.

Keywords: 5S; microbiological air quality; CFU; laboratory.

1. INTRODUCCIÓN

Se considera a la metodología 5S como una filosofía de trabajo que permite desarrollar un plan sistemático para mantener la clasificación, el orden y la limpieza, permitiendo una mayor productividad, mejorar la seguridad, el clima laboral, la calidad, y, en consecuencia, la competitividad de la organización (Hirano, 1997). Rey (2005) agrega el concepto de ser una herramienta donde intervienen todos los miembros de la organización para reducir costos y eliminar desperdicios, así como tiempos muertos. Según Alcalde (2010), la base de las 5S es el orden y la limpieza para la creación de una nueva cultura en la empresa. Además, Lefcovich (2008) indica que la aplicación de los cinco pilares es la base para la aplicación del *Just In Time*, el mantenimiento productivo total, la gestión de calidad total y la excelencia.

Esta metodología se denomina 5S debido a las iniciales de las palabras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, las cuales significan clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

Seiri – Clasificación

Lo primordial en la primera "S" es identificar la naturaleza de cada elemento, diferenciar entre lo que es necesario y los innecesarios, y descartar estos últimos; es decir, clasificar y agrupar según la utilidad para desarrollar el trabajo y cuál será el tiempo de uso. Heizer (2008), recomienda retirar elementos que no se utilizarán en los próximos treinta días pues generan gastos innecesarios de gestión, personal, transporte, inventario y falta de espacio.

Seiton – Orden

En esta segunda "S", se debe disponer de manera adecuada los elementos que quedan después del Seiri; es decir, dejar lo mínimo necesario de elementos y organizar su distribución, para reducir la contaminación, eliminar condiciones inseguras y evitar interrupciones en el proceso. Para San Miguel (2010), cada ítem debe tener un nombre, un espacio y un volumen designa-

1 Bióloga. Estudiante Maestría Ingeniería Industrial. Consultora independiente.
E-mail: lhuanuco@innovakglobal.com
2 Ing. Industrial. Magister Docente Investigador USIL.
E-mail: pedro.rosalesl@usil.pe

do. Cada ítem debe tener su propia ubicación, así como cada espacio en la planta debe tener su destino señalado.

Seiso – Limpieza

Para la tercera “S”, se recalca la importancia de integrar la limpieza permanente del entorno de trabajo, incluidas las máquinas y las herramientas, pisos y paredes, eliminando fuentes de suciedad y contribuyendo al mantenimiento preventivo de las instalaciones. Permite incrementar la calidad y mejorar la percepción del cliente. Adriani y Biascar (2003) aclaran que la limpieza es un factor común de los procesos altamente productivos y es una tarea que exige constancia y participación de todos, debiendo recaer la responsabilidad en las mismas personas que trabajan en el área.

Seiketsu – Estandarización

La cuarta “S” refiere a mantener consistentemente la organización, orden y limpieza; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas para todos los lugares de trabajo tanto de producción como administrativos. Adriani y Biascar (2003), indican que para evitar que un ambiente vuelva a la situación original, la gerencia de planta debe asegurar la continuidad del programa “5S”, con su permanente apoyo, compromiso, respaldo e involucramiento, que es indispensable para la mejora continua.

Shitsuke – Disciplina

La quinta “S” consiste en establecer una cultura de respeto por los procedimientos de trabajo estandarizados, construir la autodisciplina y formar el hábito de comprometerse en las 5S. La disciplina es fundamental para potenciar el trabajo grupal, la armonía entre las personas y la sinergia del equipo. Rey (2005), agrega la importancia de establecer estándares para cada uno de los cinco pasos, los que deben abarcar las formas de autoevaluación del progreso en cada una de las etapas

Por otro lado, la Calidad de Aire de Interiores (CAI) es un problema ambiental relativamente nuevo que refiere a la contaminación de aire dentro de edificios, locales e industrias que pueden ocasionar efectos a la salud (Castañeda, Rivera y Lechuga, 2003). Se considera que el CAI en espacios cerrados, como el laboratorio, es uno de los factores más importantes en la calidad de vida de los trabajadores y en los procesos que realizan (Aydogdu y Ahmet, 2005); siendo los agentes biológicos como los hongos, bacterias, virus, protozoarios, insectos,

algas, pichones y roedores los factores que afectan los índices establecidos (Adonis, Quiñones y Gil, 1997) y son transportados desde el exterior por partículas de polvo (Labarrere, Gómez, Avila, Guevara y Fernández, 2003).

El aire contiene una carga microbiana que es aportada en gran parte por las personas que habitan esos sitios, las actividades que realizan, el programa de limpieza y la rigurosidad en su cumplimiento, el aire exterior, el polvo ambiental, el tipo de suelo (De la Rosa, Ullán, Prieto y Mosso, 2000). La concentración de microorganismos dependiente a diversos factores, entre los cuales, la temperatura y la humedad relativa son los principales (Shelton, Kirkland, Flanders y Morris, 2002); además, en los laboratorios coexisten sustancias que proveen las condiciones para el desarrollo y crecimiento de microorganismos, y su permanencia en el ambiente (Henry y Heinke, 1999).

Actualmente, se está imponiendo en la agricultura mundial el redimensionamiento al uso de biotecnologías como los biofertilizantes (Habte, 2006), que genera una nueva oportunidad de industria en el Perú. Es por esto que la investigación presentada se aplicó en la empresa Innovak Global - Perú, empresa dedicada a la producción de agrobiológicos (productos conformados por microorganismos que hacen disponible los nutrientes y compuestos naturales que estimulan exudados de la raíz para absorberlos, y son utilizados para modificar el desarrollo de la planta (Aly, Debbab, Kier y Proksch, 2010); la cual desea satisfacer las necesidades de la agroindustria y diferenciarse de la competencia por lo que necesita utilizar una herramienta que le permita garantizar la calidad del aire en espacios críticos para que no afecte, a corto plazo, análisis y procesamiento primario y, a largo plazo, la salud de sus trabajadores.

Por lo expuesto, la presente investigación plantea como objetivo principal, determinar si existe una relación entre la aplicación de la metodología 5S con la calidad microbiológica del aire en el laboratorio de calidad de productos agrobiológicos.

2. METODOLOGÍA

Laboratorio de estudio: Se efectuó un estudio de la calidad microbiológica del aire en el laboratorio de Calidad de productos agrobiológicos de la empresa Innovak Global, con sede en el distrito de Los Olivos - Provincia de Lima (Perú). Este laboratorio cuenta con un área aproximada de 30 m² sin divi-

siones, piso de cerámica lisa blanca, paredes y techo lisos con pintura epoxica blanca. Las actividades realizadas en este ambiente son críticas, como el manejo del cepario microbiológico, producción de materia prima por fermentación líquida y análisis de calidad.

Evaluación e implementación de las “5S”: Para la evaluación del nivel 5S se utilizó el Cuestionario de Evaluación de Nivel de las 5S (Flores y OLAGUIBEL, 2009). De acuerdo a las modificaciones de Hostia y Ayala (2018), se desarrollaron 4 preguntas para cada pilar, las cuales son calificadas en una escala de 1 a 5; donde “1” representa Deficiente y “5” Muy Bueno. La sumatoria obtenida se comparó con una escala de medición (Tabla 1) y según el porcentaje obtenido se determinó el estado de cumplimiento en el que se encuentra el laboratorio. Los cuestionarios se aplicaron al inicio y al final de la investigación. La implementación de las “5S” se realizó en tres etapas siendo el Jefe de Calidad el encargado de liderar esta actividad; la primera etapa se basó en la capacitación y sensibilización del personal, la segunda etapa en la aplicación de la metodología y la tercera etapa en el seguimiento continuo.

Tabla 1. Escala de Medición del nivel “5S”.

Nivel 5s	Porcentaje
Insatisfactorio	0 – 30
Por debajo del promedio	31 – 50
Promedio	51 – 70
Muy bueno	71 – 90
Excelente	91 – 100

Fuente: Hostia y Ayala (2018).

Condiciones del monitoreo: Se realizó el monitoreo de los microorganismos viables a través de muestreos realizados quincenalmente, a primera hora del día, durante los meses de Abril a Junio y de Setiembre a Noviembre de 2017; los tres primeros previos a las 5S y los últimos tres post a las 5S. En el estudio se establecieron cuatro puntos de control siguiendo un modelo cuadrangular y sentido horario para su ubicación. Además, la temperatura (°C) y humedad relativa (%HR) se mantuvieron con lecturas constantes en valores de 23 ± 2 °C y 62 ± 3 % respectivamente, mediante el uso de un Medidor Atmosférico IPC modelo HT-15 / DC-803.

Muestreo microbiológico: La concentración microbiológica del ambiente se llevó a cabo por medio de la recolección de las muestras mediante el Método pasivo de sedimentación en placas de agar

(Donate, Herrero, Ibáñez y Sanchis, 2002). Para esta metodología se deben definir varios puntos de control (De la Rosa *et al.*, 2000), en este caso cuatro puntos de control (Figura 1), en los cuales se ubicaron dos placas de Petri de (90 mm) con medio de cultivo: agar nutritivo (AN), para el aislamiento de bacterias, y agar papa dextrosa suplementado con cloranfenicol (PDA+), para el aislamiento de hongos y levaduras. Se dejaron expuestas al ambiente durante cuatro horas (Pérez y Sánchez, 2010) a una altura aproximada de 1.20 m del suelo; y posteriormente, las placas con AN se incubaron a 28°C durante 48 horas y las placas con PDA+ se incubaron a 28°C por 7 días, para finalmente realizar el recuento de las unidades formadoras de colonias (UFC/placa).

Además, para determinar si existieron diferencias significativas de la Calidad Microbiológica del aire entre ambas condiciones, se aplicó la prueba estadística “*t student*” para medias de muestras relacionadas al 95% de confiabilidad.

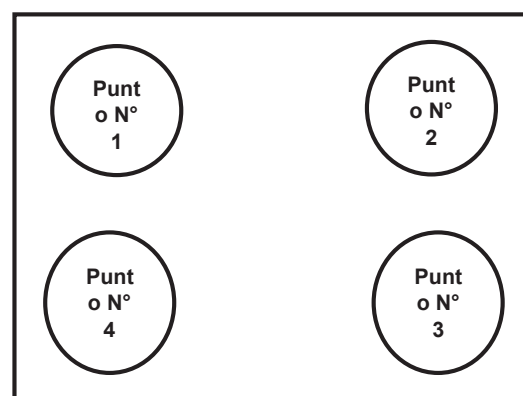


Figura 1. Distribución de los puntos de control dentro del laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

3. RESULTADOS

Matriz de evaluación 5S: La aplicación del cuestionario de evaluación del nivel 5S permitió obtener información sobre el estado del laboratorio antes y después de la implementación de la metodología, la calificación inicial y final se observan en la Tabla 2.

Los valores observados en la Calificación Inicial muestran la baja puntuación total de las 5S en el laboratorio de calidad, obteniendo un puntaje de 43 sobre 100 puntos, indicando la falta de esta herramienta de calidad. Incluso en una primera inspección, se observó que en el área se realizaba una limpieza superficial y no profunda, no se tenía

el hábito de limpiar los equipos, se tenía material de descarte y cajas a la vista y no se contaba con indicadores de lugar; lo que en conjunto evidenciaba el bajo nivel de las 5S.

Tabla 2. Resultados de la evaluación 5S.

Pilares 5S	Calificación Inicial	Calificación Final	Calificación Máxima
1S - Clasificación	10	18	20
2S - Orden	8	19	20
3S - Limpieza	7	18	20
4S - Estandarización	8	17	20
5S - Disciplina	10	19	20
Total	43	91	100

Fuente: Elaboración propia.

Además, revisando cada pilar se observa que la "1S – Clasificación" obtuvo un puntaje de 10 lo que corresponde al 50%; los puntajes más bajos se presentaron en "2S – Orden", "3S – Limpieza" y "4S – Estandarización", correspondiente al 40%, 35% y 40% respectivamente, y para el quinto pilar "5S – Disciplina" el 50% del puntaje máximo. Finalmente, se puede notar que luego de la implementación de la metodología 5S sobre el espacio en estudio, se logró llegar a un puntaje total de 91 sobre 100 puntos.

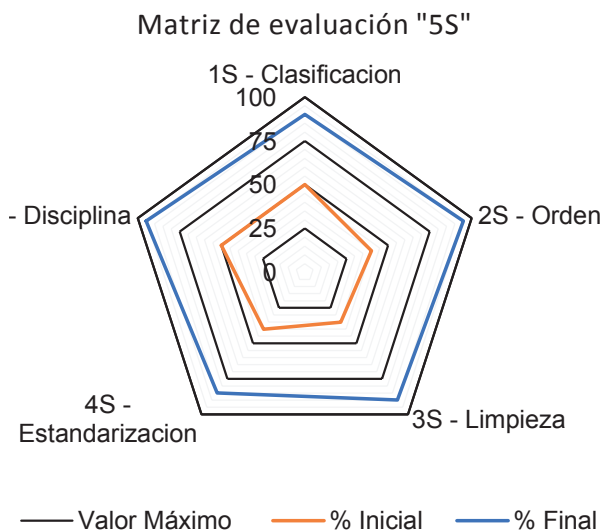


Figura 2. Matriz del nivel en cada pilar de las 5S. El radar interno (% Inicial) refiere los valores obtenidos antes de las 5S y el radar externo (% Final) a los valores obtenidos luego de las 5S.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Escala de medición del nivel 5S, se observó que el diagnóstico inicial en el Laboratorio de Calidad arrojó un nivel de cumplimiento de las 5S igual al 43%, correspondiente al nivel de "Por debajo del promedio"; mientras que el diagnóstico final alcanzó el valor de 91%, equivalente al nivel "Excelente", lo cual es el resultado del buen desarrollo de las etapas programadas y la designación de un responsable que involucró al personal durante la implementación de las "5S". En resumen, el cumplimiento total de esta metodología aumentó en un 48% entre el estado inicial y el final, siendo las diferencias más resaltantes las obtenidas en los pilares de "2 - Orden" y "3 - Limpieza", las cuales aumentaron en un 55% cada uno. Por último, el espacio entre el radar interno y el radar externo muestra la mejora de cada pilar y su cercanía al 100% o valor máximo (Figura 2).

Recuento microbiológico: Después de incubar las placas en las condiciones indicadas, se observó el desarrollo y crecimiento de las unidades formadoras de colonia (UFC/placa) en cada muestreo realizado antes y después de la implementación de las "5S". La Figura 3 muestra que la distribución ocurre entre los tres tipos de microorganismos analizados: bacterias (color azul), hongos (color anaranjado) y levaduras (color plomo). La concentración de cada microorganismo detectado en el aire del laboratorio se determina por el largo de la columna en su color respectivo.

La concentración microbiológica del aire dada en UFC/placa fue mayor en los muestreos previos a la 5S, de M1 a M6, en comparación con los muestreos luego de aplicada la metodología 5S, de M7 a M12, disminuyendo en un 68%; demostrando una gran eficacia del programa de orden, limpieza y control microbiológico.

Las franjas correspondientes desde M1 hasta M6 presentaron la distribución de su concentración microbiológica entre bacterias, hongos y levaduras; siendo predominante la cantidad de hongos cuya media por cada muestreo fue de 25 UFC/placa, seguido por las bacterias a 16 UFC/placa y por último las levaduras a 8 UFC/placa.

En cambio, las franjas correspondientes desde M7 hasta M12 presentaron una concentración mayoritaria de hongos. Los muestreos M8, M9 y M12 tuvieron ausencia del crecimiento de bacterias en su respectivo medio de cultivo; y el muestreo M11 careció de levaduras. La media, en cada muestreo post a las "5S" obtuvo un total de 14 UFC/placa para hongos y 1 UFC/placa para el caso de las bacterias y levaduras.

Además, como se observa en la Figura 4 la distribución en porcentaje de la Calidad Microbiológica del Aire (CMA) en los muestreos varía entre la condición “Previo” y “Post” a la implementación de la metodología 5S. En las seis primeras muestras analizadas, la distribución del porcentaje se formó entre los tres tipos de microorganismos; en donde el 50% corresponde a los hongos, 33% a las bacterias y 17% a las levaduras.

Por el contrario, luego de las 5S, los porcentajes promedio en bacterias y levaduras disminuyeron, llegando a valores de 6% y 8% respectivamente. Es decir, que el porcentaje de los hongos alcanzó un valor promedio de 86% para completar el 100% de la distribución; lo que implica que la aplicación de las 5S, en este ambiente, afectó mayoritariamente a la concentración de bacterias y levaduras y en menor proporción a la concentración de hongos.

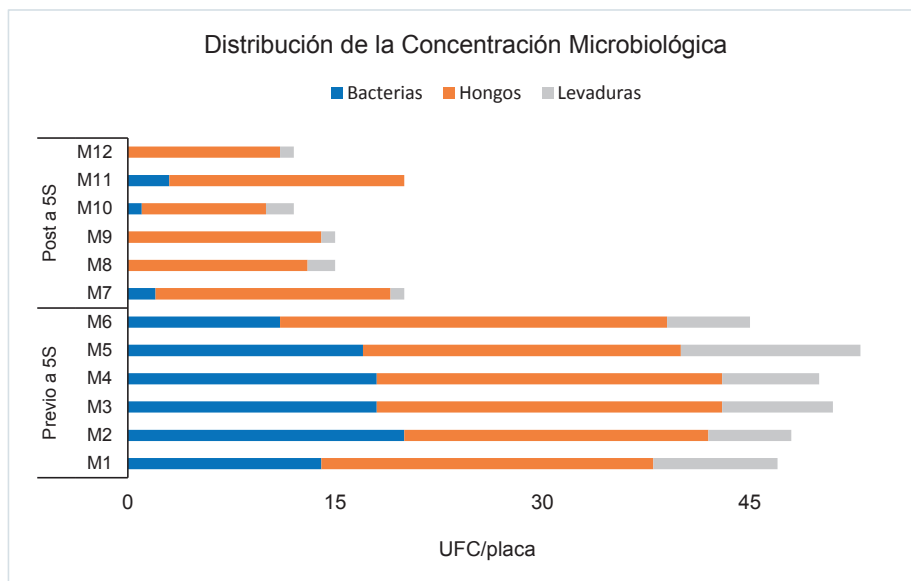


Figura 3. Valores de los recuentos microbiológicos del aire en el laboratorio de calidad de productos agrobiológicos.

Fuente: Elaboración propia.

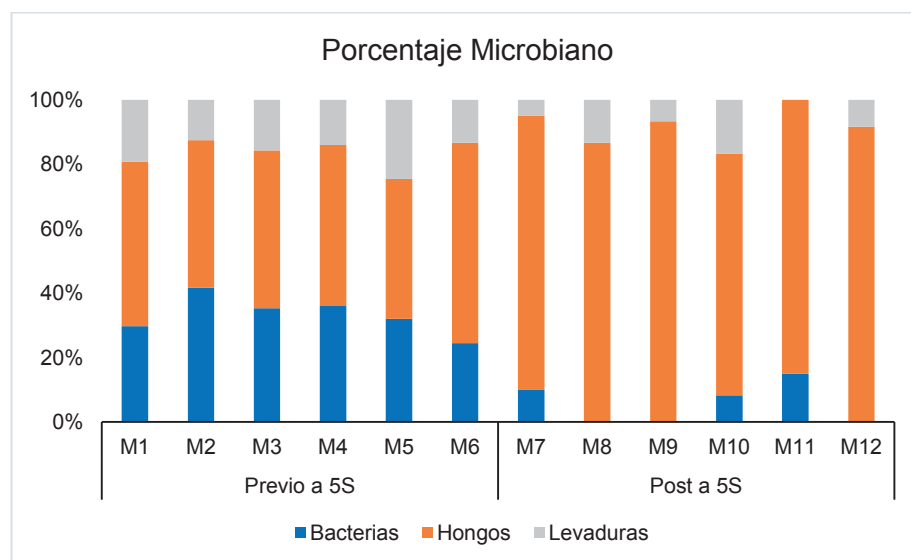


Figura 4. Comparación de la CMA en el laboratorio de calidad de productos agrobiológicos.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente; la prueba estadística “*T student*” para medias de muestras emparejadas, presentó valores que permiten confirmar las diferencias significativas de la Calidad Microbiológica del aire entre ambas condiciones con un nivel de confianza del 95%. El número fue estadísticamente significativo durante los muestreos, tanto en microorganismos totales (GL= 5, $p= 1.83148E-06$), como por cada tipo de microorganismo analizado: hongos (GL= 5, $p=6.59887E-05$), bacterias (GL= 5, $p=0.001031969$) y levaduras (GL= 5, $p=0.0017085$).

4. DISCUSIONES

Si bien los controles de la CMA en el laboratorio de Calidad se realizaban continuamente, no se observaba la reducción de los recuentos microbianos obtenidos, dando a entender la necesidad de una herramienta de calidad que mejore este aspecto; principalmente el orden y la limpieza. Por este motivo, y considerando el concepto de las “5S” dado por Alcalde (2010), se decidió implementar la Metodología “5”.

Para Vargas (2002) determinar un responsable permite convertir en hábito esta herramienta; además, de integrar y capacitar a los trabajadores debe verificar el cumplimiento continuo. Los pilares con mayor problemática inicial fueron “2S – Orden” y “3S – Limpieza”, los que luego de la implementación de las “5S” lograron el aumento más alto, obteniendo una mejora del 55% cada uno; y como Gusñay y Loja (2013) refieren, son los pilares que se enfocan en las cosas.

Según (De la Rosa *et al.*, 2000), no existe un método de muestreo de aire ideal, por lo que para elegir uno se debe considerar qué se desea investigar. Debido a los procesos realizados en el laboratorio en estudio, se requiere conocer el número total de microorganismos viables por lo que el “Método pasivo de sedimentación por gravedad, a pesar de ser uno de los más antiguos, fue de gran utilidad ya que permite identificar los microorganismos viables de los cultivos, es recomendado para zonas sin turbulencias y permite saber la distribución de los microorganismos.

La contaminación microbiana de ambientes internos es favorecida por factores, como humedad elevada, temperatura, ventilación reducida y por la presencia de polvo (Shelton *et al.*, 2002), y conociendo que la humedad relativa en el rango de 60-90% es un factor determinante para el desarrollo fúngico (Gallo, 1993) es que en esta mantuvo

los parámetros de temperatura y %HR en valores constantes de 23 ± 2 °C y 63 ± 3 % durante los muestreos realizados; así se eliminaron como factores que alteraran los resultados. La estabilidad de estos parámetros puede estar influenciado por la ubicación geográfica de la empresa.

En el estudio de Toloza y Lizarazo (2013), cuya evaluación de la calidad del aire fue realizada mediante la técnica de sedimentación en placa, la distribución en porcentaje de microorganismos en un ambiente cerrado correspondió a las formas fúngicas en un 44,9%, bacterias en un 41,5% y levaduras a 13,6%; coincidiendo con la distribución encontrada en esta investigación previo a las 5S, en donde los hongos ocupan el primer lugar (50%), seguido de las bacterias (33%) y por último de las levaduras (17%).

El interés de mantener un buen nivel de la Calidad microbiológica del aire, como explica Elosegui (2006), se da por la necesidad en la elaboración de agrobiológicos; proceso que debe ser más exhaustivo y especializado, necesario para garantizar productos de elevada calidad microbiológica minimizando los riesgos de contaminación microbiana por el ambiente, los cuales alteren los procesos realizados en el laboratorio de calidad.

5. CONCLUSIONES

Para lograr una correcta implementación de las 5S y obtener el nivel “Excelente”, es importante capacitar y contar con un líder que además de guiar, involucre al personal en este tema.

Los microorganismos más abundantes en el aire de un ambiente cerrado, como el laboratorio de calidad, son los hongos, seguido de las bacterias y finalmente las levaduras.

Los resultados obtenidos han permitido establecer que la calidad microbiológica el aire dentro del laboratorio de calidad mejoró luego de la aplicación de los cinco pilares de las “5S” en el laboratorio de calidad de productos agrobiológicos.

6. RECOMENDACIONES

Probar el uso de otras soluciones de limpieza que permitan reducir la carga fúngica y bacteriana a niveles más bajos.

Debido al alto porcentaje de humedad en la ciudad de Lima, se recomienda adquirir un deshumidificador de aire que permita disminuir la humedad relativa en el laboratorio.

Ampliar el espectro de análisis microbiológico ambiental sobre las superficies y determinar si la implementación de las 5S impacta positivamente sobre la carga microbiana en superficies.

Aplicar el procedimiento desarrollado en otros laboratorios de la empresa.

7. AGRADECIMIENTO

A la empresa Desarrollo Técnico Vegetal S.A.C por permitir realizar esta investigación en sus instalaciones y brindar los materiales utilizados.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Adriani, A. y Biascar, R. (2003). *Un nuevo sistema de Gestión para lograr PYMES de clase mundial*. México: Norma S.A.
- [2] Adonis M., Quiñones, L. y Gil, L. (1997). Contaminación de interiores: principales contaminantes, normas y efectos en la salud humana. En: *Calidad del Aire de interiores*. Serie HCT/AIEPI-7 OPS-OMS.
- [3] Alcalde, P. (Segunda Ed.). (2010). *Calidad*. Madrid, España: Paraninfo.
- [4] Aly, H., Debbab, A., Kjer, J. y Proksch, P. (2010). Fungal endophytes from higher plants: a prolific source of phytochemicals and other bioactive natural products. *Fungal Diversity*, 41(1), 1-16.
- [5] Aydogdu, H. y Ahmet, A. 2005. Monitoring of fungi and bacteria in the Indoor air of primary school in Edirne, Turkey. *Indoor Built Environment*, 14(5), 411-425.
- [6] Castañeda, E., Rivera, J. y Lechuga, K. (2003). Determinación de la calidad microbiológica del aire en una industria textil. *Revista Latino Americana de la Salud en el Trabajo*, 3 (1), 21-24.
- [7] De La Rosa, M., Ullán, C., Prieto, M. y Mosso, M. (2000). Calidad microbiológica del aire de una zona limpia en una industria farmacéutica. *Anales de la Real Academia de Farmacia*, 66 (2), 213.228.
- [8] Donate, A., Herrero, M. J., Ibáñez, M. y Sanchis, J. (2002). Muestreo del aire, ¿Con placa de contacto o con placa Petri? Áreas para la elaboración de medicamentos, cosméticos y alimentos. *Revista Técnicas de Laboratorio*, (256).
- [9] Elosegui, C. O. 2006. *Métodos artesanales de producción de bioplaguicidas a partir de hongos entomopatógenos y antagonistas*. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV).
- [10] Flores, G. y Olaguibel, M. (2009). *Propuesta de mejora en la gestión de la calidad y ambiente basada en la filosofía de las 5S y producción más limpia para la línea de producción de caramelos duros en la empresa Don Rico S.A.C.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- [11] Gallo, F. (1993). Aerobiological research and problems in libraries. *Aerobiología*, 9:117-130.
- [12] Gusñay, M. y Loja, M. (2013). *Planteamiento de un modelo de mejora para el proceso productivo de Saturtex, cia. Ltda. en base al método de 5S.* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3544/1/TESIS.pdf>.
- [13] Habte, M. (2006). The roles of arbuscular mycorrhizas in plant and soil health. En: N. Uphoff et al. (Eds.), *Biological approaches to sustainable soil systems* (pp. 129-147). Florida, EEUU: CRC Press.
- [14] Heizer, J. (2008). *Dirección de la Producción y de Operaciones*. Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
- [15] Henry, G. y Heinke, G. (Segunda Ed.). (1999). *Ingeniería Ambiental*. México.
- [16] Hirano, H. (1997). *5 Pilares de la Fábrica Visual: La fuente para la implantación de las 5S*. Madrid, España: TGP-Hoshin, S. L.
- [17] Hostia, G y Ayala, A. (2018). *Manual de gestión de calidad para la empresa PROLAC basado en la metodología de las 5S* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- [18] Labarrere, N., Gómez, A., Avila, I., Guevara, M. y Fernández, B. (2003). Riesgos biológicos en ambientes confinados. *Revista Cubana Salud y Trabajo*, 4(1-2), 4-7.
- [19] Lefcovich, M. (2008). *Cinco S: los cinco pilares de la fábrica visual*. Gestipolis. Recuperado de <https://www.gestipolis.com/5s-produccion-fabrica-visual/>
- [20] Pérez, H. y Sánchez, V. (2010). Propuesta de diseño de monitoreo ambiental microbiológico para diagnóstico de niveles de contaminación en áreas de procesamiento aséptico. *Instituto Cubano de Investigaciones de la Caña de Azúcar*, 44 (3), 7-14.

- [21] Rey, F. (2005). *Las 5s: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Recuperado de <https://www.casadellibro.com/libro-las-5s-orden-y-limpieza-en-el-puesto-de-trabajo/9788496169548/1031566>
- [22] San Miguel, P. (2010). *Calidad*. Madrid, España: Paraninfo, S.A.
- [23] Shelton, B., Kirkland, K., Flanders, W. y Morris, G. (2002). Profiles of airborne fungi in buildings and outdoor environments in the United States. *Applied Environmental Microbiology*, 68:1743-1753.
- [24] Toloza, D.L. y Lizarazo, L. M. (2013). Calidad microbiológica del ambiente de la biblioteca Alfonso Patiño Rosselli, Tunjaboyacá (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 16 (1), 43-52.
- [25] Vargas, H. (2002). *Manual de implementación del programa 5S*. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/2.pdf>

Fuente de financiamiento: Desarrollo técnico vegetal S.A.C