

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



“DETERMINACION DE PARTICULAS RESPIRABLES (PM₅) PRODUCIDAS EN EL
AMBIENTE LABORAL DE LOS BENEFICIOS DE ARROZ LOCALIZADOS EN EL
DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR
EDITH INDIRA FUENTES GUZMAN
VIRGINIA MARGARITA PARADA FLORES
JENNY PATRICIA RENDERO CENTENO

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA Y FARMACIA

JULIO DE 2004

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ.

SECRETARIA GENERAL

LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO ARÉVALO

SECRETARIA

MSc. MIRIAM DEL CARMEN RAMOS DE AGUILAR

COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADORA GENERAL

LICDA. MARIA CONCEPCIÓN ODETTE RAUDA

COORDINADORA DE AREA EN GESTION AMBIENTAL Y CALIDAD AMBIENTAL

LICDA. CECILIA GALLARDO DE VELÁSQUEZ

COORDINADORA DE AREA EN ANÁLISIS DE ALIMENTOS

DRA. GLORIA RUTH CALDERON

DOCENTE DIRECTOR

LICDA. SANDRA GUADALUPE PERAZA DE RAMIREZ

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso por brindarnos sabiduría, entendimiento y fortaleza para alcanzar la meta que con mucha ilusión estuvo en nuestro corazón.

Al mismo tiempo deseamos agradecer a Dios por poner en nuestro camino personas tan valiosas como:

DOCENTE DIRECTOR: Lic. Sandra Guadalupe Peraza de Ramírez por dedicar su tiempo y esfuerzo en guiarnos a la correcta realización de este trabajo de graduación.

A NUESTROS COORDINADORES DE AREA: Lic. Cecilia Gallardo de Velásquez Y COORDINADORA GENERAL: Lic. María Concepción Odette Rauda por sus aportes y valiosa orientación.

A la Dra. Claudia Susana Barahona de Melara , Ing. Mario Bermúdez por su valiosa colaboración para la realización de este trabajo.

A todas aquellas personas que de manera directa o indirecta nos colaboraron para culminar felizmente nuestro trabajo de graduación.

INDIRA, JENNY, VIRGINIA .

DEDICATORIA.

A DIOS OMNIPOTENTE: Le agradezco todas las bendiciones recibidas y por ayudarme a mantenerme firme en el cumplimiento de mis metas.

ESPECIALMENTE A MIS PADRES: Emilio y Lilian; por ser un ejemplo a seguir, por estar conmigo en cada momento, por brindarme consejos sabios cuando los necesité y no dejar que me rindiera en las facetas difíciles de mi carrera.

EN MEMORIA DE MI HERMANO: Douglas por ser un ejemplo de fortaleza y perseverancia.

A MI HERMANA: Nubiel , por ser mi amiga y confidente; por estar dándome animo para seguir adelante, por su cariño y comprensión.

EDITH FUENTES.

DEDICATORIA

DEDICO ESTE TRIUNFO:

A DIOS OMNISCIENTE: Por las inmensas bendiciones que ha derramado sobre mi vida y brindarme sabiduría y fortaleza para culminar satisfactoriamente mi carrera.

A MI MADRE CELESTIAL: Virgen María, por su amparo y grandísima intercesión para concretar este sueño.

A MI MADRE: Irma de Parada, por su amor, comprensión, dedicación, apoyo incondicional y sacrificios para ayudarme a alcanzar este propósito en mi vida . A ella dedico especialmente este logro.

EN MEMORIA A MI PADRE: Jorge Alberto Parada, por haber constituido en mi vida un ejemplo de perseverancia constante y gran fortaleza.

A MIS QUERIDOS PRIMOS: Lorena, Víctor y de manera especial a Sonia, por brindarme cariño, palabras de aliento y optimismo en momentos difíciles lo que contribuyo en gran medida a la feliz culminación de este objetivo.

A MIS TIAS: Antonia, Maura, Erlinda y Concepción por sus sabios consejos, cariño y apoyo.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS: Indira y Jenny, por permitirme realizar este trabajo con ellas, por su comprensión y amistad sincera.

VIRGINIA MARGARITA PARADA.

DEDICATORIA

Dedico a **DIOS PADRE CELESTIAL** este triunfo, expresándole mi mas sincera gratitud, deseo que su nombre sea honrado al haber impulsado mi vida todo este tiempo , permitiéndome construir con mucho esfuerzo el objetivo propuesto.

A MIS PADRES: Rafael Arístides y Marta Alicia, personas tan especiales que con mucho amor me han brindado su valiosa ayuda, contribuyendo con sus esfuerzos y sus oraciones que han sido indispensables para alcanzar tan grande logro , sin ellos hubiese sido imposible llegar hasta el fin.

A MIS QUERIDOS HERMANOS: Roberto, Gilma y Tirsa, por animarme y apoyarme en todo momento que lo necesite, han sido de mucha ayuda al incluirme en sus oraciones.

JENNY RENDEROS.

INDICE	Pág
Resumen	
CAPÍTULO I	
1.0 Introducción	xiii
CAPÍTULO II	
2.0 Objetivos	
2.1 Objetivo general	
2.2 Objetivos específicos	
CAPITULO III	
3.0 Marco teórico	18
3.1 Aspectos generales	18
3.2 Morfología del arroz y estructura del grano	19
3.3 Clasificación del tamaño del grano de arroz	22
3.4 Molinería	23
3.5 Proceso de molinería	24
3.6 Contaminación por partículas en los beneficios	28
3.7 Efectos de polvos respirables en el ser humano	31
3.8 Ambiente de trabajo	33
CAPITULO IV	
4.0 Diseño metodológico	38
4.1 Investigación bibliográfica	38
4.2 Investigación de campo	38

4.2.1 Tipo de estudio	38
4.2.2 Universo y muestra	38
4.3 Parte experimental	39
4.3.1 Técnica de muestreo	39
4.3.2 Tratamiento de los filtros	
4.3.3 Recolección de muestras	40
4.3.4 Análisis de muestras recolectadas	41
4.3.5 Estudios estadísticos	45
CAPITULO V	
5.0 Resultados e interpretación	48
5.1 Determinación de partículas respirables	48
5.2 Análisis de los resultados de las encuestas	50
5.3 Resultados e interpretación	51
5.3.1 Resultados de las encuestas dirigidos al personal administrativo	62
CAPITULO VI	
6.0 Conclusiones	64
CAPITULO VII	
7.0 Recomendaciones	67
Bibliografía	
Anexos	

RESUMEN

El presente trabajo consistió en la Determinación de Partículas Respirables (PM₅) Producidas en el Ambiente Laboral de los Beneficios de Arroz Localizados en el Departamento de San Salvador.

La selección de los beneficios se determinó a través de datos proporcionados por la Dirección de Estadísticas y Censos, y por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, obteniéndose un total de 8 beneficios, de los cuales en la actualidad solo se encuentran funcionando 6 de ellos. Por lo que se optó a realizar el estudio en stos.

La recolección de muestras se realizó en los meses de julio – agosto del 2003, llevándose a cabo 2 tomas de muestras por beneficio, durante un período aproximado de 6 horas en cada uno, utilizando bombas de flujo constante, las que fueron ubicadas en el área de Descascarado y de Llenado de sacos de arroz de cada beneficio.

La cuantificación de Partículas Respirables (PM₅) fue determinada basándose en el Método Gravimétrico (utilizando las bombas Sensydine y Gillian) cuyo fundamento consiste en la captación de partículas suspendidas en el aire al hacer pasar un flujo de aire a través de un filtro, el cual es pre y post pesado para determinar la ganancia de pesos debido a las partículas capturadas en él.

Según este método, se demostró que la concentración de partículas (PM₅) de cada beneficio fue mayor al límite permisible de 4mg/m³ dado para polvo de cereales establecido por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) oscilando las cantidades encontradas en los beneficios entre 7.19 mg/m³ y 78.76 mg/m³

Además de la recolección de partículas respirables se recabo información de las condiciones laborales y afecciones respiratorias de los empleados de la planta, utilizando el instrumento cuestionario / entrevista. Posteriormente, se empleo el método producto-momento de Karl Pearson, para efectuar correlaciones de partículas respirables (PM₅) obtenidas por el método gravimétrico y la incidencia de problemas respiratorios en los trabajadores, datos obtenidos en base a las encuestas; y de esta forma, observar la probable dependencia entre las dos variables de interés.

El método de Karl Pearson fue utilizado a través del programa computarizado SPSS versión 9.0 con el que se determinó que la relación entre variables era nula. Pero se concluye que esto se puede solventar, realizando mas muestreos y por un tiempo mas prolongado.

A pesar de los resultados del método de Pearson, la concentración de partículas respirables (PM₅), en el ambiente laboral de los beneficios de arroz, podría ocasionar a largo plazo, problemas respiratorios a los trabajadores. Por tanto, se recomienda para contrarrestar la contaminación, el uso de mascarillas adecuadas, la instalación de equipo de extracción y ventilación para preservar la salud y seguridad del personal que labora en la molinería del arroz.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

En El Salvador el arroz constituye un cereal de mayor consumo, prueba de ello, es que la dieta básica de la población la componen: el maíz y el frijol, conjuntamente con el arroz. La producción de arroz granza y arroz oro durante el periodo 2001 – 2002, fue de 820,420 qq y 420,254 qq , respectivamente (18); a pesar que se cultiva en zonas delimitadas por sus requerimientos de suelo pantanoso y riego constante, ha sido posible aprovechar estos lugares para obtener mejor producción, como para evaluar nuevas variedades, resistentes a las inclemencias del tiempo, plagas y enfermedades (6).

En cuanto a la exportación, en el año 2002, El Salvador exportó 2,163,838 Kg. de arroz oro y se importaron 87,734,110 Kg. de arroz granza (17).

Por ser un cereal cubierto en el cual el grano esta contenido en una cáscara sílicea muy resistente (Ver fig. N° 1), es necesario someterlo al proceso de molinería, el cual consiste en los siguientes pasos: limpieza, descascarado, pulimento, clasificación del grano; y en algunos casos trituración del grano para hacer la harina.

Uno de los inconvenientes del proceso de molinería (beneficiado de arroz) es la gran cantidad de partículas respirables que generan los métodos anticuados que aun se emplean y que no son tan fáciles de controlar. Aspecto que ha dado la pauta para investigar la exposición de los trabajadores a esas partículas pequeñas con diámetro menor a 5 micras, que pueden ser fácilmente respirables y absorbidas por el organismo, lo que podría a su vez afectar la salud de las personas que laboran en los beneficios donde se lleva a cabo este proceso.

En el departamento de San Salvador se encuentran en funcionamiento 6 de ellos; localizados en la parte sur oriental y más específicamente en el Barrio Lourdes (Ver anexo 11) ya que estas empresas no cuentan con un sistema de control de salud ocupacional, se realizó la investigación propuesta aplicando un método de muestreo, utilizando bombas de flujo constante, las cuales se ubicaron en las plantas de los diferentes beneficios de arroz. El muestreo se llevo a cabo durante los meses de Julio-Agosto de 2003, efectuando para ello 2 muestreos por beneficio, uno en el área de descascarado (Ver anexo 7) y el otro en el área de llenado (Ver anexo 8).

El interés de la investigación consistió en cuantificar la concentración de partículas respirables generadas en el interior de los beneficios durante el proceso de molinería, ya que estos al estar expuestos por periodos prolongados pueden ocasionar enfermedades respiratorias o alérgicas en los trabajadores.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS.

2.1 Objetivo General:

Determinar las partículas respirables (PM_{10}), producidas en el ambiente laboral de los beneficios de arroz localizados en el Departamento de San Salvador.

2.2 Objetivos Específicos:

2.2.1 Recolectar a través de filtros y mediante el uso de las Bombas de Flujo Constante, partículas respirables dentro de 6 beneficios; aplicando posteriormente el Método Gravimétrico para su cuantificación.

2.2.2 Recolectar información acerca de las condiciones laborales y afecciones respiratorias que padezcan los empleados de planta de los beneficios, mediante el uso de encuestas.

2.2.3 Relacionar las concentraciones de las partículas respirables (PM_{10}) obtenidas en el ambiente laboral, con la incidencia de problemas respiratorios de los trabajadores.

2.2.4 Recomendar medidas preventivas sobre higiene y seguridad ocupacional, para el personal que labora en beneficios de arroz, expuestos a esta contaminación.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 ASPECTOS GENERALES

El arroz (*Oryza sativa L.*) es el más importante de todos los cultivos desde un punto de vista mundial, siendo el principal alimento de más de la mitad de la población de la tierra. Es en principio una planta de los trópicos calientes y húmedos siendo cultivado más extensamente en el Oriente.⁽¹²⁾

El arroz se originó en el sur este de Asia; fue cultivado primero en forma extensiva por los Chinos en tiempos prehistóricos. Las variedades más importantes deben permanecer inundadas durante la mayor parte del período de crecimiento. ⁽⁵⁾

El sembrado de arroz en América Latina y el Caribe se produjo mediante dos sistemas de cultivo: Secano y Riego. Estos mismos sistemas son aplicados en El Salvador ya que por su geografía; la cual no cuenta con suficientes tierras de inundación, se hace necesario utilizar regadillos y por lo tanto se aplica en un 90% el sistema secano. Por lo que la siembra se lleva a cabo en mayo, junio y julio; recolectándose la cosecha en septiembre y octubre. ⁽¹²⁾

Las variedades de granos cultivados en El Salvador son: medianos, largos y extra largos, siendo los de mayor producción las variedades de granos largos por que son los que mejor se adaptan, al proceso de la molinería de arroz, que se dan en nuestro país.(Ver fig. N° 2) ⁽⁵⁾

3.2 MORFOLOGIA DEL ARROZ Y ESTRUCTURA DEL GRANO

MORFOLOGÍA:

La planta de arroz es una hierba anual de la familia de las gramíneas; tiene caña con 3 a 4 nudos, hojas largas, lineales, agudas y muy ásperas en los bordes; flores blanquecinas en panoja terminal, y por fruto un grano oval, harinoso y blanco después de descascarillado.

Corresponde a la especie *Oryza sativa* L. oriunda de las tierras cálidas y húmedas de Asia, probablemente de la India, Indochina y China.

La planta está adaptada para crecer en suelos inundados; pero también puede hacerlo muy bien en suelos secos.

Las partes de la planta de arroz pueden dividirse como sigue:

- Organos vegetativos: comprenden las raíces, los tallos y las hojas.
- Organos florales: comprenden la panoja que, en realidad, es un conjunto de espiguillas.⁽⁵⁾

ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ.

El arroz casi siempre llega al beneficio en forma de arroz con cáscara o arroz en espiga. El grano con cáscara está compuesto de: una cáscara o corteza dura exterior llamado comúnmente cascarilla la cual esta adherida al propio grano. Esta cáscara dura, cubierta con un ligero vello acicular, es muy rica en silicio. Si bien, a veces se utiliza como parte de los forrajes para ganado, no es este su único aprovechamiento.

La cascarilla puede utilizarse como combustible y las cenizas sirven de fertilizantes, aunque de baja calidad.

Dentro de la cascarilla el grano se encuentra cubierto por varias capas de salvado. La primera capa es una delgada membrana formada por los restos de los tabiques del ovario (Tegumento o pericarpio).

El salvado que ha alcanzado su plena madurez, es de ordinario color pardo claro por lo que el grano, después de descortezado se le conoce con el nombre de arroz moreno . Otras variedades poseen tegumentos con otra coloración y a veces llegan hacer casi blancos de manera que no debe recomendarse el empleo general del término “ arroz moreno “. En su lugar es preferible la expresión arroz descascarillado. En un extremo del grano, y situado entre las capas de salvado, se encuentra el germen o embrión que durante la elaboración se separa casi siempre junto con el salvado. El salvado de arroz incluido el germen, es de gran valor nutritivo y desempeña un papel de importancia para forraje de ganado.

Próxima al salvado se encuentra una capa de material de consistencia muy diversa conocida como “capa de aleurona “ que es rica en sílice.⁽⁵⁾

Una vez despojado a fondo las capas descritas, el núcleo de almidón del grano se convierte al fin en el arroz blanco o crema, utilizado para la mesa; en la industria se recomienda el termino “ arroz elaborado “, para este grano. (Ver fig. N° 1)⁽⁶⁾

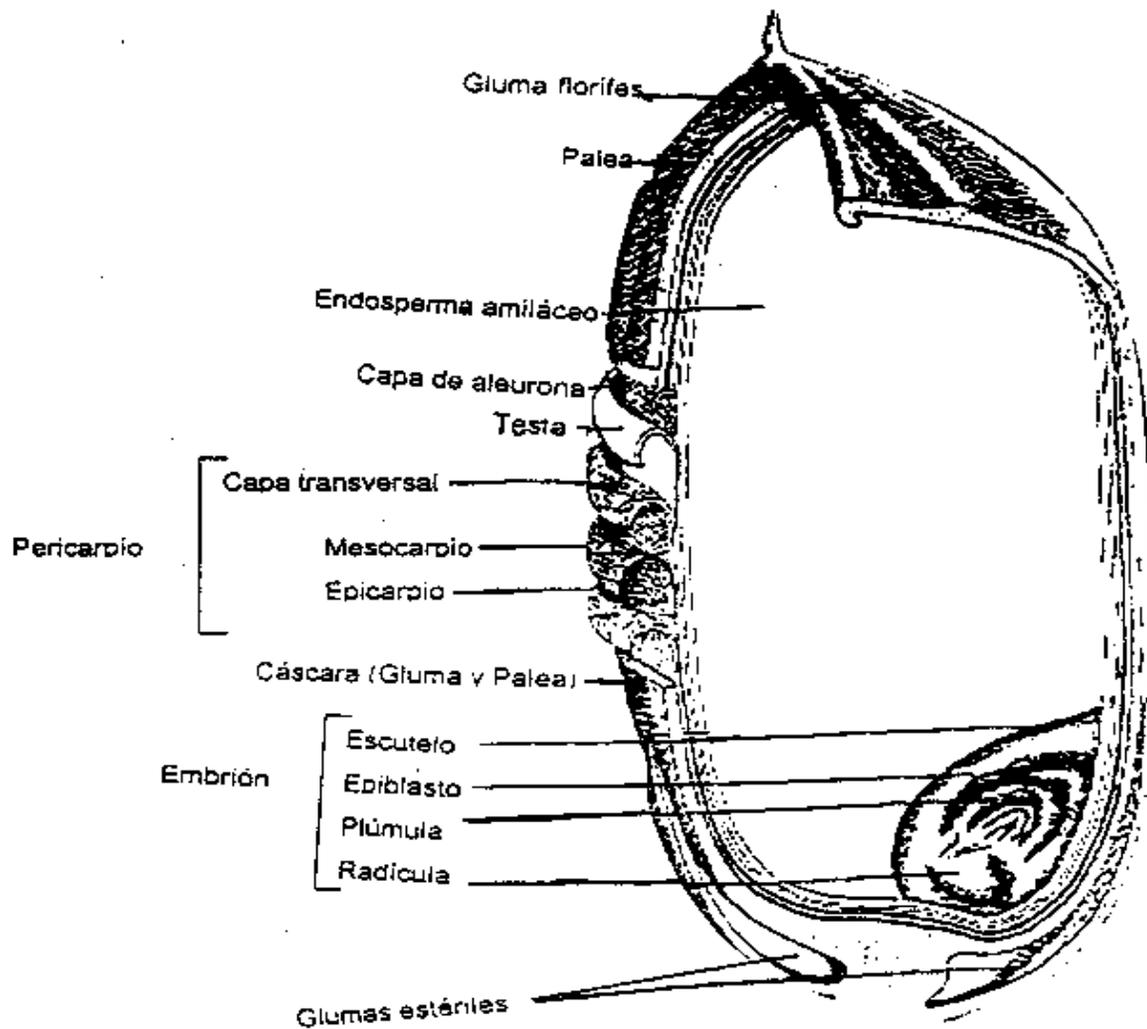


Fig.N° 1. Estructura del grano de arroz



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

3.3 CLASIFICACION DEL TAMAÑO.

Se clasifica el arroz en cáscara para usos comerciales, por su tamaño de acuerdo a las siguientes características (Ver Fig. N° 2):

1. Extralargo: Arroz de más de 7 mm. de longitud, en el cual están comprendidos las siguientes variedades: Santa Cruz y Nilo 1.
2. Largo: Arroz de 6 a 7 mm. de longitud, en el cual están comprendidas las variedades: Bluebonnet, Rexoro, X-10, Cica 4, Selección 11, Nilo 2, Nilo 48, Nilo3, Costa Rica 11-13, Lira, Fortuno, Cica 9.
3. Mediano: Arroz de 5 a menos de 6 mm. de longitud, que comprende las variedades: Masol 1, Masol 2, Masol 4.
4. Corto: Arroz de menos de 5 mm. de longitud.⁽⁶⁾

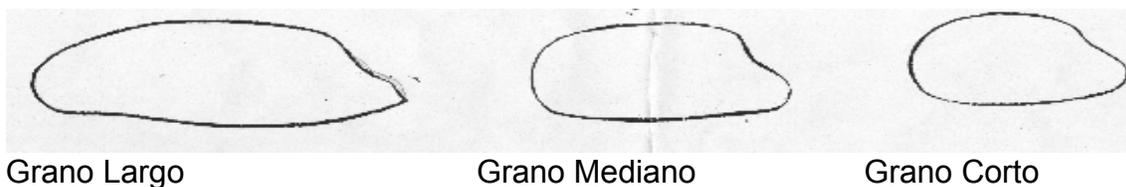


Fig. N° 2. Clasificación del tamaño

3.4 MOLINERÍA

Es el conjunto de procesos que tienen por finalidad, ya sea, la separación del grano de su envoltura resistente, o en algunos casos la obtención de harina de arroz. (15)

La molinería es una fase esencial en el mercado del arroz. Este se recolecta en forma de grano con la cáscara y las capas del tegumento, las cuales tienen que ser retiradas para llegar al producto deseado por la mayoría de los consumidores. El principal tratamiento del arroz consiste en, separar los granos de las cáscaras y en pulirlos para retirar parte o todas las capas exteriores del tegumento.

La planta de arroz trillada produce arroz con cáscara, este es desvainado produciendo arroz moreno, el cual es separado por el mecanismo de elaboración en su salvado (parte exterior del grano consistente en pericarpio o tegumento; capa de aleurona y embrión); y arroz pulido (arroz elaborado o arroz blanco el cual es la parte interna del grano que corresponde substancialmente al endospermo).

La calidad en el mercado está determinada por la apariencia física del grano tal como: tamaño, forma, porcentaje de granos quebrados y translucidez del grano.

La calidad de arroz, se basa en su proceso de elaboración; obteniendo un arroz entero, de excelente valor monetario. La producción del arroz entero, depende ampliamente de la variedad, tipo de grano, métodos de cultivo y otros factores ambientales como: secado, almacenado y condiciones de elaboración.(15)

En el arroz elaborado la presencia de arroz rojo, yesoso, infestado, tiene mucha importancia desde el punto de vista comercial ya que un alto porcentaje de estos granos no es aceptado por el consumidor.

En El Salvador, una gran proporción del arroz beneficiado para consumo doméstico se descascara en molinos industriales provisto de maquinas y demás material de diversos tipos, para efectuar las sucesivas operaciones con las que se obtiene el producto acabado que es el arroz blanco.⁽⁶⁾

3.5 PROCESO DE MOLINERIA.

El proceso de molinería, consta de los siguientes pasos:

a. LIMPIEZA DEL GRANO.

Se limpia el arroz proveniente de los patios de secado, el arroz que se lleva en sacos se vacía a una máquina, la cual tiene una malla y aire para eliminar piedra, suciedad, paja, pedazos de tallo, barro, maleza, etc.⁽⁶⁾



Fig. N° 3 Limpieza del grano.

b. DESCASCARADORA DEL GRANO.

El arroz ya limpio se pasa a la máquina descascaradora, donde es extraída la corteza o cáscara protectora. Esto se debe hacer con cuidado, evitando que se rompa el grano.(6)



Fig. Nº 4 Descascaradora del grano

c . PULIMENTO DEL ARROZ.

Esta consiste en quitar los residuos de la cáscara, pericarpio, tegumento, aleurona y el embrión, por medio de cepillos pulidores, que son parte de la máquina pulidora.(6)



Fig. N° 5 Pulidora de arroz.

d. CLASIFICADORA DEL GRANO.

Luego de ser pulido, el grano se pasa a la máquina clasificadora, para que separe los granos enteros de los quebrados en sus distintos tamaños.(6)



Fig. N° 6 Clasificadora del grano.-

3.6 CONTAMINACION POR PARTICULAS EN LOS BENEFICIOS.

CONCEPTO DE PARTICULA.

Son todas las sustancias atmosféricas que no son gases; entre las cuales están: el polvo, gotas de lluvia e incluso los insectos.⁽⁹⁾

POLVO: toda partícula sólida de cualquier tamaño, naturaleza u origen, suspendida o capaz de mantenerse suspendida en el aire.

El polvo en el campo de los contaminantes industriales ocupa un lugar destacado, debido a los efectos que puede tener sobre la salud de los operarios.

Los riesgos que puede originar varían desde enfermedades como neumoconiosis hasta simple incomodidad en el puesto de trabajo.

POLVO INDUSTRIAL.

Durante el proceso de molinería se genera gran cantidad de partículas, entre las cuales se encuentran aquellas de tamaño inferior a 5 micras. Estas por su tamaño, se convierten en partículas fácilmente respirables para el personal que labora en la planta del beneficio de arroz; lo cual puede llegar a ser causa de alguna enfermedad ocupacional; pues éstas se mantienen dispersas en el área confinada donde se realiza la molinería, que es su ambiente de trabajo.⁽⁹⁾

El polvo industrial se puede clasificar en función de:

- a) Su tamaño
- b) Su forma
- c) Su composición
- d) Sus efectos.

Por su tamaño se clasifica en.

- Sedimentable: Debido a su peso se deposita rápidamente, con tamaño entre 10 y 15 micras.
- Inhalable: Puede penetrar en el sistema respiratorio, con tamaño menor a 10 micras.
- Respirable: Puede penetrar en los pulmones y quedar retenido en los espacios alveolares. Con tamaño inferior a 5 micras, es el polvo que no se puede ver. A este grupo pertenecen las partículas de polvo en estudio.
- Visible: Distinguible a simple vista, mayor de 40 micras.

Por su forma se clasifica:

- Polvo propiamente dicho: Partículas sólidas en suspensión, que no sean fibras.
- Fibras: Partículas mayores de 5 micras de longitud, con diámetro de sección transversal menor de 3 micras y una relación longitud, anchura mayor de 3 micras.

Por su composición se clasifica:

- Animal: Pluma, pelo, cuero, hueso
- Vegetal: Polen, cereales, paja, tabaco, cáñamo
- Mineral: Metales, asbesto, etc.⁽⁹⁾

Por sus efectos se clasifica:

- Polvo neumoconiótico: Produce alteraciones irreversibles en el pulmón denominadas neumoconiosis, por ejemplo el polvo con más de 1 por 100 de sílice libre cristalina que origina silicosis.

- Polvo tóxico: Tiene una acción tóxica primaria en el organismo, por ejemplo, óxido de plomo, que produce saturnismo.
- Polvo cancerígeno: Es todo polvo que pueda producir o inducir un tumor maligno en el hombre al someterlo a una determinada dosis. Asbestos, ácido crómico y cromatos, arsénico, cadmio, níquel, berilio.
- Polvo inerte: No produce alteraciones fisiológicas importantes, su efecto más importante es la producción de molestias en el trabajo y con frecuencia origina afecciones respiratorias benignas.⁽⁹⁾

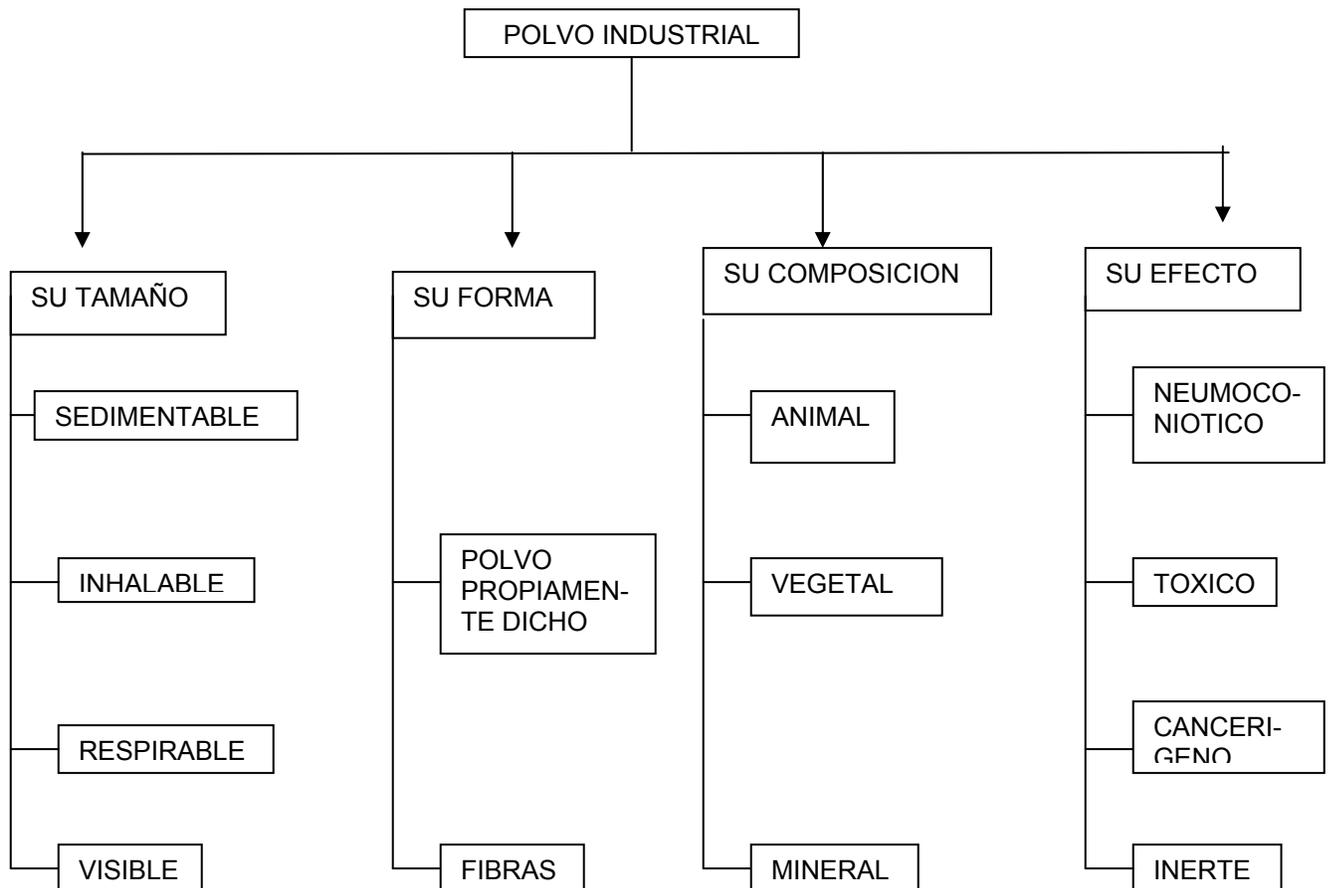


Fig. N° 7 Diagrama de Clasificación del Polvo Industrial.

3.7 EFECTOS DE POLVOS RESPIRABLES EN EL HUMANO

Muchas de las partículas suspendidas en el aire tienen su principal forma de acceso al organismo, por la vía respiratoria. Esta, está formada por: nariz, boca, laringe, bronquios, bronquiolos y alvéolos pulmonares. (Ver fig. N° 8)

Cualquier sustancia suspendida en el ambiente puede ser inhalada, pero sólo las partículas que posean un tamaño adecuado menor a 5 micras llegarán a los alvéolos.

Durante la inhalación, las partículas de polvo son transportadas por la corriente del aire al interior de los pulmones de donde la mayoría son exhalados o eliminados por los mecanismos de limpieza pulmonar, una fracción de partículas puede depositarse en el pulmón dependiendo de su tamaño. (Ver fig. N° 8) ⁽⁹⁾

La cantidad total de un contaminante absorbido por vía respiratoria, es en función de la concentración en el ambiente, del tiempo de exposición y de la ventilación pulmonar. Para el caso, han sido reportadas una elevada incidencia de enfermedades respiratorias, entre las personas que manejan cereales, como es el caso de transportistas de cereales, trabajadores portuarios, trilladores, molineros y elaboradores de malta, todos los cuales pueden verse expuestos a elevadas concentraciones de polvo de cereales durante su trabajo.⁽¹⁶⁾

Como resultado de sucesivas exposiciones a este ambiente contaminado por el polvo de cereales, muchos trabajadores pueden verse afectados con problemas respiratorios crónicos, tales como:

Asma Bronquial:

Suele presentarse bronco espasmo de comienzo inmediato y retardado, seguido por estímulo de inhalación, así mismo, en ocasiones las crisis asmáticas tardías se acompañan de fiebre, malestar general y leucocitosis.

Bronquitis Crónica:

Clínicamente existe bronquitis crónica en todo paciente que tiene tos y expectoración persistente durante 3 meses al año, durante 2 años consecutivos como mínimo.

En la bronquitis crónica simple: Los pacientes padecen de tos y expectoración sin signos funcionales de obstrucción al paso del aire.

Cuando se mantiene durante años la bronquitis crónica puede asociarse a una neumopatía obstructiva crónica.⁽¹⁶⁾

Neumoconiosis : Inflamación que lleva comúnmente a fibrosis de los pulmones debida a la irritación causada por la inhalación de polvo que producen diversos trabajos; se caracteriza por dolor torácico, tos con poca o ninguna expectoración, disnea, menor excursión torácica, a veces cianosis, y fatiga después de esfuerzos leves. El grado de discapacidad depende de las partículas inhaladas y del nivel de exposición a ellas.⁽²⁰⁾

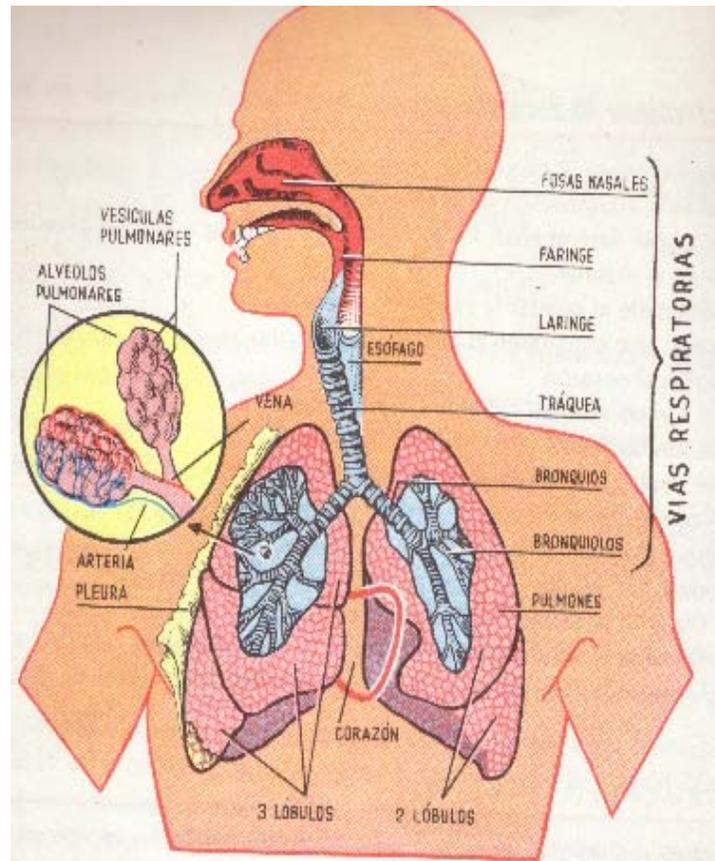


Fig. N° 8 Vías Respiratorias

3.8 AMBIENTE DE TRABAJO

CONCEPTO:

Se entiende por ambiente de trabajo el entorno que rodea al trabajador en su puesto laboral.(19)

HIGIENE DEL TRABAJO.

Es el reconocimiento, evaluación y control de los factores ambientales o tensiones provocadas por el lugar de trabajo, que pueden ocasionar enfermedades, mermar la salud y el bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad.(13)

De la definición anterior, se destacan los siguientes aspectos:

- a) Las fases de la higiene industrial: reconocimiento, evaluación y control
- b) La actuación sobre los factores ambientales.
- c) La extensión del objetivo de la prevención de enfermedades a la protección de la salud.
- d) La toma en consideración de los ciudadanos de la comunidad, además de los trabajadores.⁽¹³⁾

El objetivo prioritario de la Higiene del Trabajo es la prevención de las enfermedades profesionales originadas por los agentes contaminantes existentes en el medio laboral.

La Higiene del Trabajo consta de una serie de metodologías operatorias que, a través de la detección, cuantificación y control de los posibles contaminantes presentes en el ambiente de trabajo, evitan la aparición de las enfermedades profesionales. Este método inicial de trabajo ha sido definido como “evaluación Ambiental”.

La evaluación ambiental es un diagnóstico sobre una situación producida por uno o varios factores ambientales, basado en los datos obtenidos en las mediciones de la exposición, y todo ello en relación a criterios higiénicos de valoración o estándares de exposición. Se trata en resumen, de comparar niveles de exposición con criterios admisibles.

Al aplicar esta metodología de evaluación, pueden presentarse dos fuentes de error o limitaciones. Por un lado, la determinación de la exactitud, precisión y

representatividad de las concentraciones ambientales obtenidas y, por otro lado, la calidad del propio criterio higiénico de valoración con el cual se comparan.

El determinar la concentración de un contaminante en la atmósfera de trabajo presenta una serie de dificultades, unos derivados de la variabilidad de dicha concentración, y otras determinadas por el método utilizado en la toma de muestras y del análisis.

Para solventar en parte estos problemas es preciso establecer una estrategia de muestreo, con el fin de obtener estimaciones representativas de la exposición real.⁽¹³⁾

SALUD OCUPACIONAL Y RIESGOS PROFESIONALES.

Salud ocupacional: Según la OIT (Organización Internacional de Trabajo) y la OMS (Organización Mundial de la Salud), la salud ocupacional tiene como finalidad promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores, evitar el desmejoramiento de la salud causado por las condiciones de trabajo; protegerlos en sus ocupaciones de los riesgos, resultantes de los agentes nocivos; ubicar y mantener a los trabajadores de manera adecuada a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas, en suma adaptar el trabajo a la persona y la persona a su trabajo.⁽²⁾

Las alteraciones del ambiente generadas por el trabajo crean una serie de factores agresivos para la salud, entre los que se encuentran:

- Factores mecánicos
- Agentes físicos
- Contaminantes químicos
- Factores biológicos
- Tensiones psicológicas y sociales

Estos factores dan lugar a los siguientes riesgos profesionales:

- Accidentes de trabajo
- Enfermedades profesionales
- Fatiga
- Envejecimiento y desgaste prematuro
- Insatisfacción ⁽⁹⁾

Para esta investigación son de interés las enfermedades profesionales, como las citadas en el numeral 3.7 referente a efectos de polvos respirables en el humano.

Enfermedad Profesional: Cualquier estado patológico sobrevenido por la acción mantenida, repetida o progresiva de una causa que provenga directamente de la clase de trabajo que desempeñe o haya desempeñado el trabajador o de las condiciones del medio particular del lugar en donde se desarrollen las labores, y que produzca la muerte del trabajador o le disminuya su capacidad de trabajo.⁽⁷⁾

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA.

Se consultaron diferentes libros, tesis, manuales, revistas, etc. en la Biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador (UES) y Bibliotecas de otras Universidades como: Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM), Universidad Nueva San Salvador (UNSSA), Instituciones como: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Ministerio de Trabajo y Previsión Social, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Dirección de Estadísticas y Censos, Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) área de Salud Ocupacional, realizándose al mismo tiempo consultas en Internet.

4.2 INVESTIGACION DE CAMPO.

4.2.1 TIPO DE ESTUDIO:

Se llevo a cabo un estudio Transversal y Experimental, ya que éste estudia las variables simultáneamente en determinado momento, haciendo un corte en el tiempo; en éste el tiempo no se vuelve un factor determinante, en relación con la forma en que se dan los fenómenos.

4.2.2 UNIVERSO Y MUESTRA :

La selección de los beneficios muestreados, se determinó mediante registros proporcionados por la Dirección de Estadísticas y Censos y por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, obteniéndose un total de 8 beneficios, de los cuales en la actualidad solamente se encuentran en funcionamiento 6 de ellos en el

Departamento de San Salvador (Ver anexo N° 11). Para lo cual se realizaron 2 tomas de muestras por beneficio, siendo la Muestra igual al Universo.

4.3 PARTE EXPERIMENTAL

4.3.1 TECNICA DE MUESTREO:

Método Gravimétrico

Fundamento del Método

Se basa en la captación de partículas suspendidas en el aire al hacer pasar un flujo constante de aire a través de un filtro, el cual es pre y post pesado para determinar la ganancia de pesos debido a las partículas capturadas en el .(21)

4.3.2 TRATAMIENTO DE LOS FILTROS:

Para la recolección de muestras se realizó un tratamiento previo a 13 filtros con sus respectivos cassettes de los cuales uno se utilizó como blanco y 12 para la recolección de muestras, este tratamiento fue realizado en el Laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia, de la Universidad de El Salvador.

- Los filtros y soportes se colocaron sobre una placa de bronce para eliminar de ellos las cargas electrostáticas.
- Se armaron los cassettes, colocando en la parte media de cada uno, el filtro y sobre éste el soporte; utilizando para ello una pinza.
- Posteriormente, se colocó sobre el filtro y el soporte, el plato superior presionando para que quedara bien sujetado. (Ver anexo N°3)

- Se colocaron los cassettes , debidamente identificados, en un desecador por espacio de 48 horas para liberarlos de humedad.
- En un área libre de corriente de aire, se pesaron los cassettes, ya armados en Balanza Analítica Mettler H54, con capacidad de 5 cifras decimales (Ver anexo N° 6).

4.3.3 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS:

La recolección de muestras se realizó entre los meses de Julio-Agosto del 2003, llevándose a cabo 2 tomas de muestras por un periodo de 6 horas para cada beneficio, utilizando Bombas de Flujo Constante, que se ubicaron en las zonas de Descascarado (Ver anexo N° 7), y de Llenado (Ver anexo N° 8) donde hay mayor producción de polvo y mayor exposición para los trabajadores.

Al mismo tiempo se pasaron encuestas dirigidas a las personas que trabajan en la planta (Ver anexo N° 2), y al Gerente de la Industria (Ver anexo N° 1) con el objetivo de conocer las condiciones en el sitio de trabajo y síntomas que padezcan los operarios.

PROCEDIMIENTO:

- Se trasladaron los cassettes en un desecador al lugar de muestreo y se procedió a la recolección de muestras de la siguiente forma:
 - a. Se calibraron las bombas manualmente a flujo aproximado de 1.7 L/min. (Ver anexo N° 5).
 - b. Se ajusto el equipo para la toma de muestras de la siguiente manera:

- Se conectó un extremo de la manguera de hule en la Bomba de flujo constante (BDX 530, y Gilian 3500) y el otro al cassette que contiene en la parte media del filtro (Ver anexo N° 4).
 - Las Bombas se colocarán cerca del operario, a una altura semejante a la de la zona buco-nasal (Ver anexo N° 7 y 8).
 - Se encendieron las bombas previamente calibradas y se procedió al muestreo por un tiempo de 6 horas.
- c. Se finalizó el muestreo, desconectando las Bombas de Flujo Constante, y colocando los cassettes cuidadosamente identificados, con el lugar de muestreo, en el desecador para ser trasladados al laboratorio .

4.3.4 ANALISIS DE MUESTRA RECOLECTADA.

Se trasladaron los cassettes con muestra al Laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, para proceder a la determinación de Partículas Respirables. Se pesaron en una balanza analítica con capacidad de 5 cifras decimales y luego se determinó la diferencia de pesos, posteriormente conociendo el caudal de aire pasado a través de ellos, se calculó la concentración de partículas respirables en el ambiente laboral.

El peso del filtro a emplear como blanco determinó pérdida o ganancia de peso, en las condiciones de almacenamiento y traslado de los filtros; no se hace pasar flujo de aire con la bomba con este filtro, por que este solo es utilizado como referencia.

Con las muestras recolectadas en la parte práctica se procede, en esta nueva etapa a la cuantificación de partículas respirables haciendo uso del Método Gravimétrico.

El método se basa en el análisis de las mediciones de masa por medio de una balanza analítica. Las partículas respirables son cuantificadas por diferencia de pesos, mediante la formula.

Formula:

$$C(\text{mg}/\text{m}^3) = \frac{[W_2(\text{mg}) - W_1(\text{mg})] - [W_{2b}(\text{mg}) - W_{1b}(\text{mg})]}{V(\text{m}^3/\text{min})}$$

Donde:

C = concentración de partículas en los filtros

W1 = peso del filtro antes del muestreo (mg)

W2 = peso del filtro muestreado (mg)

V = flujo de aire 0.001702 m³/min.

W1b = peso del blanco 1

W2b = peso del blanco 2

NOTA:

Fue necesario hacer ajustes a la formula anterior, debido a que en el momento de calibrar las bombas, el flujo de aire a través de éstas no fue exactamente igual a 0.001702m³/min , además los tiempos de muestreo variaron, según la producción del día en cada beneficio de arroz. Por tanto para obtener las concentraciones de partículas respirables, se procedió como se indica en el ejemplo a continuación:

Cálculo:

Muestreo número uno realizado en el área de llenado del beneficio uno.

DATOS:

Tiempo de muestreo = 365 min.

Caudal = 1,712 ml/min. (Q)

Peso del filtro sin muestra = 20.08752 g (W1)

Peso del filtro con muestra = 20.07355 g (W2)

Diferencia del peso de muestra = ΔW_{mx}

Peso del filtro blanco antes del muestreo = W1b

Peso del filtro blanco después del muestreo = W2b

Diferencia del peso del filtro blanco = ΔW_b

Para sacar el Δw se procede a restar $W_2 - W_1$

$$\Delta W_{mx} = W_2 - W_1$$

$$\Delta W_{mx} = 20.07355 \text{ g.} - 20.08752 \text{ g.}$$

$$\Delta W_{mx} = -0.01397 \text{ g.}$$

Encontrando el ΔW_b , usando el peso del filtro del blanco

$$\Delta W_b = W_{2b} - W_{1b}$$

$$\Delta W_b = 20.06653 \text{ g} - 20.09311 \text{ g.}$$

$$\Delta W_b = -0.02658 \text{ g.}$$

Para excluir el cambio de peso generado por traslado o manipuleo de los filtros

restamos el ΔW_b al ΔW_{mx}

$$W_{mx \text{ real}} = \Delta W_{mx} - \Delta W_b$$

$$W_{mx \text{ real}} = -0.01397 \text{ g.} - (-0.02658 \text{ g.})$$

$$W_{mx \text{ real}} = 0.01261 \text{ g.}$$

Pasando el flujo de aire o caudal a Litros

$$1 \text{ L.} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1000 \text{ ml.}$$

$$X \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1,712 \text{ ml.}$$

$$X = 1.712 \text{ L de flujo de aire /min.}$$

Calculo del volumen total de aire pasado a través del filtro ;en el tiempo de muestreo de 365 min. , tenemos

$$1.712 \text{ L} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ min.}$$

$$X \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 365 \text{ min.}$$

$$X = 624.88 \text{ L}$$

Pasando los gramos de muestra a miligramos.

$$1 \text{ g} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1000 \text{ mg}$$

$$0.01261 \text{ g} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad X$$

$$X = 12.61 \text{ mg.}$$

El 12.61 mg. es el ΔW corregido por el blanco en un tiempo de muestreo de 365 min.

Convertir los litros de flujo de aire a metros cúbicos.

$$1 \text{ m}^3 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1000 \text{ L}$$

$$X \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 624.88 \text{ L}$$

$$X = 0.62488 \text{ m}^3$$

Obteniendo la concentración de la muestra

$$C_{mx} = \Delta W \text{ (mg) } / V(\text{m}^3/\text{min.})$$

$$C_{mx} = \frac{12.61 \text{ mg.}}{0.62488 \text{ m}^3}$$

$$C_{mx} = 20.18 \text{ mg/m}^3$$

4.3.5 ESTUDIO ESTADÍSTICO:

Con el objeto de investigar la relación entre dos variables: síntomas y concentraciones de partículas respirables, se hizo empleo de la correlación. La correlación mide la intensidad o fuerza con que están relacionadas las variables, y ésta es medida por el coeficiente “r” de correlación.

Existen tres tipos de correlación: Simple, Múltiple y Parcial siendo la simple la utilizada en este trabajo, ya que ésta mide la asociación o dependencia entre dos variables.

Uno de los métodos para calcular el valor del coeficiente “r” de correlación es el Método producto-momento de Karl Pearson, cuya fórmula es la siguiente:

$$r = \frac{n\sum yx - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2] [n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

En la fórmula de Karl Pearson el numerador desempeña una interrelación entre las variables, mientras que el denominador trata a ambas variables por separado. En este método se basa el programa computacional SPSS versión 9.0 que fue utilizado para efectuar las correlaciones deseadas entre las variables, se tomó como base el 5% de significancia, este valor se refiere a un margen de error establecido por el investigador, e indica, que del 100% de los casos, habrá un 5% de fracaso contra el 95% de éxito. (4)

CAPITULO V
RESULTADOS E INTERPRETACION

5.0 RESULTADOS E INTERPRETACION

5.1 DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS RESPIRABLES (método gravimétrico)

Tabla N° 1 Datos de muestreo y concentración de partículas respirables en los seis beneficios de arroz

BENF. Nº	TIEMPO DE MUESTREO (min.)	LUGAR DE MUESTREO	CAUDAL DE BOMBA Q (L/ min.)	W1 (g) PESO DEL FILTRRO SIN MUESTRA	W2 (g) PESO DEL FILTRRO CON MUESTRA	W=W2-W PESO DE MUESTRA (g)	CONCENTRACION DE PARTICULAS RESPIRABLES (mg / m3)
1	365	LL 1	1.712	20.08752	20.07355	-0.01397	20.18
		D 1	1.699	20.041	20.05952	0.01852	72.73
2	365	LL 2	1.7	20.069	20.05918	-0.00982	27.01
		D 2	1.708	20.09338	20.09662	0.00324	47.83
3	360	LL 3	1.7	20.09227	20.09612	0.00385	49.72
		D 3	1.708	20.05541	20.07726	0.02185	78.76
4	300	LL 4	1.709	20.0947	20.07354	-0.02116	10.57
		D 4	1.707	20.08675	20.09833	0.01157	74.5
5	300	LL 5	1.711	20.02343	20.00775	-0.01568	21.24
		D 5	1.705	20.082	20.07414	-0.00786	36.6
6	385	LL 6	1.701	20.09535	20.07348	-0.02187	7.19
		D 6	1.709	20.0673	20.05808	-0.00922	26.38
		BLANCO		20.09311	20.06653	-0.02658	

LL : Zona de llenado

D : Zona de descascarado

Los resultados obtenidos revelan que el contenido de partículas respirables sobrepasan los límites permisibles establecidos por ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) que es de 4mg/m³ para polvo de cereal.(1)

Tabla N° 2 Concentración de partículas por beneficios.

Beneficios	Llenado mg/m ³	Descascarado mg/m ³
1	20.18	72.73
2	27.01	47.83
3	49.72	78.76
4	10.57	74.5
5	21.24	36.6
6	7.19	26.38

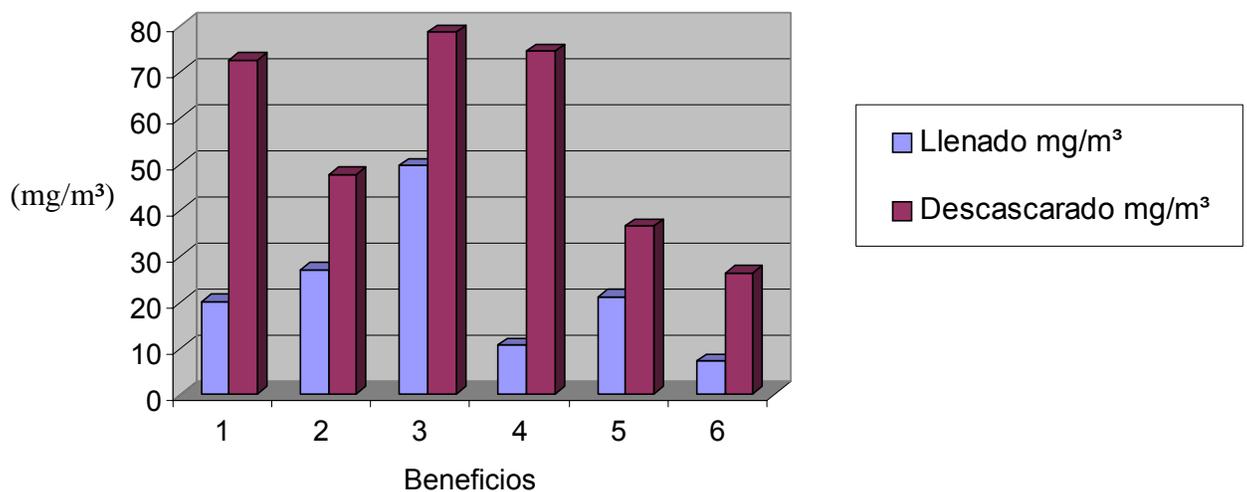


Fig.N°9 Concentración de partículas por beneficio

Interpretación:

El beneficio 3 presenta la mayor concentración de partículas en el área de llenado y descascarado. Y el beneficio 6 presenta la menor concentración de partículas.

En todos los beneficios se observa que en el área de descascarado hay mayor concentración de partículas que en el área de llenado. Todos los beneficios superan la norma establecida de 4 mg/m³ para polvo de cereales, según la ACGIH. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) (1)

5.2 ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.

El análisis de la información recopilada a través del instrumento, cuestionario / entrevista, se realizó en dos momentos: El primer análisis se hizo de tipo descriptivo para lo que se elaboraron tablas de frecuencias y representaciones gráficas utilizando por ello, el programa Microsoft Excel (gráficos de barra).

El segundo análisis, consistió en correlacionar pares de preguntas entre las concentraciones de descascarado y llenado, y los diferentes síntomas que se tomaron para las 31 encuestas. En la tabla 13 de datos obtenidos por el método producto-momento de Karl Pearson, los resultados donde aparece un asterisco (*), indica que la correlación es significativa entre las variables. Dado, que en los resultados adquiridos por este método el asterisco solo aparece relacionando síntomas con síntomas, pero no se da entre síntomas y resultados de concentraciones de partículas respirables, esto determina que la correlación entre estas variables es nula. (Ver tabla N° 13)

5.3 RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LAS ENCUESTAS A UN TOTAL DE 31 OPERARIOS DE LA PLANTA DE LOS 6 BENEFICIOS MUESTREADOS. (Ver Anexo 2)

Pregunta N° 1

Tabla N° 3 Tiempo de trabajo en la planta.

Tiempo de Trabajo (años)	N° de Trabajadores	% de Trabajadores
menos de 6 años	28	90.30%
más de 6 años	3	9.70%
Total	31	100.00%

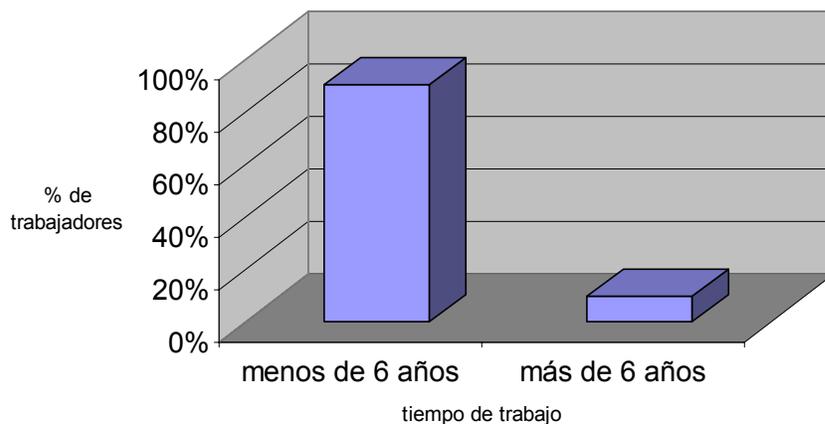


Fig. N° 10 Tiempo de Trabajo en la planta

Interpretación :

Del total de encuestados, el 90.3% poseen menos de 6 años de laborar en la planta de estos beneficios. Un porcentaje 9.7 tiene más de 6 años de trabajo en los mismos.

Pregunta N° 2

Tabla N° 4 Horas laborales que efectúa el personal de planta en los beneficios de arroz

Horas Laborales	N° de Trabajadores	% de Trabajadores
8 horas diarias	14	45.2
más de 8 horas	17	54.8
total	31	100

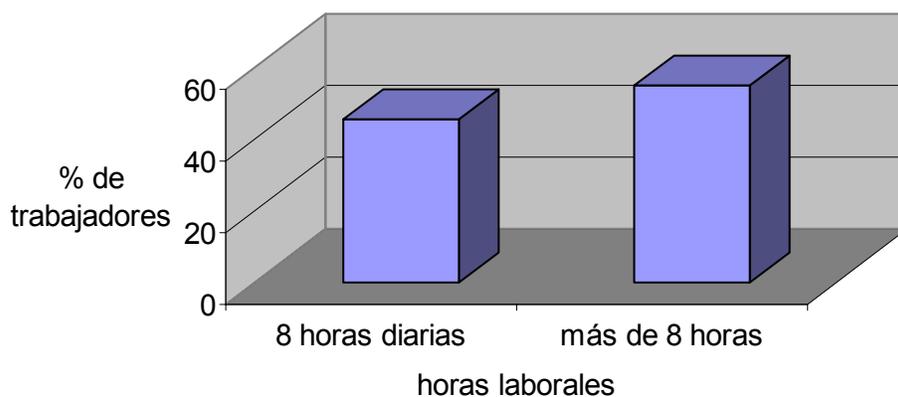


Fig. N° 11 Horas Laborales que efectúa el personal de planta en los beneficios de arroz

Interpretación:

El 54.8% del total de encuestados, laboran más de las 8 horas diarias. Un 45.2% realizan las horas de trabajo legalmente establecidas.

Pregunta N° 3

Tabla N° 5 Horas de exposición de los trabajadores, al polvillo del arroz durante la molinería en la planta de cada beneficio.

Rango de hrs. de exposición	N° Trabajadores	% Trabajadores
1 a 8 horas	16	51.6
9 a 24 horas	15	48.4
total	31	100

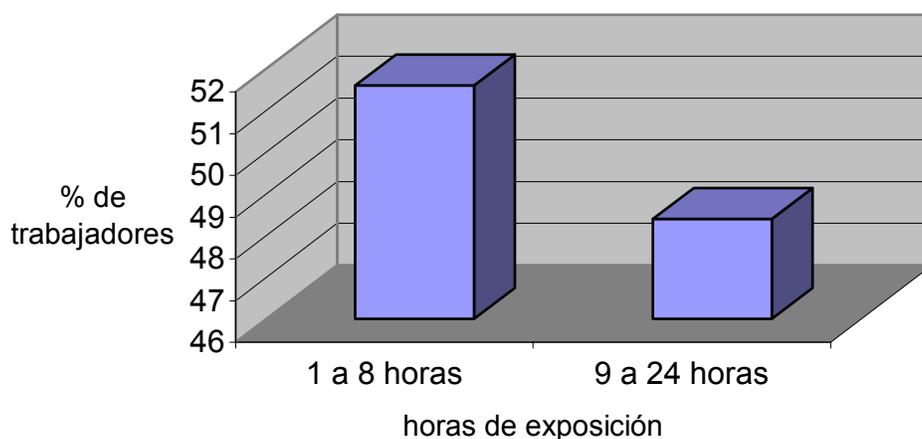


Fig. N° 12 Horas de exposición de los trabajadores al polvillo de arroz durante la molinería en la planta de cada beneficio.

Interpretación:

Del total de la población encuestada, 51.6% respondieron estar expuestos a la contaminación generada por la molinería del arroz, gran parte de la jornada laboral de 8 horas. El 48.4%, son los expuestos al polvillo de arroz por más de 8 horas.

Pregunta N° 4

Tabla N°6 Uso de protección por el personal de planta, durante la jornada laboral en los 6 beneficios de arroz.

Uso de Protección	N° Trabajadores	% de Trabajadores
usa protección	22	71
no usa protección	9	29
Total	31	100

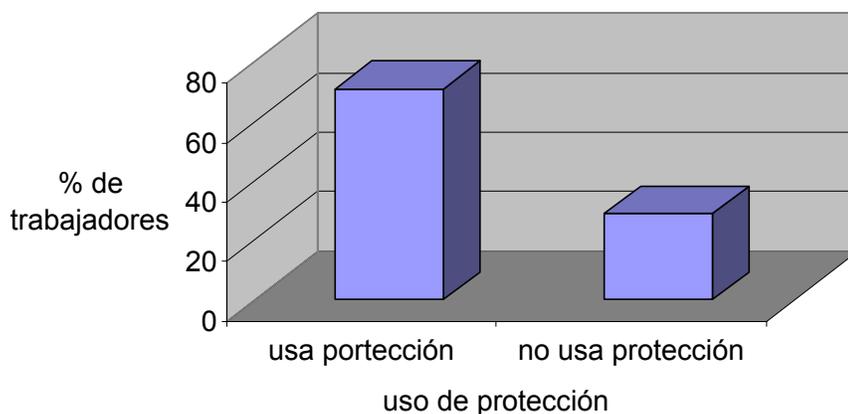


Fig. N° 13 Uso de protección para el personal de planta, durante la jornada laboral en los 6 beneficios de arroz

Interpretación:

El 71% de los encuestados, dicen utilizar protección para realizar su trabajo. Mientras que, el 29% respondieron incomodidad al uso de protección; y por tanto, no la utilizan para efectuar el proceso de molinería.

Pregunta N° 5

Tabla N° 7 Conocimiento de riesgos por los trabajadores con respecto a los efectos de aspirar el polvillo de arroz generado en la molinería

Conocimiento de riesgos	N° Trabajadores	% Trabajadores
Conoce de riesgos	21	67.7
Desconoce los riesgos	10	32.3
total	31	100

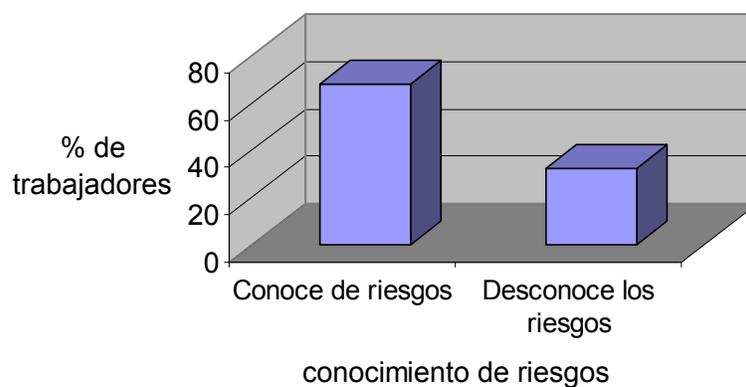


Fig. N° 14 Conocimiento de riesgos por los trabajadores con respecto a los efectos de aspirar el polvillo de arroz generado en la molinería.

Interpretación:

Del 100% de los trabajadores encuestados, 67.7% afirmaron conocer los riesgos que puede producir el aspirar el polvillo de arroz, que se genera con la molinería. Un 32.3%, respondieron desconocer estos riesgos.

Pregunta N° 6

Tabla N° 8 Frecuencia de limpieza efectuada en los beneficios de arroz.

Tiempo de limpieza	N° trabajadores	% trabajadores
Cada 8 días	21	67.7
de 15 días a 6 meses	10	32.3
Total	31	100

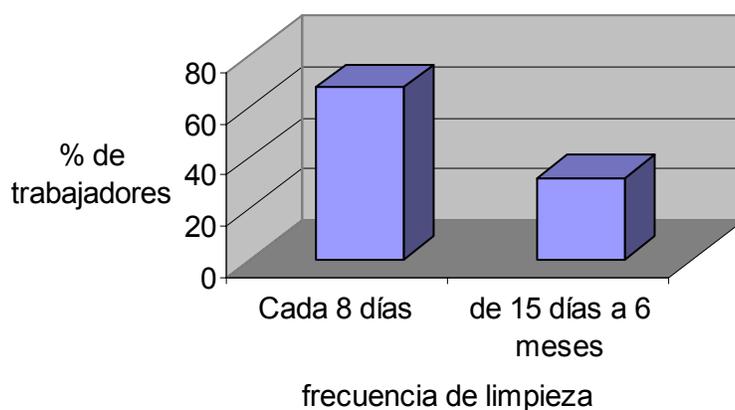


Fig. N° 15 Frecuencia de limpieza efectuada en los beneficios de arroz

Interpretación:

De la población total encuestada, 67.7% respondieron efectuar la limpieza en los beneficios cada 8 días. Mientras tanto, un 32.3%, dijeron realizar la limpieza del lugar de trabajo, entre 15 días a cada 6 meses.

Pregunta N° 7 – 8

Dado que el interés es conocer cuáles síntomas y con qué frecuencia los padecen fue necesario fusionar las preguntas.

Tabla N° 9 Incidencia de síntomas en los trabajadores de los beneficios

Sintomas/Frecuencia	AV	F
Tos	48.39	22.58
Irritación de ojos	29.03	32.26
Erupciones Cutáneas	22.58	12.90
Irritación Garganta	41.94	29.03
Estornudos	41.94	16.13
Dificultad al Respirar	25.81	16.13
Dolor de Pecho	16.13	3.23

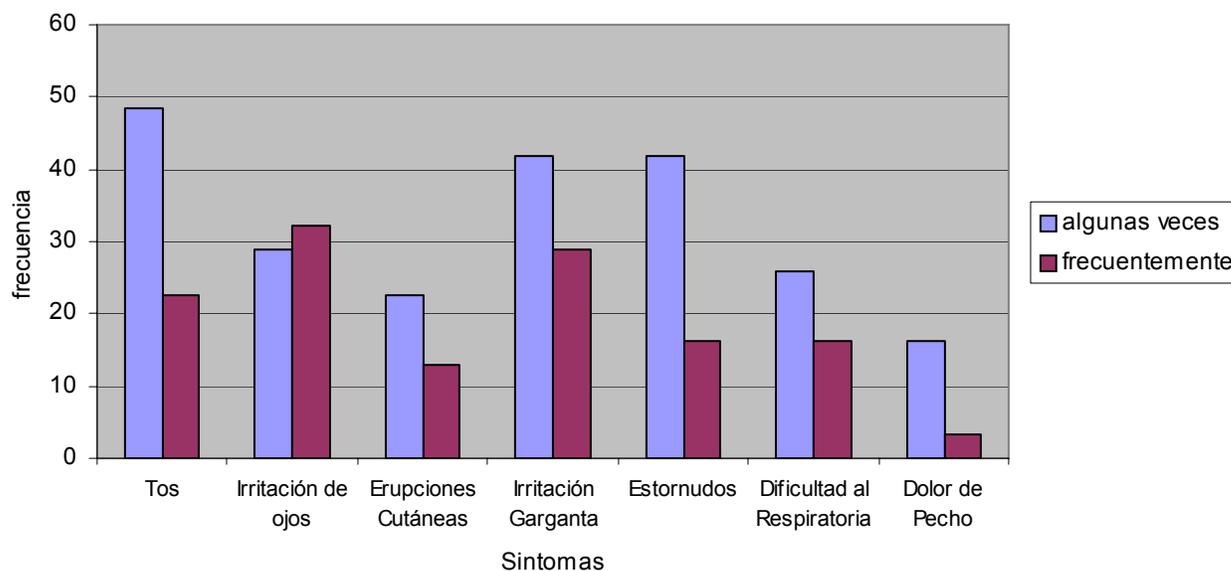


Fig. N° 16 Incidencia de síntomas en los trabajadores de los beneficios encuestados

Interpretación: Los síntomas más comunes entre los trabajadores son irritación de ojos, irritación de garganta, tos, estornudos, dificultad al respirar. Siendo el menos común el dolor de pecho.

Pregunta N° 9

Tabla N° 10 Si presenta algunos de los síntomas antes mencionados, busca atención médica.

Atención médica	N° trabajadores	% trabajadores
Busca atención médica	14	45.2
no busca atención médica	17	54.8
total	31	100

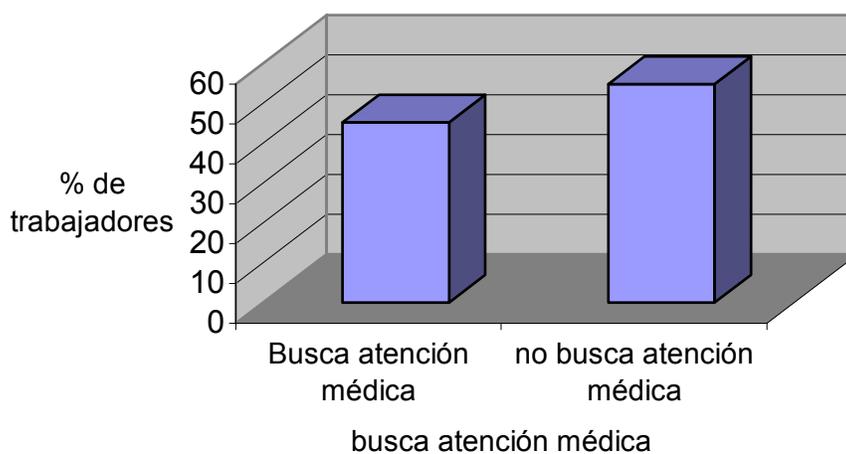


Fig. N° 17 Solicitud de atención médica por el personal de planta de 6 beneficios

Interpretación:

El 54.8% de los encuestados, respondieron no solicitar atención médica. Un 45.2%, son los trabajadores que aseguraron buscar atención médica cuando lo necesitan.

Con las siguientes figuras se pretende establecer la relación entre los síntomas que tienen mayor incidencia en los trabajadores (Tos e Irritación de garganta) con respecto al empleo o no de protección (mascarilla) durante el proceso de molinería del arroz, (Ver fig. N° 18); y de estos mismos síntomas en relación al tiempo de trabajo de los operarios en los beneficios,(Ver fig. N° 19).

Tabla N° 11 Relación de los síntomas más frecuentes en los trabajadores y el uso de mascarilla.

Uso de mascarilla	Tos % de trabajadores	irritación de garganta % de trabajadores
Si usan	72.73	76.19
No usan	27.27	23.81

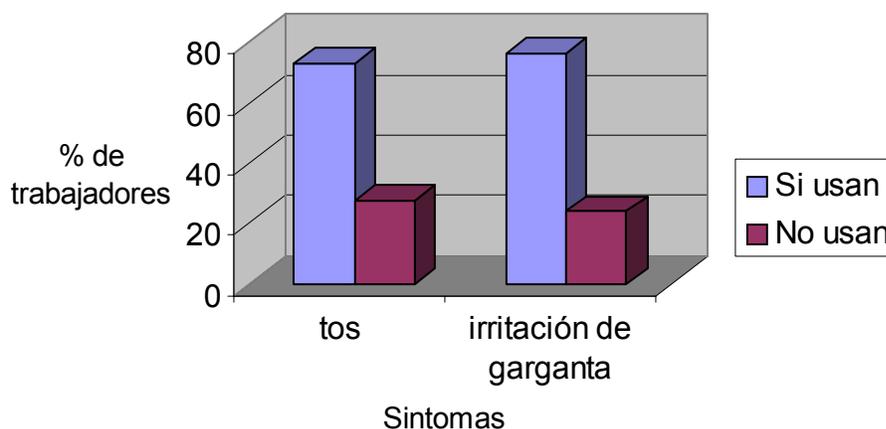


Fig. N°18 Relación de síntomas más frecuentes en los trabajadores y el uso de mascarilla.

Interpretación:

El mayor % de trabajadores que presentan síntomas de tos e irritación de garganta, dicen usar la mascarilla desechable.

Tabla Nº 12 Relación de síntomas más frecuentes en los trabajadores y el tiempo de trabajo.

Tiempo de Trabajo	Tos % de trabajadores	Irritación de garganta % de trabajadores
Menos de 6 años	86.96	80.96
Más de 6 años	13.04	19.04

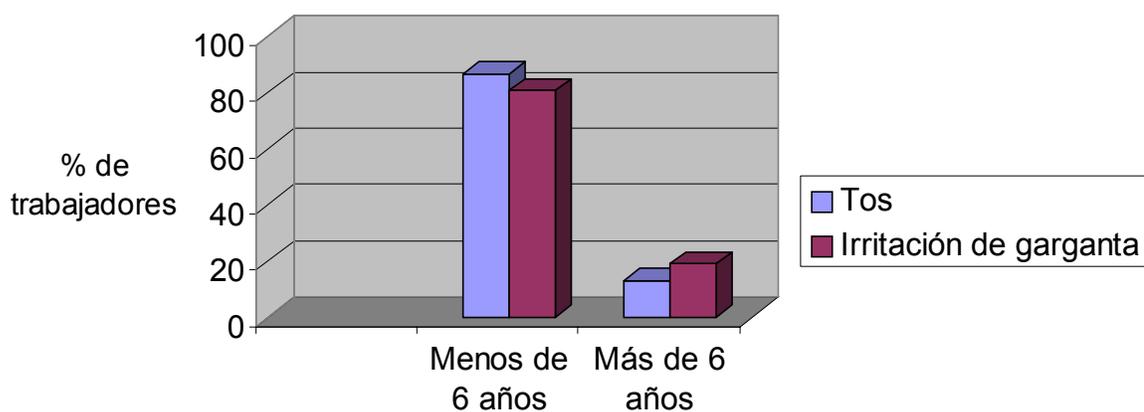


Fig. Nº 19 Relación del tiempo de trabajo y los síntomas más frecuentes.

Interpretación:

El mayor % de personas que laboran en la planta y presentan síntomas de Tos e irritación de garganta tienen menor de 6 años de trabajo.

Tabla Nº 13 Resultados de la correlación método producto-momento de Karl Pearson según concentración de particular colectadas en el área de llenado y descascarado.

Correlaciones

Correlación de Pearson	<i>Concentración de llenado</i>	<i>Tos</i>	<i>Estornudos</i>	<i>Erupción en piel</i>	<i>Dolor de pecho</i>	<i>Irritación ojos</i>	<i>Dificultad para respirar</i>	<i>Irritación de garganta</i>
Concentración de llenado	1	0.06	0.888	0.275	-0.042	0.2	-0.182	-0.253
Tos	0.06	1	0.273	1	0.313	-0.48	0.4*	0.217
Estornudos	0.88	0.273	1	0.273	0.251	0.13	0.325	-0.111
Erupción en Piel	0.275	1	0.273	1	0.114	-0.048	-0.139	-0.075
Dolor de Pecho	-0.042	0.313	0.251	0.114	1	0.222	0.246	0.313
Irritación de Ojos	0.02	-0.48	0.13	-0.48	0.222	1	0.407*	0.221
Dificultad para Respirar	-0.182	0.4*	0.325	-0.139	0.246	0.407*	1	0.400*
Irritación de garganta	-0.253	0.217	-0.111	-0.075	0.313	0.221	0.400*	1

*Correlación a nivel 0.05 de significancia

Correlación Pearson	<i>Concentración descascarado</i>	<i>Tos</i>	<i>Estornudos</i>	<i>Erupción en la piel</i>	<i>Dolor de pecho</i>	<i>Irritación de ojos</i>	<i>Dificultad para respirar</i>	<i>Irritación de garganta</i>
Concentración descascarado	1	0.021	0.017	-0.04	-0.121	0.038	-0.094	-0.177
Tos	0.021	1	0.13	-0.48	0.313	1	0.400*	-0.217
Estornudos	0.017	0.13	1	0.273	0.251	0.13	0.325	-0.111
Erupción en la piel	-0.04	-0.48	0.273	1	0.114	-0.048	-0.139	-0.075
Dolor de pecho	-0.121	0.313	0.251	0.114	1	0.222	0.246	0.313
Irritación de ojos	-0.38	1	0.13	-0.048	0.222	1	0.407*	0.221
Dificultad para respirar	-0.094	0.400*	0.325	-0.139	0.246	0.407*	1	0.400*
Irritación de garganta	-0.177	0.217	-0.111	-0.075	0.313	0.221	0.400*	1

*Correlación a nivel 0.05 de significancia

5.3.1 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS DIRIGIDAS AL GERENTE ADMINISTRATIVO DE CADA BENEFICIO (Ver anexo N° 1).

Pregunta N° 1

El personal administrativo no tiene conocimiento de las dimensiones de la planta.

Pregunta N° 2

De los beneficios encuestados 5 de ellos cuentan con un promedio de 9 personas trabajando en la planta, solamente en uno laboran 70, debido a que este beneficio es más grande que los otros. (Esta cantidad de empleados incluyen a todo el personal de la empresa, tanto operarios de planta como administrativos).

Pregunta N° 3

Ningún beneficio cuenta con equipo de ventilación, extracción o sistema de control de polvo.

Pregunta N° 4

Los procesos de molinería se realizan durante todo el año, no dependen de ninguna época de cosecha, específica, esto debido a que los beneficios laboran con la molinería tanto de arroz Nacional como arroz Americano.

Pregunta N° 5

Los beneficios si proveen al trabajador de equipo de protección (mascarilla desechable).

Pregunta N° 6

Los beneficios no cuentan con ningún tipo de programa de salud para los trabajadores, debido al tipo de contratación la cual es de carácter informal.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES.

1. La concentración de partículas respirables, calculados por el Método Gravimétrico en los 6 beneficios de arroz, resultó ser mayor que el límite máximo permisible ($4\text{mg}/\text{m}^3$ según ACGIH "American Conference of Governmental Industrial Hygienists") por lo que al estar expuestos por períodos prolongados podría ocasionar enfermedades respiratorias o alérgicas en los trabajadores.
2. Los trabajadores están expuestos en toda la jornada laboral al polvillo de arroz, sin embargo el tiempo de trabajo en la planta de la mayoría es muy poco para presentar enfermedades respiratorias crónicas.
3. Los resultados de las concentraciones de partículas respirables (PM_{10}) indican que en el área de descascarado hay mayor concentración que en el área de llenado. Esto es debido a que durante esta etapa el arroz se encuentra sobre una saranda que ayuda a separar la cascarilla y a limpiar el grano de arroz.
4. El equipo de protección utilizado se limita a una mascarilla descartable, la cual no es el equipo de protección adecuado para evitar la incidencia de problemas respiratorios en los trabajadores, ya que aquellos que la utilizan como los que no, igualmente resultan afectados por el polvillo de arroz.

5. Según los resultados de las encuestas, la frecuencia de limpieza se realiza cada semana, lo que no es suficiente para evitar acumulación de polvo en la planta.
6. Los beneficios no cuentan con equipo de extracción, ventilación o sistemas de control, a pesar que ésta es la primera medida para reducir la contaminación en ambientes confinados.
7. En base al coeficiente de correlación de Pearson, se determinó que no existe correlación entre la concentración de partículas respirables y la incidencia de problemas respiratorios en los trabajadores; debido a que solo se realizaron 2 muestreos por beneficio en un día. Para determinar la existencia de correlación entre estas variables es necesario llevar a cabo más muestreos con las mismas personas muestreadas en forma continua y sistemática por un periodo prolongado.
8. En los beneficios se realiza la molinería tanto de arroz americano como de arroz nacional; por lo mismo, el proceso de molinería no depende de ninguna época de cosecha de arroz y se efectúa durante todo el año. Por lo tanto siempre hay contaminación generado por el polvillo de este cereal.
9. Los beneficios no poseen un programa de salud preventivo, a través del cual se lleve un monitoreo de cada trabajador de planta para observar, si el polvillo de arroz generado en la molinería puede causarles problemas respiratorios o alérgicos.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda para la autorización y apertura de futuros beneficios de arroz, que sean ubicados en zonas aisladas de los lugares habitados por la población a fin de prevenir o disminuir daños a la salud pública.
2. Proveer y hacer obligatorio el uso de mascarillas adecuadas para los trabajadores; a modo de evitar que ellos aspiren constantemente el polvillo generado con la molinería de arroz.
3. Instalar equipo de ventilación dentro de los beneficios de arroz, para comodidad de los trabajadores.
4. Proveer a los beneficios de equipo de extracción adecuado, con el fin de evitar que las partículas se mantengan suspendidas dentro del lugar, sobre todo durante la jornada laboral.
5. Realizar limpieza general, tanto de pisos, como también de las paredes, techo e incluso maquinaria del lugar; al menos 1 ó 2 veces al mes, con el fin de prevenir la acumulación de partículas (PM₅) que se producen con la molinería del arroz.
6. Proveer a los beneficios de lavamanos, baños y duchas, así como de jabón y toallas, para el uso del personal que labora en la molinería.

7. Crear un área que sea exclusiva para la ingesta de alimentos y recesos del trabajador.
8. La empresa debe contar con un programa de salud ocupacional para sus trabajadores, a modo de prevenir en ellos enfermedades de tipo ocupacional, especialmente respiratorias.
9. Efectuar mediciones de partículas respirables (PM₅), periódicamente con el fin de conocer los niveles de contaminación por el polvillo de arroz en el ambiente de cada beneficio y saber si las medidas de control son efectivas, o no.
10. Cumplir con las recomendaciones legales siguientes: (7, 8)
 - Todo patrono debe adoptar y poner en practica medidas adecuadas de Seguridad e Higiene Industrial en los lugares de trabajo, para proteger la vida, la salud y la integridad corporal de sus trabajadores, especialmente en lo relativo a:
 - Las operaciones y procesos de trabajo.
 - El suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal.
 - Las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales; y
 - La colocación y mantenimiento de resguardos y protecciones que aíslen o prevengan los peligros provenientes de las máquinas y de todo genero de instalaciones.

(Art. 314 del Código de Trabajo; Sobre las Obligaciones de los Patronos)

-Todo trabajador estará obligado a cumplir con las normas sobre Seguridad e higiene y con las recomendaciones técnicas, en lo que se refiere: al uso y conservación del equipo de protección personal que le sea suministrado, a las operaciones y procesos de trabajo, y al uso y mantenimiento de las protecciones de maquinaria.

Estará también obligado a cumplir con todas aquellas indicaciones e instrucciones de su patrono, que tengan por finalidad proteger su vida, salud e integridad corporal.

Así mismo, estará obligado a prestar toda su colaboración a los Comités de Seguridad.

(Art. 315 de Código de Trabajo; Sobre las obligaciones de los Trabajadores)

-Todo centro de trabajo deberá disponer, durante las labores, ventilación suficiente para que no se vicie la atmósfera, poniendo en peligro la salud de los trabajadores y para hacer tolerables al organismo humano los gases, vapores, polvo y demás impurezas originadas por las sustancias manipuladas o la maquinaria empleada.

(Art. 13 del Reglamento General sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo, Capítulo III Relacionado a la Ventilación).

-Todo proceso industrial que dé origen a polvos, gases, vapores, humo o emanaciones nocivas de cualquier genero, debe contar con dispositivos destinados a dichos polvos, vapores, humo, emanaciones o gases contaminen o

vicien el aire y a disponer de ellos en tal forma, que constituyan un peligro para la salud de los obreros o para la higiene de las habitaciones o poblaciones vecinas.

(Art. 17 del Reglamento General sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo, Capítulo III Relacionado a la Ventilación).

- Cuando el tiro natural no sea suficiente para permitir la eliminación de los materiales nocivos, se proveerán dispositivos de aspiración mecánica, con las modalidades que el caso requiera y según lo aconsejare la técnica.

(Art. 18 del Reglamento General sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo, Capítulo III Relacionado a la Ventilación) .

- Cuando a juicio del Departamento Nacional de Previsión Social la naturaleza de la actividad ofrezca algún riesgo para la salud, vida o integridad física del trabajador, es obligación de los patronos mandar a practicar exámenes médicos o de laboratorio a sus trabajadores.

(Art. 25 del Reglamento General sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo, Capítulo IX Relacionado a los Exámenes Médicos).

- Los trabajadores deberán someterse a exámenes médicos o de laboratorio cuando fueren requeridos por el patrono o por las autoridades administrativas, con el objeto de comprobar su estado de salud.

(Art. 26 del Reglamento General sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo, Capítulo IX Relacionado a los Exámenes Médicos).

- Los trabajadores deben ser destinados a desempeñar aquellos trabajos más adecuados a su estado de salud y su capacidad física, con base a los exámenes médicos correspondientes.

(Art. 27 del Reglamento General sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo, Capítulo IX Relacionado a los Exámenes Médicos).

- Todo equipo de protección tanto para las maquinarias, como para los obreros, será proporcionado por el patrono.

Es obligatorio para los patronos mantener y reponer el equipo de protección que se deteriore por el uso.

(Art. 73 del Reglamento General sobre Seguridad en los Centros de Trabajo, Título IV Relacionado a Disposiciones Generales).

- Es obligatorio para los trabajadores el uso constante del equipo de seguridad ordenado por el patrono y asimismo, cuidar de su buena conservación. La infracción de estas obligaciones relevará de responsabilidad al patrono en la medida que lo establecen las leyes.

(Art. 74 del Reglamento General sobre Seguridad en los Centros de Trabajo, Título IV Relacionado a Disposiciones Generales).

BIBLIOGRAFIA.

1. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), Sección Española, 1988, Madrid (España), Gráficos Ronda, S.L. p. 48.
2. Barahona de Melara, C.S. 2000. Contaminación en Maquilas con Polvo de Algodón y su Repercusión a Nivel Respiratorio. Trabajo de Graduación. Medicina Laboral El Salvador. Instituto Salvadoreño del Seguro Social Departamento de Medicina Preventiva Salud Ocupacional.
3. Berlijn, Johan D. y otros. 1984. Manuales para Educación Agropecuario. Arroz. Área: Producción Vegetal. México. Editorial Trillos, p. 20-21.
4. Bonilla, Gildaberto. 1996. Elementos de Estadística Descriptiva y Probabilidad. Cuarta Edición. San Salvador. El Salvador. UCA Editores. Vol. I p. 420.
5. Cronquist A. 1984. Introducción a la Botánica. 2 ed. México. Editorial Continental, S.A. de C.V. p 682.
6. Dubón Pimentel, M.A. y otros. "Caracterización Nutricional y de Molienda de las Variedades de Arroz (*Oryza sativa*) CENTA A-1, CENTA A-2, CENTA A-4, CENTA A-5, X-10; pertenecientes al Programa Nacional del Arroz". Trabajo de Graduación. El Salvador. Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer, Facultad de Química y Farmacia – Biológica. P. 26 – 27.

7. El Salvador, Ministerio de Trabajo y Previsión Social. Decreto Legislativo N° 15 del 23 de junio de 1972. Código de Trabajo con sus reformas. Pb D.O. N°135 Tomo 328 del 21 de julio de 1995.
8. El Salvador, Ministerio de Trabajo y Previsión Social. Decreto Ejecutivo N° 7. Reglamento sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo. Del 2 de febrero de 1971. Pb D.O. N° 27 Tomo 230 del 9 de febrero de 1971.
9. Fundación MAPFRE. 1996. Manual de Higiene Industrial 4 ed. España. Editorial MAPFRE. p. 21-31.
10. García Méndez, J.A. 1977. Investigación de la Polución del Aire de las Minas de San Cristóbal. Trabajo de Graduación. El Salvador. Universidad Nueva San Salvador. Facultad de Química y Farmacia.
11. Gutiérrez, ME. 1999. Contaminación Atmosférica causada por Partículas Respirables producidas en Fábricas de Ladrillos de Cemento para Pisos, ubicados en el Municipio de San Salvador. Trabajo de Graduación. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia.
12. Guzmán, DJ. 1975. Especies útiles de la Flora Salvadoreña Medico-Industrial con Aplicación a la Medicina, Agricultura, Arte, Industria y Comercio. El Salvador. Tomo I: p. 445-448.

13. Hunter, D. 1985. Enfermedades Laborales. Barcelona, España. Editorial Jims, p. 812.
14. ICAITI (Instituto Centro América de Investigación y Tecnología Industrial) Alimentos vegetales cereales, azúcares. Vol. I.
15. KIRK Enciclopedia de Tecnología Tomo IV, p. 326-327.
16. La Dou, J. 1993. Medicina Laboral. México, DF. Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V. p. 287-597.
17. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería. ES.) 2001. Censo de Exportación e Importación.
18. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería. ES.) 2001-2002 Anuario de Estadística Agropecuarias.
19. Obiols, J. 1998. Control Biológico de los Trabajadores Expuestos a Contaminación Química. Barcelona ESP. p. 11-13.
20. Robbins, SL. 2000. Patología Estructural y Funcional. 6 ed. México, DF. MCGRAW-HILL Interamericana. p. 742.

21. SKOOG, DA. y otros. 1995. Química Analítica. 6 ed. Naucalpán de Juárez, México. MCGRAW-HILL. p. 97.

22. [www. mag. gov. sv.](http://www.mag.gov.sv)

23. [www. niosh. gov.](http://www.niosh.gov)

24. [www. osha. gov.](http://www.osha.gov)

GLOSARIO. (3, 14)

- **ARROZ EN CASCARA O EN GRANZA:** Es el conjunto de granos provenientes de la especie *Oryza sativa*, formado por más de 98% de granos sin que se les haya removido la cáscara (glumas).

- **ARROZ ELABORADO, ARROZ BLANCO:** Son los granos de arroz enteros o quebrados, a los cuales hayan sido retirada la cáscara, los embriones y el salvado.

- **ARROZ DESCASCARADO, ARROZ MORENO:** Son los granos de arroz a los que solo se les ha removido la cáscara (glumas) y no han recibido ningún otro proceso de elaboración.

- **ARROZ ENTERO:** Es el arroz elaborado que, después de los medios usuales de cribado y clasificación por tamaño, consiste de granos enteros o pedazos de granos mayores de 3/4 de la longitud total del grano entero.

- **ARROZ ROJO:** Son los granos enteros de arroz elaborado que tengan por lo menos una o más estrías de color rojo que sumadas den la longitud del grano.

- **ARROZ YESOSO:** Son los granos enteros de arroz elaborado de los cuales la mitad o más, de cada grano, presenta una apariencia yesosa; incluye también lo que normalmente se conoce como grano no maduro.
- **ARROZ INFESTADO:** Es el arroz elaborado que contiene insectos vivos, dañinos para el grano almacenado.
- **CULTIVO ACUATICO O DE RIEGO:** es el cultivo de regadío o de pantano. En este sistema de producción la planta se desarrolla en suelos inundados durante casi todo el ciclo vegetativo del cultivo. Este requiere una preparación especial del terreno por melgas o compartimientos, para contener el agua y mantenerla en el nivel deseado.
- **CULTIVO SECANO:** Se cultiva el arroz como cualquier otro cereal. El cultivo depende parcial o totalmente de la precipitación. A veces, ni siquiera incluye sistemas de riego. Este sistema, presenta sólo una pequeña parte de la producción arrocerá mundial.

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA.

Encuesta sobre condiciones de trabajo y salud en trabajadores de beneficios de arroz, dirigido al personal administrativo.

1. ¿Qué dimensiones tienen la planta?
2. ¿Cuántas personas trabajan en la planta de este beneficio?
3. ¿Este beneficio de arroz posee algún equipo de extracción, ventilación o sistema de control?
SI _____ NO _____.
4. ¿En qué época del año hay mayor producción?
5. ¿Proveen al trabajador algún equipo de protección?
SI _____ NO _____
6. ¿Cuentan con algún tipo de programa de salud para los trabajadores?
SI _____ NO _____

ANEXO 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA.

Encuesta sobre condiciones de trabajo y salud en trabajadores de beneficios de arroz, dirigido a personal de planta.

1. ¿Cuánto tiempo tienen de estar trabajando en la planta?
2. ¿Cuántas horas laborales realiza durante el día?
3. ¿En que horas del día están más expuestos al polvillo generado por la molienda de arroz?
4. ¿Utilizan algún tipo de protección cuando realizan el trabajo?
SI _____ NO _____
5. ¿Conoce usted los riesgos de aspirar el polvillo del arroz?
SI _____ NO _____
6. ¿Cada cuanto tiempo hacen limpieza en el local?

7. ¿En el tiempo que tienen de estar laborando en la planta de beneficio ha padecido de alguno de los siguientes síntomas?

- a) Tos
- b) Irritación en los ojos
- c) Erupción en la piel
- d) Irritación en la garganta
- e) Estornudos
- f) Dificultad para respirar
- g) Dolor de pecho
- h) Otros.

8. ¿Con que frecuencia ha padecido los síntomas?

- a) Frecuente
- b) Algunas veces

9. ¿Si presenta algunos de estos síntomas, busca atención medica?

SI_____ NO_____

ANEXO 3

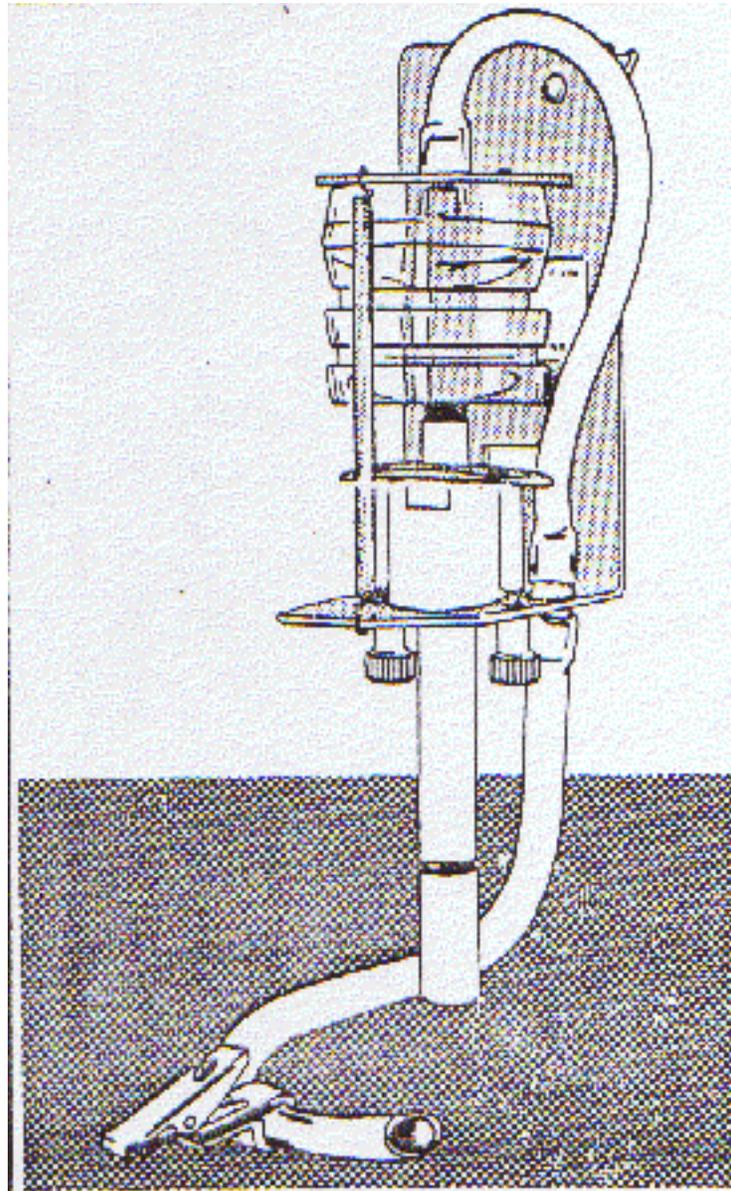


Fig. N° 20 Armado del cassette

ANEXO 4



Fig. N° 21 Fotografía de las bombas Sensydine modelo BDX 530 y Gilian 3500.

ANEXO 5



Fig. N° 22 Fotografía del Calibrador bomba gravimétrica Sensydine

ANEXO 6



Fig. N ° 23 Fotografía de la Balanza Analítica Mettler H 54

ANEXO 7



Fig. N° 24 Fotografía de la ubicación de la bomba Sensydine BDX 530 en el área de descascarado

ANEXO 8



Fig. Nº 25 Fotografía de ubicación de la bomba Gilian 3500 en el área de llenado

ANEXO 9

MATERIAL Y EQUIPO

Material

- Filtros de membrana de P.V.C. de 37mm. de diámetro y con poros de 5 micras
- Soportes para filtros
- Porta filtros o cassettes
- Pinza para filtros
- Papel glacin
- Placa de bronce

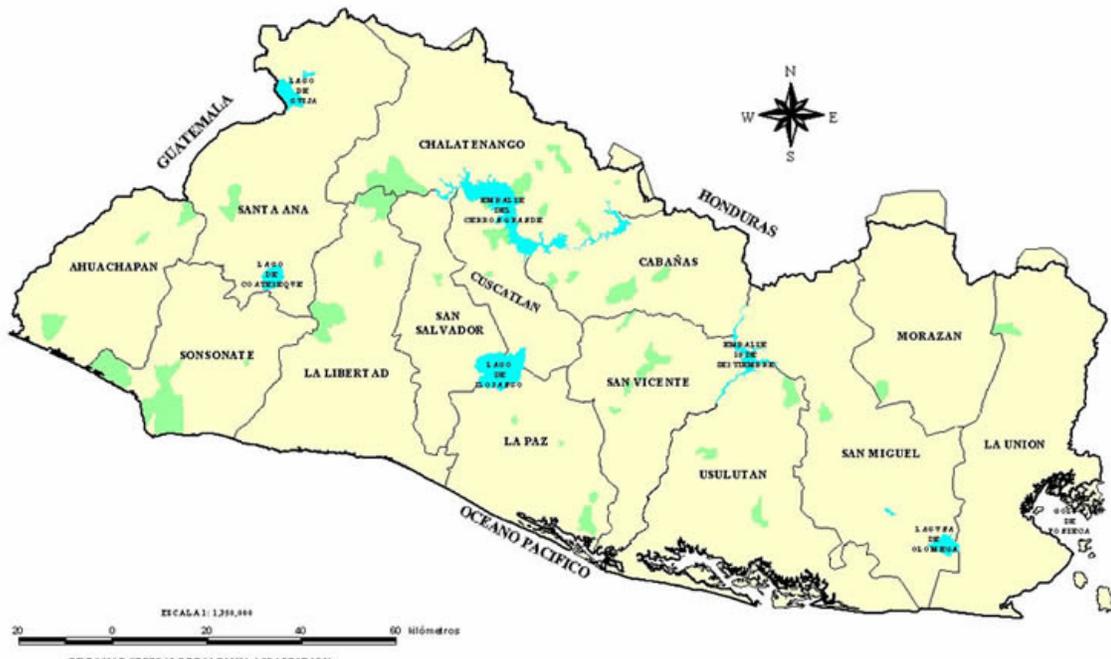
Equipo

- Bomba Sensidyne BDX 530CF de Flujo Constante
- Bomba Gilian 3500 de flujo constante
- Balanza Analítica Mettler H54 , con capacidad de 5 cifras decimales
- Desecador
- Calibrador Gilian (Gilibrator)

ANEXO 10



ZONAS PRODUCTORAS DE ARROZ SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO CICLO AGRICOLA 2002/2003



Zona donde se cultiva el arroz

Fig. N° 27 Zonas productoras de arroz en El Salvador.

ANEXO 11

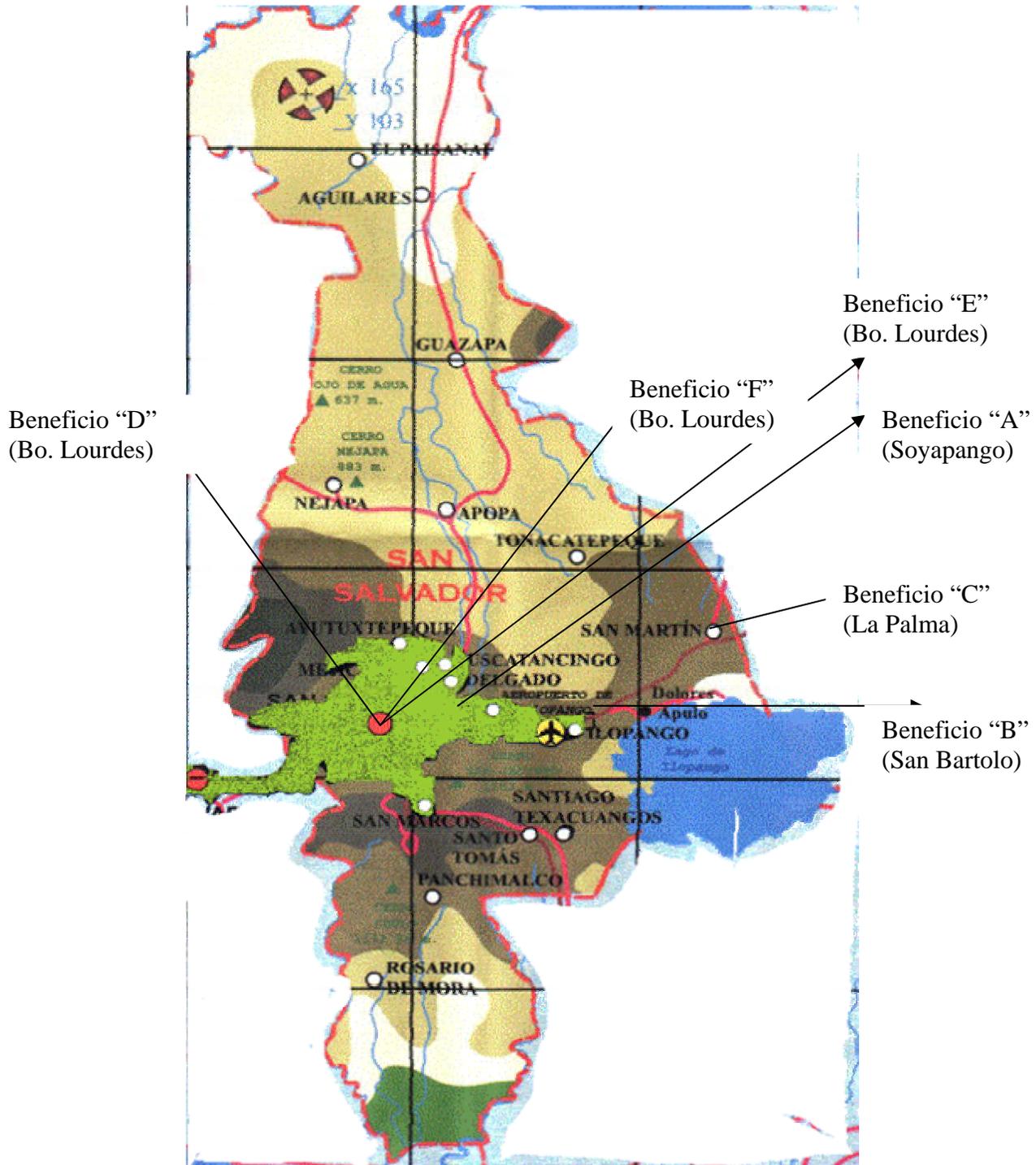


Fig. N° 28 Ubicación de beneficios en el departamento de San Salvado