



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

Análisis y Diseño de un circuito para lograr la Automatización de las trampas usadas por SENASA en el monitoreo de la mosca de la fruta.

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Electrónico**, que presentan los bachilleres:

Diana Mercedes Picón Ruiz
Angela Lourdes Isidora Castillo Ardiles

ASESOR: Ing. Miguel Angel Cataño Sanchez

Lima, Mayo del 2009

RESUMEN:

La presencia de la mosca de la fruta en nuestro país, se ha convertido ya en un problema a nivel nacional, por esta razón existe una creciente preocupación por obtener zonas saneadas y libres de la plaga de la mosca de la fruta.

Debido a que esta plaga puede dañar toda la producción de frutas de una cosecha. Los métodos de trapeo aplicados por muchos agricultores deben ser efectivos, para lograr erradicarla.

Ante esta situación, el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria) ha puesto especial interés en lograr la erradicación de esta plaga y ha desarrollado trampas, pero a pesar de ello el proceso de saneamiento es aún manual y lento.

Nuestra investigación busca lograr la máxima eficacia en las trampas desarrolladas por el SENASA, realizamos el análisis y diseño de un sistema para determinar el número de moscas de la fruta que son capturadas y lograr una base de datos para el proceso de monitoreo.

Utilizamos un sensor óptico, para contar el paso de la mosca de la fruta en las trampas, para esto modificamos el tamaño de las trampas ya hechas por el SENASA, también para verificar el resultado, analizamos las fotografías para el conteo de las moscas, y realizamos el diseño de un sistema fotovoltaico para la alimentación del sensor.

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título : Análisis y Diseño de un Circuito para Lograr la Automatización de las Trampas usadas por SENASA en el Monitoreo de la Mosca de la Fruta.

Área : Electrónica + 421

Asesor : Ing. Miguel Cataño

Alumnos : Angela Lourdes Isidora Castillo Ardiles Código : 20009124.N.12
Diana Mercedes Picón Ruiz Código : 20007101.8.12

Fecha : 6 de Diciembre de 2006

Descripción y Objetivos

En la actualidad existen una serie de plagas que llegan a destruir cosechas enteras, muchas de las cuales se tratan de controlar con métodos caseros, como por ejemplo la mosca de la fruta.

Pero no se llega a tener una máxima efectividad y en cierta manera el trabajo se hace laborioso; porque ataca a una gran cantidad de sembríos: como mangos, mandarinas, ciruelas, naranjas entre otros.

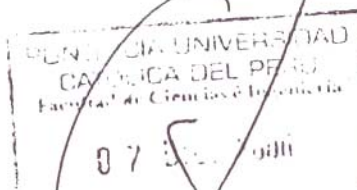
Muchos de los agricultores en nuestro país se ven en la necesidad de integrar tecnologías dentro de su producción, a pesar de no tener el conocimiento exacto de cómo lograrlo.

Actualmente la producción de frutas se ve afectada de diversas maneras, ya sea por la escasez de agua, por la falta de inversión económica para la compra de mejores abonos o por la plaga de la mosca de la fruta, la cual daña la producción produciendo grandes pérdidas y sobretodo que no permite la comercialización a grandes mercados, por el tema de sanidad.

El presente tema de tesis busca desarrollar un sistema que determine el número de moscas de moscas de la fruta que son capturadas, para de esta manera determinar la efectividad de las trampas y tener una base de datos automática para el proceso de monitoreo que realiza el SENASA (SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA), beneficiando de manera directa al agricultor- productor, haciendo que éste pueda lograr productos de buena calidad.

Se probarán diferentes tipos de sensores para observar la sensibilidad de éstos ante la presencia de las moscas, y también la efectividad de los mismos. Debido a la falta de energía eléctrica en la zona, es necesario diseñar un sistema fotovoltaico que servirá para dar alimentación al dispositivo.

MÁXIMO 120 PÁGINAS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
SECCION ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título : Análisis y Diseño de un Circuito para Lograr la Automatización de las Trampas usadas por SENASA en el Monitoreo de la Mosca de la Fruta.

Índice

Introducción

1. La Plaga de la Mosca de la Fruta.

- | | |
|--|-----------------|
| 1.1 La presencia de la Mosca de la Fruta en el Perú y la presencia en otros lugares del mundo. | Diana Picón |
| 1.2 Condiciones de la agricultura y exportación en el Perú teniendo como muestra el mango. | Angela Castillo |
| 1.3 Cultivo de frutas en Palpa. | Diana Picón |
| 1.4 Proceso actual de la colocación de trampas en áreas de cultivo y los problemas que estos originan. | Angela Castillo |
| 1.4.1 Proceso de colocación de trampas en áreas de cultivo. | Angela Castillo |
| 1.4.2 Problemas originados. | Angela Castillo |

2. Estudio detallado de la Mosca de la Fruta y las técnicas usadas para el control de esta plaga.

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 2.1 Estado del arte. | Angela Castillo |
| 2.1.1 Presentación del asunto en estudio. | Angela Castillo |
| 2.1.2 Estado de la investigación. | Angela Castillo |
| 2.1.3 Síntesis sobre el Asunto de Estudio | Angela Castillo |
| 2.1.4 Elección de la Planta donde se instalará la trampa. | Angela Castillo |
| 2.1.5 Elección del lugar de la planta donde se instalará la trampa. | Angela Castillo |
| 2.2 Conceptualizaciones generales | Diana Picón |
| 2.2.1 La Mosca de la Fruta. | Diana Picón |
| 2.2.2 Ciclo Biológico de la Mosca de la Fruta. | Diana Picón |
| 2.2.3 Hábitat de la Mosca de la Fruta. | Diana Picón |
| 2.2.4 Tipos y Ubicación de la Mosca de la Fruta. | Diana Picón |
| 2.2.5 Métodos de Control no Químicos. | Diana Picón |
| 2.2.6 Métodos de Control Químicos. | Diana Picón |
| 2.2.7 Métodos de Trampeo. | Diana Picón |
| 2.3 Modelo Teórico del Sistema de Conteo de Moscas de la Fruta | Angela Castillo -
Diana Picón. |

3. Diseño del sistema para el conteo, identificación y energía de las trampas.

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 3.1 Planteamiento general del sistema. | Angela Castillo -
Diana Picón. |
|--|-----------------------------------|

(Handwritten mark)

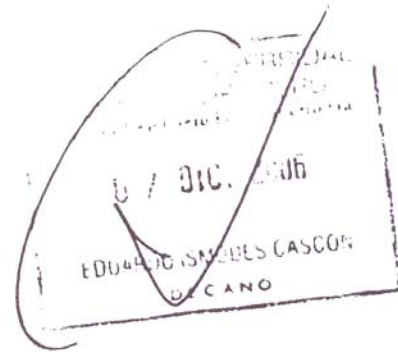
3.2 Pruebas comparativas de los diferentes sensores para detectar la presencia de las moscas en las trampas	Diana Picón
3.2.1 Análisis técnico	Diana Picón
3.2.2 Análisis de costos del sistema	Diana Picón
3.3 Diseño de las celdas fotovoltaicas	Diana Picón.
3.3.1 Análisis de costos del sistema fotovoltaico	Diana Picón
3.4 Estudio de las imágenes de la mosca de la fruta.	Angela Castillo
3.5 Análisis y desarrollo del programa que servirá para contar moscas utilizando Matlab.	Angela Castillo
3.5.1 Principios de funcionamiento.	Angela Castillo
3.6 Pruebas a través de radiografía de las diferentes frutas para determinar la presencia de las moscas	Angela Castillo
3.7 Información acerca de las distintas maneras de detectar moscas de la fruta a nivel mundial	Angela Castillo - Diana Picón.
4. Pruebas y resultados.	Angela Castillo - Diana Picón.

Conclusiones.

Recomendaciones

Bibliografía.

Anexos



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
SECCION ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

Ing. ANDRES FLORES ESPINOZA
Coordinador de la Especialidad de Ingeniería Electrónica

Dedicado:

A Dios, por la vida y por permanecer a mi lado siempre.

A mi mamá Mercedes por sus valores e integridad, confianza, fortaleza, insistencia e infinito amor para hacer de mi una mejor persona.

A mi papá Jorge por inculcarme que siempre se pueden hacer mejor las cosas y ser la mejor.

A mis hermanos, Zulma por consentirme tanto y por todo su apoyo, a Jorge Adrián, Coco, por despertar en mi el cariño a la Ingeniería y a Jorge Lorenzo, Koki, por demostrarme siempre su gran cariño.

A Miguel Angel Butrón, el amor de mi vida, por creer en mí y brindarme su apoyo desde el inicio de este proyecto.

Diana

Dedicado:

A Dios...Gracias por acompañarme y estar siempre presente en mi vida.

A mi Padre, Pablo...es tu estímulo mi impulso para llegar al final.

A mi Madre, Julia...este triunfo es de las dos, las amanecidas también fueron de las dos. Gracias.

A mi familia por brindarme todo su cariño, paciencia y apoyo en esta carrera que nadie comprendía.

A mis amigos, profesores, compañeros de trabajo, y todos aquellos que hicieron posible la elaboración de este trabajo y por no dejarme vencer, ya que en ocasiones el principal obstáculo se encuentra dentro de uno... ¡Que ironía!

Angela

Agradecimientos:

Al Sr. Rafael Guillén, Director de la Subdirección de Moscas de la Fruta y Proyectos Fitosanitarios-SENASA.

Al Sr. Antonio Gainza, propietario del fundo “El Nopal”.

A los propietarios del fundo “San Genaro”.

A la Srta. Roxana Paze.

A la Srta. Urphy Vásquez Baca.

A nuestros amigos, profesores, compañeros de trabajo y todos aquellos que hicieron posible la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....1

1. LA PLAGA DE LA MOSCA DE LA FRUTA.

1.1	La presencia de la Mosca de la Fruta en el Perú y en otros lugares del Mundo.....	2
1.2	Condiciones de la agricultura y exportación en el Perú teniendo como muestra el mango.	4
1.3	Producción de frutas en Palpa.	8
1.4	Producción de frutas en Huaral.	9
1.5	Proceso actual de la colocación de trampas en áreas de cultivo y los problemas que estos originan.	11
1.5.1	Proceso de colocación de trampas en áreas de cultivo.	11
1.5.2	Problemas originados en el proceso de fabricación de trampas caseras y en el monitoreo.	16

2. TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE LA PLAGA DE LA MOSCA DE LA FRUTA.

2.1	Estado del arte.	18
2.1.1	Presentación del asunto de estudio.	18
2.1.2	Estado de la Investigación.	19
2.1.3	Síntesis sobre el Asunto de Estudio.	28
2.1.4	Elección de la planta donde se instalará la trampa.....	29
2.1.5	Elección del lugar de la planta donde se instalará la trampa.	30
2.2	Conceptualizaciones generales.....	31
2.2.1	La Mosca de la Fruta.	31
2.2.2	Ciclo Biológico de la Mosca de la Fruta.	31
2.2.3	Habitad de la Mosca de la Fruta.	34
2.2.4	Tipos y ubicación de la Mosca de la Fruta.	35
2.3	Modelo Teórico del Sistema de Conteo de Moscas de la Fruta.	36

3 DISEÑO DEL SISTEMA PARA EL CONTEO, IDENTIFICACIÓN Y ENERGÍA DE LAS TRAMPAS

3.1	Planteamiento General del Sistema.....	38
3.2	Implementación de un circuito para el conteo de moscas de la fruta.....	38
3.3	Diseño de las celdas fotovoltaicas.....	40
3.3.1	Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico.....	42
3.3.2	Cálculos para el diseño del panel fotovoltaico.....	44
3.3.3	Análisis de costos del sistema fotovoltaico.....	47

4 PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1	Pruebas comparativas de los diferentes sensores para detectar la presencia de las moscas de la fruta en las trampas.....	49
4.1.1	Análisis técnico.....	57
4.2	Pruebas de selección utilizando el CNY70	57
4.3	Pruebas de selección utilizando el receptor metálico.....	59
4.4	Pruebas de selección utilizando el LTM9034.....	60
4.5	Implementación del circuito.	61
4.6	Costo del circuito implementado.	68
4.7	Estudio de las imágenes de la Mosca de la Fruta.....	69
4.8	Análisis y desarrollo del programa para contar Moscas de la Fruta utilizando procesamiento digital de imágenes.....	70
	Conclusiones.....	75
	Recomendaciones.....	76
	Fuentes y Bibliografía.....	77

Anexos

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen plagas que amenazan cosechas enteras de frutas y vegetales, una de ellas es la mosca de la fruta; esta plaga amenaza a gran parte de nuestro territorio, y se ha constituido en un factor delimitante para la exportación peruana.

En muchos países del mundo, la mosca de la fruta ha llegado a ser controlada, de tal manera que sus campos de cultivo se encuentran libres de esta plaga. Esta limpieza total de la zona se debe a que se han utilizado varios métodos para llegar a su erradicación.

Los procesos actuales de monitoreo y trapeo que se viene realizando para la erradicación de la mosca de la fruta, constan de mecanismos artesanales que los mismos productores apoyados por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) y el Ministerio de Agricultura (MINAG) desarrollan pero, aún contando con este sistema todavía existen grandes pérdidas en la producción frutícola.

Con la aceptación de tecnologías en la agricultura y la disposición de los agricultores para la mejora de la producción de frutas en nuestro país, la labor de lograr la erradicación de la mosca de la fruta será de más fácil desarrollo.

De esta forma, el desarrollo de un sistema que permita la captura y conteo confiable de moscas de la fruta, evitaría el proceso de fumigación que representa considerables gastos para el agricultor y lo más importante es que se lograría reducir las pérdidas de la producción en gran medida y cumplir con los controles de calidad que exigen los mercados internacionales.

1. LA PLAGA DE LA MOSCA DE LA FRUTA.

1.1 La presencia de la Mosca de la Fruta en el Perú y en otros lugares del mundo.

A nivel mundial existen organismos que supervisan los estándares de calidad para la exportación de alimentos, como la OMC (Organización Mundial del Comercio), la que se encarga de conceder los permisos para la exportación.

La exportación de alimentos, como la fruta, se ha convertido para el Perú en un gran mercado; esto se debe a la diversidad de climas que existe en nuestro país, llegando a cultivar una gran variedad de frutos y vegetales.

La mosca de la fruta o mosca del mediterráneo, proveniente de Europa, ha llegado a expandirse por muchos lugares del mundo y ahora, son muy pocos los países que pueden decir que son libres de esta plaga. Las moscas de la fruta, a nivel mundial infestan a más de 260 especies frutícolas, causando rechazo por el consumidor.

En nuestro país la mayoría de los productores producen a mediana escala, conscientes de las grandes pérdidas ocasionadas por la presencia de la mosca de la fruta. Por lo tanto ha despertado en ellos la necesidad de proteger sus cultivos. En consecuencia, organismos como el SENASA y el MINAG desarrollan proyectos con la finalidad de lograr la erradicación de la plaga.

El SENASA ha conducido desde el año 1998, con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo – BID, un agresivo programa de control y erradicación de las moscas de la fruta, teniendo como resultado más relevante a la fecha la erradicación de la plaga en las regiones de Tacna y Moquegua. Este logro requiere ser oficializado con la declaración de Tacna y Moquegua como área libre de moscas de la fruta para posteriormente gestionar su reconocimiento por parte de las autoridades agro-sanitarias de otros países. Asimismo, el SENASA tiene la responsabilidad de articular los esfuerzos públicos y privados que permitan mantener la condición fitosanitaria lograda.

En lugares como Palpa, como es el caso del fundo San Genaro, de 18 hectáreas, se viene desarrollando el control y monitoreo de esta plaga, debido a que la obtención y fabricación de trampas tradicionales es sobre todo barato.

En el caso de Huaral, en el fundo “El Nopal” se viene desarrollando el monitoreo de la plaga usando las trampas tipo *Multilure* y *Jackson* proporcionadas por SENASA.

Por otro lado, los países importadores de frutas y vegetales ponen diferentes restricciones para que no ingrese ninguna plaga a su país. Particularmente países como México, Estados Unidos y países asiáticos que establecen e imponen ciertas restricciones cuando eventualmente aparece este insecto.

El caso de Chile es imitable, es el primer país en Sudamérica libre de la mosca de la fruta, ellos utilizan aplicaciones de Fosfina para Fumigación de la fruta. El gas Fosfina es hoy el fumigante más aceptado para productos alimenticios almacenados, y es que no deja residuos tóxicos en el ambiente ni en los productos tratados, se conocía que este gas forma mezclas explosivas con el aire, pero ellos lograron diluir Fosfina pura directamente con aire hasta debajo del punto de inflamación sin producirla durante el proceso, la empresa *Fosfoquim S.A.* ha logrado resolver el problema, patentando un sistema para la dilución de Fosfina con aire sin riesgo de inflamación, este método se conoce como el *HORN DILUPHOS SYSTEM* (HDS).



Fig. 1.1. Equipo para la fumigación con Fosfina.¹

Ahora, usando ésta tecnología, se ha abierto la posibilidad de realizar tratamientos de fruta fresca con Fosfina pura, libre de amoníaco a baja temperatura y con altas concentraciones de gas, y sobretodo que la calidad de la fruta no es dañada y sí es posible eliminar plagas de la fruta.

1.2 Condiciones de la agricultura y exportación en el Perú teniendo como muestra el mango.

Las exportaciones agropecuarias peruanas siguen conquistando importantes mercados internacionales para sus productos. A las exportaciones de espárragos, café, alcachofa, paltas, pimiento piquillo y hortalizas frescas se suma la exportación de aves al exigente mercado de Japón y ahora el inmenso mercado de China para el mango peruano.

Este logro lo obtuvo el SENASA, el año 2005 en negociaciones en Beijing - China donde se acordaron los procedimientos fitosanitarios que permiten iniciar la exportación del mango peruano al mercado chino. El Perú se ha convertido en el primer país en exportar mango a China utilizando el método hidrotérmico que garantiza su ingreso al país asiático libre de mosca de la fruta.

¹ Dr. Franziskus Horn, Fosfoquim S.A., Dr. Jeremias Sullivan, FOSFOQUIM S.A.

Perú inicia la exportación de mangos en 1990 con 550 Tm y en la campaña del 2005 se llegó a exportar un total de 65000 Tm demostrando de esta manera el interés por nuestra deliciosa fruta.

La exportación de mangos está dirigida a diversos países del mundo destacando los mercados de Alemania, Canadá, Colombia, España, Inglaterra y Panamá y con tratamiento hidrotérmico los mercados de Nueva Zelanda y Estados Unidos.

Tenemos en cuenta que departamentos como Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca y Ancash poseen valles para el cultivo de mango con calidad de exportación.

En la provincia de Palpa los agricultores pretenden imitar esta situación, pero aún no llega a cumplir el estándar de sanidad por la presencia de la plaga de la mosca de la fruta.



Fig. 1.2. Principales departamentos productores de mango.²

² Oficina de Prensa SENASA, "Utilizando tratamiento hidrotérmico, Perú primer país sudamericano en exportar mango a China", 18 de octubre del 2005.

Como se muestra en la Fig. 1.2. Palpa quiere también integrar estas áreas de cultivo.

En las siguientes figuras se quiere mostrar como va la producción de mangos a nivel nacional, para poder ver las ganancias que se obtienen con esta fruta. En la Fig. 1.3. se expresa el número de contenedores exportados entre los años 2000 y 2001 respectivamente. Observamos que la exportación es de alrededor de 756 contenedores anuales de mango.

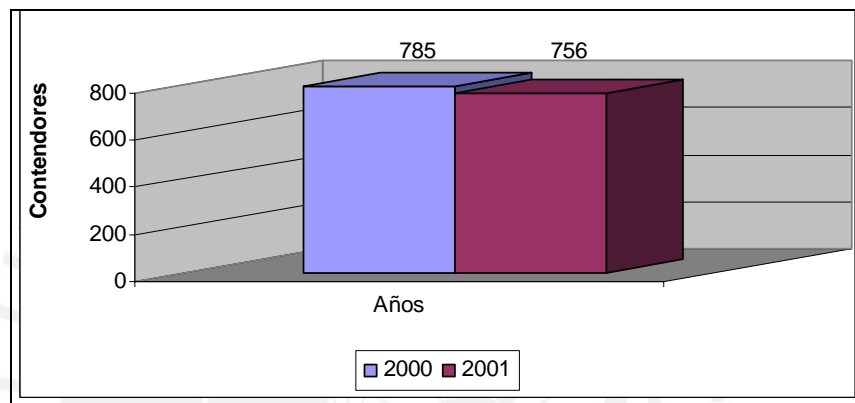


Fig. 1.3. Número de Contenedores de mangos exportados en el 2000-2001.³

En la Fig. 1.4. apreciamos que el número de toneladas exportadas a Estados Unidos de Norteamérica, en los años 1999/2000 y 2000/2001 superan las 15 mil toneladas, siendo esto una gran demanda para el país. Teniendo así un mercado seguro para Palpa.

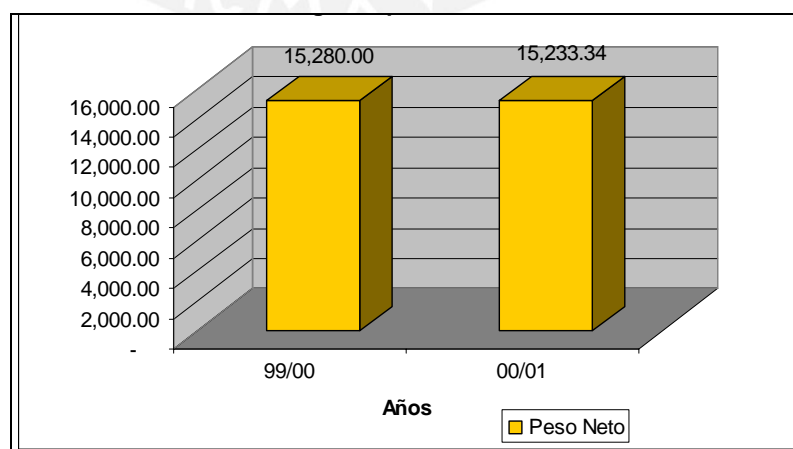


Fig. 1.4. Peso neto de mangos exportados a USA en toneladas.⁴

³ Portal SENASA, www.senasa.gob.pe.

La Fig.1.5. muestra el número de productores beneficiados en los valles San Lorenzo y Alto Piura en las campañas 1999/2000 y 2000/2001 con un gran número de agricultores que puede exportar su cosecha debido a que cumplen con los estándares de calidad y sanidad adecuados.

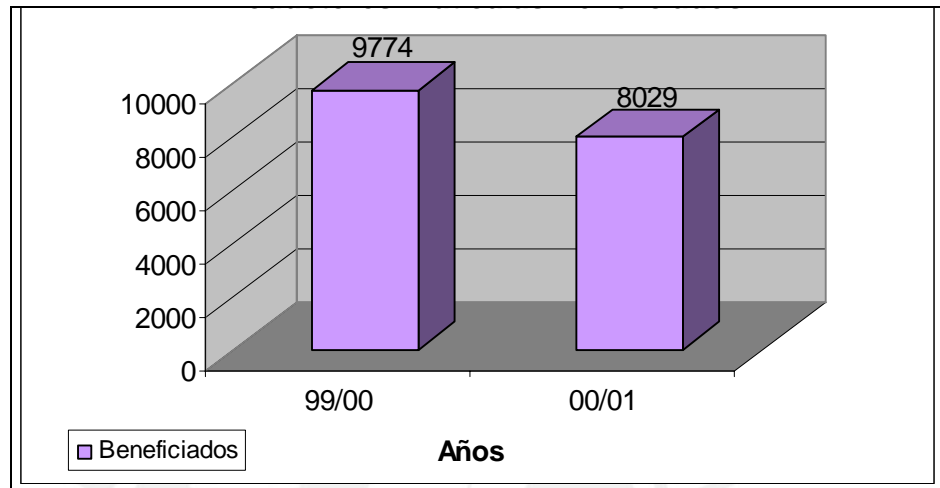


Fig. 1.5. Productores frutícolas beneficiados en los valles San Lorenzo y Alto Piura.⁵

En todos estos cuadros observamos el gran mercado que le espera a Palpa si llega a cumplir con las normas de sanidad, que hace fundamental que su pronta liberación de la mosca de la fruta.

⁴ Portal SENASA, www.senasa.gob.pe.

⁵ Portal SENASA, www.senasa.gob.pe

TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO Y EXPORTACIÓN DE MANGO FRESCO

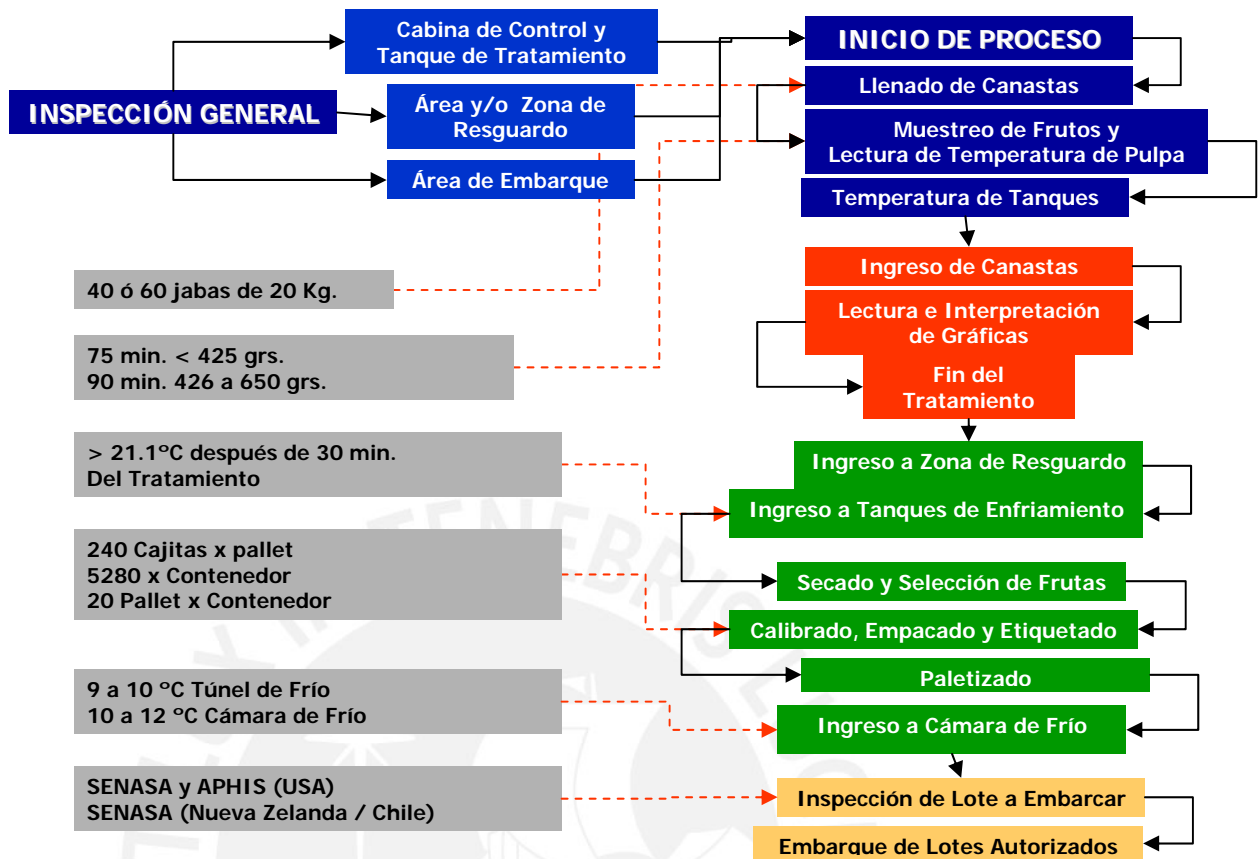


Fig. 1.6. Diagrama de flujo del tratamiento hidrotérmico.⁶

En la Fig.1.6. vemos el proceso que debe pasar el mango para poder ser exportado. Además, existen varias etapas donde comprobamos que el fruto se encuentra en buen estado y libre de cualquier plaga.

1.3 Producción de frutas en Palpa

La región de Palpa viene recibiendo apoyo tanto regional como municipal, y de otros entes como el SENASA, en pro de la erradicación de la mosca de la fruta de todos los cultivos. Todos ellos capacitan a los agricultores sobre las diferentes plagas que aparecen en cada una de las épocas del año; les enseñan cómo prevenirlas y combatirlas; y más aún los orientan al buen uso de las diferentes trampas.

⁶ Oficina de Prensa SENASA, “Protocolo de Requisitos Fitosanitarios para la exportación de mango de Perú a China entre la administración general de supervisión de calidad, inspección y de la República Popular de China y el Ministerio de Agricultura de la República de Perú”, 18 de octubre del 2005.

En la Fig. 1.7. se muestra un cartel que está en muchas zonas del país con el fin de incentivar al agricultor a mantener las áreas de cultivo libres de la plaga.



Fig. 1.7. Propaganda realizada por el SENASA.⁷

1.4 Producción de frutas en Huaral

Huaral es un próspero valle agrícola que abarca una diversidad de pisos ecológicos ocasionando diferentes climas, propiciando así tierras adecuadas para cosechar diferentes frutos y hortalizas, también por ello es conocida por las famosas naranjas Huando.

Aquí existen varias áreas de cultivo entre ellos tenemos el Fundo El Nopal, el cual posee 69 hectáreas de cultivo, éste se dedica principalmente al cultivo de naranjas.

Este fundo pertenece a PROCITRUS que es una asociación civil sin fines de lucro, conformada por diversas productoras de cítricos del Perú. En la actualidad cuenta con 128 Asociados que reúnen el 98% de las exportaciones del país, representan a los principales valles productores de cítricos del Perú con más de 4,000 hectáreas sembradas. En los últimos cinco años las exportaciones de cítricos del Perú se han incrementado en más de 20 veces, como resultado del apoyo brindado por la Asociación en temas de producción

⁷ SENASA, “Campaña para combatir la mosca de la fruta”, 2005.

y comercialización. PROCITRUS es una asociación gremial dedicada a velar por los intereses legítimos de los productores de cítricos del Perú ⁸

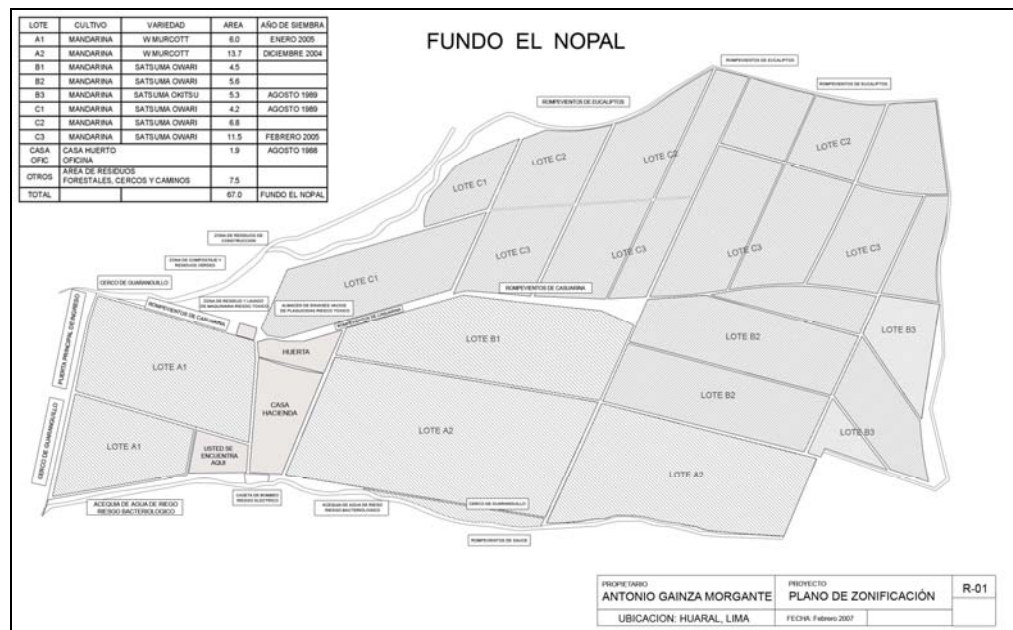


Fig. 1.8. Mapa del fundo El Nopal. ⁹



Fig. 1.9 Árboles de mandarina en el Fundo El Nopal. ¹⁰

⁸ Portal PROCITRUS. www.procitrus.org/procitrus.htm

⁹ Foto tomada en el Fundo El Nopal – ver anexos

¹⁰ Foto tomada en el fundo El Nopal

1.5. Proceso actual de la colocación de trampas en áreas de cultivo y los problemas que estos originan.

1.5.1 Proceso de colocación de trampas en áreas de cultivo.

En Palpa - Ica

En la región de Palpa existe una gran cantidad de áreas de cultivo, donde el principal fruto es la naranja (ahora el mango debido a la escasez de agua). Las áreas de cultivo están divididas en fundos, que son grandes extensiones de tierra, por ejemplo el Fundo San Genaro posee 18 hectáreas, con 700 árboles frutales.

Con el fin de controlar y erradicar a la plaga, los agricultores realizan la colocación de trampas, estas son elaboradas por ellos de la siguiente forma:

Primero buscan botellas de gaseosa de plástico que ya no estén en uso, que luego de ser lavadas y secadas, se le hacen agujeros en la parte superior; dependiendo del tamaño de estas, pueden llegar a tener entre 4 a 6 agujeros.

Tres días antes se realiza la mezcla del atrayente (fosfato de amoniaco con agua) y se deja en reposo. Pasados estos días, a la mezcla se le agrega un poco más de agua para verterla dentro de las botellas de plástico. La colocación de las trampas se realizará en todos los árboles o cada 10 metros (por recomendación del SENASA) (Fig. 1.10).

La colocación de las trampas es supervisada por miembros del SENASA, quienes visitarán el fundo cada 15 días. Esto se realiza vertiendo cada botella en un balde, a través de un embudo que posee un filtro, luego las moscas atrapadas en el filtro serán depositadas en un frasco con alcohol.

Ya en los laboratorios del SENASA, en Lima, se realiza un conteo manual y clasificación minuciosos de las moscas capturadas, diferenciando entre especie y sexo.

Finalmente, todos estos datos recolectados son informados al agricultor. Este último proceso es muy lento, pues la distancia es el principal inconveniente para acelerar y dar a conocer a los agricultores el avance o no de la plaga.



Fig.1.10. Trampas hechas por los agricultores en el fundo San Genaro.¹¹

¹¹ Fotografía tomada en el Fundo San Genaro, de las trampas realizadas por los mismos agricultores. Palpa Julio 2006.

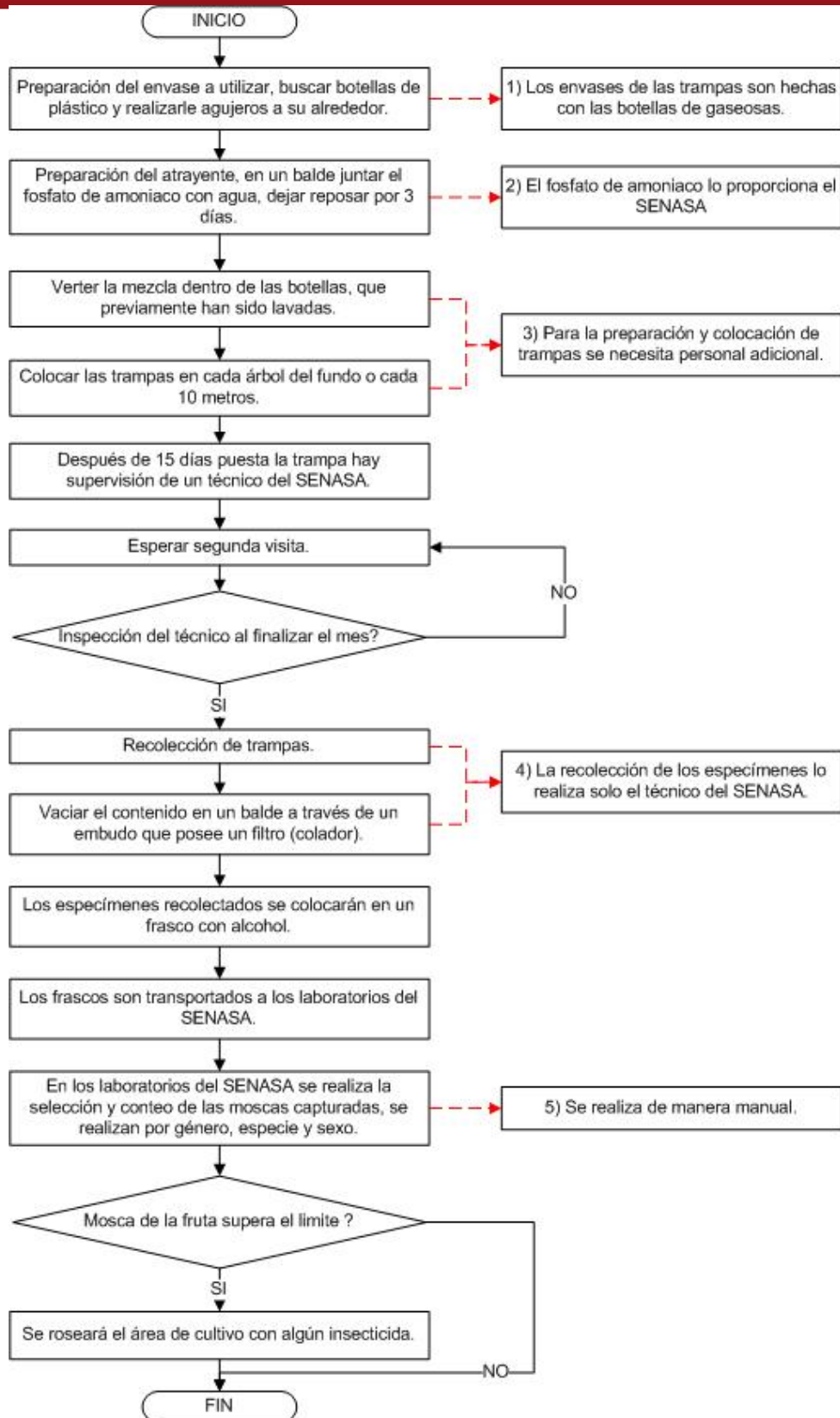


Fig. 1.11. Proceso de fabricación y supervisión de trampas caseras en Palpa - Ica.¹²

¹² Diagrama de flujo.

En el Fundo El Nopal – Huaral

En Huaral, en el fundo El Nopal sucede de una manera similar; ellos no utilizan trampas caseras sino adquieren las trampas reglamentadas por SENASA (*Jackson* y *Multilure*).

Para la inspección del SENASA se utiliza las trampas tipo *Jackson*, estas son para atrapar a la mosca de la fruta de la especie *Ceratitis Capitata*. Además ellos utilizan la trampa del tipo *Multilure* para un control de monitoreo propio.



Fig. 1.12. Trampa del tipo *Multilure* en el Fundo El Nopal.¹³

Ellos tienen en todo el fundo alrededor de 18 trampas del tipo *Multilure*, estos son evaluados semanalmente, los días sábados. Ese día se realiza el cambio de agua, y la verificación si alguna mosca de la fruta u otro insecto son capturados. Con estos datos se procede a realizar la tabla *MTD*¹⁴ y ahí verifican el avance de la mosca de la fruta en sus sembríos. La verificación y la limpieza del envase lo realiza una sola persona en todo el fundo. Esta persona ha tenido que ser capacitada para que pueda cumplir con esta labor.

En época de cosecha, el SENASA semanalmente toma la verificación de sus trampas (tipo *Jackson*) y realiza el recojo de algunas frutas para poder ser analizadas. En la verificación de estas trampas se observa cuántas moscas de la fruta u otros insectos han sido capturados. Luego

¹³ Foto tomada en el Fundo El Nopal

¹⁴ Mosca Trampa Día: índice de infestación para conocer la densidad poblacional relativa de las moscas de la fruta en un área y período determinado, Fig. 1.14.

SENASA realiza un reporte, pudiendo certificar o no, indicando si se cumple con los niveles *MTD* permitidos.



Fig. 1.13. Señalización de ubicación de la trampa.¹⁵

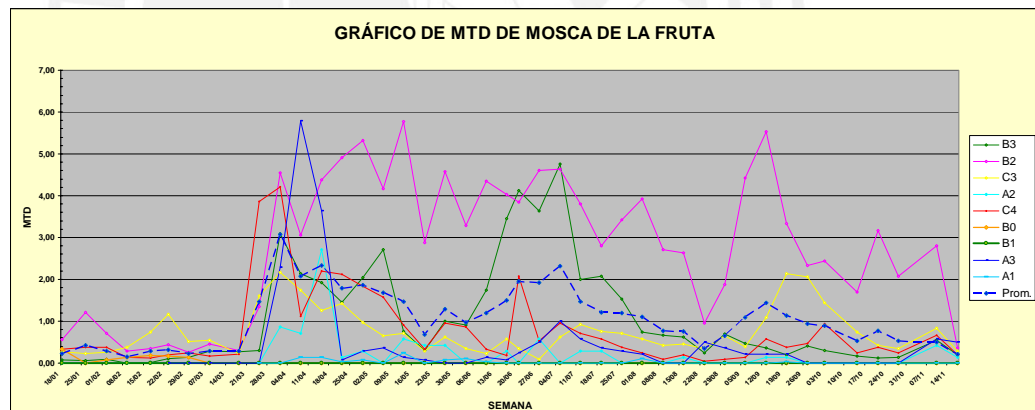


Fig. 1.14. Gráfico de MTD de la mosca de la fruta registrado en el fundo El Nopal.¹⁶

¹⁵ Foto tomada en el Fundo El Nopal

¹⁶ Grafico realizado por el Fundo el Nopal- Ver anexos

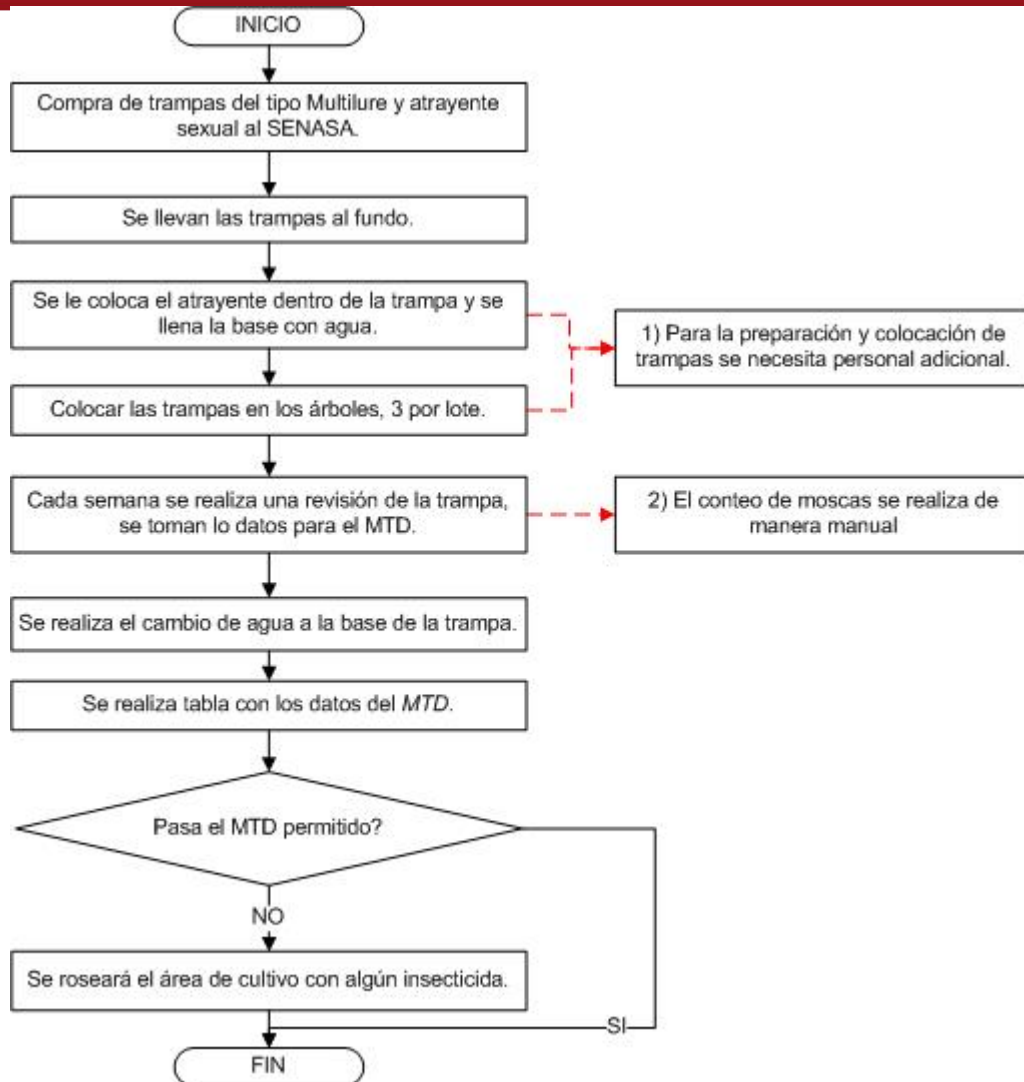


Fig. 1.15. Proceso de supervisión de trampas en el Fundo el Nopal - Huaral.¹⁷

1.5.2 Problemas originados en el proceso de fabricación de trampas caseras y en el monitoreo.

El proceso anteriormente descrito (Fig. 1.11 – Fig. 1.15.) presenta los siguientes problemas:

- Para las trampas se utilizan botellas de gaseosas descartables, y aunque la adquisición de estas es barata y rápida, el material no está hecho para esta finalidad, entonces naturalmente no soportan ser utilizadas por periodos extensos y hay que cambiarlas cada dos meses.

¹⁷ Diagrama de flujo.

- Para la preparación y colocación de trampas se necesita personal adicional. Aparte de ello, algunos agricultores optan por poner en cada árbol una trampa, como consecuencia la preparación y la colocación de todas las trampas toma alrededor de tres días; considerando tener a tres trabajadores exclusivamente para esta labor. Esto ocasiona un costo adicional a los agricultores, quienes en su mayoría no disponen de medios económicos para cubrir este gasto.
- La recolección de las moscas de la fruta que se encuentran en las trampas sólo lo realiza el técnico del SENASA, él es el encargado de sacarlas y ponerlas en un determinado recipiente para su evaluación (se evalúa cada fundo). El problema es el tiempo que se tiene que esperar a que el técnico venga a realizar esta tarea, que es sólo una persona para toda esta ardua tarea de recolección. Además, el tiempo que se tiene que esperar a que el técnico mande el informe correspondiente de cada fundo autorizando o no la venta de dicha cosecha.
- En el laboratorio del SENASA se realiza el conteo y se especifica la especie, el género (este también es un proceso lento porque se realiza de manera manual) y se redacta un informe indicando los valores de *MTD* encontrados.

Dentro del proceso para mantener actualizados los datos de la presencia de moscas de la fruta en una determinada zona llamado monitoreo, existen varios problemas, por ejemplo el personal tiene que revisar cada trampa, y recolectar las que a simple vista tengan un número considerable de moscas para la evaluación. Además el tiempo para realizar este conteo según el método actual es muy prolongado y esto puede ocasionar que no se realicen las acciones en el tiempo debido.

2. TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE LA PLAGA DE LA MOSCA DE LA FRUTA

2.1. Estado del arte

2.1.1. Presentación del asunto de estudio

Las tecnologías para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad natural de un lote son utilizadas actualmente en muchos países, no sólo con el objetivo de realizar sistemas controladores que ayuden de manera eficaz al proceso de siembra y cosecha sino sobretodo a la exportación de productos de excelente calidad.

Muchos de los agricultores en nuestro país ya se dieron cuenta de la creciente necesidad de integrar tecnologías dentro de la agricultura, por esta razón, sobretodo en las provincias, la preocupación de saber qué tecnología usar para mejorar los cultivos ha aumentado.

Lograr el control de plagas en el cultivo frutícola es de vital importancia, refiriéndonos explícitamente al control de la mosca de la fruta, para esto los propios agricultores desarrollan algunas técnicas como trampas, las cuales se han visto apoyadas por entidades estatales (SENASA Y MINAG).

En este contexto, mostraremos lo que hasta ahora se desarrolla para combatir esta plaga, los daños que esta causa y sobretodo algunas herramientas con las que cuenta el mercado, como controladores, formas de obtención de datos para la toma de decisiones, análisis de estos datos. Además de mostrar lo que hasta hoy viene ocasionando, daños económicos de forma crucial a los pequeños y grandes agricultores, reflejado en la escasez de algunos productos en nuestro país.

2.1.2. Estado de la Investigación

Por la posición geográfica y por la presencia de los andes, en nuestro país se presenta una gran variedad de climas y suelos aptos para el desarrollo de la fruticultura. En los últimos años existe una gran demanda de frutas y productos derivados, donde con frecuencia hay más demanda que oferta.

La mosca de las fruta representa un problema fitosanitario, la gran variedad de especies y el tipo de daño que causan limitan sobremanera la movilización y comercio de la fruta, ya que se encuentra distribuida en áreas tropicales por todo el mundo. Además la mosca deja en el fruto sus huevos, ya en este los huevos se desarrollan y se da la multiplicación de las larvas.

Muchas de las moscas se adaptan al lugar, de esta manera se incrementa el número de plantas hospedantes. El mayor número de larvas que alcanzan su estado adulto son las que han estado en la etapa de huevo en frutas maduras, debido a que esta ofrece:

- Epidermis suave, favorable para el momento de infectar el fruto.
- Agrietamiento de la cutina que cubre la epidermis.
- Secreciones y grietas en la cáscara.
- Es más apropiado para la alimentación de la larva.

Medidas utilizadas para el control de plagas

En el Perú a través del SENASA existe el Sistema Nacional de Control Integrado, el cual es el proceso oficial que se sustenta en el conocimiento de la biología, morfología, comportamiento y ecología de la plaga, se soporta en la información que se obtiene del sistema de Vigilancia de moscas de la fruta, se trabaja en actividades de comunicación dirigida a todos los agentes que intervienen en el proceso de control. Los procedimientos para el control integrado de

moscas de la fruta son principalmente el control cultural-mecánico, químico, TIE¹⁸ y legal.

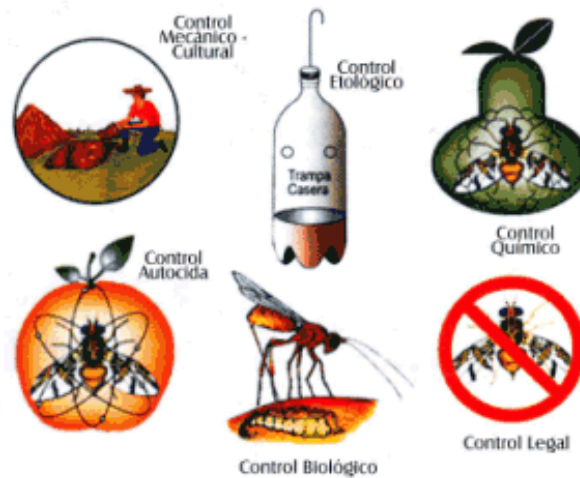


Fig. 2.1. Sistema Nacional de Control Integrado.¹⁹

a.) Control mecánico – Cultural:

Está dirigido principalmente a destruir los estados inmaduros (larvas).

Lo principal para el control de plagas consiste en una adecuada atención técnica al cultivo, adecuada distancia entre árboles e hileras, apropiada distribución dentro del lote del terreno, fertilización, riego y podas.

El control mecánico es un mecanismo sencillo, con costos económicos y ecológicos mínimos y útil para pequeñas propiedades. Su uso en el caso de mosca de la fruta controla entre un 60% a 80% de la población de la plaga, el aspecto primordial consiste en la recolección y enterrado de toda fruta caída, ya que al enterrar el fruto se mata a las larvas directamente y se evita que las hembras depositen sus huevos. A su vez cuando se cosecha, insistir en que se corte toda la cosecha del árbol, todo fruto caído debe enterrarse a una profundidad de 60 centímetros., también controlar las malezas que crecen alrededor de los cultivos, con podas adecuadas, rastrilleo del suelo, periodos de campo limpios.

¹⁸ TIE: Técnica del Insecto Estéril.

¹⁹ Agronomía, “Recursos forestales y montes” 2006.

b.) Control químico

Para el control químico de las moscas de la fruta se utilizan:

- **Cebo tóxico:** mezclas de insecticidas y atrayentes alimenticios específicos para los estados adultos de la mosca de la fruta, cebo tóxico es utilizado en tiempos precisos, permitiéndonos realizar un control altamente selectivo, presentando ventajas económicas y ecológicas.
- **El atrayente alimenticio:** incrementa la efectividad de la aplicación y disminuye la cantidad de insecticida a usar. Las gotas del cebo tóxico son más atractivas que las secreciones de escamas y mielcilla de la cual se alimenta la mosca.

El beneficio consiste en no afectar a otros insectos y no atentar al equilibrio del ecosistema. Por lo tanto, los insecticidas recomendados son del tipo Malathión²⁰, efectivos y de baja toxicidad para el hombre; por otro lado, el cebo más recomendable es la proteína hidrolizada, pudiéndose utilizar también melazas que se aplican sólo a los troncos de los árboles y después de la época de fructificación.

El control químico contra moscas de la fruta pueden realizarse como medida de control (para bajar altas poblaciones de moscas de la fruta) y preventiva (para evitar el crecimiento de la plaga). Tiene que tenerse en cuenta que el producto a utilizarse debe ser de periodo residual corto, fácilmente biodegradable, no deje residuos tóxicos y que no sea contaminante del agua o suelo.

c.) Métodos de control químicos:

- **Tratamiento de Calor al Vapor:** Es un método de control reglamentado para matar a las moscas de las frutas, los tratamientos de vapor al calor deben ser conducidos en establecimientos aprobados y supervisados.

²⁰ Insecticida acaricida que actúa por contacto o ingestión. De uso agrícola para el combate de plagas.

El establecimiento debe estar dentro del área de cuarentena (área especial alejada y controlada a ciertas condiciones de temperatura y humedad) y el tratamiento de vapor caliente debe ser completado antes de mover el producto fuera del área de cuarentena.

- Los plaguicidas usados como métodos de control químico están dirigidos a varias etapas de la vida de la mosca de la fruta.

Este es uno de los instrumentos de control más efectivos, pues actúa como un elemento atrayente y alimento estimulante para las moscas que, al alimentarse de este, ingieren el intoxicante; también se usa el cebo SureDye, puede ser usado como sustituto del Malathión.

- **Tratamiento de la Tierra:** Puede ser usado como método de tratamiento reglamentario para matar a la mosca de la fruta en el suelo, de manera que la tierra de viveros o almacigos pueden ser movidos de un área bajo cuarentena, el tratamiento de tierra establece la ausencia de la plaga.

- **Fumigación:** Se usa el bromuro de metilo, plaguicida eficaz y de amplio uso como fumigante para controlar insectos, este método puede ser combinado con el tratamiento al frío, para cumplir con la certificación de productos libres de la mosca de la fruta.

d.) **Métodos de control no químicos:**

- **Técnica del Insecto Estéril:** La Técnica del Insecto Estéril, consiste en producir en grandes cantidades y en condiciones de laboratorio insectos para su posterior esterilización mediante radiaciones gamma. Consiste en la liberación de moscas de la fruta esterilizadas, hacia áreas infestadas, donde estas moscas puedan aparear y producir huevos infértiles.

Consiste en la cría y esterilización a nivel de laboratorio de millones de insectos machos, los que al ser liberados impedirán la descendencia, reduciendo de esta manera las poblaciones en el campo.

Esta técnica es muy costosa y está apoyada por organismos internacionales, es aplicada en áreas libres para la eliminación de poblaciones a niveles bajos, es muy útil para el caso de la mosca de la fruta debido a que se desplazan de zonas infestadas a zonas libres.

Lo que limita a esta técnica es que no se puede aplicar a todas las especies porque el costo es muy elevado.

La liberación de las moscas de la fruta estériles es la última actividad dentro de un proceso de erradicación y se inicia cuando se ha logrado llegar al status de escasa prevalencia de la plaga y se mantiene *MTD's* menores a 0.02 durante la temporada de fructificación de los principales hospedantes, el método de liberación se adopta de acuerdo a las características del área a liberar.

- **Control Físico:** Involucra tomar actividades físicas para eliminar hospederos; es decir, el cortar la fruta y eliminar al hospedero son dos métodos principales de control, se corta la fruta para encontrar larvas de la mosca de la fruta.

La eliminación física es beneficiosa para infestaciones pequeñas y aisladas. A pesar de esto tenemos que tener en cuenta que, al cortar las frutas, esto puede significar la destrucción de numerosas plantas, lo que puede presentar efectos adversos a causa de la destrucción de plantas enteras en áreas naturales.

- **Control Cultural:** Reduce las poblaciones de la plaga a través de la manipulación de las prácticas agrícolas, es decir, estas son modificadas para hacer el medio ambiente de la cosecha tan desfavorable para la plaga como sea posible.

Dentro de los métodos de control se incluyen; una cultura limpia, un horario especial, **trampas en las cosechas, rotación de la cosecha y la variación de la posición de las plantas.**

Pero, se considera que los métodos culturales tienen eficacia limitada y son **útiles como complementos** de otros métodos de control para las moscas de la fruta.

Dentro de este método también se considera coleccionar y enterrar las frutas dejadas después de la cosecha, de esta manera se mata el proceso de crecimiento de la larva evitando que llegue a ser un adulto.

e.) Control Biológico

Es la represión de las plagas mediante sus *enemigos naturales*; es decir mediante la acción de *predadores*²¹, parásitos y patógenos. Los parásitos de las plagas, llamados también *parasitoides*, son insectos que viven a expensas de otro insecto (*hospedero*) al que devoran progresivamente hasta causarle la muerte. Durante ese tiempo completan su propio desarrollo larval.

Es una estrategia para controlar la plaga, haciendo uso de enemigos naturales vivos, antagonistas o competidores.

El control biológico se diferencia del control natural en que la intervención humana está involucrada en la inseminación de los enemigos de la plaga.

Es una forma ambientalmente segura y deseable de manejar, pero no es una solución para todos los problemas de plagas aunque reduce el porcentaje de la población en gran medida.

f.) Control Etológico

Es la utilización de técnicas de captura de insectos plaga, mediante las cuales se aprovecha el comportamiento y hábitos de vida del insecto para su control.

Para el caso de moscas de la fruta se aprovechan los hábitos alimenticios que estas poseen, especialmente de hembras que ingieren

²¹ Los *predadores* son insectos u otros animales que causan la muerte de las plagas (víctimas o *presas*) en forma más o menos rápida.

sustancias ricas en proteínas y sienten atracción hacia sustancias nitrogenadas – amoniacales.

Desde el punto de vista práctico, las aplicaciones del control etológico incluyen la utilización de atrayentes sexuales, alimenticios y atrayentes visuales en trampas.

g.) Red de trampeo de adultos de moscas de la fruta Red de trampas del tipo Multilure y Jackson

Constituye la parte medular del sistema de vigilancia de moscas de la fruta y es utilizado para conocer las especies de moscas de la fruta existentes en una zona, determinar los límites de un área que se encuentra infestado o libre de la plaga y para establecer la fluctuación estacional de poblaciones de moscas de la fruta.

Actualmente se utiliza trampas tipo *Jackson* con *Trimedlure*²² para el monitoreo de la mosca del mediterráneo (*ceratitis capitata*) y trampas tipo *Multilure* con *proteína hidrolizada*²³ para el monitoreo especial del complejo *Anastrepha*. En zonas donde se implementa la etapa de erradicación, adicionalmente se instalan trampas tipo *Multilure* con el atrayente alimenticio sintético de tres componentes (acetato amónico, putrescina²⁴ y trimetilamina²⁵), la inspección de las trampas es semanal.



Fig. 2.2 Trampas tipo *Multilure*.²⁶

²² Atrayente sexual.

²³ Atrayente alimenticio.

²⁴ Butanodiamina: es una diamina que se crea al pudrirse la carne, dándole además su olor característico.

²⁵ Efectivo potenciador de los atrayentes putrescina y acetato amónico para capturar las hembras de la mosca de la fruta *Ceratitis Capitata*.

²⁶ Fotografía Fondo "El Nopal".



Fig. 2.3 Trampas tipo *Jackson*.²⁷

Muestreo de frutos.

Procedimiento usado para el seguimiento a los estados inmaduros de las moscas de la fruta mediante la recolección y evaluación de los frutos. El muestreo va a permitir conocer los hospedantes primarios, secundarios y ocasionales de las moscas de la fruta y el grado de diseminación de la plaga, así como la fenología y la distribución de los hospedantes en un área determinada. La importancia del muestreo cobra mayor relevancia con el inicio de la erradicación, debido a que en esta etapa se registran bajas poblaciones y el muestreo constituye el método más seguro para determinar la presencia de la plaga. Actualmente el SENASA realiza tres tipos de muestreo:

- Muestreo general: Se utiliza durante la ejecución de la etapa de prospección y monitoreo, comprende la recolección de frutos de pericarpio suave sin poner énfasis en algún hospedante en particular.
- Muestreo Sistemático: Se realizará durante las etapas de supresión y erradicación comprende la recolección dirigida de frutos con mayor predisposición a ser dañados por la plaga, la intensidad del muestreo se incrementa durante la erradicación.
- Muestreo Selectivo: Se implementa en la etapa de prevención cuando se ha reconocido el área libre de moscas de la fruta. Comprende la recolección de frutos en zonas de alto riesgo de introducción y establecimiento de la plaga.

²⁷ Portal SENASA, www.senasa.gob.pe.

SENASA realiza también actividades en su laboratorio:

- **Disección:** Esta actividad se desarrolla en el laboratorio, el objetivo es, a través del corte de fruta recolectada en campo en planta y suelo, determinar la presencia de larvas de la mosca de la fruta.
- **Identificación:** Es una actividad del laboratorio, comprende la identificación de larvas recuperadas del muestreo de frutos y la selección e identificación a nivel de especie de las moscas de la fruta capturadas en trampas oficiales.
- **Diferenciación:** Corresponde a una actividad de laboratorio, comprende la identificación de las moscas de la fruta fértiles y estériles capturadas en trampas que han sido instaladas en áreas donde se viene realizando la liberación de moscas de la fruta estériles.

h.) Control legal

El control legal es muy esencial en todo programa fitosanitario, permite controlar la dispersión de una plaga o enfermedad determinada. En todo manejo o programa de manejo integrado de plagas, las regulaciones legales contribuyen para cualquier área de influencia y/o pueden evitar que regiones libres de cierta plaga sean infestadas. Cada país aplica medidas cuarentenarias en mayor o menor grado.

Las regulaciones fitosanitarias son obligadas para el público en general, productores, transportistas, comerciantes y empaques, en el control legal se considera la implementación y aplicación del reglamento para el control, supresión y erradicación de moscas de la fruta, **decreto supremo N° 009-2000-AG.**

El Perú cuenta con la Ley Marco de Sanidad Agraria y su Reglamento General, así como con el Reglamento para el Control, Supresión y Erradicación de Moscas de la Fruta, basados en esta ley se puede dar diversas cuarentenas externas e internas tanto para la movilización y comercialización de frutas en el territorio nacional, siendo derecho y obligación del productor de frutales aplicar medidas de control y respetarlas.

2.1.3 Síntesis sobre el Asunto de Estudio

Actualmente, en el valle de Palpa y en Huaral, los niveles poblacionales de moscas son cuantificados mediante *MTD* (Moscas por Trampa por Día); de esta manera se indica la presencia o ausencia de la plaga en función del número de moscas capturadas, por el número de trampas instaladas en dichas zonas, durante un determinado tiempo usando una fórmula:

$MTD = (NMC)/(NT * DE)$ donde:

NMC: número de moscas capturadas

NT: número de trampas instaladas.

DE: días de exposición

El clima es un factor importante para la interpretación de las semanas de monitoreo.

El incremento de las moscas de la fruta se acentúa en la etapa de maduración y cosecha de los frutos.

El manejo integrado de las moscas realizada por los agricultores nos da la información del aumento o disminución de la plaga, actualmente el manejo integrado en la zona de Cañete y Huaral se conforma a través de estos métodos:

Control mecánico cultural, control etológico, control químico, control biológico y control legal.

El centro de operaciones de la Mosca de la Fruta instalado en el valle de Cañete por el SENASA, está dividido en tres sectores: alto, medio y bajo.

El estudio de los diferentes atrayentes, reveló que el color amarillo, presenta una atracción superior al resto de colores, especialmente en el caso de machos; también el color blanco posee poder de atracción, esta es la principal razón por la que se diseñan las trampas con estos

colores, además del color las formas redondeadas y globosas ejercen un cierto poder de atracción sobre los adultos de la *Ceratitis Capitata*.

2.1.4 Elección de la planta donde se instalará la trampa:

Para la elección de la planta donde se instalará la trampa se deberá tener en cuenta que la planta debe:

1. Estar considerada en la Lista Oficial de Especies Hospedantes de Moscas de la Fruta.
2. Estar en estado de fructificación, es ideal que tenga frutos en maduración.
3. Debe presentar una sombra adecuada; en este sentido es preferible una planta hospedante o no hospedante, sin fruta, pero con follaje adecuado, a una planta con fruta, pero con follaje ralo (al no tener follaje es mínima y/o nula la posibilidad de captura de moscas de la fruta).
4. Instalarla preferentemente en plantas con alturas mayores a dos metros. En caso de que existan plantas, de tamaño muy pequeño (menos de 1,50 m), la trampa puede ser ubicada en una planta no hospedante (principalmente la que presente mielecilla), orientada hacia la planta con fruta, en esta ubicación la trampa contará con sombra y altura.
5. Cuando exista más de un hospedante dentro del área de influencia de una trampa, elegir aquellos que difieran en fenología; es decir, cuando la planta hospedante ya no tenga frutos, mueven la Trampa Oficial a no más de 50 metros de radio a otra hospedante que inicie o presente fructificación.

2.1.5 Elección del lugar de la planta donde se instalará la trampa:

Para la elección del lugar de la planta donde se instalará la trampa se deberá considerar:

1. Instalar la trampa en la copa de la planta, en un lugar que presente luminosidad, nunca a la luz directa del sol, ni en la oscuridad del follaje.
2. La trampa se ubica en la parte superior del tercio medio de la copa de la planta, recomendándose entre 1,90 a 3,00 m. Puede ubicarse en niveles más bajos si no es posible encontrar un lugar más adecuado en la parte alta; siempre y cuando esté seguro y fuera del alcance de niños o animales.
3. La trampa debe ser colocada de manera que no esté rodeada de follaje muy denso que bloquee sus entradas, o que permita el reposo de la mosca, evitando su ingreso a la trampa. También se tendrá en consideración la dirección del viento, ya que las sustancias atrayentes para moscas de la fruta son compuestos que se propagan y disipan a través del viento, por lo que no es recomendable colocar trampas en plantas que se encuentren en lugares muy cerrados o próximos a un muro o casa que impida la circulación del viento.
4. Colocar la trampa de preferencia en el punto medio de las ramas más largas de la planta de tal manera que esté protegida de los rayos solares durante todo el día, y que no impida la circulación del viento.
5. La orientación de la trampa deberá dirigirse al punto cardinal ESTE de la copa de la planta, porque los adultos de moscas de la fruta son más activos en las primeras horas de la mañana y se movilizan en las partes más soleadas de la planta donde ocurren las cópulas, los estímulos de deposición de huevos y búsqueda del alimento.

6. En tiempo muy caluroso (temperaturas máximas sobre 30 °C), puede ser necesario cambiar la trampa a otras partes de la planta si se encuentra en un lugar muy soleado.

2.2 Conceptualizaciones generales.

2.2.1 La Mosca de la Fruta

La mosca de la fruta puede ser dividida en dos grandes grupos: las especies *univoltinas*²⁸ y las especies *multivoltinas*²⁹, comunes en regiones con clima tropical, dependiendo de las épocas del año.

Estas moscas se desplazan de un lugar a otro, en busca de buenas plantas hospedantes. Las moscas son organismos muy dinámicos, muchas de las especies de la mosca de la fruta son dañinas para la agricultura en todo el mundo.

Muchas de las moscas se adaptan al lugar, de esta manera se incrementa el número de plantas hospedantes.

2.2.2 Ciclo Biológico de la Mosca de la Fruta

Las diferentes etapas de su ciclo biológico son: huevo, larva, pupa y adulto.

²⁸Especies de insectos que tienen una generación al año.

²⁹Especies de insectos que tienen varias generaciones al año.

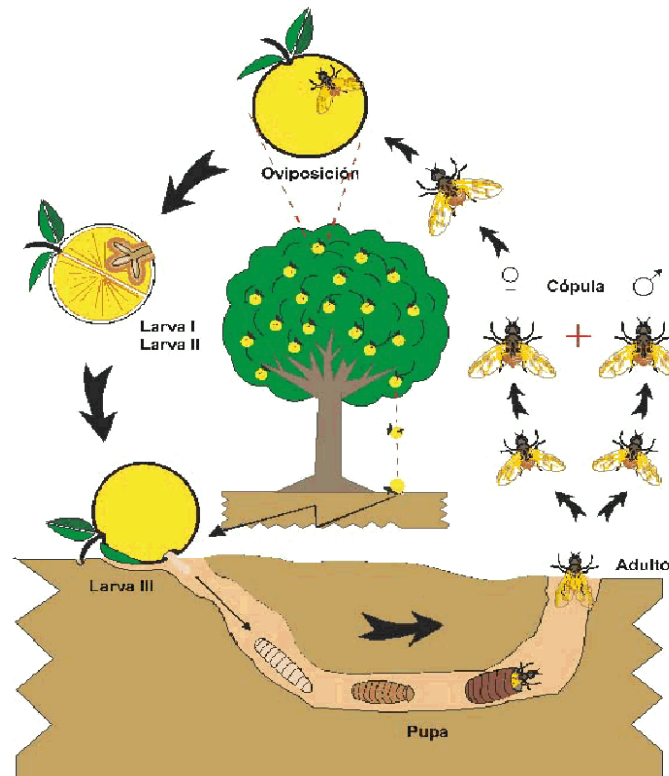


Fig. 2.4. Ciclo biológico de la mosca de la fruta.³⁰

- **Huevos**

Por lo general son de color blanco cremoso, de forma alargada y ligeramente curvado, su tamaño es menor a 2 mm. Son sumamente susceptibles a la deshidratación y dependiendo del sustrato y las condiciones ambientales se desarrollan rápida o lentamente. La masa de huevos depositados, son incubados por un lapso de uno a siete días antes de su nacimiento.

- **Larva**

La longitud varía de 3 a 15 mm., tiene una forma ancha en la parte final y va adelgazándose gradualmente hacia la cabeza, son de color blanco o blanco amarillento.

Su cuerpo está compuesto de once segmentos; tres de la región torácica y ocho en el abdomen, además de la cabeza. La región cefálica no es esclerosada, cabeza pequeña y retráctil con forma de cono.

³⁰ Agronomía; Revista "Frutas y Hortalizas", 2006.

- **Pupa**

Es una cápsula cilíndrica, el color varía de acuerdo a la especie, presentándose diversas tonalidades como café, rojo, marrón y amarillo. Su longitud es de 3 a 10 mm. y su diámetro de 1.25 a 3.25 mm. El estado pupal puede ser muy corto (8 a 15 días) si las condiciones son las adecuadas o puede llegar a durar varios meses si las temperaturas disminuyen o la humedad es mínima.

- **Adulto**

Alcanza una longitud de 1.5 mm a 9 mm de longitud y posee colores amarillo, negro y blanco, el abdomen presenta franjas amarillas y grises, las patas son amarillentas, los machos se diferencian de las hembras por presentar en la frente una larga seta que termina en una paleta romboide de color negro, además la hembra posee un abdomen en forma cónica.

El adulto emerge de la pupa, se desplaza por el terreno y estira sus alas por varias horas hasta desplegarlas completamente, usualmente esto ocurre por las mañanas. Después de una semana alcanzan su madurez sexual, luego copulan, y finalmente las hembras colocan sus huevos en los frutos y se repite el ciclo biológico.

ESPECIE	Ciclo Biológico (Días)			Capacidad Oviposición (huevos)	Generaciones por Año
	Huevo	Larva	Pupa		
<i>Ceratitis capitata</i> (mosca del mediterráneo)	2-7	6-11	9-15	300-800	12
<i>Anastrepha fraterculus</i> (mosca sudamericana)	3	8-9	12-14	400-800	8-10
<i>Anastrepha Striata</i> (mosca del guayabo)	1-4	10-25	10-15	100-800	4-8
<i>Anastrepha serpentina</i> (mosca de las sapotáceas)	1-4	10-25	10-15	100-800	4-8
<i>Anastrepha oblicua</i> (mosca del ciruelo)	1-4	10-25	10-15	100-800	4-8

Fig. 2.5. Duración del ciclo biológico de cada especie de la mosca de la fruta.³¹

³¹ “Manual del Sistema Nacional de Mosca de la fruta”, SENASA. www.senasa.gob.pe

2.2.3 Hábitat de la Mosca de la Fruta:

La influencia de la temperatura y la humedad relativa sobre la biología del insecto se presentan combinadamente, las moscas de la especie *Ceratitis Capitata*, para su mejor desarrollo prefieren climas tropicales y subtropicales, con temperaturas entre 16 a 32 °C.

Zonas	Temperatura (° C)	Humedad relativa (%)
Zona óptima (A)	16-32	75-85
Zona favorable (B)	33-35	60-90
Zona no favorable (C)	36-38	40-100
Zona imposible (D)	38-40	40

Fig. 2.6. Temperaturas favorables y no favorables para el desarrollo de la mosca de la fruta.³²

En la Fig.2.6. se observa que las condiciones prolongadas de 1-3 meses en una zona clasificada como D: impedirán daños apreciables en esa zona.

En zonas no favorables (C) y favorables (B) la densidad de población será relativamente baja.

Las invasiones y daños se producirán cuando las condiciones persistan durante varios meses consecutivos, dentro de los límites de las clasificadas como zonas óptimas (A) o favorables (B).

Los daños producidos por la picadura de la hembra en la deposición de huevos producen un pequeño orificio en la superficie del fruto que forma alrededor del orificio una mancha amarilla.

Cuando la larva se alimenta de la pulpa favorece los procesos de oxidación y maduración prematura de la fruta, esto origina una pudrición del fruto que queda inservible para el mercado.

³² Cuadro de Bodenheimer.

Si se envasan frutos picados con larvas en fase inicial de desarrollo, la evolución se produce durante el transporte. Los principales daños se observan sobre las variedades de mandarinas y naranjas más precoces.

2.2.4 Tipos y ubicación de la Mosca de la Fruta:

Existen, por lo menos, 80 especies de la mosca de la fruta que causan preocupación a los agricultores, dentro de esa lista están incluidas las especies de climas tropicales, subtropicales y temperados.

Las de mayor importancia económica en Perú son la *Ceratitis Capitata* y la *Anastrepha*, debido a la magnitud de los daños que causan en los frutos. Ambas especies requieren ingerir agua, ya que es factor determinante a la longevidad del individuo; también necesitan una gran cantidad de nutrientes.

<i>Mosca de la fruta</i>		<i>Hospedante mas frecuente</i>	
<i>Nombre Científico</i>	<i>Nombre Vulgar</i>	<i>Nombre Científico</i>	<i>Nombre Vulgar</i>
<i>Ceratitis Capitata</i>	Mosca del Mediterráneo	Varias	Varias
<i>Anastrepha fraterculus</i>	Mosca del Mango	Manguífera Indica	Mango
<i>A. oblicua</i>	Mosca de la ciruela	<i>Spondia spp</i>	Varias
<i>A. striata</i>	Mosca de la guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	Guayaba
<i>A. distincta</i>	Mosca del pacaé	<i>Inga feuillei</i>	Pacaé
<i>A. grandis</i>	Mosca de la cucurbitáceas	<i>Cucurbita sp</i>	Sandia, Melón y otras
<i>A. serpentina</i>	Mosca de las sapotáceas	<i>Lúcuma obovata</i>	Lúcuma

Fig. 2.7. Moscas de la fruta en el Perú.³³

En algunas especies de la mosca de la fruta, el hospedante preferido en una zona, no es el mismo; por ejemplo, la mosca de la especie *Ceratitits Capitata*, en Piura prefiere el almendro, en Lambayeque elige el mango, al igual que en el valle de Palpa, donde viene causando grandes pérdidas a las producciones de frutos cítricos.

³³ “Manual del Sistema Nacional de Mosca de la fruta”, SENASA. www.senasa.gob.pe

El valle de Palpa, cuenta con apoyo del Ministerio de Agricultura juntamente con el que provee el Gobierno Regional de ICA; su principal interés es analizar, excluir, detectar y erradicar las plagas dañinas de la mosca de la fruta.



Fig. 2.8. Fruto dañado por la mosca de la fruta.³⁴

2.3 Modelo Teórico del Sistema de Conteo de Moscas de la Fruta

Con la información que se ha podido recopilar, sabemos que para atrapar a la mosca de la fruta se utiliza una serie de atrayentes (sexuales, alimenticios, cromáticos (preferencia por el color amarillo)), teniendo como base estos elementos, se han desarrollado trampas que alcanzan hasta 75% de efectividad.

Estas trampas son utilizadas por el SENASA en las distintas áreas de cultivo, dichas trampas, sirven para monitorear y tener una base de datos de la cantidad de moscas que son atrapadas.

Este conteo es desarrollado por personal del SENASA, de forma manual y mensual, haciendo de esta manera un trabajo minucioso y lento, debido a que el conteo involucra clasificar en especie y sexo.

De esta manera, en vista de todo lo expuesto es que planteamos un circuito basado en dispositivos electrónicos (sensores, display) para mostrar la cantidad de insectos en cada trampa, agilizando el monitoreo. Además,

³⁴ FONAIAP, “Manejo Integrado de las Moscas de las Frutas”.

pretendemos distinguir mediante el análisis de imágenes la cantidad de moscas de la fruta que se encuentran en cada trampa.

Como este sistema estaría en zonas alejadas, debe de tener una alimentación propia, no sólo con pilas o baterías, sino con energía renovable que se puede encontrar en estas zonas subtropicales y tropicales. Esta energía sería la solar, porque podría ser captada por medio de celdas solares que, a largo plazo, resultarían muy económicas. En conclusión, proponemos realizar un diseño de paneles solares.

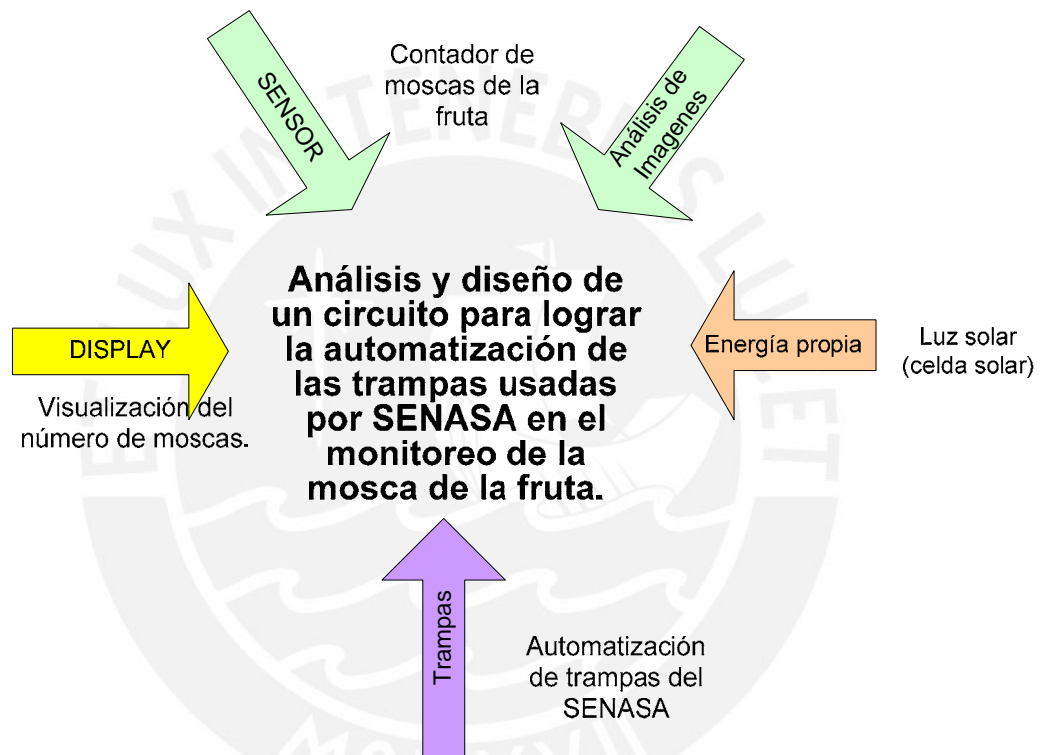


Fig. 2.9. Requerimientos del diseño y análisis.³⁵

En la Fig. 2.9. exponemos los requerimientos para lograr nuestro objetivo, del análisis y diseño de un circuito para automatizar las trampas del SENASA.

³⁵ Marco Teórico.

3. DISEÑO DEL SISTEMA PARA EL CONTEO, IDENTIFICACIÓN Y ENERGÍA DE LAS TRAMPAS.

3.1 Planteamiento General del Sistema

Para el objetivo planteado, hemos dividido la aplicación en tres partes fundamentales:

- La implementación de un circuito para el conteo de moscas de la fruta
- El conteo de las moscas de la fruta utilizando procesamiento digital de imágenes.
- Diseño del sistema fotovoltaico, como posibilidad de generar energía necesaria para el circuito de conteo.

3.2 Implementación de un circuito para el conteo de moscas de la fruta

El tema de esta tesis busca desarrollar un sistema que determine el número de moscas que son capturadas en las trampas tipo *Multilure*, para poder determinar la efectividad de las trampas y tener una base de datos automática para el proceso de monitoreo que realiza el SENASA.

Las acciones que no se deben realizar durante todo este proceso son:

- Dejar la trampa instalada si se encuentra muy deteriorada.
- Eliminar el atrayente que fue utilizado, sobre la superficie del suelo donde está instalada la trampa.
- Retirar los especímenes capturados del frasco rotulado, y contarlos en campo.

Esto se realiza con todos los frascos rotulados, sirve para lograr determinar cuan infectada o libre, está el área en análisis.

Hay que considerar que la cantidad de trampas depende:

- Del área del terreno de cultivo.
- Del gusto del agricultor, debido a que lo que recomienda el SENASA es utilizar una trampa cada diez metros, algunos productores deciden ponerlos cada cuatro metros o en cada árbol.

Teniendo este inconveniente, se pretende contar en forma electrónica el número de moscas que se encuentran en cada trampa.

La finalidad principal, al implementar este circuito, es facilitar el método de contar moscas a las personas que realizan el monitoreo, mostrando si la trampa contiene moscas. Este circuito contiene los implementos necesarios sean estos: resistencias, condensadores, etc. para alimentar a los dos sensores que contabilizan la entrada y salida de moscas de la fruta a la trampa, dichos sensores se comunican a un microcontrolador que va tomando los datos en forma constante y los almacena y a través de displays adheridas a la misma trampa se muestra el número de moscas de la fruta que contiene la trampa.

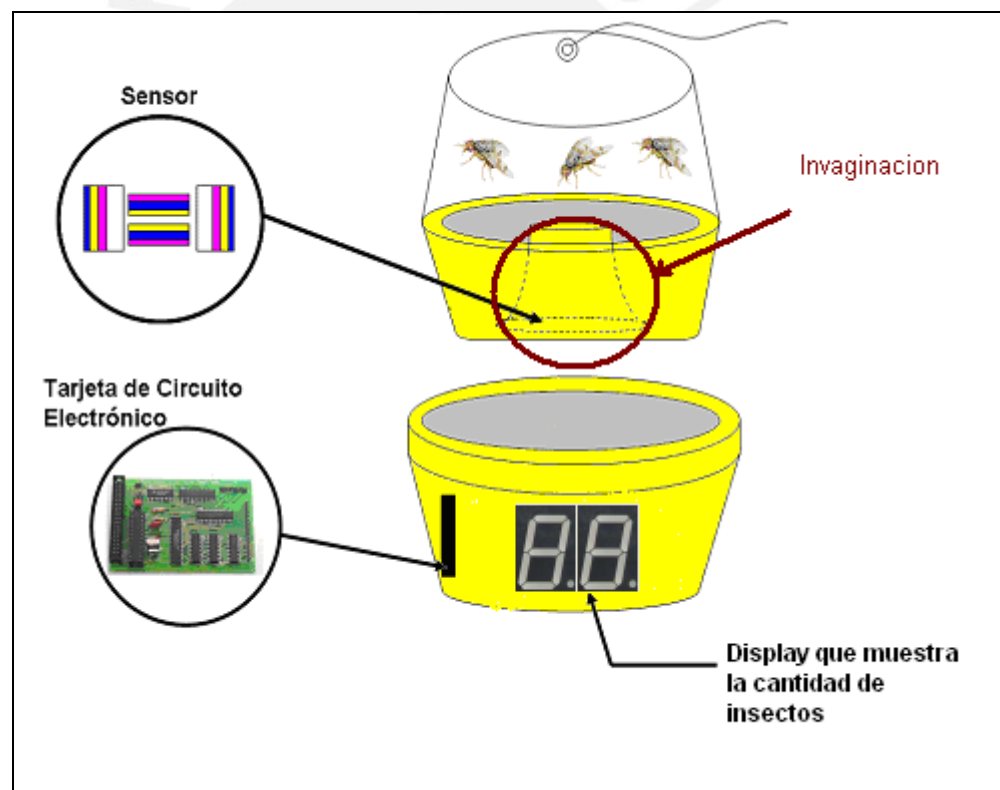


Fig. 3.1. Propuesta de solución.³⁶

Como primera fase de la solución se considera buscar sensores para determinar el ingreso de las moscas a las trampas.

La trampa tiene las siguientes características:

³⁶ Diseño de la solución.

Es recipiente de plástico, con base de color amarillo y presenta una invaginación que permite el ingreso de las moscas para atraparlas en su interior y dificultar la salida.

La parte superior es transparente.

Esta trampa, además, utiliza un atrayente de naturaleza alimenticia, que imita el aroma de los frutos maduros.

Las partes de esta trampa son:

Base: Es un recipiente de quince centímetros de diámetro por seis centímetros de alto, con una capacidad de setecientos cincuenta centímetros cúbicos; de color amarillo; en el borde presenta hendiduras mediante las cuales se enrosca con la tapa; en la parte inferior presenta una invaginación de cinco centímetros de diámetro y seis centímetros de alto.

Tapa: Es transparente; mide nueve centímetros de alto; está provista de cuatro soportes en los que se engancha a la base; y en la parte superior presenta un ojal.

Gancho: Hecho de alambre galvanizado, que se coloca para sostener el cuerpo de la trampa (base + tapa) y sirve para colgar la trampa en la planta u otro soporte.

3.3 Diseño de las celdas fotovoltaicas

Para el desarrollo del diseño de las celdas fotovoltaicas incluyendo todos los cálculos se contó con la ayuda y asesoría de la especialista Urphy Vásquez Baca del GRUPO PUCP, Grupo de Apoyo al Sector Rural.

La naturaleza se nutre de la mejor energía, no necesita mantenimiento y disponemos de ella durante una gran cantidad de horas por día todo el año, de esta manera se puede utilizar al sol para obtener energía.

Un panel solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar, el término comprende a los paneles fotovoltaicos para producir electricidad.

Los módulos fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas que producen electricidad a raíz de la luz que incide sobre ellos.

Las placas fotovoltaicas se dividen en:

- **Monocristalinas:** Se componen de secciones de un único cristal de silicio, reconocibles por su forma circular o hexagonal.
- **Policristalinas:** Cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas, o amorfas, cuando el silicio no se ha cristalizado.

Las celdas se construyen de forma rectangular o circular, aproximadamente de 5 a 10 cm. la mayor parte del material es silicio dopado con boro, para darle una polaridad positiva (material P), una capa delgada en el frente del módulo es dopada con fósforo para darle una polaridad negativa (material N).

Los módulos fotovoltaicos funcionan por el efecto fotoeléctrico, cada celda está formada por dos delgadas láminas de silicio (P y N), separadas por un semiconductor. Los fotones inciden contra la superficie de la capa P, y al chocar liberan electrones de los átomos de silicio que pasan por el semiconductor pero, no pueden volver.

La capa N adquiere una diferencia de potencial respecto a la P, que por un conductor eléctrico exterior, provisto de un consumidor de energía, los electrones volverán a la capa P, reiniciándose el proceso.

Producen electricidad en corriente continua y aunque su efectividad depende de toda su orientación hacia el sol, se tiende a las instalaciones fijas.

- **Irradiación solar, Inclinación, Orientación**

Los valores de irradiación por metro cuadrado que se dan, están calculados para superficies horizontales. Muchos de los paneles solares se deben colocar inclinados para recoger mejor la irradiación solar, la cantidad óptima de energía se recoge cuando el panel está inclinado en el mismo ángulo que el

ángulo de la latitud. El ángulo debería ser de por lo menos 15 grados para asegurar que el agua de las lluvias drene fácilmente, y al mismo tiempo lave el polvo que se acumula en la superficie del panel.

3.3.1 Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico

Vínculo entre el producto y el usuario

Los requerimientos del usuario son el punto de partida de todo el ciclo, junto con las condiciones climáticas. Un sistema puede diseñarse para satisfacer las necesidades del cliente a los más bajos costos. Después que el sistema se ha diseñado, y ha sido determinado el tamaño; el usuario sólo debe ser instruido en cómo hacer funcionar y mantener su sistema.

Criterios a considerar para el dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico

Identificación del recurso solar energético

La identificación del recurso solar energético se encuentra relacionado con la incidencia de la irradiación solar proyectada en la superficie horizontal, la cual viene dada en KWh/m^2 / día referido en media mensual o media anual.

Requerimientos del usuario:

Los requerimientos del usuario determinan en gran parte el diseño del sistema, es por lo tanto importante determinar el uso final lo más detallado posible.

Cálculo del número de paneles:

Dada la demanda, la radiación solar promedio y la eficiencia promedio del panel fotovoltaico, es más sencillo calcular el tamaño del panel solar que cumpla los requerimientos.

La radiación solar varía de año en año y también el consumo de electricidad tiende a ser fluctuante; por lo tanto, aún cuando se haya calculado cuidadosamente el tamaño del sistema, pueden surgir ciertas carencias de tiempo en tiempo.

La manera más simple de determinar el tamaño de un sistema fotovoltaico es utilizando la siguiente fórmula:

$$A_r = 1200 \times (Ed/Id) \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

A_r : Es el tamaño del panel

Ed : Consumo de electricidad (KWh/ día)

Id : Irradiación (KW/m²/día)

El tamaño de un sistema fotovoltaico está dado por el Watt Pico (Wp). La salida máxima de un panel fotovoltaico bajo condiciones estándar son: temperatura ambiente 25 °C y 1000 Watt/m².

“En la fórmula anterior, el factor para calcular el tamaño del sistema no es 1000 (que significaría una eficiencia del sistema de 10%) sino 1200 porque la eficiencia del sistema es siempre un poco más baja que la eficiencia del panel.”

Dimensiones de la batería de almacenamiento

El tamaño de la batería también depende de la importancia de la confiabilidad del suministro de potencia, En muchos de los casos es suficiente un almacenamiento en baterías de 2 a 3 días.

Esto significa que la capacidad de la batería debería ser de por lo menos 2 ó 3 veces el consumo de energía diaria para poder suplir durante 2 ó 3 días sin brillo solar.

Para calcular la cantidad de baterías necesarias, usamos el siguiente procedimiento:

A. Cálculo del tamaño de la batería:

$$Tamaño = \frac{(AUT \times Ed)}{(REND \times DESC)} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

REND = eficiencia de la batería.

DESC = descarga de la batería.

AUT = autonomía – días sin brillo solar

B. Número de baterías necesarias:

$$Número\ de\ baterías = \frac{(Tamaño)}{(Ah \times V)} \dots\dots\dots (3)$$

3.3.2. Cálculos para el diseño del panel fotovoltaico:

La irradiación solar promedio, según el mapa de irradiación solar, para el caso del Perú es de 5.0 KWh/m²/día, para el caso de Lima es de 3.5 KWh/m²/día, estos datos se obtienen del atlas solar, donde se encuentra la irradiación solar de cada mes; es recomendable sacar un promedio anual o elegir el valor de irradiación solar menor; de esta manera nos aseguramos que el mínimo de irradiación solar siempre estará presente.

Para el caso de la Región de Huaral, se considera el peor mes (junio), es 3.5 KWh/m²/día.

De acuerdo a la elección del circuito, usando el CNY70, se midió el consumo de energía. El circuito consume 0.1073A, resultando una potencia de 1.2876 Watts. Teniendo el valor de la potencia consumida, se tiene que determinar si el diseño será centralizado o descentralizado.

Para tomar la decisión entre estos dos tipos de diseño, se tiene que hacer los cálculos para ambos casos y considerar los criterios de costo, fiabilidad y seguridad.

El consumo es de 1.2876 Watts, y la demanda por un periodo de 10 horas:

$$10 \times 1.2876 = 12.876 \text{ Wh/día} \Rightarrow 12.876 \times 10^{-3} \text{ KWh/día}$$

Esto significa que de acuerdo a la ecuación (1), el tamaño del panel que se requiere es:

$$A_r = \frac{(1200 \times 12.876 \times 10^{-3})}{3.5}$$

$$A_r = 4.415 \text{ Wp}$$

El tamaño del panel será de 4.415 Wp (Watts pico), es la capacidad que necesita, el tamaño físico es de 30 centímetros de largo por 15 centímetros de ancho.

Para calcular el tamaño de la batería, consideramos el rendimiento de la batería de 80% y una descarga de 50%, considerando 3 días de autonomía, de acuerdo a la ecuación (2):

$$\text{Tamaño} = \frac{(3 \times 12.876 \times 10^{-3})}{(0.8 \times 0.5)}$$

$$\text{Tamaño} = 0.09657 = 96.57 \text{ Wh}$$

Ahora, las características de las baterías en el país es de 100 Ah y 12 voltios de acuerdo a la ecuación (3), el número de baterías es de:

$$\text{Número de baterías} = \frac{(96.57)}{(100 \times 12)}$$

$$\text{Número de baterías} = 0.080457$$

Es decir 1 batería.

Ahora, para el caso del fundo “El Nopal”, en el que si se colocan 20 trampas en el lote B2, la demanda será de 0.25752 KWh/día; por lo tanto de acuerdo a la ecuación (1) el tamaño del panel que se requiere es de:

$$Ar = \frac{(1200 \times 0.25752)}{(3.5)}$$

$$Ar = 88.2926Wp$$

Y el tamaño de la batería, de acuerdo a la ecuación (2), considerando también que tiene un rendimiento de 80% y una descarga de 50%, con 3 días de autonomía:

$$Tamaño = \frac{(3 \times 0.25752)}{(0.8 \times 0.5)}$$

$$Tamaño = 1931.4Wp$$

Y de acuerdo a la ecuación (3) el número de baterías que se requiere es de:

$$Númerodebaterías = \frac{(1931.4)}{(100 \times 12)}$$

$$Númerodebaterías = 1.6095$$

Es decir 2 baterías



Fig. 3.2. Celda Fotovoltaica.

3.3.3 Análisis de costos del sistema fotovoltaico

Es necesario realizar el análisis de costos del sistema fotovoltaico, con la finalidad de determinar si se realiza el diseño descentralizado o centralizado.

- **Para el caso CENTRALIZADO:**

Lista de precios		
Paneles	Peso	Precio (dólares)
85 Wp	18 libras	610
75 Wp	18 libras	499
50 Wp	12 libras	365
40 Wp	11 libras	294
10 Wp	3,5 libras	150

Fig. 3.3. Lista de precios.

Sabemos que se necesita 88.2926 Wp.

Con 85 Wp tenemos:

$$88.2926/85 = 1.04 \Rightarrow 2 \text{ módulos; con un costo de } 2 * 610 = 1220 \text{ dólares.}$$

Con 75 Wp tenemos:

$$88.2926/75 = 1.18 \Rightarrow 2 \text{ módulos; con un costo de } 2 \times 499 = 998 \text{ dólares.}$$

Con 50 Wp tenemos:

$$88.2926/50 = 1.77 \Rightarrow 2 \text{ módulos; con un costo de } 2 \times 365 = 730 \text{ dólares.}$$

Con 40 Wp tenemos:

$$88.2926/40 = 2.21 \Rightarrow 3 \text{ módulos; con un costo de } 3 \times 295 = 885 \text{ dólares.}$$

Con 10 Wp tenemos:

$$88.2926/10 = 8.83 \Rightarrow 9 \text{ módulos; con un costo de } 9 \times 150 = 1350 \text{ dólares}$$

Para este caso se instalarán 2 módulos de 50 Wp por un costo de 730 dólares.

El costo de cada batería es de 200 dólares, para este caso el costo es de 400 dólares.

Para calcular el controlador, se calcula la máxima corriente que pasa por los cables:

$$\frac{88.2926Wp}{12V} = 7.36A$$

Por lo tanto el controlador que es seleccionado de una lista de precios que se adjunta en los anexos, será el Trace C12 – 12Volt con un peso de 3 libras y un costo de 110 dólares.

De acuerdo a la corriente que circula por los cables elegimos el calibre, de una tabla extraída del manual de INDECO: para una intensidad de 7.36 amperios se utiliza el cable WP (CPI) Calibre AWG – MCM calibre 12, esto es para el cable que va del panel a la batería. Para el cable que va de la batería al circuito, preferimos el de intensidad más pequeña según este mismo manual, debido a que la corriente en este trayecto es pequeñísima, por lo tanto optamos por el cable WP (CPI) Calibre AWG – MCM calibre 14.

En consecuencia, para el diseño centralizado es necesario invertir:

$$730 + 400 + 110 + 200 = 1440 \text{ dólares}$$

Para el caso DESCENTRALIZADO:

Se requiere 4.415 Wp:

Se elige el de 10 Wp, con un costo de 150 dólares.

La batería de 100 Ah y 12 voltios, un costo de 200 dólares.

El controlador será el Trace TC8 – 12, 12 Volt con un precio de 79 dólares.

En consecuencia, se necesita:

$$150 + 200 + 79 + 200 = 629 \text{ dólares por cada trampa.}$$

Para 20 trampas sería demasiado costoso.

Es esta una de las razones por las que se prefiere el diseño centralizado.

4. PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. Pruebas comparativas de los diferentes sensores para detectar la presencia de las moscas de la fruta en las trampas

Para el diseño del circuito se tiene que considerar:

Las trampas tienen una invaginación de 5 cm. de diámetro, es decir, el sensor tiene que ser capaz de detectar el paso de la mosca a la trampa, en toda esa área.

El circuito debe ir en las trampas, considerando que no suba el precio. Las trampas sin el circuito que proponemos cuestan entre 5 y 10 dólares, este precio es alto para la mayoría de agricultores, si al final con nuestra solución se incrementa el precio demasiado, los agricultores no podrán utilizarla.

El circuito no debe de ocupar mucho espacio, debido a que podría causar el efecto contrario; es decir, que las moscas no se acerquen debido a que el circuito hace perder forma a la trampa.

El precio de los sensores no debe ser elevado, porque deben ser dos, para controlar la entrada y salida de las moscas en la trampa, y no debemos incrementar demasiado el costo final de las trampas con el circuito.

Considerando el tamaño de la mosca de la fruta (de cuatro a cinco milímetros); la potencia del sensor debe ser capaz de captarla.

Lo más importante es elegir el sensor adecuado para detectar el paso de la mosca a través del agujero.

En la búsqueda de diversos sensores se encontramos el **QRD1114** pero, como este dispositivo es de importación, empezamos a trabajar con un sensor de características similares; accesibles dentro del mercado nacional, el CNY70, con el que se empezó a hacer las pruebas respectivas.

- Simulación utilizando el CNY70:

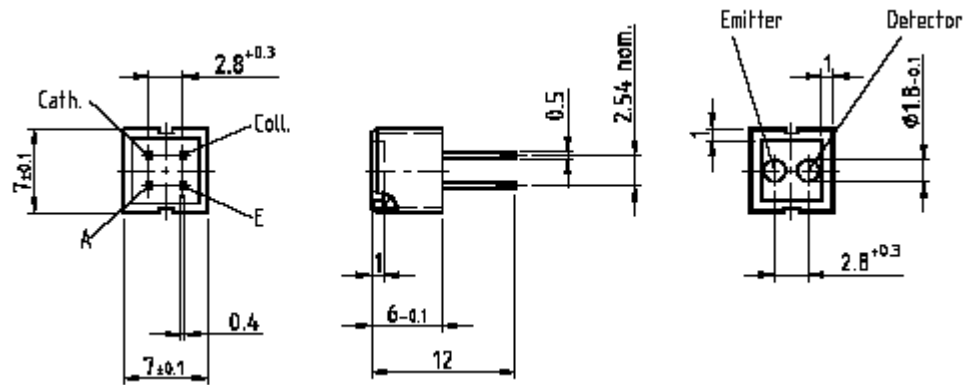


Fig. 4.1. Dimensiones en milímetros del fototransistor CNY70.³⁷

El CNY70, es un pequeño dispositivo con forma de cubo y cuatro patas que aloja en su interior un diodo emisor de infrarrojos que trabaja a una longitud de onda de 950 nm.

El CNY70 es un sensor óptico reflexivo, que tiene una construcción compacta, donde el emisor de luz y el receptor están distanciados 2.8mm y separados del frontal del encapsulado por 1mm; la finalidad de que el emisor y receptor apunten a la misma dirección es detectar la presencia de un objeto, utilizando la reflexión del infrarrojo sobre el objeto.

En la figura 3.3 observamos el diodo emisor de infrarrojos a la izquierda y el fototransistor a la derecha:

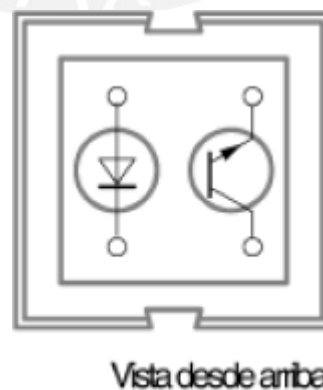


Fig. 4.2. Vista superior del CNY70.³⁸

³⁷ Hoja técnica de CNY70

³⁸ Hoja técnica de CNY70

Se realizaron pruebas con el CNY70, existen dos configuraciones para determinar si detecta o no el paso de la mosca, elegimos que el circuito de la figura 4.3.a para vaya en el interior de la entrada de las trampas.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se realizó el diseño del circuito utilizando el CNY70.

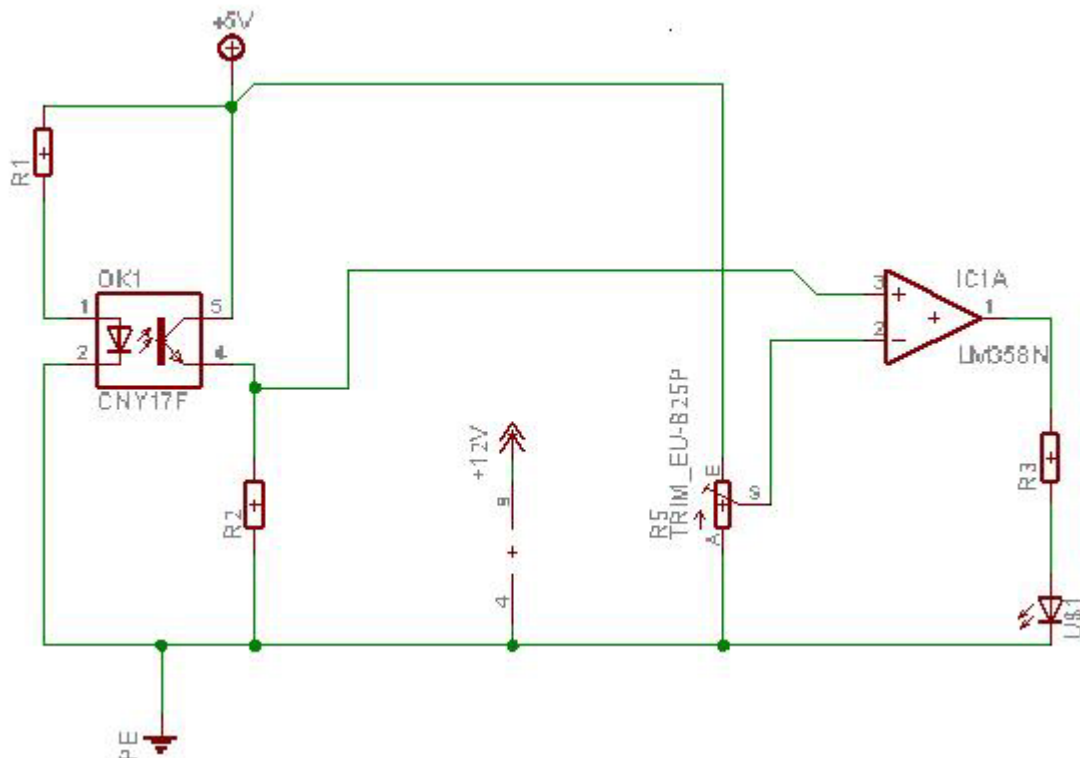


Fig. 4.3.a Circuito Esquemático de prueba del CNY70.³⁹

³⁹ Circuito en eagle v 4.12

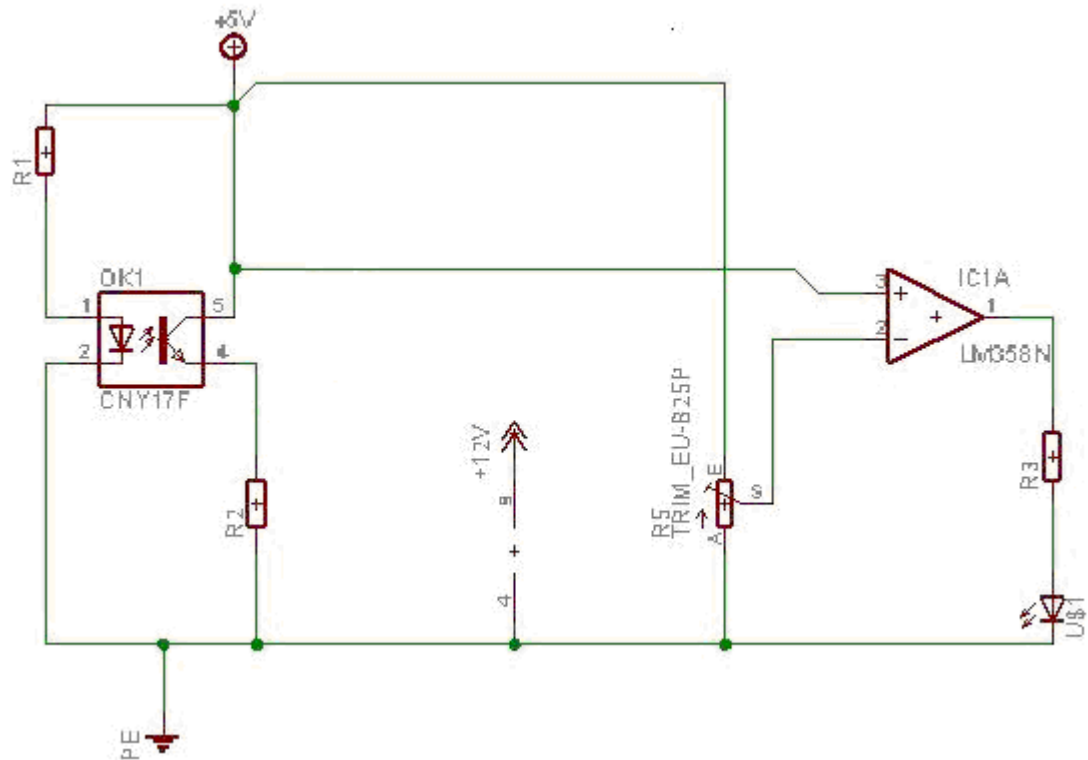


Fig. 4.3.b Circuito Esquemático de prueba del CNY70.⁴⁰

El circuito de la figura 4.3.a entrega a la salida un nivel bajo cuando no refleja el haz infrarrojo y un nivel alto cuando encuentra un material sobre el que refleja el haz, mientras que en el circuito de la figura 4.3.b entrega un nivel alto cuando el haz no refleja y un nivel bajo cuando se detecta un material reflectante

Usamos un amplificador operacional, configurado como comparador, de esta manera en la salida del circuito obtenemos una señal cuadrada.

Para el circuito de la figura 4.3.a el comparador es alimentado con 12 voltios y a la salida de este se tiene:

- Cuando detecta → 0 voltios: 0 lógico
- Cuando no detecta → 5 voltios: 1 lógico

Luego la señal anterior "V1" se coloca en un microcontrolador ATMEGA8L en el que se almacenará los datos para llevar la cuenta.

Se realizó las simulaciones utilizando el software B2 Spice A/D V 4.2 Pro.

⁴⁰ Circuito en eagle v 4.12

Se simuló el CNY70 como una señal cuadrada, debido a que el fototransistor emite una señal parecida cuando detecta y permanece en espera.

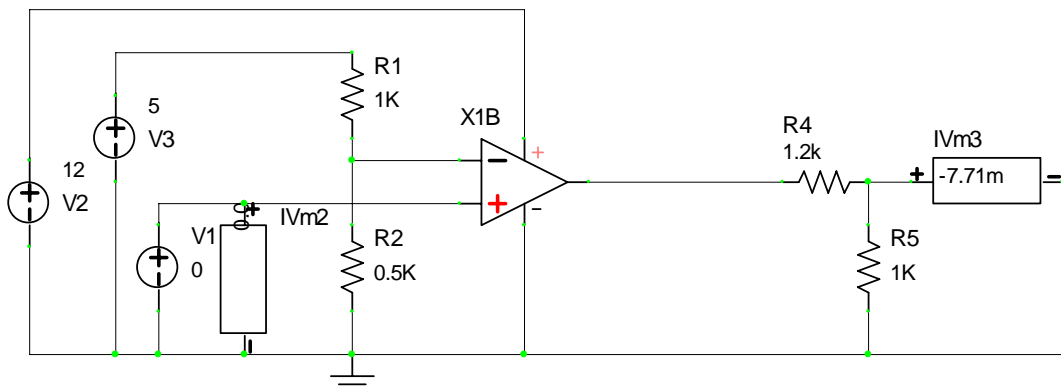


Fig. 4.4. Simulación del circuito usando B2 Spice.⁴¹

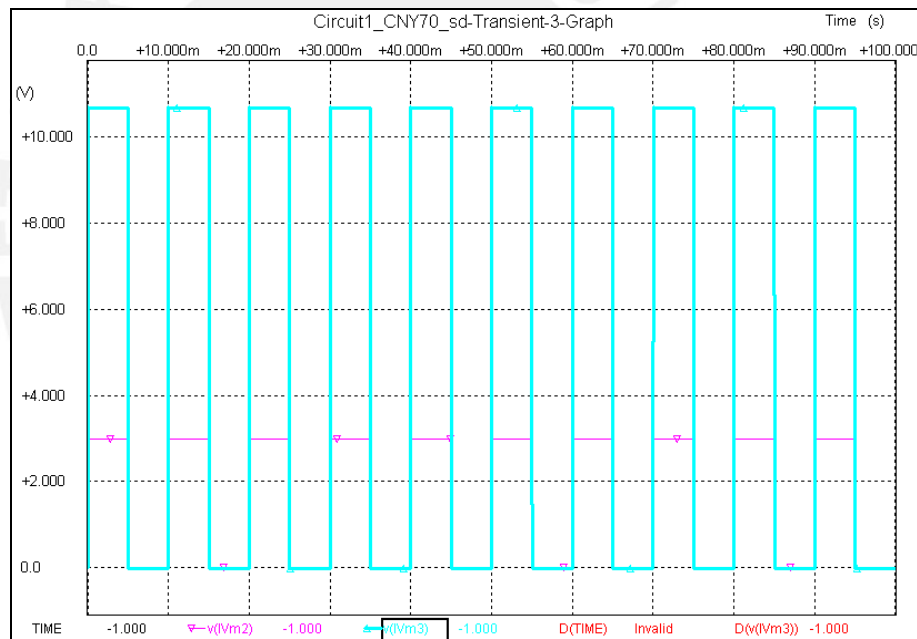


Fig.4.5. Muestras de la salida del comparador- V_{m3} .⁴²

⁴¹ Circuito en B2Spice

⁴² Simulación en B2Spice.

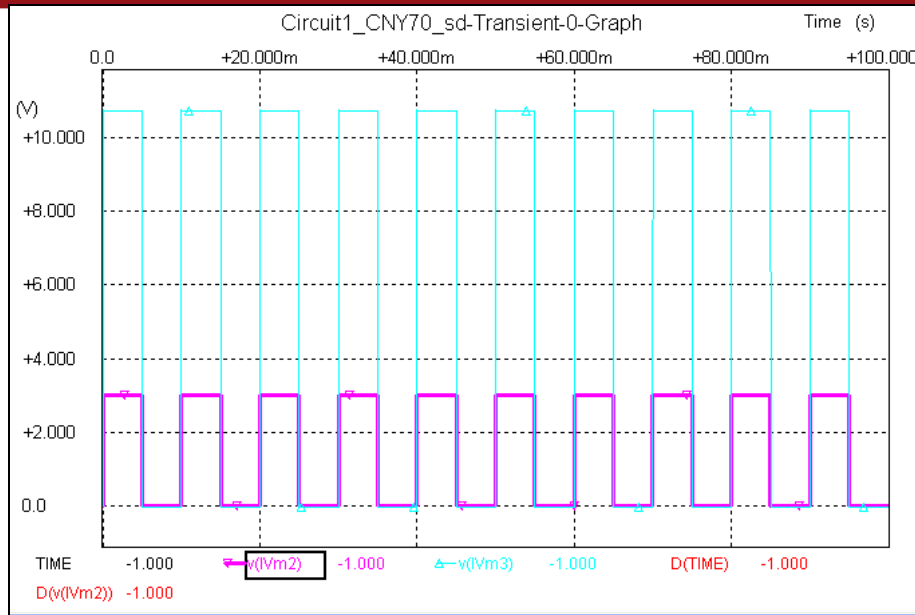


Fig.4.6. Señal de entrada- V_{m2} .⁴³

La Fig. 4.5. muestra que a la salida del comparador LM 358, la señal de detección (V_{m3}); llega a 11 voltios. Es por esto que es necesario reducir el voltaje para poder almacenar estos valores el microcontrolador.

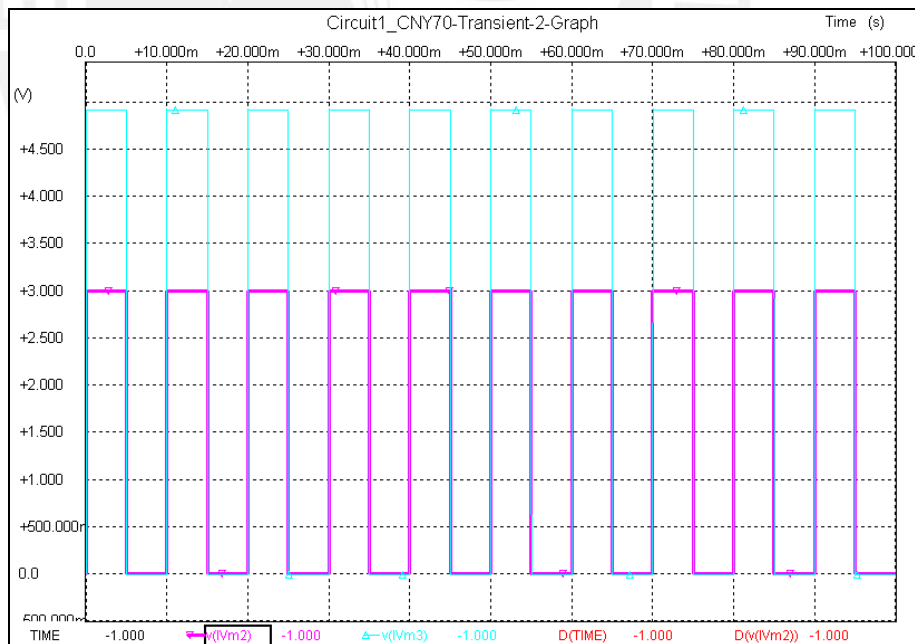


Fig. 4.7. Muestras de la simulación del CNY70 – V_{m2} .⁴⁴

⁴³ Simulación en B2Spice.

⁴⁴ Simulación en B2Spice.

En la Fig. 4.7. se observa la señal simulada del fototransistor CNY70, la señal de detección (V_{m2}) es la que simula dicho dispositivo, indicando que se produce un flanco de subida al detectar la presencia de un objeto.

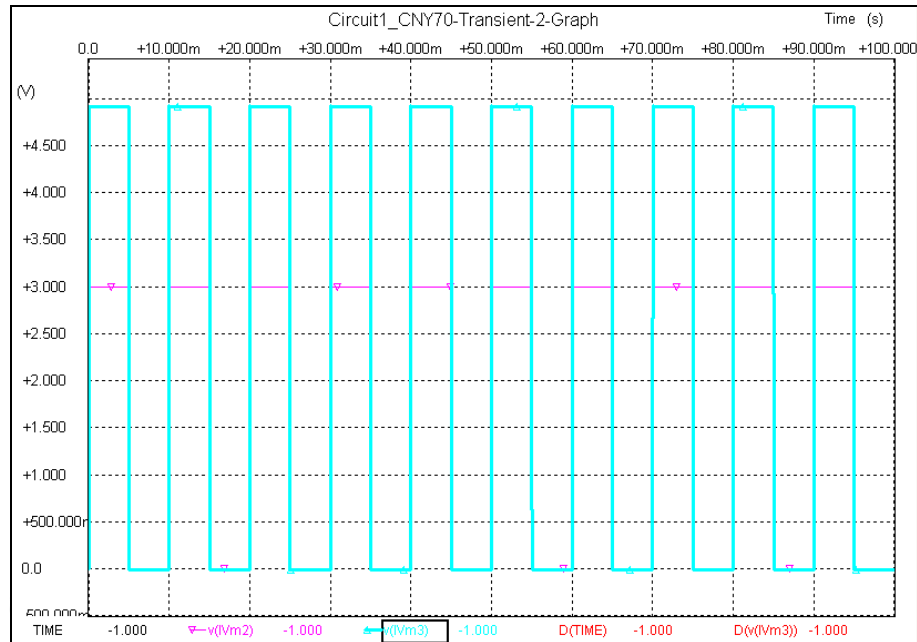


Fig. 4.8. Muestra de la salida a niveles TTL.⁴⁵

En la Fig. 4.8. vemos la señal a niveles de 0 y 5 voltios, que salen del comparador, y van a almacenarse directamente a un microcontrolador.

- **Simulación utilizando el receptor Infrarrojo de tres terminales**

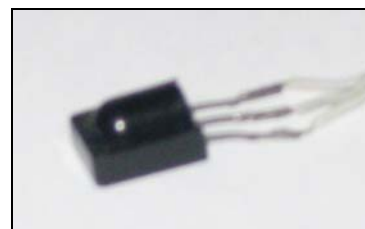


Fig. 4.9. Fotos del receptor infrarrojo de tres terminales.⁴⁶

⁴⁵ Simulación en B2Spice.

⁴⁶ Foto tomada en laboratorio V-103

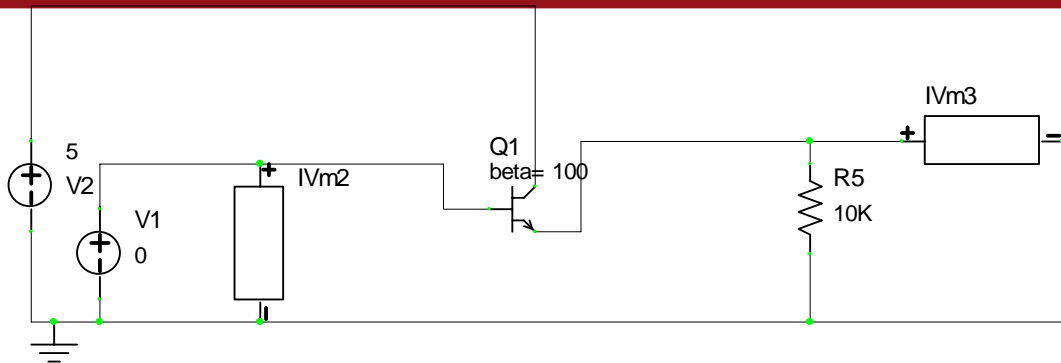


Fig.4.10. Simulación del circuito utilizando el receptor infrarrojo de tres terminales.⁴⁷

Se simuló el circuito y se utilizó el software B2 Spice.

Al analizar las gráficas de esta simulación, se observó que el circuito sí detecta el paso.

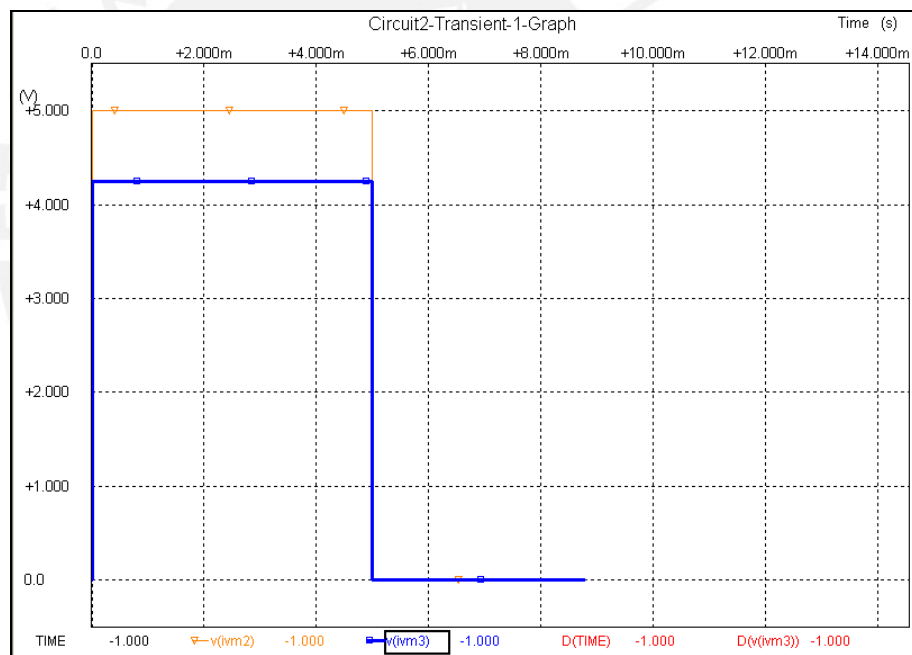


Fig. 4.11. Muestras de la señal simulada.⁴⁸

En la Fig. 4.11. la señal (V_{m3}) es la que se tiene en el receptor, mientras que la señal (V_{m2}) es la que simula al led emisor a 40 Khz.

⁴⁷ Circuito en B2Spice.

⁴⁸ Simulación en B2Spice.

4.1.1. Análisis técnico

Se realizaron una serie de pruebas y simulaciones con diferentes sensores, en la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos.

Características	CNY70	Sensor Metálico	LTM9034
Voltaje (V)	5	5	5
Corriente que consume en el circuito	20 mA	10 mA.	10 mA
Distancia a la que detecta	3 cm	1cm	-----
Precio	S/. 15	S/. 5	S/. 11
Señal	Analógica	Digital	digital
Peso	0.70 g.	0.70 g	1.2 g
Frecuencia	-----	40 Khz	33 Khz- 56.8 Khz
Longitud de onda	950nm	-----	-----

Fig. 4.12. Cuadro comparativo de diferentes sensores.

De acuerdo a las pruebas y simulaciones realizadas, se obtiene mejores resultados con el fototransistor CNY70.

4.2 Pruebas de selección utilizando el CNY70:

Se armó el circuito de la figura 4.3.b en un *protoboard* y se empezó a evaluar, utilizando un osciloscopio digital.

Se colocó el sensor, de forma que este a través de un agujero de aproximadamente cinco centímetros de diámetro.

Con este tamaño de agujero, el CNY70 no detecta el paso de objetos menores ni mayores a cinco milímetros.

El sensor detecta el paso de un objeto oscuro de aproximadamente diez milímetros, en un agujero a partir de tres centímetros de diámetro

En las Fig. 4.13. y 4.14. se muestran la señal que indica el cambio de estado, es decir, cuando no hay presencia de mosca, la salida está en 5

voltios aproximadamente, mientras que cuando detecta el paso de un objeto (puede ser la mosca) se produce el cambio a 0 voltios.

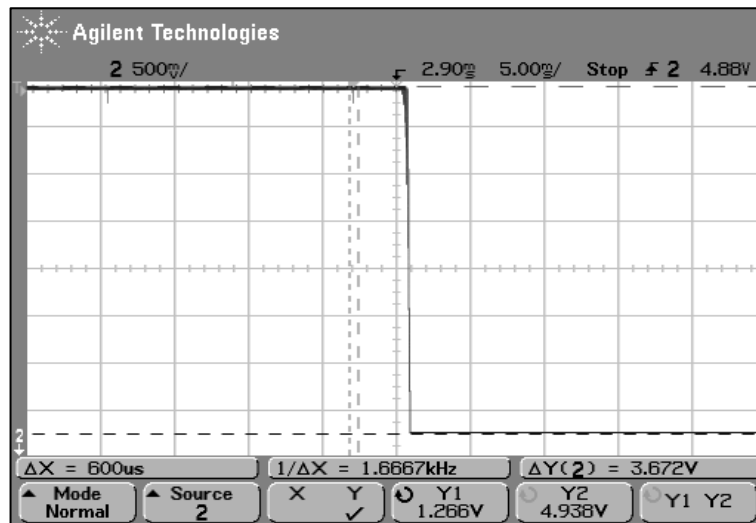


Fig. 4.13. Señal tomada del circuito usando el CNY70.⁴⁹

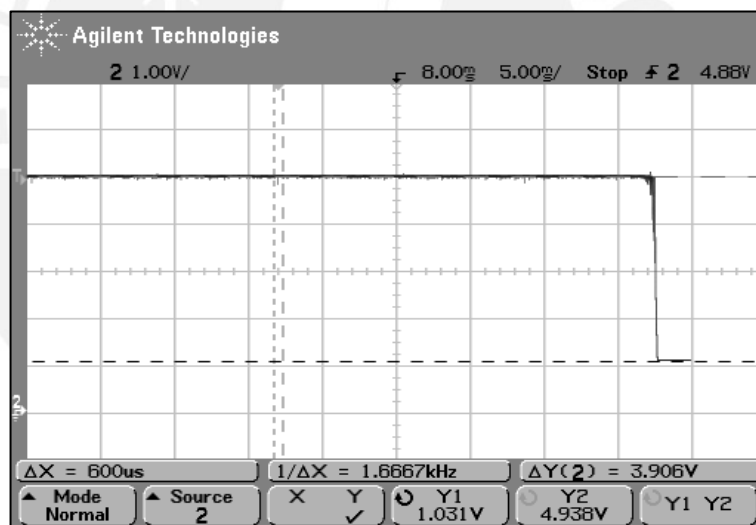


Fig. 4.14. Señal tomada del circuito usando CNY70.⁵⁰

Con este tamaño de agujero al detectar la presencia de una mosca se almacena un '0' lógico, caso contrario permanece en '1' lógico.

⁴⁹ Imagen extraída del osciloscopio.

⁵⁰ Imagen extraída del osciloscopio.

4.3 Pruebas de selección utilizando el receptor metálico

Este circuito se implementó en *protoboard*, con un led infrarrojo, a una frecuencia de 40 KHz, y el receptor ubicado en paralelo al emisor.

Usamos un osciloscopio digital, para el análisis de la señal.

Empezamos a pasar entre el emisor y el receptor, objetos oscuros de 1 cm. de longitud, a una distancia de dos centímetros, y no detectaba el paso.

Durante las pruebas, se observó que el cambio de estado, al momento de detectar es muy pequeño, y no siempre detecta, el cambio es de - 1V.

A una distancia muy cercana, prácticamente tocando al receptor se producía un cambio de voltaje.

El comportamiento de este receptor es el siguiente: mientras no haya obstáculo entre el emisor y el receptor, este último pasa la misma señal que tiene el emisor (Fig. 4.15.), pero si hay un obstáculo entre emisor y receptor, en nuestro caso la mosca, la señal del receptor es siempre 5 voltios (Fig. 4.16.).

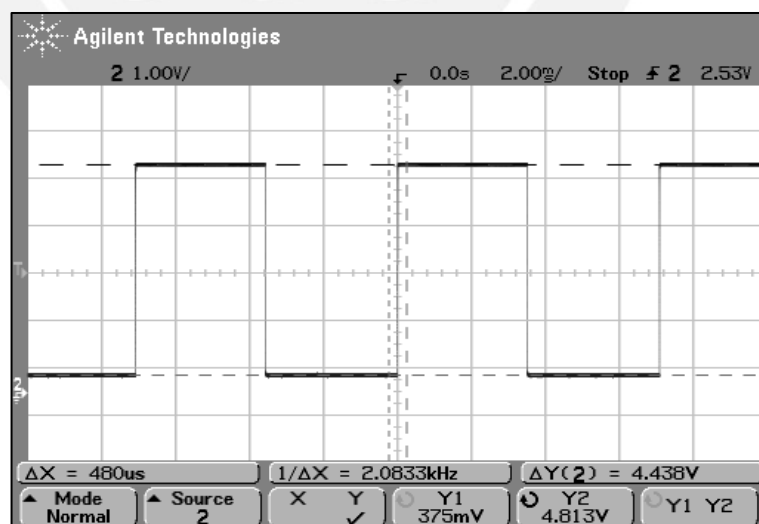


Fig. 4.15. Señal que genera el emisor.⁵¹

⁵¹ Imagen extraída del osciloscopio.

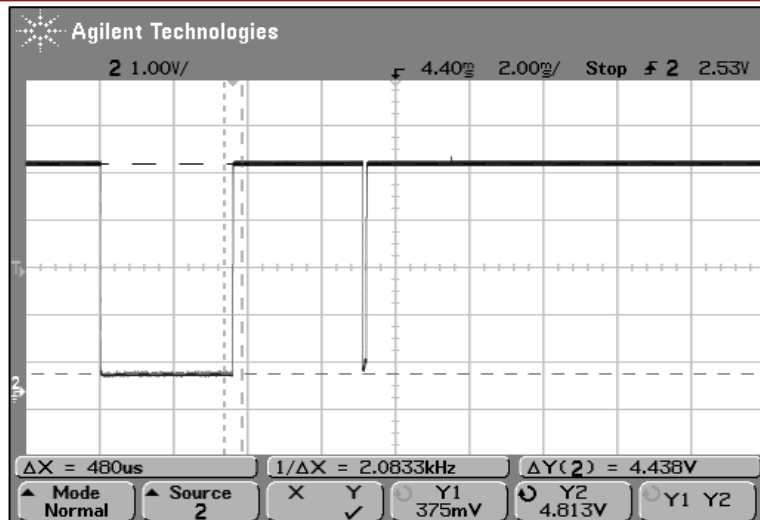


Fig. 4.16 Señal en el emisor, cuando detecta la presencia de un objeto.⁵²

4.4 Pruebas de selección utilizando el LTM9034

El LTM9034 es un receptor en forma de caja, trabaja en frecuencias desde 33 KHz. hasta 56.8 KHz.

Armamos el circuito emisor en *protoboard*, utilizando un led emisor infrarrojo, a 40 KHz.

Se dispuso en forma paralela al emisor, porque esta es la forma en la que irá en las trampas, de modo que al pasar algún objeto entre emisor receptor, por rebote de luz que incide en dicho objeto, se logre la detección.

Hicimos las pruebas, a una distancia de 2 centímetros entre emisor y receptor, y mediante la ayuda de un osciloscopio digital.

Al pasar un objeto oscuro entre ellos, de una longitud de 1 centímetro, no lo detectaba, es decir no había variación en la señal del receptor, por ende tampoco podría detectar el paso de una mosca.

⁵² Imagen extraída del osciloscopio.

4.5 Implementación del circuito

Decidimos realizar la implementación con el CNY70, porque en las simulaciones fue el dispositivo que mejor se adecuó a nuestro objetivo. Las pruebas de la tarjeta en el fundo “El Nopal”, ubicado en la ciudad de Huaral, se realizaron durante cinco semanas.

Cada fin de semana se verificó el correcto funcionamiento de la tarjeta y se reemplazó la batería por una cargada completamente.

Se tomó los datos (cuántas moscas u otros insectos ha marcado el circuito y cuántos existen en la trampa) y se anotó de forma interdiaria (los cuales forman parte de nuestros anexos); los mismos nos sirvieron para poder hallar la efectividad de nuestro circuito, esto se logra mediante la comparación de la cantidad total de moscas u otros insectos que han ingresado a la trampa contra la cantidad total de moscas y otros insectos que detectó el circuito durante las cinco semanas de prueba.

En el fundo también se toman los datos (cuántas moscas de la fruta hay en cada trampa) de forma semanal.

Según el cuadro de *MTD* que tenía el fundo “El Nopal”, elegimos el área con mayor índice de *MTD*, siendo el LOTE B2 en el que se siembra mandarina.

El diseño esquemático de la tarjeta es el siguiente:

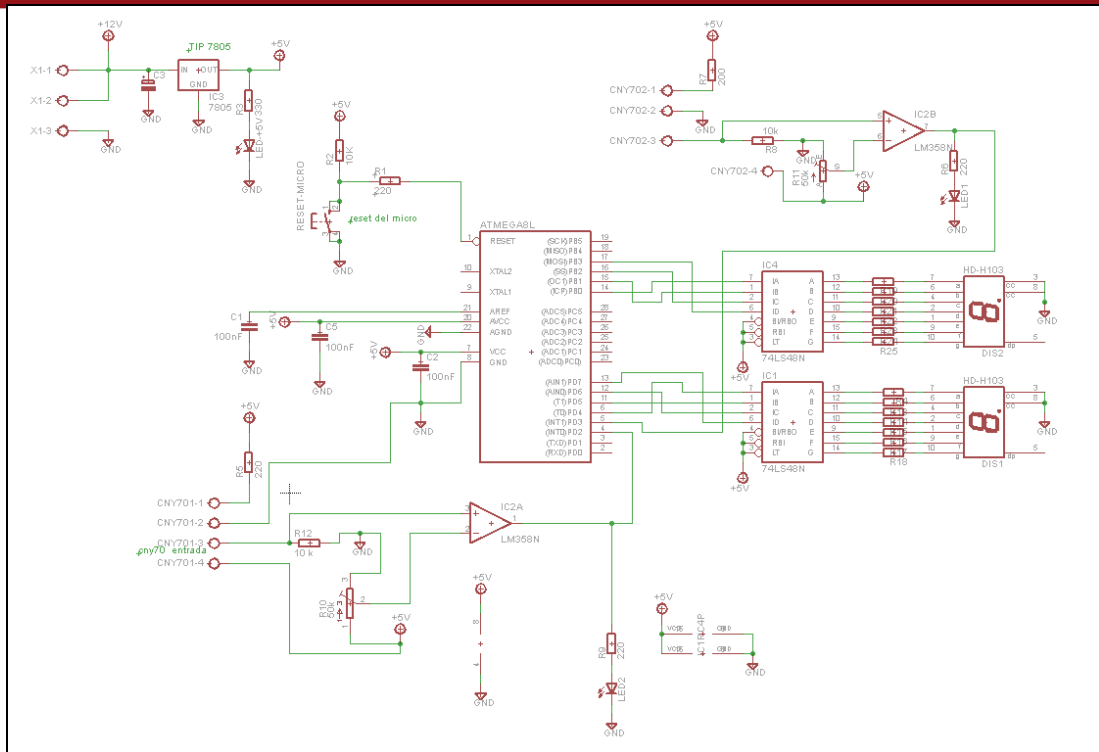


Fig. 4.17. Diagrama esquemático del circuito.

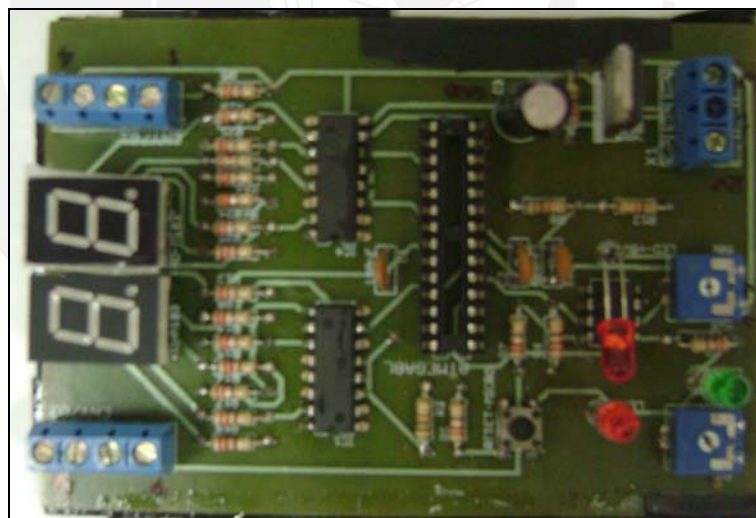


Fig. 4.18. Tarjeta impresa.

Para las pruebas en el fondo “El Nopal” se utilizaron dos displays de ocho segmentos para ir mostrando la cantidad de moscas que ingresaron a la trampa.

En el circuito mostrado, el led sensor del CNY70 se alimenta a través de una resistencia R5 cuando la superficie refleje la luz del emisor, el fototransistor

contenido en el sensor CNY70, baja su resistencia interna entre colector y emisor con lo cual conduce la corriente, a la salida de este se coloca un opamp como comparador y mediante el potenciómetro poder tener una señal cuadrada que pueda ir directamente al microcontrolador.

Para evitar la doble cuenta a una misma mosca, utilizamos dos fototransistores, uno seguido de otro, a una distancia de dos centímetros. De esta manera el primero que detecte determinará si la mosca está entrando o saliendo de la trampa.

El microcontrolador lee los dos CNY70 y diferencia según la posición si la mosca entra o sale del agujero, el programa es capaz de diferenciar e ir aumentando o disminuyendo el número de moscas que se muestran en los displays.

La mejor forma de ubicar los sensores es a una distancia de dos centímetros entre ellos, uno debajo del otro, y para darles estabilidad se colocó un soporte de cartulina que se adhiera a la abertura y se logre reducir la entrada a 3 centímetros de diámetro, que es la medida adecuada de acuerdo a las simulaciones en *protoboard* realizadas.

Durante la quinta semana de pruebas el sensor no sólo detectó moscas de la fruta sino también una “Crisopa”, el cual es un tipo de insecto que se cría en el fondo, debido a que su presencia ayuda a controlar otras plagas que suelen atacar a las hojas de los árboles.

Luego de las 5 semanas de pruebas en el fondo, logramos obtener el siguiente cuadro que muestra el MTD_1 ⁵³:

⁵³ MTD_1 es una variación del MTD debido a que en nuestro caso sólo se va a evaluar en una trampa y para un solo árbol.

LOTE B2

CUADRO RESUMEN					
	1° Sem.	2° Sem.	3° Sem.	4° Sem.	5° Sem.
NMC	0	2	1	2	3
NT	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7
MTD	0.00	0.29	0.14	0.29	0.43

Fig. 4.19. Cantidad de moscas u otros insectos detectados por el circuito.

CUADRO RESUMEN					
	1° Sem.	2° Sem.	3° Sem.	4° Sem.	5° Sem.
NMC	4	5	3	4	5
NT	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7
MTD	0.57	0.71	0.43	0.57	0.71

Fig. 4.20. Cantidad de moscas u otros insectos que ingresaron a la trampa.

Donde:

NMC: Número de moscas capturadas

NT: Número de Trampas

DE: Días de exposición

Las Fig.4.19. y Fig.4.20 son resúmenes por semana⁵⁴. El fundo "El Nopal" y el SENASA se guían del valor del *MTD* para determinar si el área está libre o no de moscas de la fruta.

Después de las cinco semanas el número de moscas que ingresaron a la trampa fue de 21 y el número de moscas que detectó el circuito fue de 8, con esto se tiene una efectividad de 38.10%.

⁵⁴ En los Anexos se adjunta las tablas de los datos..

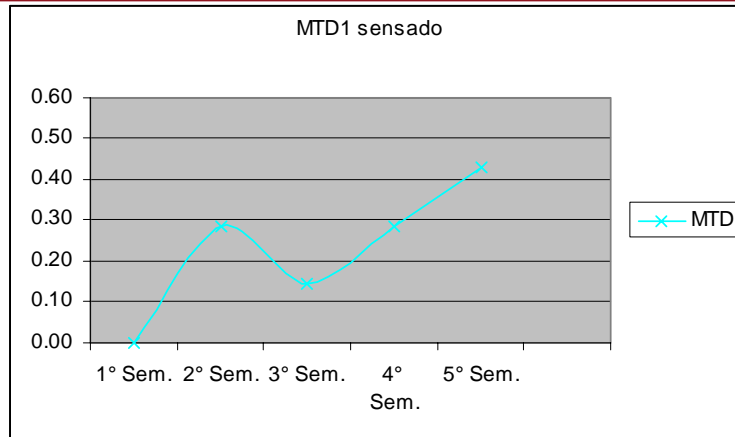


Fig. 4.21. Cantidad de moscas u otros insectos detectados por el circuito.

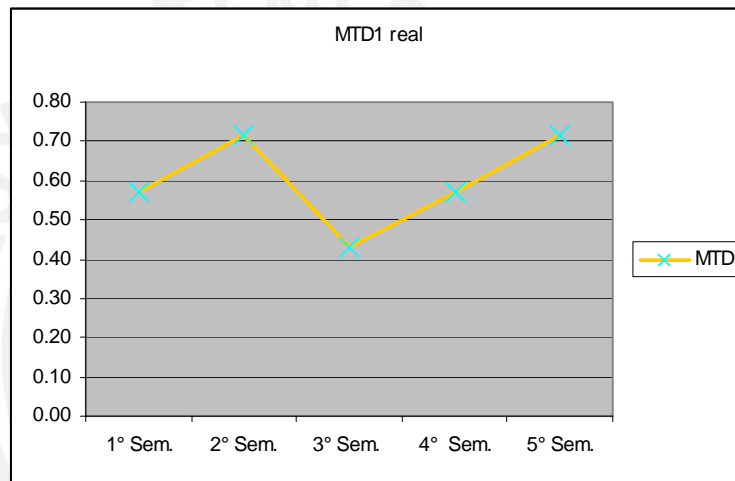


Fig. 4.22. Cantidad de moscas u otros insectos que ingresaron a la trampa.



Fig. 4.23. Imagen del Lote B2, donde se realizó el sensado.⁵⁵

⁵⁵ Fotografía tomada en el fundo “El Nopal”.



Fig. 4.24. Cinta de codificación del lugar donde se encuentra la trampa.⁵⁶



Fig.4.25. Apertura de la trampa.⁵⁷

⁵⁶ Fotografía tomada en el fundo “El Nopal”.

⁵⁷ Fotografía tomada en el fundo “El Nopal”.

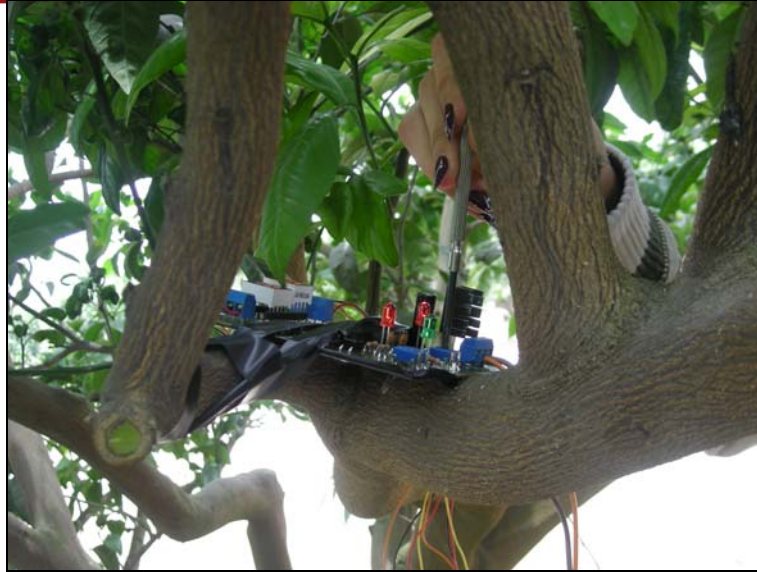


Fig.4.26. Colocación del circuito en el árbol elegido.⁵⁸



Fig. 4.27. Trampa y circuito instalado en el árbol.⁵⁹

⁵⁸ Fotografía tomada en el fundo “El Nopal”

⁵⁹ Fotografía tomada en el fundo “El Nopal”, se colocó cinta aislante y se puso en esa ubicación para la toma de la fotografía



Fig. 4.28. Trampa y circuito instalado en el árbol.⁶⁰

4.6 Costo del circuito implementado

Cantidad	Descripción	Unitario	Sub-Total
1	Atmega 8l	10.0	10.0
2	Display de 7 seg.	1.3	2.6
1	LM358	1.0	1.0
2	74LS48	3.5	7.0
2	CNY70	6.0	12.0
1	7805	1.0	1.0
4	Borneras de 2	0.5	2.0
1	Bornera de 3	0.8	0.8
3	Led	0.1	0.3
2	Potenciómetros	0.5	1.0
24	Resistencias	0.03	0.6
	otros	0.7	0.7
1	Costo de Tarjeta	10.0	10.0
1	Batería	30.00	30.00
	Total		S/. 79.0

El costo del circuito que hemos implementado es de cuarenta y nueve soles. Si realizamos el circuito en una mayor cantidad el costo podría reducirse en 60%. Y así se abaratarían los costos de la trampa.

⁶⁰ Foto tomada en el fundo “El Nopal”.

4.7 Estudio de las imágenes de la Mosca de la Fruta

Otra manera de poder contabilizar el número de moscas existentes es utilizando procesamiento digital de imágenes, en este caso se realizó un programa que es desarrollado en Matlab. Esto es porque las moscas tienen un color y forma que los caracteriza. En nuestro caso utilizamos su color marrón claro para el análisis. Con este fin se tomaron una serie de fotografías para poder analizarlas con el programa. Para que exista un mejor contraste entre las moscas y el envase o lugar en que estarán, este debe tener un fondo claro.

Lo que se pretende es tomar una foto en dos momentos.

- En la misma trampa: Se tomará fotografías a las moscas de la fruta que se encuentran dentro de las trampas brindadas por el SENASA y a las trampas caseras utilizadas en Palpa.
- Cuando se realice la recolección de moscas. Se les tomará fotografías a las moscas muertas sobre una mesa o un recipiente.

Estas fotos son tomadas para poder contar el número de moscas de la fruta de una manera rápida.

Se tomaron alrededor de 30 fotos de moscas de la fruta de las 2 especies en investigación, las fotos son analizadas en un programa utilizando el software de Matlab.

Estas fotos fueron tomadas en recipientes de plástico y vidrio, donde se ponía un fondo claro.

Las fotos son tomadas con la cámara DFK 21AF04, que tiene las siguientes características:

- *Firewire ColorCamara*
- *1/4" CCD, progressive scan*
- *640 x 480 pixel*
- *Up to 60 images/s*
- *IEEE 1394*
- *Protocol: DCAM 1.31*



Las fotografías se tomaron en 2 momentos del día, una sesión de fotos se realizó a las 10am y la otra a las 7pm. En estas 2 sesiones observamos un gran contraste entre ellas. El número máximo de moscas tomadas con esta cámara es alrededor de 9 moscas.

Tomamos otras fotografías con una cámara digital Power Shot A70 – Canon, donde el número máximo de moscas de la fruta fue de 38. Tomamos una serie de fotografías alrededor de las 8pm, en una habitación con un fluorescente encendido (exista una mayor luminosidad) para que las fotografías se muestren más claras.

Para cada una de las cámaras tomadas se realizaron variantes en los programas, es por ello que utilizaremos las fotografías tomadas con la cámara DFK 21AF04, ya que son más nítidas y servirán para tener un estándar de las fotografías.

4.8 Análisis y desarrollo del programa para contar Moscas de la Fruta utilizando procesamiento digital de imágenes

De las fotos tomadas con la cámara DFK 21AF04, se puede apreciar que el número mínimo de moscas que aparecen en alguna fotografía es 1, y el máximo número es de 9.

Las fotos se tomaron a diferentes distancias, entre ellas: 30cm, y 20 cm. Hasta ahora se han analizado fotografías digitales donde sólo se encuentran moscas de la fruta.

Con el programa realizado se obtienen los siguientes resultados:

En la Fig. 4.29 muestra la imagen original, en ella se aprecian a 9 moscas. Se ejecuta el programa con esta fotografía y se aprecian los resultados siguientes:

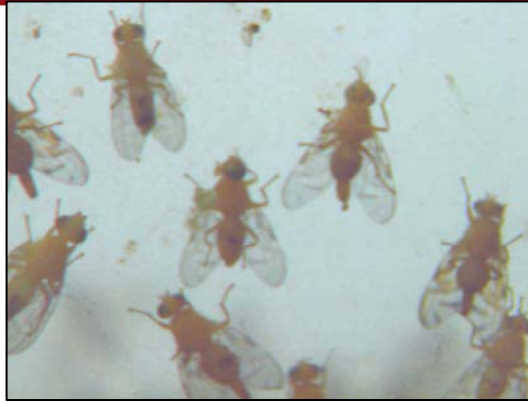


Fig. 4.29. Fotografía original.⁶¹

Lo primero que muestra este programa es el cálculo de un histograma de la fotografía tomada, esto nos brinda una información global de la imagen que nos indica en cada curva representada la frecuencia de cada color siendo el 0 el más oscuro y 255 el más claro. Con la ayuda del histograma se define cuál es el filtro que se utiliza mas adelante.

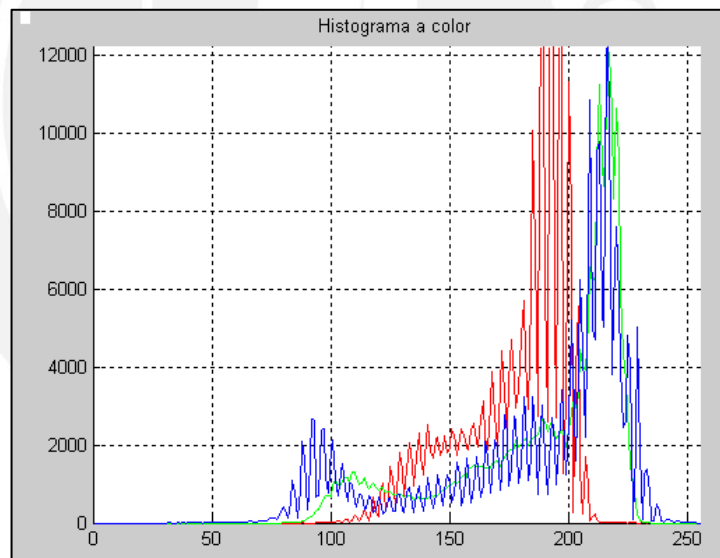


Fig. 4.30. Histograma de la imagen.⁶²

Observando el histograma (Fig. 4.30) se puede apreciar que con el color azul existe un mayor contraste, es por eso que se toma esa capa de color para poder utilizar el filtro. Luego de separar las capas de la fotografía se cambia a escala de grises, (Fig. 4.31) donde se realiza la umbralización (separar los objetos de una imagen que nos interesa del resto), el valor del umbral se

⁶¹ Foto tomada en el Laboratorio DSP

⁶² Imagen extraída del Matlab

determina a través del histograma que se halló anteriormente. Utilizamos el valor de 125 para realizar la umbralización donde sólo se pueda tener el cuerpo de las moscas, el cual es más oscuro, así se elimina las alas de la mosca. Esto se aprecia en la Fig. 4.32.

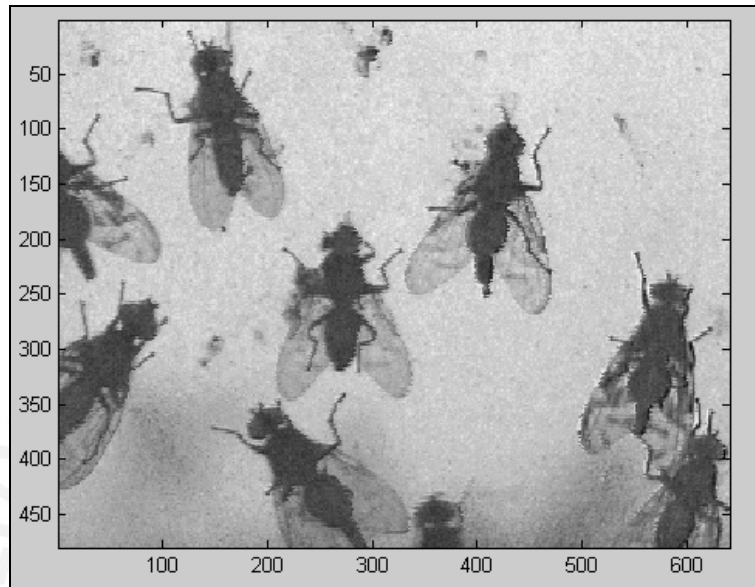


Fig. 4.31. Foto en escala de grises.⁶³

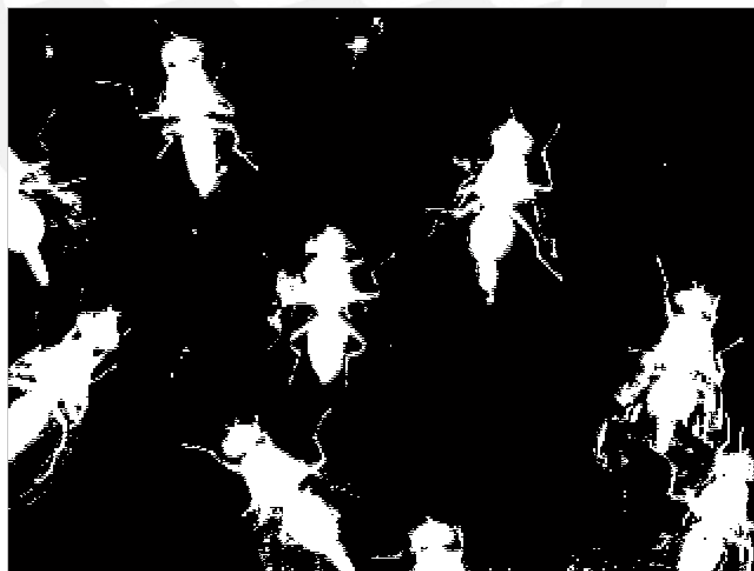


Fig. 4.32. Foto filtrada.⁶⁴

⁶³ Imagen extraída del Matlab

⁶⁴ Imagen extraída del Matlab

Luego se realiza la apertura de la imagen, es decir se erosiona la imagen para desaparecer los puntos blancos (Fig. 4.33), luego se dilata (Fig. 4.34) para poder contar mejor cuántas manchas blancas hay, esto se realiza etiquetando cada una de las manchas blancas existentes. (Fig. 4.35.)



Fig. 4.33. Imagen erosionada.⁶⁵



Fig. 4.34. Imagen Dilatada.⁶⁶

⁶⁵ Imagen extraída del Matlab

⁶⁶ Imagen extraída del Matlab

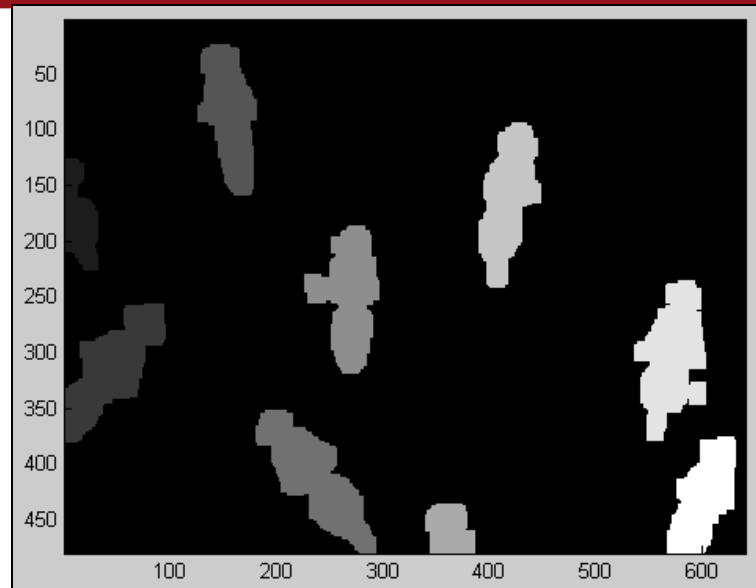


Fig. 4.35. Imagen final.⁶⁷

En este programa también considera cuando 2 moscas se encuentren algo juntas, esto se realizó teniendo el área de superficie de la mosca de la fruta.

De las 30 fotos tomadas y analizadas con el programa realizado, 15 fotos dan el número de moscas que aparecen en ella. El problema que se presenta actualmente es cuando las moscas se encuentran muy cerca y se puede confundir que son una sola. Además, las moscas de la fruta fueron fotografiadas dentro de un envase de plástico y de vidrio, teniéndose algunas fotografías defectuosas ya que se llegan a mostrar diferentes moscas en diferentes caras del envase.

⁶⁷ Imagen extraída del Matlab

Conclusiones

El uso de equipos electrónicos en las trampas reduce el tiempo en el que se toman los datos, sobretodo en fundos en los que se tienen gran número de hectáreas.

Según las simulaciones realizadas y las pruebas en *protoboard* hechas durante los procesos de selección del sensor, el que más se adecua a la presencia de la mosca de la fruta es el CNY70.

Para la detección en la propia trampa, se cambió el diseño del agujero interior, por uno que tenga un diámetro menor, es decir, de tres centímetros de diámetro. El cambio es en el diámetro interno, es decir, como una especie de embudo volteado.

El circuito muestra una efectividad de 38.10%, este resultado es un poco bajo para los fines del equipo, sin embargo se debe tener en cuenta que éste resultado se puede mejorar.

La mejora de la efectividad se puede lograr realizando un diseño para la mejor ubicación de los sensores QRD1114, debido a que son más pequeños y el diseño también debe enfocarse a la forma en que se deben ocultar los cables que alimentan los sensores de reflexión, para evitar que estos sean un agente repelente para los moscas.

El conteo de las moscas de la fruta a través del procesamiento digital de imágenes tiene una efectividad de 50%, considerado un resultado óptimo.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta las simulaciones, pruebas y resultados se recomienda:

Cambiar semestralmente empaques nuevos de atrayentes.

Mejorar la ubicación de los sensores, haciendo un diseño especial para los estos y utilizar módulos de reflexión con filtro de luz de día, como el PT1302BC.

Mejorar el circuito, colocando un puerto serial u otro, para poder extraer los datos mediante algún dispositivo (una laptop, un celular u otro) y usando los protocolos para poder tener contabilizadas varias trampas en una hilera, y así poder hallar el *MTD* de todo el lote.

Tomar los datos diariamente y tener varios circuitos instalados en más de dos lotes, porque durante los primeros días en el lote que seleccionamos no se registraron moscas sin embargo en el lote donde se siembran manzanas, como ya estaban próximos a la cosecha se registró la mayor cantidad de moscas en ese lote.

Proteger al circuito de la intemperie, para que esté dentro de un chasis o carcasa especial.

Usar el sensor QRD1114, por ser más pequeño y se puede reducir el costo, cada uno esta 0.43 centavos de dólar⁶⁸.

Utilizar paneles solares si es que se implementa el circuito en todas las trampas de los lotes, debido a que los lotes de mayor presencia de mosca de la fruta son los más alejados y no hay luz eléctrica.

⁶⁸ www.digikey.com

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA:

- 1) Control biológico por aumento en moscas de la fruta. Disponible en Web:
[http://www.ecologia.edu.mx/folemtex/documentos/FEM43\(3\)2.pdf](http://www.ecologia.edu.mx/folemtex/documentos/FEM43(3)2.pdf)
- 2) Erradicación de la mosca de la fruta ceratitis capitata, en el valle interandino de Huaura Sayán. Disponible en Web:
http://www.senasa.gob.pe/acerca_de/transparencia/programa_desarrollo/pro_y_mosca_huaral.pdf
- 3) Generación de alternativas tecnológicas para el control de la mosca de la fruta en el litoral ecuatoriano. Disponible en Web:
<http://www.mag.gov.ec/promsa/Resumen%20IG-CV-031.htm>
- 4) Fichas de reconocimiento de moscas de la fruta de importancia cuarentenaria para Chile. Disponible en Web:
http://www2.sag.gob.cl/biblioteca_digital/documentos/mosca_fruta/ficha_rec_onocimiento_mosca.pdf
- 5) Procedimiento para el registro de las actividades de detección del proyecto moscas de la fruta. Disponible en Web:
http://www2.sag.gob.cl/biblioteca_digital/documentos/mosca_fruta/procedimiento_registro.pdf
- 6) Plan de emergencia de mosca del mediterráneo del proyecto moscas de la fruta del SAG. Disponible en Web:
http://www2.sag.gob.cl/biblioteca_digital/documentos/mosca_fruta/plan_emergencia2005.pdf
- 7) Portal Agrario Peruano. Disponible en Web:
http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/trampas_mosca.shtml
- 8) Seguimiento de plagas en el valle de Lanchas. Disponible en Web:
http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/doc_mosca_lanchas.shtml

- 9) Orientación al agricultor. Disponible en Web:
http://www.portalagrario.gob.pe/PHPDIG_DIR/search.php?refine=1&query_s tring=mosca+de+la+fruta&site=2&limite=15&option=start
- 10) Programa de Control Cooperativo de la mosca de la Fruta. Disponible en Web: <http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/pdf/ffeissp.pdf>
- 11) Manual de identificación Taxonómica- especies de Anastrepha frecuentes en trampas McPHAIL. Disponible en Web:
<http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/pdf/manualtaxonomiapdf.pdf>
- 12) Programa Nacional de Moscas de la Fruta-2000 primera parte: La mosca de la Fruta. Disponible en Web:
<http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/pdf/MoscadelaFrutaParte1.pdf>
- 13) Programa Nacional de la Mosca de la Fruta-2000 segunda parte: Sistema Nacional de detección. Disponible en Web:
<http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/pdf/MoscadelaFrutaParte2.pdf>
- 14) Programa Nacional de la Mosca de la Fruta-2000 tercera parte: Monitoreo de moscas de la fruta en melón sandía y zapallo. Disponible en Web:
<http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/pdf/MoscadelaFrutaParte3.pdf>
- 15) Programa Nacional de la Mosca de la Fruta-2000 cuarta parte: Lineamiento del Sistema Preventivo de Detección de Moscas de la Fruta del Tipo A1. Disponible en Web:
<http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/pdf/MoscadelaFrutaParte4.pdf>
- 16) Programa Nacional de la Mosca de la Fruta-2000 quinta parte: Supervisión y Evaluación de Inspectores de Detección. Disponible en Web:
<http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/pdf/MoscadelaFrutaParte5.pdf>
- 17) Programa Nacional de la Mosca de la Fruta-2000 sexta parte: Responsabilidades del Personal que Labora en el Programa Nacional de Moscas de la Fruta. Disponible en Web:
<http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/pdf/MoscadelaFrutaParte6.pdf>

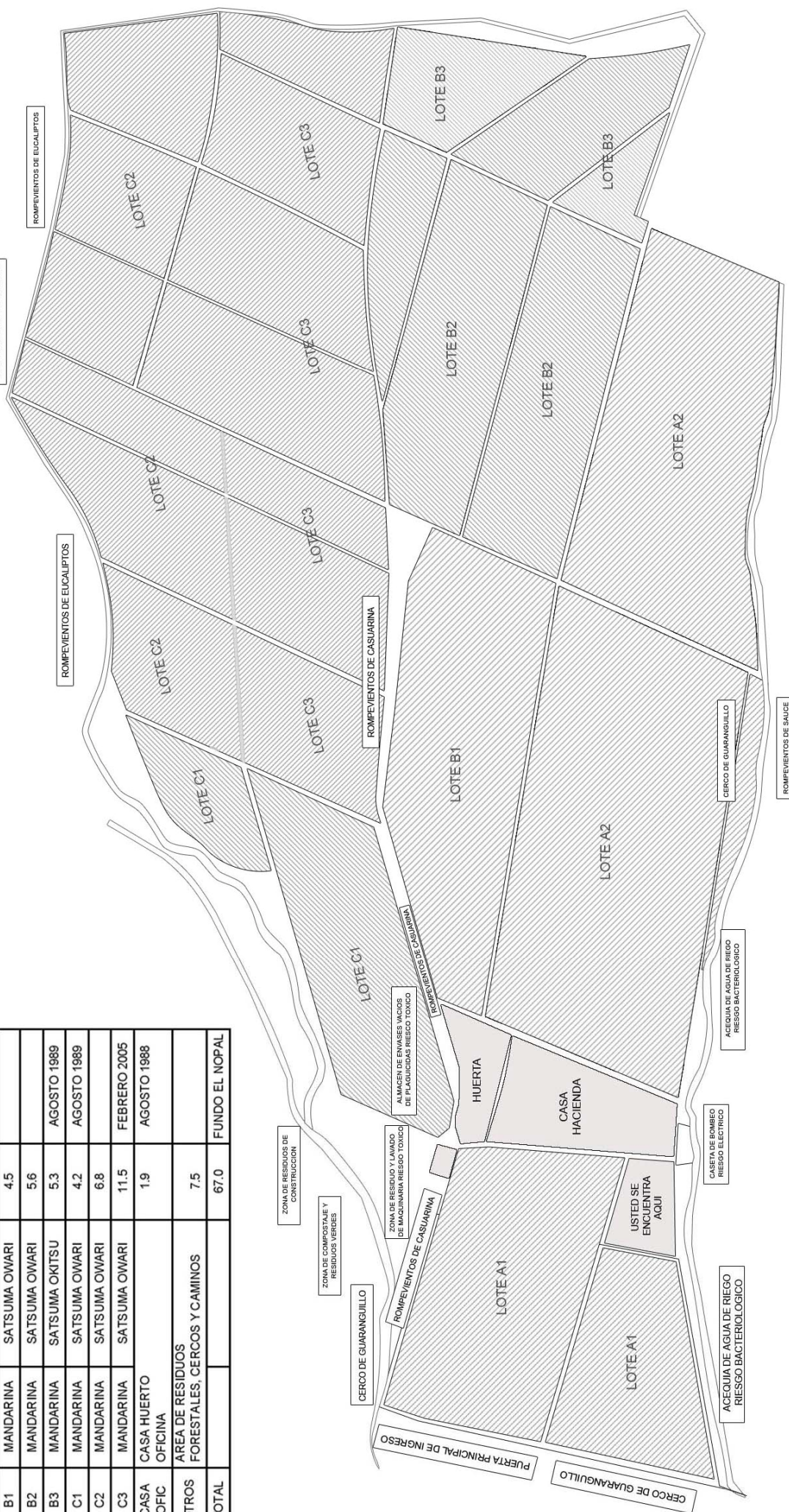
- 18) Programa Nacional de la Mosca de la Fruta-2000 séptima parte: Glosario de Términos. Disponible en Web:
<http://www.portalagrario.gob.pe/plagas/pdf/MoscadelaFrutaParte7.pdf>
- 19) Efecto de la ubicación de trampas Multilure en la captura de moscas de las frutas en huertos de mango. Disponible en Web:
http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v47_3/0473a010.html
- 20) Mosca de la fruta Ceratitis capitata. Disponible en Web:
http://www.infoagro.com/frutas/mosca_de_la_fruta.htm
- 21) Tratamientos terrestres contra la mosca de las frutas en cítricos. Disponible en Web: http://www.ivia.es/deps/otri/Documentos/FT_CIT_1.pdf
- 22) Normativa Andina – Comunidad Andina Decisión 253 de septiembre de 1989 Programa Andino de Prevención, Control y Erradicación de las Moscas de las Frutas. Lima – Perú. Disponible en Web:
- 23) Servicio de información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Disponible en Web:
<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/frutas/chirimoya/principal.htm>
- 24) Control Biológico. Disponible en Web:
<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEVpAEIpZlyvQFjJZm.php>
- 25) Valle PALPA. Disponible en Web:
http://www.inrena.gob.pe/irh/pdf_varios/estudios/as/palpa.pdf
- 26) Posibilidades de uso de agentes microbianos nativos para el control de plagas en la Agricultura Orgánica e Integrada en Uruguay. Disponible en Web:
http://www.agroindustrias.org/1-07-03_organicos_controlplagas.shtml

- 27) Tan, Keng- H.
2000 Area- Wide Control of Fruit Flies and other Insects Pests
- 28) SENASA-PERU-OIEA
1998 Primer Curso Nacional sobre control Integrado de Moscas de la Fruta con énfasis en la Técnica del Insecto Estéril.
- 29) SAGAR-MEXICO
1997 Manual de Procedimientos del Departamento de Operaciones de Campo.
- 30) White. I.M and Elson-Harris M.M. 1992 Fruit Flies of economics significance Their Identification and bionomics.
- 31) Folleto informativo de tecnología de aguas residuales Desinfección con luz ultravioleta.
- 32) Radiología digital ventajas, desventajas, implicaciones éticas. Revisión de la literatura
Ortodoncia, Revista Latinoamericana. Disponible en Web:
http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2005/radiologia_digital.asp
- 33) Radiografía Digital: Consejos para la Práctica Clínica. Disponible en Web:
<http://www.medicaavanzada.com/articulos/radiografiad.htm>
- 34) Control Electronic Security. Disponible en Web:
http://www.controlelectronic.com/xray_espanol.htm
- 35) Goaz – White
Radiología oral – Principios e Interpretación 3era Edición
- 36) Tratamiento Digital de imágenes. Rafael C. Gonzáles. 1996



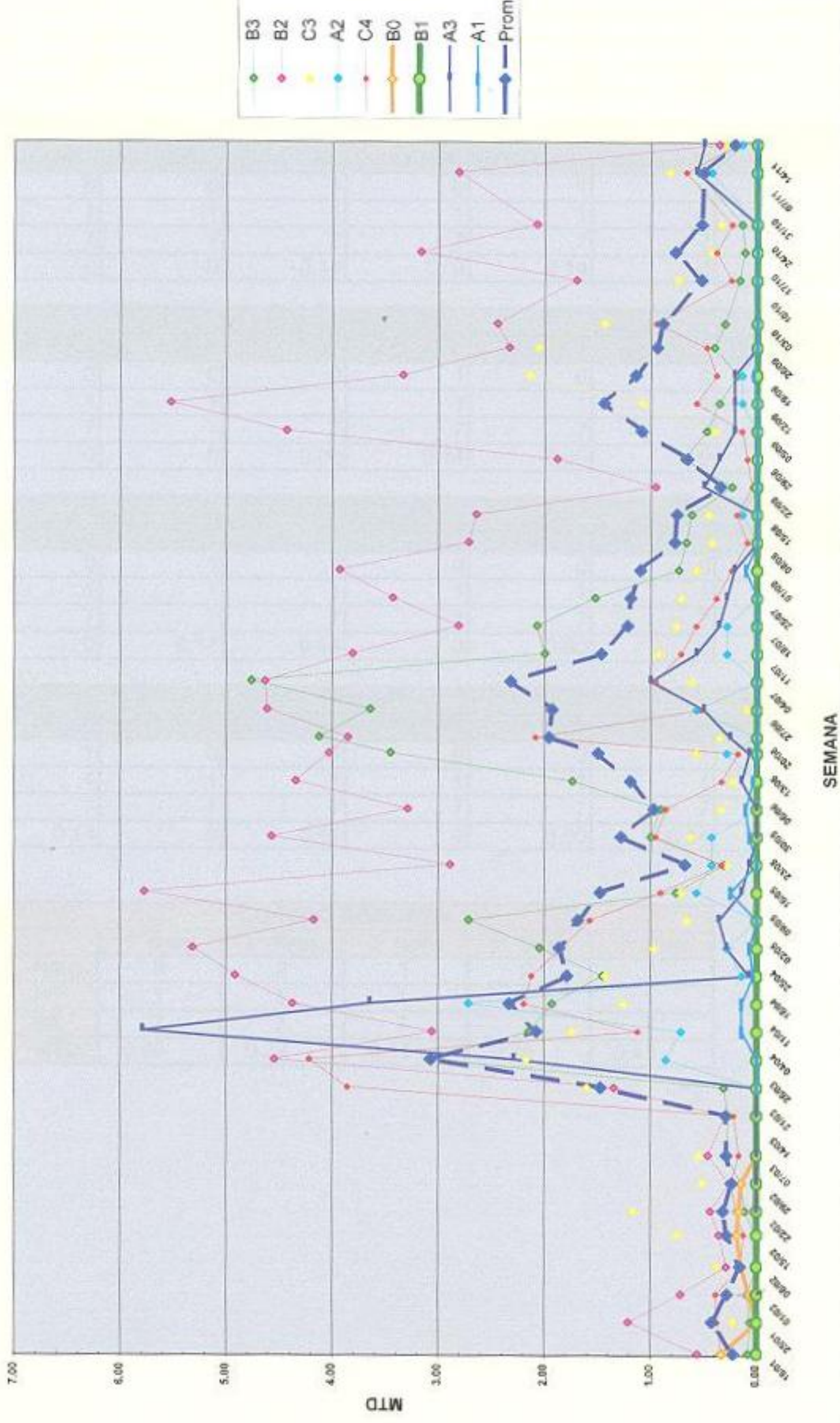
FUNDO EL NOPAL

LOTE	CULTIVO	VARIEDAD	AREA	AÑO DE SIEMBRA
A1	MANDARINA	W MURCOTT	6.0	ENERO 2005
A2	MANDARINA	W MURCOTT	13.7	DICIEMBRE 2004
B1	MANDARINA	SATSUMA OWARI	4.5	
B2	MANDARINA	SATSUMA OWARI	5.6	
B3	MANDARINA	SATSUMA OKITSU	5.3	AGOSTO 1989
C1	MANDARINA	SATSUMA OWARI	4.2	AGOSTO 1989
C2	MANDARINA	SATSUMA OWARI	6.8	
C3	MANDARINA	SATSUMA OWARI	11.5	FEBRERO 2005
CASA OFIC	CASA HUERTO OFICINA		1.9	AGOSTO 1988
OTROS	AREA DE RESIDUOS FORESTALES, CERCOS Y CAMINOS		7.5	
TOTAL			67.0	FUNDO EL NOPAL



PROPIETARIO	ANTONIO GAINZA MORGANTE	PROYECTO	R-01
UBICACION:	HUARAL, LIMA	PLANO DE ZONIFICACIÓN	
		FECHA:	Febrero 2007

GRÁFICO DE MTD DE MOSCA DE LA FRUTA



SEMANA

DATOS REALES

PRIMERA SEMANA

	09/10/2008	11/10/2008	13/10/2008	15/10/2008	17/10/2008	18/10/2008	20/10/2008
NMC	0	0	0	0	2	0	2
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.29

SEGUNDA SEMANA

	22/10/2008	24/10/2008	27/10/2008	29/10/2008	31/10/2008	01/11/2008	03/11/2008
NMC	1	1	1	0	1	0	1
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0.14	0.14	0.14	0.00	0.14	0.00	0.14

TERCERA SEMANA

	05/11/2008	07/11/2008	10/11/2008	12/11/2008	14/11/2008	15/11/2008	17/11/2008
NMC	0	0	1	1	0	1	0
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0.00	0.00	0.14	0.14	0.00	0.14	0.00

CUARTA SEMANA

	19/11/2008	21/11/2008	22/11/2008	24/11/2008	25/11/2008	26/11/2008	27/11/2008
NMC	0	1	1	1	0	1	0
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0.00	0.14	0.14	0.14	0.00	0.14	0.00

QUINTA SEMANA

	28/11/2008	29/11/2008	01/12/2008	02/12/2008	03/12/2008	04/12/2008	05/12/2008
NMC	1	0	1	0	1	1	1
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0.14	0	0.14	0	0.14	0.14	0.14

CUADRO RESUMEN

	1° Sem.	2° Sem.	3° Sem.	4° Sem.	5° Sem.
NMC	4	5	3	4	5
NT	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7
MTD	0.57	0.71	0.43	0.57	0.71

DATOS SENSADOS

PRIMERA SEMANA

	09/10/2008	11/10/2008	13/10/2008	15/10/2008	17/10/2008	18/10/2008	20/10/2008
NMC	0	0	0	0	0	0	0
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0	0	0	0	0	0	0

SEGUNDA SEMANA

	22/10/2008	24/10/2008	27/10/2008	29/10/2008	31/10/2008	01/11/2008	03/11/2008
NMC	0	0	1	0	1	0	0
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0	0	0.14	0	0.14	0	0

TERCERA SEMANA

	05/11/2008	07/11/2008	10/11/2008	12/11/2008	14/11/2008	15/11/2008	17/11/2008
NMC	0	0	0	1	0	0	0
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0	0	0.00	0.14	0.00	0	0

CUARTA SEMANA

	19/11/2008	21/11/2008	22/11/2008	24/11/2008	25/11/2008	26/11/2008	27/11/2008
NMC	0	1	1	0	0	0	0
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0	0.14	0.14	0	0.00	0	0

QUINTA SEMANA

	28/11/2008	29/11/2008	01/12/2008	02/12/2008	03/12/2008	04/12/2008	05/12/2008
NMC	1	0	1	0	0	1	0
NT	1	1	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7	7	7
MTD	0.14	0	0.14	0	0.00	0.14	0

CUADRO RESUMEN

	1° Sem.	2° Sem.	3° Sem.	4° Sem.	5° Sem.
NMC	0	2	1	2	3
NT	1	1	1	1	1
DE	7	7	7	7	7
MTD	0.00	0.29	0.14	0.29	0.43

Programa de conteo de las moscas de la fruta en Matlab.

```
mosquita = imread('03oct006.bmp');
```

```
h = histograma(mosquita);
```

```
mosca1=mosquita(:,:,3); %separa en capas
```

```
figure,imagesc(mosca1),colormap(gray) % solo se ve la capa que se eligio
```

```
mosca2 = mosca1<125; %por el histograma se elige el numero
```

```
figure,imshow(mosca2) %se muestra
```

```
mosca2_mod = bwmorph(mosca2,'clean');
```

```
figure,imshow(mosca2_mod)
```

```
mosca3_mod = bwmorph(mosca2_mod,'erode',4);
```

```
figure,imshow(mosca3_mod)
```

```
mosca4_mod = bwmorph(mosca3_mod,'dilate',7);
```

```
figure,imshow(mosca4_mod)
```

```
L=bwlabel(mosca4_mod,4);
```

```
figure,imshow(mosca4_mod)
```

```
figure,imagesc(L),colormap(gray)
```

```
max(max(L))
```

Programa de conteo de las moscas de la fruta en el microcontrolador.

```
#include <inttypes.h>
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <stdint.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include "Kernel_Cfg.h"

static int8_t Primero, Inter1, Inter2;
static int8_t CuentaU, CuentaD;

int main (void)
{
    ConfiguraPuertos(); // Configuración de Dirección de Puertos
    ConfiguraInterrupciones(); // Configura Interrupción
    Primero = 0;
    CuentaU = 0;
    CuentaD = 0;
    Inter1 = 0;
    Inter2 = 0;

    sei(); // Activo Interrupciones

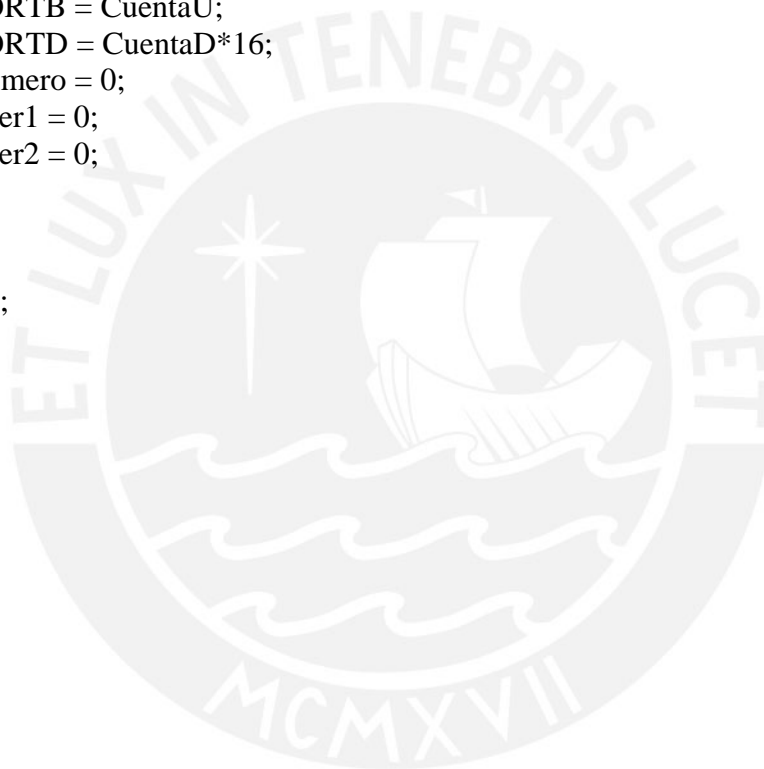
    for(;;)
    {

    }

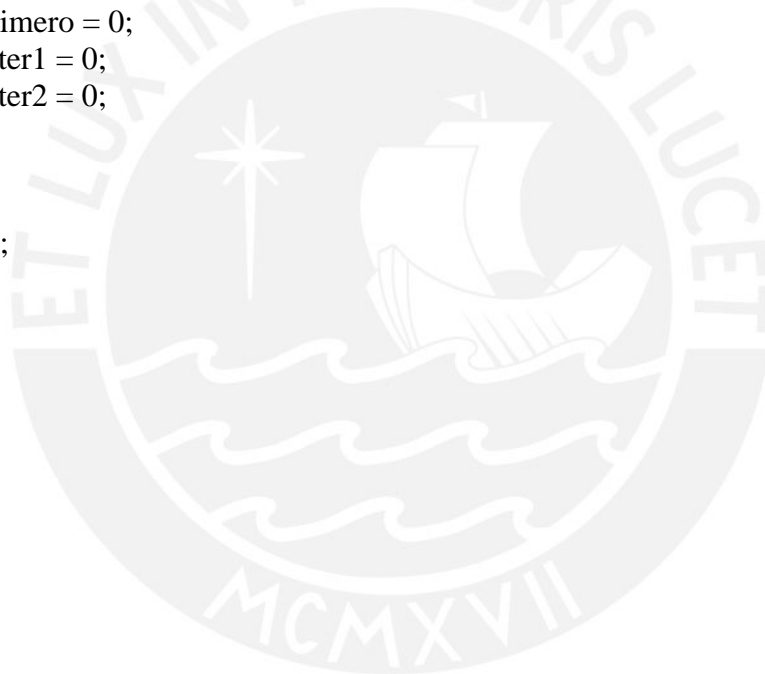
    return (0);
}
```

```
ISR(INT0_vect) // Rutina de Interrupción cuando hay un flanco de bajada en INTO
{
  //PORTB = 1;

  if (Primero != 1)
  {
    Primero = 1;
    Inter1 = 1;
  }
  else
  {
    if (Inter2 ==1)
    {
      ModifCuenta(&CuentaU,&CuentaD,1); //Resta 1 a la cuenta
      PORTB = CuentaU;
      PORTD = CuentaD*16;
      Primero = 0;
      Inter1 = 0;
      Inter2 = 0;
    }
  }
  return;
}
```



```
ISR(INT1_vect) // Rutina de Interrupción cuando hay un flanco de bajada en INT1
{
    if (Primero != 1)
    {
        Primero = 1;
        Inter2 = 1;
    }
    else
    {
        if (Inter1 ==1)
        {
            ModifCuenta(&CuentaU,&CuentaD,0); //Aumenta 1 a la cuenta
            PORTB = CuentaU;
            PORTD = CuentaD*16;
            Primero = 0;
            Inter1 = 0;
            Inter2 = 0;
        }
    }
    return;
}
```



```

#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <inttypes.h>
#include <stdlib.h>
#include "Kernel_Cfg.h"

void ConfiguraPuertos()
{
    // PD3 Y PD2 (INT0 y INT1) entradas
    // PD4 .. PD7 salida

    DDRD = 0b11110000;
    PORTD = 0b00001111;

    // PB0..PB3 salida
    DDRB = 0b00001111;
    PORTB = 0x00;
}

void ConfiguraInterrupciones()
{
    MCUCR |= 0x0A; // Ambas Interrupciones Externas serán dadas en flanco de
    bajada
    GICR |= 0b11000000; // Activo las interrupciones externas 0 y 1;
}

void ModifCuenta(int8_t *cuentaU, int8_t *cuentaD, int8_t signo) //SIGNO : 1 resta
, 0 suma
{
    if (signo == 1) // Resta
    {
        if(*cuentaU == 0 && *cuentaD == 0)
            return;
        else
        {
            if(*cuentaU == 0)
            {
                *cuentaU = 9;
                *cuentaD = *cuentaD - 1;
            }
            else
                *cuentaU = *cuentaU - 1;
        }
    }
    else // Suma

```

```
{  
  
if(*cuentaD != 9)  
{  
  
if(*cuentaU == 9)  
{  
  
*cuentaU = 0;  
*cuentaD = *cuentaD + 1;  
}  
else  
*cuentaU = *cuentaU + 1;  
  
}  
  
}  
  
return ;  
}
```



```
#ifndef Kernel_Cfg__h
#define Kernel_Cfg__h

#include <stdint.h>

void ConfiguraPuertos();
void ConfiguraInterrupciones();
void ModifCuenta(int8_t *cuentaU, int8_t *cuentaD, int8_t signo);

#endif
```

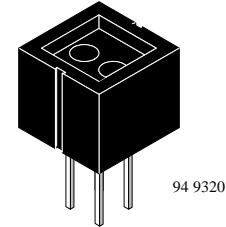


Trace Charge Controllers		Weight(lbs)	Price\$
71101 Trace C12- 12 Volt	12 ^a Charge/Load Controller	3	110
71102 Trace C30- 12, 24 Volt	30A Load Controller	3	110
71103 Trace C30A- 12,24 Volt	30A Charge Controller	3	110
71104 Trace C35- 12,24 Volt	35 Charge Controller	4	145
71105 Trace C40- 12, 24, 48 Volt	40A PWM Charge/Load Contr.	4	195
71106 Trace C40/DVM	Digital Meter for C40	1	90
71108 Trace C40/R50	C40R/50	3	115
71107 Trace C40/R100	C40R/100	3	135
71108 Trace C60-12, 24 Volt	60A PWM Charge/Load Contr.	4	245
71113 Trace TC8-12, 12 Volt	8A PWM Charge/Load Contr.	2	79
71114 Trace TC8-24, 24 Volt	8A PWM Charge/Load Contr.	2	79
71109 Trace TC12-12, 12 Volt	12A PWM Charge/Load Contr.	3	85
71110 Trace TC12-24, 24 Volt	12A PWM Charge/Load Contr.	3	85
71111 Trace TC25, 12/24 Volt	25A PWM Charge/Load Contr.	5	119
71112 Trace TC60, 12/24/48 Volt	60A PWM Charge/Load Contr.	10	329

Reflective Optical Sensor with Transistor Output

Description

The CNY70 has a compact construction where the emitting light source and the detector are arranged in the same direction to sense the presence of an object by using the reflective IR beam from the object. The operating wavelength is 950 nm. The detector consists of a phototransistor.

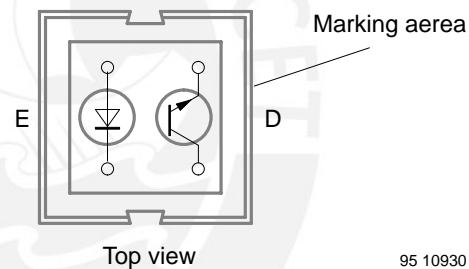


Applications

- Optoelectronic scanning and switching devices i.e., index sensing, coded disk scanning etc. (optoelectronic encoder assemblies for transmission sensing).

Features

- Compact construction in center-to-center spacing of 0.1"
- No setting required
- High signal output
- Low temperature coefficient
- Detector provided with optical filter
- **Current Transfer Ratio (CTR)** of typical 5%



Order Instruction

Ordering Code	Sensing Distance	Remarks
CNY70	0.3 mm	

Absolute Maximum Ratings

Input (Emitter)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Reverse voltage		V_R	5	V
Forward current		I_F	50	mA
Forward surge current	$t_p \leq 10 \mu s$	I_{FSM}	3	A
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	100	$^\circ C$

Output (Detector)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Collector emitter voltage		V_{CEO}	32	V
Emitter collector voltage		V_{ECO}	7	V
Collector current		I_C	50	mA
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	100	$^\circ C$

Coupler

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Total power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_{tot}	200	mW
Ambient temperature range		T_{amb}	-55 to +85	$^\circ C$
Storage temperature range		T_{stg}	-55 to +100	$^\circ C$
Soldering temperature	2 mm from case, $t \leq 5 s$	T_{sd}	260	$^\circ C$

Electrical Characteristics ($T_{amb} = 25^{\circ}C$)

Input (Emitter)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward voltage	$I_F = 50 \text{ mA}$	V_F		1.25	1.6	V

Output (Detector)

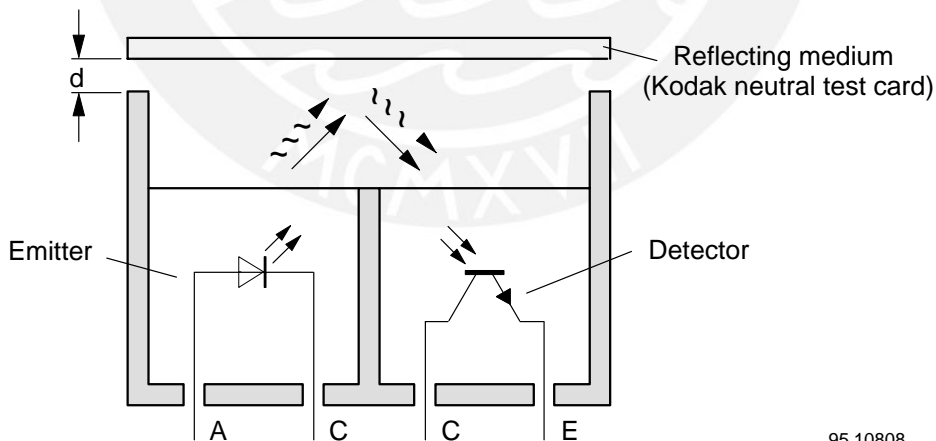
Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Collector emitter voltage	$I_C = 1 \text{ mA}$	V_{CEO}	32			V
Emitter collector voltage	$I_E = 100 \mu A$	V_{ECO}	5			V
Collector dark current	$V_{CE} = 20 \text{ V}, I_f = 0, E = 0$	I_{CEO}			200	nA

Coupler

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Collector current	$V_{CE} = 5 \text{ V}, I_F = 20 \text{ mA}, d = 0.3 \text{ mm}$ (figure 1)	$I_C^{(1)}$	0.3	1.0		mA
Cross talk current	$V_{CE} = 5 \text{ V}, I_F = 20 \text{ mA}$ (figure 1)	$I_{CX}^{(2)}$			600	nA
Collector emitter saturation voltage	$I_F = 20 \text{ mA}, I_C = 0.1 \text{ mA}, d = 0.3 \text{ mm}$ (figure 1)	$V_{CEsat}^{(1)}$			0.3	V

¹⁾ Measured with the 'Kodak neutral test card', white side with 90% diffuse reflectance

²⁾ Measured without reflecting medium



95 10808

Figure 1. Test circuit

Typical Characteristics ($T_{amb} = 25^{\circ}C$, unless otherwise specified)

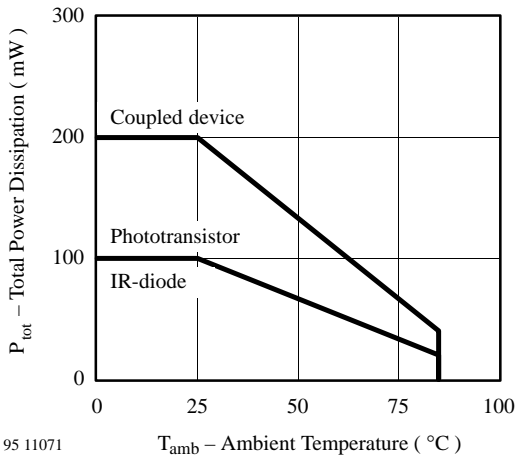


Figure 2. Total Power Dissipation vs. Ambient Temperature

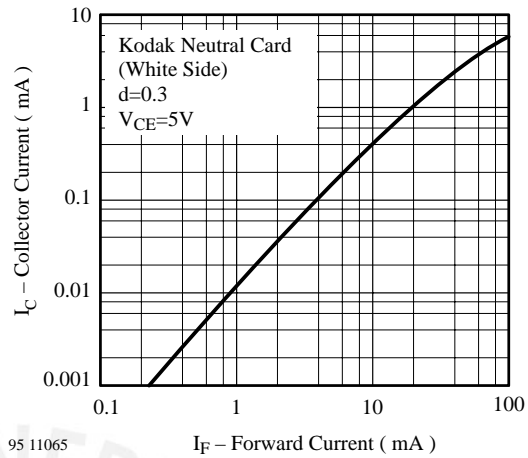


Figure 5. Collector Current vs. Forward Current

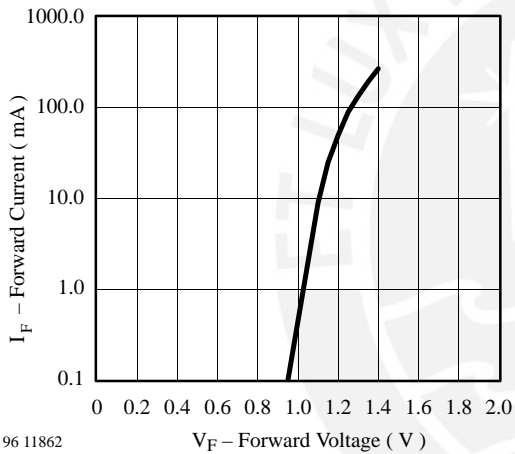


Figure 3. Forward Current vs. Forward Voltage

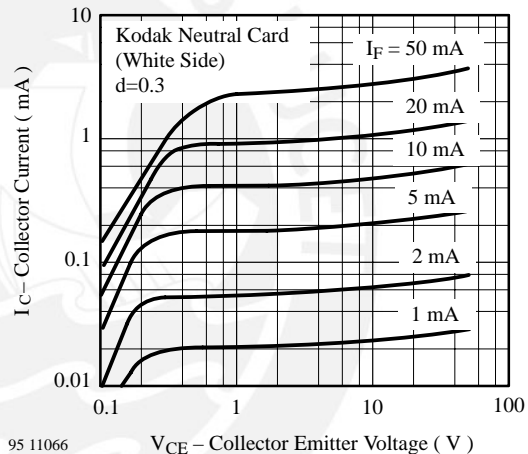


Figure 6. Collector Current vs. Collector Emitter Voltage

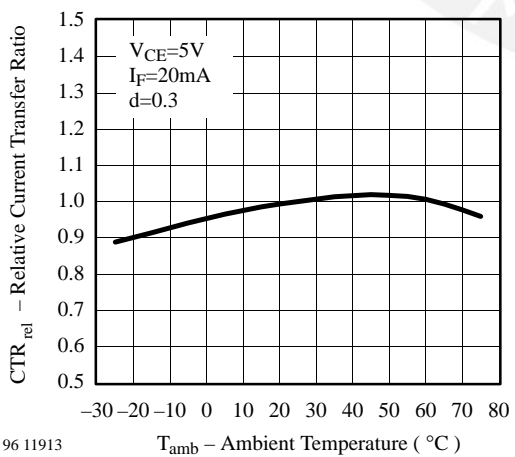


Figure 4. Relative Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature

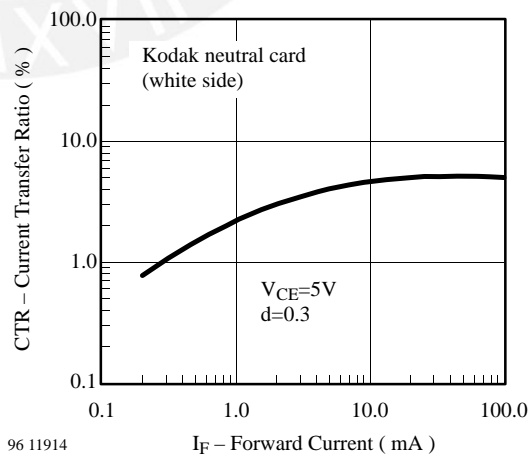
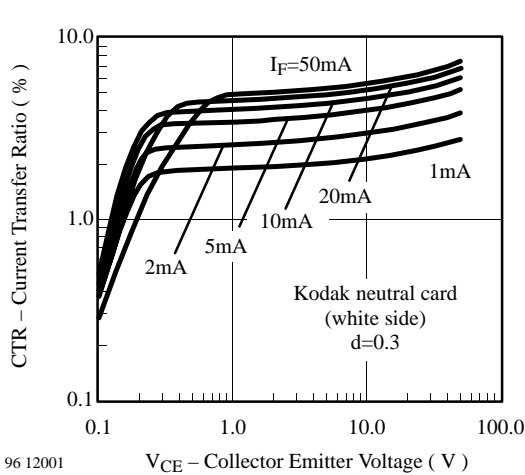
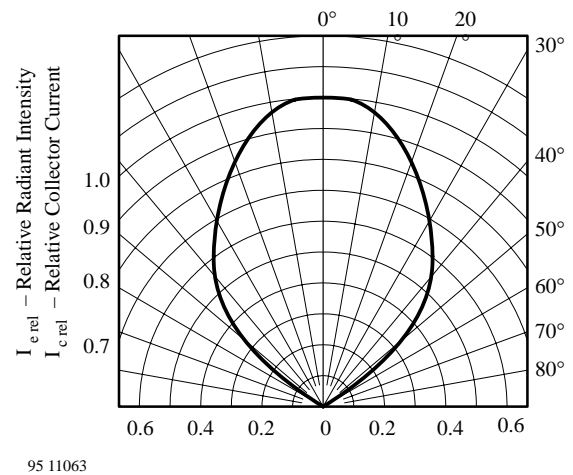


Figure 7. Current Transfer Ratio vs. Forward Current



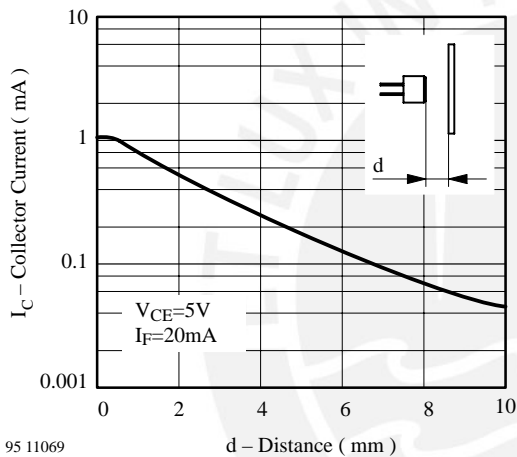
96 12001

Figure 8. Current Transfer Ratio vs. Collector Emitter Voltage



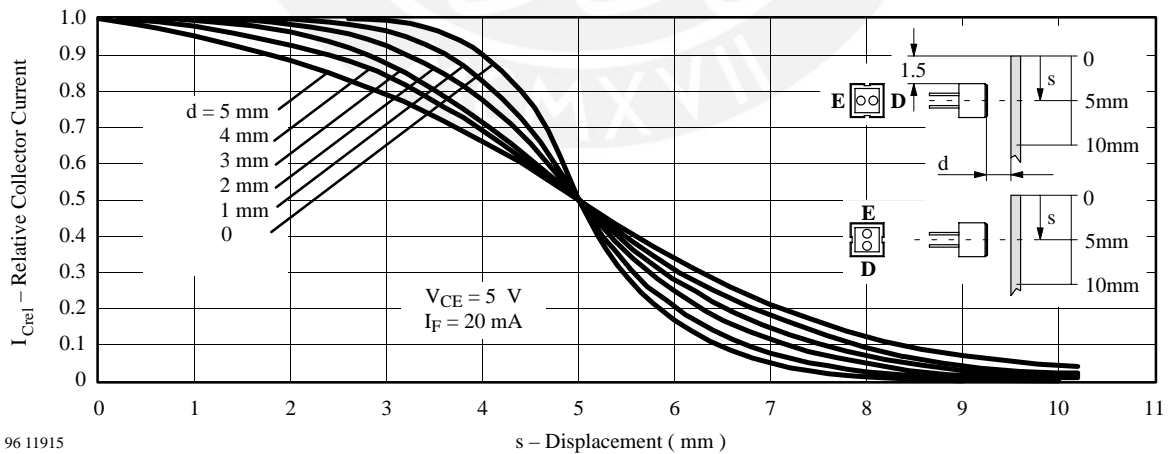
95 11063

Figure 10. Relative Radiant Intensity/Collector Current vs. Displacement



95 11069

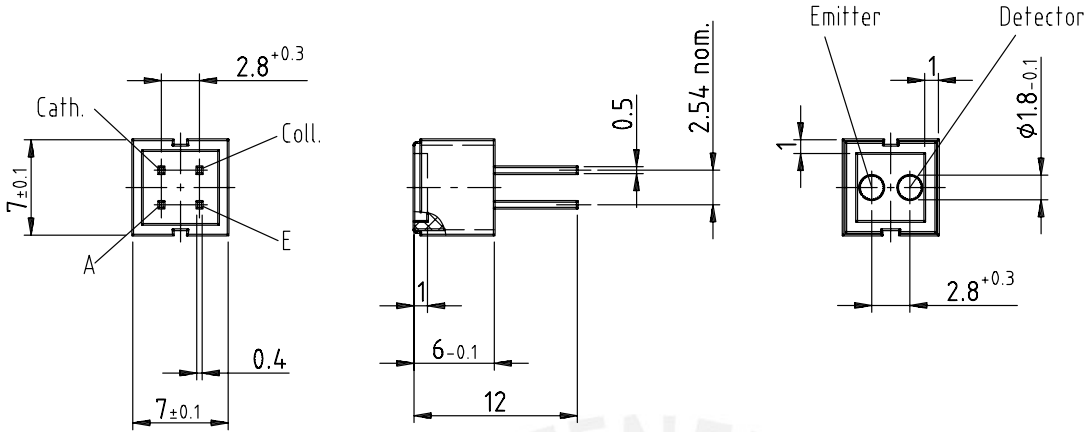
Figure 9. Collector Current vs. Distance



96 11915

Figure 11. Relative Collector Current vs. Displacement

Dimensions of CNY70 in mm

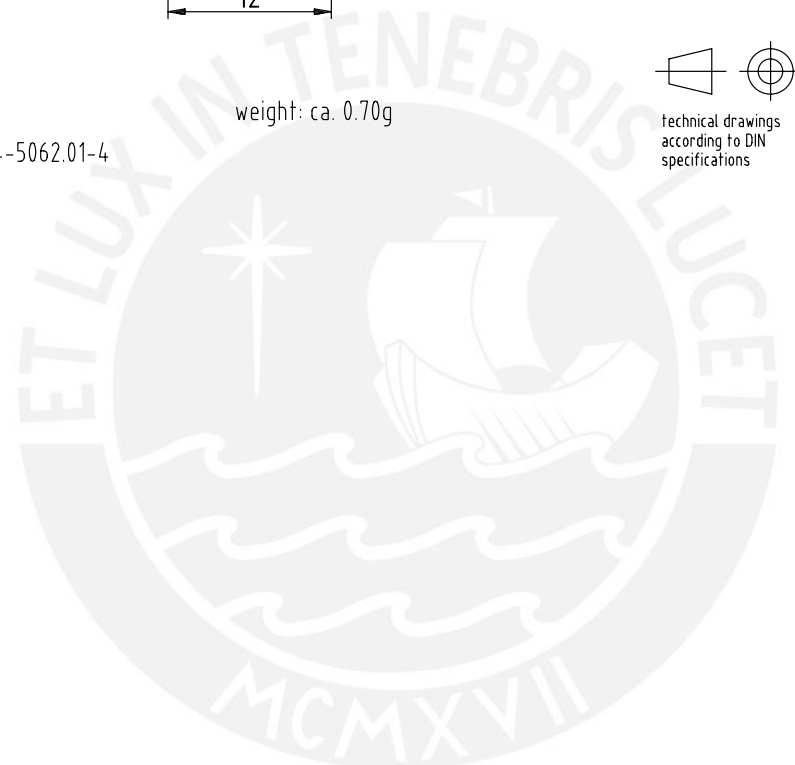


weight: ca. 0.70g

Drawing-No.: 6.544-5062.01-4
Issue: 4; 24.03.00

technical drawings
according to DIN
specifications

95 11345



Ozone Depleting Substances Policy Statement

It is the policy of **Vishay Semiconductor GmbH** to

1. Meet all present and future national and international statutory requirements.
2. Regularly and continuously improve the performance of our products, processes, distribution and operating systems with respect to their impact on the health and safety of our employees and the public, as well as their impact on the environment.

It is particular concern to control or eliminate releases of those substances into the atmosphere which are known as ozone depleting substances (ODSs).

The Montreal Protocol (1987) and its London Amendments (1990) intend to severely restrict the use of ODSs and forbid their use within the next ten years. Various national and international initiatives are pressing for an earlier ban on these substances.

Vishay Semiconductor GmbH has been able to use its policy of continuous improvements to eliminate the use of ODSs listed in the following documents.

1. Annex A, B and list of transitional substances of the Montreal Protocol and the London Amendments respectively
2. Class I and II ozone depleting substances in the Clean Air Act Amendments of 1990 by the Environmental Protection Agency (EPA) in the USA
3. Council Decision 88/540/EEC and 91/690/EEC Annex A, B and C (transitional substances) respectively.

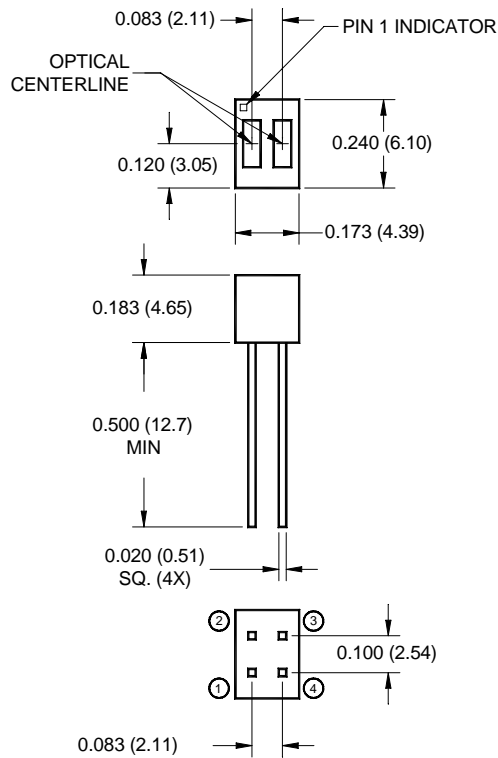
Vishay Semiconductor GmbH can certify that our semiconductors are not manufactured with ozone depleting substances and do not contain such substances.

We reserve the right to make changes to improve technical design and may do so without further notice.

Parameters can vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by the customer. Should the buyer use Vishay Semiconductors products for any unintended or unauthorized application, the buyer shall indemnify Vishay Semiconductors against all claims, costs, damages, and expenses, arising out of, directly or indirectly, any claim of personal damage, injury or death associated with such unintended or unauthorized use.

Vishay Semiconductor GmbH, P.O.B. 3535, D-74025 Heilbronn, Germany
Telephone: 49 (0) 7131 67 2831, Fax number: 49 (0) 7131 67 2423

PACKAGE DIMENSIONS



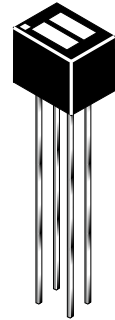
PIN 1 COLLECTOR PIN 3 ANODE
PIN 2 EMITTER PIN 4 CATHODE

NOTES:

1. Dimensions for all drawings are in inches (millimeters).
2. Tolerance of $\pm .010$ (.25) on all non-nominal dimensions unless otherwise specified.
3. Pins 2 and 4 typically .050" shorter than pins 1 and 3.
4. Dimensions controlled at housing surface.

FEATURES

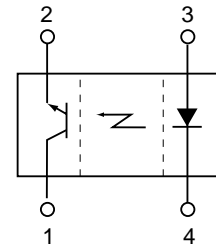
- Phototransistor Output
- No contact surface sensing
- Unfocused for sensing diffused surfaces
- Compact Package
- Daylight filter on sensor



NOTES (Applies to Max Ratings and Characteristics Tables.)

1. Derate power dissipation linearly 1.33 mW/°C above 25°C.
2. RMA flux is recommended.
3. Methanol or isopropyl alcohols are recommended as cleaning agents.
4. Soldering iron 1/16" (1.6mm) from housing.
5. As long as leads are not under any spring tension.
6. D is the distance from the sensor face to the reflective surface.
7. Cross talk (I_{CX}) is the collector current measured with the indicator current on the input diode and with no reflective surface.
8. Measured using an Eastman Kodak neutral white test card with 90% diffused reflecting as a reflective surface.

SCHEMATIC



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Rating	Units
Operating Temperature	T_{OPR}	-40 to +85	°C
Storage Temperature	T_{STG}	-40 to +85	°C
Lead Temperature (Solder Iron) ^(2,3)	T_{SOL-I}	240 for 5 sec	°C
Lead Temperature (Solder Flow) ^(2,3)	T_{SOL-F}	260 for 10 sec	°C
EMITTER			
Continuous Forward Current	I_F	50	mA
Reverse Voltage	V_R	5	V
Power Dissipation ⁽¹⁾	P_D	100	mW
SENSOR			
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	V
Emitter-Collector Voltage	V_{ECO}		V
Power Dissipation ⁽¹⁾	P_D	100	mW

ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$)						
PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
EMITTER						
Forward Voltage	$I_F = 20 \text{ mA}$	V_F	—	—	1.7	V
Reverse Current	$V_R = 5 \text{ V}$	I_R	—	—	100	μA
Peak Emission Wavelength	$I_F = 20 \text{ mA}$	λ_{PE}	—	940	—	nm
SENSOR						
Collector-Emitter Breakdown	$I_C = 1 \text{ mA}$	BV_{CEO}	30	—	—	V
Emitter-Collector Breakdown	$I_E = 0.1 \text{ mA}$	BV_{ECO}	5	—	—	V
Dark Current	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_F = 0 \text{ mA}$	I_D	—	—	100	nA
COUPLED						
QRD1113 Collector Current	$I_F = 20 \text{ mA}, V_{CE} = 5 \text{ V}$ $D = .050''$ (6,8)	$I_{C(ON)}$	0.300	—	—	mA
QRD1114 Collector Current	$I_F = 20 \text{ mA}, V_{CE} = 5 \text{ V}$ $D = .050''$ (6,8)	$I_{C(ON)}$	1	—	—	mA
Collector Emitter Saturation Voltage	$I_F = 40 \text{ mA}, I_C = 100 \mu\text{A}$ $D = .050''$ (6,8)	$V_{CE(SAT)}$	—	—	0.4	V
Cross Talk	$I_F = 20 \text{ mA}, V_{CE} = 5 \text{ V}, E_E = 0$ (7)	I_{CX}	—	.200	10	μA
Rise Time	$V_{CE} = 5 \text{ V}, R_L = 100 \Omega$	t_r	—	10	—	μs
Fall Time	$I_{C(ON)} = 5 \text{ mA}$	t_f	—	50	—	μs

TYPICAL PERFORMANCE CURVES

Fig. 1 Forward Voltage vs. Forward Current

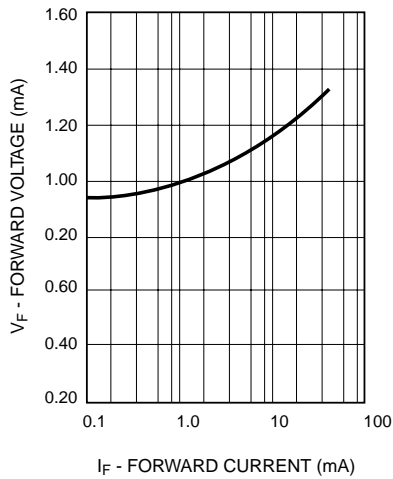


Fig. 2 Normalized Collector Current vs. Forward Current

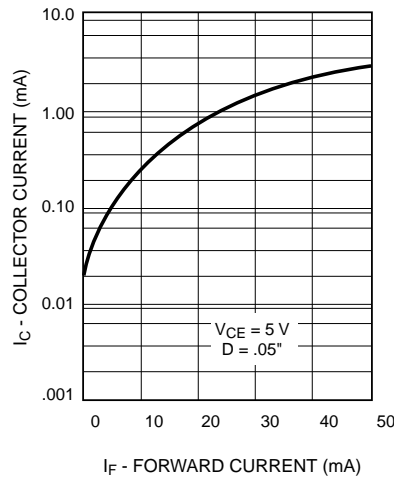


Fig. 3 Normalized Collector Current vs. Temperature

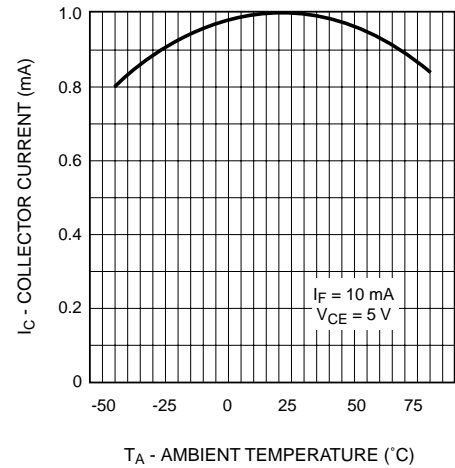


Fig. 4 Normalized Collector Dark Current vs. Temperature

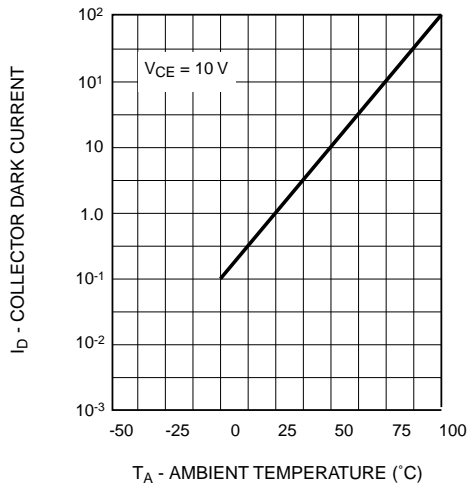
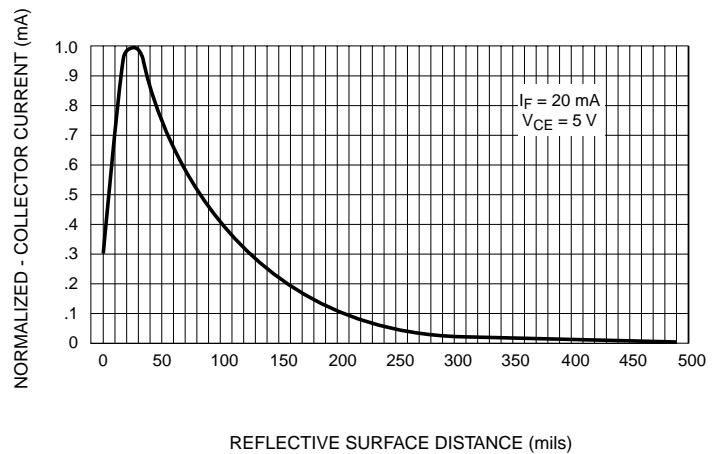


Fig. 5 Normalized Collector Current vs. Distance



DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

