

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

"Diseño de un sistema de fumigación automatizado para exportación de
banano"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Santiago Andrés Murillo Montenegro

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar presente en mi vida.

A mis padres y mi hermano por el apoyo incondicional, sus sabios consejos y firmes valores que me motivaron alcanzar responsablemente mi meta.

A mi enamorada Fernanda, quien siempre supo brindarme su amor y apoyo en el proceso de formación en la universidad.

A mis amigos de la universidad y mis compañeros de trabajo que me brindaron su ayuda en el desarrollo de éste proyecto, en especial al Sr. Ángel Villegas, Sr. Felipe Adrián e Ing. Mauricio Bastidas.

Agradezco a la ESPOL, a mi director de proyecto Ing. Ernesto Martínez y mi coordinador Dr. Ángel Ramírez, por haber colaborado en mi proceso de graduación.

A todos ellos, infinitamente agradecidos.

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Santiago Andrés Murillo Montenegro

Ing. Ernesto Martínez Lozada

Ing. Ángel Ramírez

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

Estamos también de acuerdo que el vídeo de la presentación oral es de plena propiedad de la FIMCP.



Santiago Murillo M.


Ing. Ernesto Martínez L.

RESUMEN

El presente proyecto de graduación tiene como objetivo el diseño y desarrollo de un nuevo sistema de fumigación para el banano, de esta forma se utilizan los recursos de una manera más eficiente, desempeñando un mejor proceso que los actuales sistemas de dosificación.

El desarrollo de este diseño se llevó a cabo en una empacadora dedicada a la pre-cosecha, cosecha y post-cosecha del banano, situada cerca de la comunidad de El Guabo, provincia de El Oro. Las condiciones ambientales fueron de 101 KPa. de presión atmosférica con un clima tropical húmedo cuya humedad relativa era del 75% y una temperatura media de 30°C.

En esta planta existen dos principales problemas: un alto porcentaje de producto rechazado por mala aplicación de químico y falta de control en la dosificación, por lo que a través de un análisis preliminar se diseñó un sistema automatizado optimizando el tiempo de fumigación, mejorando el actual proceso químico y la salud ocupacional de los operadores alrededor.

En la primera etapa se seleccionó un compresor de aire y su tratamiento (secador de aire y filtros de línea), debido que el sistema de control es automatizado por medio de un circuito neumático.

En la segunda etapa, para el desarrollo de pruebas y resultados, se construyó un prototipo, constituido por un sistema de inyección, de dosificación y de control, para lo cual se realizaron varios ensayos para obtener los parámetros técnicos.

Finalmente, mediante los resultados se demostró que el sistema diseñado es cuatro veces más rápido que el sistema actual, formando un mayor flujo de producción con la dosificación correcta; en cuanto al análisis de costo tiene una inversión altamente rentable generando ahorros desde el primer año.

Palabras Clave: Sistema de fumigación, salud ocupacional, circuito neumático, automatización, compresor de aire, prototipo, ensayos, parámetros técnicos, rapidez y rentabilidad.

ABSTRACT

This graduation project aims to design and develop a new spraying system for bananas, thus resources more efficiently used, play a better process than current dosing systems.

The development of this design was carried out in a packing engaged in pre-harvest, harvest and post-harvest banana, located near the community of El Guabo, El Oro province. The environmental conditions were 101 kPa. atmospheric pressure with a humid tropical climate where the relative humidity was 75% and an average temperature of 30 ° C.

In this plant there are two main problems: a high percentage of rejected product for failure to apply chemical and lack of control in the dosage, so that through preliminary analysis an automated optimizing the time of spraying was designed by improving the current chemical process and the occupational health of operators around.

In the first stage of an air compressor and its treatment (air dryer and line filters), because the control system is automated by means of a pneumatic circuit is selected.

In the second stage, for developing and testing results, a prototype system consisting of an injection, metering and control, for which various tests were conducted to obtain the technical parameters was constructed.

Finally, using the results showed that the designed system is four times faster than the current system, forming an increased flow of final product with the correct dosage; in terms of cost analysis is a highly profitable investment generating savings in the first year.

Keywords: *spraying system, occupational health, pneumatic circuit, automation, air compressor, prototype, testing, technical parameters, speed and profitability*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	IV
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE PLANOS	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Marco teórico.....	3
1.4 Descripción del proceso post-cosecha	3
CAPÍTULO 2.....	6
2. Metodología del Diseño	6
2.1 Estrategia de diseño	6
2.2 Alternativas de diseño	6
2.3 Diseño de un sistema automatizado para dosificar	10
2.4 Construcción del sistema	11
2.4.1 Parámetros de construcciónl	11
2.4.2 Dimensionamiento de los sistemas	11
2.5 Selección de equipos y herramientas	17

2.6	Materiales a utilizar.....	18
2.7	Estudio de costos	19
CAPÍTULO 3.....		24
3.	Resultados	24
3.1	Protocolo de pruebas	24
3.2	Datos significativos.....	25
3.3	Análisis de resultados	29
CAPÍTULO 4.....		31
4.	Discusión y Conclusiones.....	31
4.1	Conclusiones.....	32
4.2	Recomendaciones.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....		34
APÉNDICES.....		35

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
INEM	Instituto Ecuatoriano de Normalización
PVC	Policloruro de Vinilo
ANSI	American National Standards Institute
EPA	Environmental Protection Agency
ISO	Organización Internacional de Normalización
HACCP	Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos

SIMBOLOGÍA

m	Metro
mm	Milímetro
ml	Mililitro
psi	libra por pulgada cuadrada (pounds - force per square inch)
KW	Kilo Watt
HP	Caballo de fuerza (Horse Power)
KPa	Kilo Pascal.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Diseño de forma del sistema de inyección	12
Figura 2-2. Bandeja para transportar banano	13
Figura 2-3 Prueba del sistema de dosificación	14
Figura 2-4. Área de dosificación del sistema	14
Figura 2-5. Dimensionamiento del sistema de dosificación	15
Figura 2-6. Diagrama del pirmer sistema de control	15
Figura 2-7. Diagrama de segundo sistema de control.....	16
Figura 2-8. Esquema completo del sistema de control.....	17
Figura 2-9. Porcentaje de ahorro primer año	21
Figura 2-10. Porcentaje de ahorro a partir del segundo año	22
Figura 3-1. Curva de comportamiento de volumen vs tiempo	27
Figura 3-2. Curva de estabilidad	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de decisión.....	9
Tabla 2. Selección del compresor	18
Tabla 3. Costos de fabricación	19
Tabla 4. Costos de equipos	19
Tabla 5. Costos de mantenimiento	20
Tabla 6. Costos de energía de eléctrica	20
Tabla 7. Costos actuales de operación	21
Tabla 8. Costos de pérdidas e inversión	23
Tabla 9. Resultados de medición de volumen a la salida del cilindro	26
Tabla 10. Resultados de medición de volumen a la salida de los aspersores	27
Tabla 11. Porcentaje de volumen por boquilla	28
Tabla 12. Resultados de estabilidad	28

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO D1 Dimensionamiento del cilindro del sistema de inyección

PLANO D2 Dimensionamiento de la cabina del sistema de dosificación

PLANO D3 Diagrama del sistema de control automatizado.

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición del problema

Actualmente, el banano es un fruto de consumo global e indispensable en la dieta del hombre, siendo una fuente de potasio, calcio, hierro y vitaminas, convirtiéndose en un alimento ideal para los niños y deportistas por su alto contenido nutricional.

El Ecuador provee el 30% de la oferta mundial del banano, siendo el mayor exportador del mundo y el segundo producto de mayor rubro de exportación del país. La actividad bananera genera fuentes de trabajo e ingreso a dos millones de personas involucradas en varias etapas en su cadena de valor.

Las industrias bananeras tienden a ser reguladas y permanentemente controladas por el estado ecuatoriano con respecto a las leyes laborales de los trabajadores y certificados de estándares internacionales de calidad como las normas ISO, HACCP, Rainforest Alliance y GlobalGAP.

La empresa donde se realizó el estudio es una productora y exportadora de banano ubicada cerca del sector de El Guabo, provincia de El Oro y se dedica a la pre-cosecha, cosecha y post-cosecha del banano. En el proceso de post-cosecha una etapa importante es la dosificación de un producto químico hacia el banano, para proteger el fruto de cualquier microorganismo y mantener la calidad del banano en la transición del viaje.

Actualmente la dosificación se realiza de dos formas incorrectas, ambas operadas por un técnico; en el primer sistema, el químico se aplica por medio de una brocha dosificando solo en la corona del banano. En el segundo sistema, el químico se esparce por todo el fruto por medio de una bomba manual.

Con el sistema actual de fumigación los volúmenes de producción son variables, los tiempos de proceso excesivos,

alto porcentaje de producto rechazado por mala aplicación, costos de producción inconstantes y contaminación del agroquímico al operador.

Estos sistemas se exponen a la habilidad del técnico y a varios errores típicos debido al cansancio, que se describe a continuación.

El operador por agilizar el trabajo realiza aplicaciones muy rápidas, provocando una sub-dosificación, todo lo contrario si aplica muy lento ocasiona un exceso de producto en el fruto que al secarse genera una membrana blanca, arriesgando a pensar que el producto está contaminado y se rechaza el producto.

En el sistema, si se aplica a una altura muy baja el agroquímico no se esparce bien creando una mala cobertura, y si se aplica a una altura muy alta, la concentración es menor y a parte se desperdicia al caer afuera de la bandeja del banano.

A parte con estos sistemas, representan pérdidas debidas que de un operador se utilizan mayor recursos reparando daños que previniendo.

En vista a la necesidad de realizar una mejora en la etapa de tratamiento químico, éste estudio desarrolló un diseño que dosifique las raciones óptimas y constantes en todas las bandejas, teniendo un sistema automatizado que provocará un mayor flujo de producción.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivos generales.

- Mejorar el proceso actual, implementando un sistema automatizado.
- Diseñar un sistema de dosificación de un desinfectante para exportar banano.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Optimizar el tiempo de dosificación.
- Realizar un diseño fácil de implementación.

- Generar un mayor ahorro de recursos y costos de operación.
- Mejorar la salud ocupacional de los empleados alrededor.

1.3 Marco teórico.

En Ecuador el banano es una fruta que se cosecha y se produce durante todo el año, debido a su condición de fruta tropical, motivo por el cual es una de las principales dietas y consumos frecuentes del ecuatoriano.

Igual que en la población local y extranjera, el banano es un fruto que satisface las necesidades nutrientes, como carbohidratos y minerales, especialmente en potasio y aporte de fibra, generando efectos benéficos en la dieta humana.

En Ecuador se estima que entre el 20 al 35% de la producción de banano se pierde después de la cosecha, y un alto porcentaje de éste, es debido a un mal manejo de post cosecha del producto.

La etapa de post-cosecha regula el proceso fitosanitario que sirve para evitar infecciones bacteriales, virales, fungosas y enfermedades fisiológicas que tiene el fruto durante el transcurso previo y durante la exportación,

Las normas correspondientes se basan al producto y al proceso.

La norma que va regir en la calidad del producto es la NTE INEN 2801.

La norma o reglamento que va regir al proceso es la PRTE INEN 220.

1.4 Descripción del proceso de post-cosecha.

El proceso empieza con la calibración de la fecha de corte de acuerdo a la edad, por lo cual se debe tener debidamente identificada la cosecha.

Los bananos del grupo Cavendish son frutas sensibles al estropeo, el cual se debe de tener todos los cuidados pertinentes en las etapas de post-cosecha.

Corte.

Al momento del corte, todo racimo debe de ser calibrado según la edad del fruto y cortarse en forma de “V” en los lados del tallo, de ésta forma el racimo bajará suavemente. También se debe cubrir el raquis con plástico, a fin de que el corte realizado no derrame látex sobre la fruta. Durante el transporte por el cable vía, los racimos irán en lo posible con protección de almohadilla entre las manos para que no se rocen entre ellas.

Recepción de racimos.

El conteo de manos y las calibraciones en la empacadora, permiten reafirmar y seleccionar la fruta cosechada para estimar las pérdidas semanales, mensuales y anuales.

Lavado de fruta bajo alta presión de agua.

Sirve para limpiar excesos de cosecha entre las manos del fruto y eliminar la presencia de insectos.

Desflore.

Debe de realizarse a los racimos que van hacer desmanados para no correr el riesgos que el látex se cristalice y adhiriéndose, consecuentemente manchado la fruta.

Desmane.

Para realizar esta operación de separar las manos del raquis, se tiene dos herramientas básicas, el curvo y espátula. La recomendación más importante es que estas herramientas deben contar permanentemente con un filo perfecto, cuya finalidad es realizar un solo corte y no arranques.

Selección y lavados de frutas en tinas de agua.

Las manos desprendidas del racimo se colocan suavemente en la tina, lugar donde comienza el primer lavado de la fruta. En ella se realiza la separación de dedos defectuosos y la conformación de la corona de ser cercano al callo. En este proceso se basa en la eliminación de látex y suciedades, como también aquellos dedos que presenten cualquier tipo de daño, cicatrices y enfermedades como Specking, mancha Jhonston, muñeca, actracnosis, etc.

Pesado y etiquetado.

Una vez que la fruta llega al final de la tina, se inicia la selección de clúster dependiendo del empaque que se vaya a realizar. Los pesadores deben de ser personas experimentadas en la selección, pesaje y colocación de clúster, respetando absolutamente las normas de empaque definidas por la empresa. Se las coloca en bandejas e indirectamente es la última revisión de la fruta.

Tratamiento químico o fumigación de las coronas del banano. Es una etapa muy importante y necesaria por dos razones, primero protege la corona y los dedos de la fruta para evitar enfermedades y pudrición o descomposición. Segundo mantiene el producto fresco y reduce la posibilidad de contaminación de microorganismos a causa de un golpe en el viaje.

Este proceso consiste en someter a las coronas, frutos y cortes a un sistema de aspersion o dosificación de fungicidas sistemáticos (Alumbre) combinados con un cicatrizante (Mertect). Para poder tener un producto de la mejor calidad que cumpla las normas correspondientes. Generando un producto que sea cotizado y solicitado en el extranjero.

Empaque.

Esta etapa resulta la correcta ubicación de los clúster o manos dentro de la caja de cartón, los mismos que deben de seguir un patrón que se lo conoce como líneas de empaque, dependiendo su tamaño.

Transporte.

Luego del empaque de la fruta, esta es transportada en camiones hacia los puertos de carga donde se procede a realizar una inspección de calidad, previo al almacenamiento de las cajas dentro de los barcos que realizan la travesía correspondiente a los mercados de destino.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

2.1 Estrategia de diseño.

Se analizó el sistema actual de la empresa y se desea realizar un nuevo diseño de dosificación para fumigar correctamente la fruta por bandeja, entregando un volumen constante y que se impulse automáticamente.

Paralelamente, se requiere evitar malas aplicaciones que genere desperdicio de producto químico y reducir costos de operación en mano de obra.

La forma correcta que se debe de aplicar es de una manera plana y no balanceada, como un sistema de inyección, cubriendo toda el área de la bandeja. A parte la aspersion debe de ser de bajo volumen para no manchar la fruta.

Este sistema debe de permanecer dentro de una cámara y va a controlar que la dosificación sea uniforme en todo el producto a aplicarse por bandeja. Esta cámara encierra la aspersion protegiendo la salud de los empleados alrededor y así evitar la contaminación por inhalación o contacto con el químico. Adicional que el agroquímico recircule en caso de haber dosis pequeñas que se aplicaron afuera de la bandeja.

2.2 Alternativas de diseño.

Para éstos sistemas automatizados de dosificación podemos encontrar dos tipos de alternativas.

Opción uno: Un sistema hidráulico

Opción dos: Un sistema neumático.

Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico consiste en un diseño donde la fuente de energía para trasladar el fluido hacia la cámara es una bomba y la señal de dosificación la maneja una bobina

ubicada en cada boquilla inteligente. Estas están reguladas por un temporizador manipuladas por un mismo controlador.

Ventajas:

- El sistema más convencional para realizar diseños de dosificación.
- Un sistema muy eficiente en realizar la dosificación correcta.
- Su control es monitoreado asegurando una aplicación precisa y consistente del anti microbiano con un mínimo desperdicio.
- Funcionamiento flexible, se puede pre programar varios tamaños de disparos e intervalos de temporización para realizar cambios automáticos por bandeja.
- Proceso de validación simplificado con un sensor opcional que confirma y registra cada ciclo de aspersion.
- Fácil integración en plantas industriales.
- Ideales para los productos cárnicos, salchichas, embutidos y fruta altamente perceptible a una descomposición acelerada.

Desventajas:

- Sistema con un alto costo de adquisición.
- Requiere personal de mantenimiento especial.

Sistema Neumático

El sistema neumático consiste en dos diseños diferentes, el sistema de inyección y el sistema de dosificación.

El sistema de inyección entrega el volumen aproximado del agroquímico impulsado por medio de aire comprimido. Y el sistema de dosificación se realiza la aspersion uniforme para toda la bandeja del fruto.

Ventajas:

- Menor costo de fabricación, muy accesible para estos tipos de plantas empacadoras de frutas.
- Facilidad de implementación.
- Facilidad de construcción.
- Mayores alternativas en selección de actuadores.
- Funcionamiento flexible para regular el tiempo de dosificación y volumen del agroquímico.

Desventajas:

- Elaboración de varios prototipos, especialmente en las boquillas o aspersores, hasta encontrar los parámetros que cumplan con el diseño.
- Necesidad de realizar varios protocolos de pruebas hasta encontrar los resultados más convenientes.
- Compra de un compresor de aire y su instalación.

**TABLA # 1
MATRIZ DE DECISIÓN**

	Entrega .de volumen adecuado	Costo de fabricación.	Sistema de control automatizado.	Desperdicio de producto químico.	Facilidad de implementación.	Depreciación.	Mantenimiento	Ponderación
	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.03	0.02	1.00
Sistema Hidráulico.	0.12	0.05	0.10	0.12	0.04	0.03	0.02	0.48
Sistema neumático.	0.08	0.15	0.10	0.08	0.06	0.02	0.03	0.52

Sistema hidráulico → 48%

Sistema neumático → 52%

Con un 52% el sistema neumático es la mejor alternativa para diseñar el sistema de dosificación.

2.3 Diseño de un sistema automatizado para dosificar.

El diseño está constituido por tres sub-sistemas, el primero, el sistema de inyección del agroquímico en conjunto con el aire comprimido, segundo, el sistema de dosificación del desinfectante hacia el banano y el tercero el sistema de control.

El sistema de inyección consiste en obtener el volumen aproximado del desinfectante por bandeja y distribuirse por medio de la presión generada por el aire comprimido.

El volumen máximo que se debe de aplicar es de 150 mililitros por bandeja del fruto de acuerdo al fabricante, donde caben aproximadamente 15 racimos de banano dependiendo del tamaño de cada uno. Se debe tener en cuenta que cuando se requiera disminuir el volumen del agroquímico, el sistema debe de poseer un componente que permita graduar el volumen que será inyectado al fruto.

El sistema de dosificación consiste en la red de distribución del agroquímico dentro de la cámara de fumigación hacia el banano. Lo importante en el diseño de este sistema es la dimensión que tendrá la altura de las boquillas de aspersión hacia las bases que se encuentren el banano.

Debido que el sistema de aspersión genera una figura cónica se debe de realizar varias pruebas hasta encontrar los parámetros técnicos correctos en función de la presión del sistema y tiempo de inyección de aire.

Se debe considerar que la altura deseada es aproximadamente 400 milímetros y el diámetro promedio por racimo del fruto es de 220 milímetros.

A base de estos datos realizamos el diseño de forma para luego construir el prototipo.

El sistema de control permitirá que todo el diseño sea automatizado, por medio de señales de entrada detectada por unos sensores al ingreso de la cámara, que activará el sistema de inyección y de dosificación, en conjunto con la banda transportadora.

2.4 Construcción del sistema.

2.4.1 Parámetros del diseño.

Los requisitos iniciales son:

Volumen o cantidad del agroquímico por bandeja: $V = 150 \text{ ml}$. Ésta información es obtenida en una hoja técnica del fabricante de agroquímico adjunta en anexos.

Altura desde la boquilla hasta la bandeja: $H = 400 \text{ mm}$.

Diámetro promedio por mano de banano: $\varnothing = 220 \text{ mm}$.

2.4.2 Dimensionamiento de los sistemas.

2.4.2.1 Sistema de inyección.

El sistema de inyección está constituido por dos líneas, cada una con un fluido diferente, el primero es la línea del agroquímico que es un fluido líquido incompresible y el segundo es aire comprimido que sirve para impulsar el desinfectante hacia el sistema de dosificación.

En ésta sección se dimensiona el cilindro o bomba inyectora que permitirá regular y almacenar el volumen aproximado del agroquímico que necesita el fruto por bandeja. También se selecciona el compresor, en base al caudal y presión necesaria.

El diseño de forma del cilindro se puede observar en la figura 2.1.

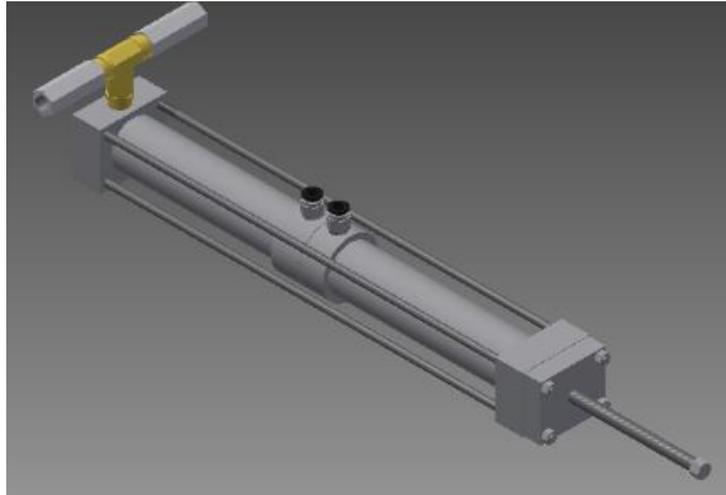


Figura 2.1: DISEÑO DE FORMA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN.

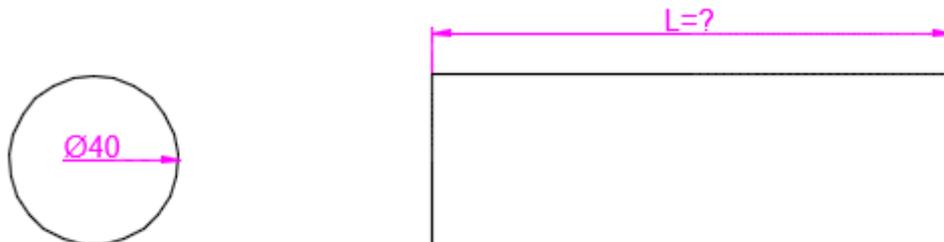
Como se observa se encuentran dos cilindros con un mismo pistón, la primera cámara es el cilindro base el cual va a tener la función de llenar de agroquímico desde el reservorio y vaciar el agroquímico hacia la línea de aire comprimido. La segunda cámara es el cilindro direccional que tiene la función de modular la carrera del pistón por medio de un tornillo, disminuyendo el volumen de químico que se inyectará al sistema.

Para el dimensionamiento del diámetro y carrera del cilindro base se debe tomar en cuenta que el volumen interno sea aproximado a 150 ml.

Datos

$$V = 150 \text{ ml}$$

$$\phi = 40 \text{ mm}$$



$$V = A \times L = \frac{\pi \phi^2}{4} \times L \rightarrow L = \frac{4V}{\pi \phi^2}$$

$$V = 150 \text{ ml} \times \frac{0.000001 \text{ m}^3}{1 \text{ ml}} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\phi = 40 \text{ mm} = 0.04 \text{ m}$$

$$L = \frac{4V}{\pi\phi^2} = \frac{4 \times (1.5 \times 10^{-4})}{\pi(0.04^2)} \rightarrow L = 0.11936 \text{ mts}$$

$$L \approx 120 \text{ mm}$$

2.4.2.2 Dimensionamiento del sistema de dosificación.

El sistema de dosificación consta del dimensionamiento de la red en función al tamaño promedio de una bandeja de banano, la selección de boquillas y diámetro de tubería.



Figura 2.2: BANDEJA PARA TRANSPORTAR BANANO.

Se determinó que se utilizará nueve boquillas aspersores, la cuales cubren la totalidad del área de la bandeja.

Se realizaron pruebas como se muestra en la figura 2.2. Para garantizar que la distribución de las boquillas está correcta.



Figura 2.3: PRUEBA DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.

Con esta distribución tenemos que el producto químico se reparte dentro de la bandeja del banano, con un máximo de desperdicio de un 5% aproximadamente, como se aprecia en la siguiente figura 2.3.

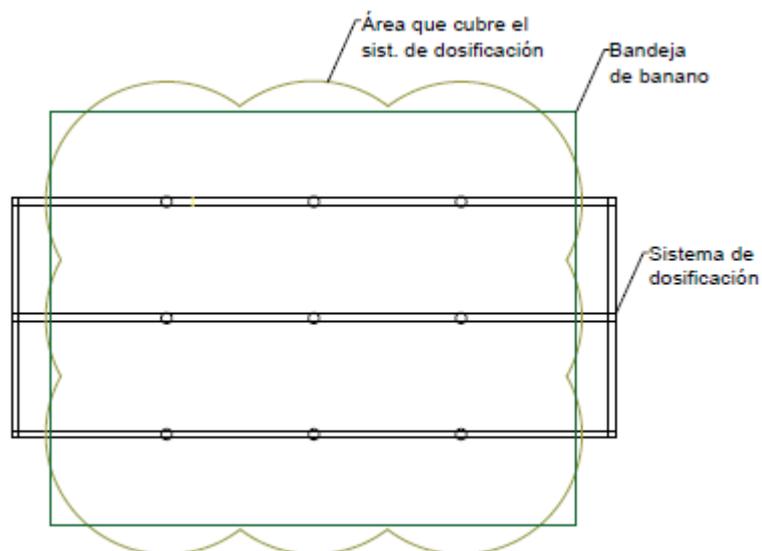


Figura 2.4: ÁREA DE DOSIFICACIÓN DEL SISTEMA.

El diámetro utilizado es de $\frac{1}{2}$ pulgada que es el mínimo que existe en el mercado de tubería pvc y el dimensionamiento de la red indica la figura 2.5.

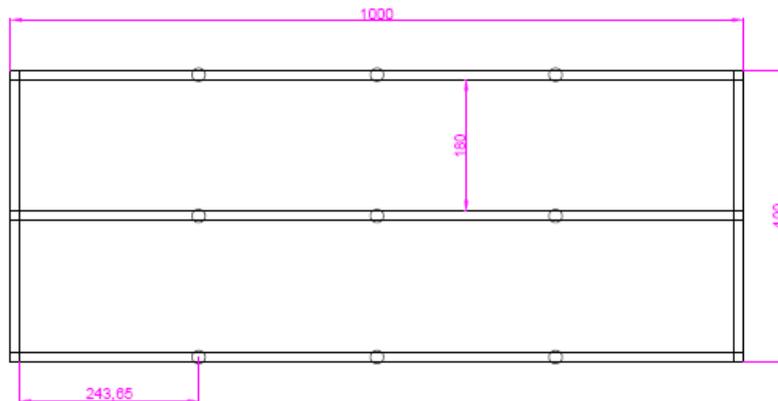


Figura 2.5: DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.

2.4.2.3 Sistema de control.

Para que el diseño sea automatizado es necesario realizar un sistema de control para activar el circuito neumático.

El sistema de control va a requerir de dos señales de entrada que activarán el sistema, uno será detectado por un sensor de movimiento al ingreso de la cámara, la señal las recibirán los controladores para activar el sistema de inyección. El otro sensor foto-reflectivo, que genera la señal para detener la banda transportadora y activar el sistema de dosificación. Y continuar con el siguiente proceso similar. La figura 2.6 muestra el esquema del primer sistema de control.

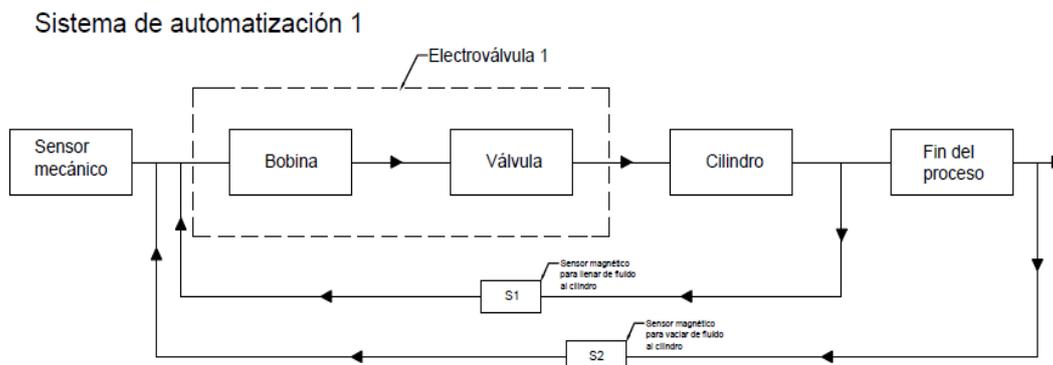


Figura 2.6: DIAGRAMA DEL PRIMER SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control 1 permitirá que el sistema de inyección absorba y entregue el volumen correcto al sistema de dosificación. El sensor mecánico (micro) generará la señal de entrada y energiza la electroválvula que permitirá el ingreso de aire hacia el cilindro para generar la succión del producto químico hasta que el sensor magnético indique su tope, y luego vaciará entregando todo el volumen hacia el sistema de inyección.

Sistema de automatización 2

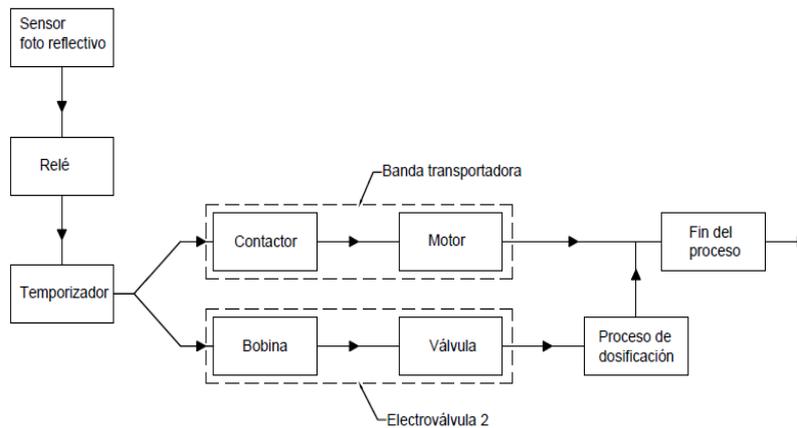


Figura 2.7: DIAGRAMA DEL SEGUNDO SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control 2 a diferencia del primer sistema, lo activará un sensor óptico en la ubicación correcta para dosificar, éste permitirá la pausa del motor de la banda transportadora y dosificará por el tiempo programado.

A continuación la figura 2.4 muestra un esquema del sistema de control.

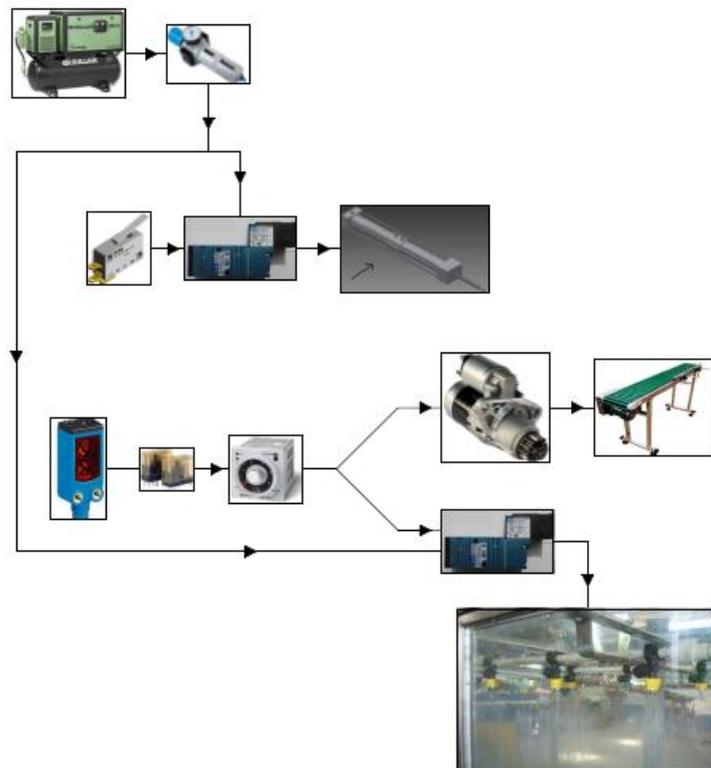


Figura 2.8: ESQUEMA COMPLETO DEL SISTEMA DE CONTROL.

2.4.3 Selección de equipos y herramientas

Para seleccionar el compresor se debe calcular el caudal que va a requerir nuestro diseño, en función del volumen que va a ocupar dentro de la red de conexión y dosificación.

La red de conexión es un tubo flexible de poliuretano de 8 mm de diámetro con una longitud aproximadamente de 5 metros, y la red de dosificación es un tubo de poli cloruro de vinilo (pvc) de diámetro de ½ pulgada con una longitud de 4.7 metros.

El tiempo mínimo de inyección de aire es de 0.5 segundo y podemos calcular el caudal necesario para el sistema.

$$V_1 = \frac{\pi(\phi_1)^2}{4} \times L = \frac{\pi(0.008)^2}{4} \times 5 = 0.000251 [m^3]$$

$$V_2 = \frac{\pi(\phi_2)^2}{4} \times L = \frac{\pi(0.0127)^2}{4} \times 4.7 = 0.000595 [m^3]$$

$$V_T = V_1 + V_2 = 0.000846 [m^3] \times \frac{35.3 [ft^3]}{1[m^3]} = 0.02988 ft^3$$

$$Q = \frac{V_T}{t} = \frac{0.02988 [ft^3]}{0.5 [seg]} \times \frac{60 [seg]}{1 [min]} = 3.59 \left[\frac{ft^3}{min} \right] \approx 4 [cfm]$$

La presión que va a necesitar nuestro sistema varía entre 40 psi a 90 psi, por lo que se necesitará una presión a la salida del compresor de 125 psig.

El compresor se va a seleccionar en función del caudal y presión necesaria, el cual ya fue calculado:

Caudal: $Q = 4 [cfm]$

Presión: $P = 125 [psig]$

TABLA # 2
SELECCIÓN DEL COMPRESOR

MODELO	DESPLAZAMIENTO TEÓRICO		MÁXIMA PRESIÓN		POTENCIA DEL MOTOR			CAPACIDAD	PESO NETO	DIMENSIONES (m / m)		
	PÉS ³ /MIN	LITROS / MIN	LIBRAS / POL ²	BAR	HP	Nº POLOS	LITROS	ANCHO		ALTURA	LONGITUD	
OP 3/30 I	3	85,5	120	8,3	1,5	4	30	47	388	726	393	
OP 5,2/50 I	5,3	147	120	8,3	1	2	50	58	330	660	790	
OP 8,1/30 II	8,1	230	120	8,3	1,5	4	30	51	371	730	371	
OP 8,4/30 V	8,4	237	120	8,3	1	4	30	52,8	400	730	393	
OP 8/50 V	8	227	120	8,3	1,5	2	50	58	330	660	790	
GABINETE									400	770	540	
OP 10/100 V	10	283	120	8,3	2	2	100	75	450	860	835	
OP 12/130 V	12	340,04	120	8,3	2x1	4	130	130	450	820	1035	
OP 12/175 V	12	340,04	120	8,3	2x1	4	175	105	450	820	1335	

El equipo es un compresor de 1 HP de potencia el cual genera 8 cfm a 120 psig.

En cuanto a la selección de herramientas, vamos a necesitar principalmente en el sistema de control:

- Válvula direccional de 5 posiciones y 2 vías.
- Válvula solenoide.
- Regulador de presión.
- Temporizador.
- Sensor mecánico de rodillo.

2.4.4 Materiales a utilizar

El químico contiene una mezcla de agua, alumbrá, metrect e imazalil. Siendo una sustancia ácida motivo por el cual es conveniente utilizar un material resistente. Por lo que se selecciona el poli cloruro de vinilo (pvc) para la red de dosificación y acero inoxidable para componentes.

2.4.6 Estudio de costos.

Los costos totales están divididos en cuatro análisis:

- Costos de fabricación.
- Costo de equipos.
- Costos de mantenimiento.
- Gastos de operación.

Los costos de fabricación comprenden todos los gastos que se utilizarán en la elaboración del sistema de dosificación, sistema de inyección y sistema de control. En anexos se encuentra la lista detallada de los componentes.

**TABLA # 3
COSTO DE FABRICACIÓN**

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Sistema de Inyección	\$147.56	1	\$147.56
Sistema de Dosificación	\$301.72	1	\$301.72
Sistema de control	\$549.05	1	\$658.08
Sistema de conexión	\$1.53	5	\$7.65
Cabina	\$350.00	1	\$350.00
SUBTOTAL:			\$1,465.01
IVA:			\$175.80
TOTAL:			\$1,640.81

Los costos de los equipos comprenden todos los gastos que se utilizarán en la selección de equipos, tratamiento de aire y herramientas

**TABLA # 4
COSTO DE EQUIPOS.**

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Compresor de aire	\$1,039.50	1	\$1,039.50
Filtro de partículas	\$355.80	1	\$355.80
Filtro de carbón activado	\$535.45	1	\$535.45
Tanque de almacenamiento de aire (120 Gal)	\$1624.37	1	\$1624.37
SUBTOTAL:			\$3,555.12
IVA:			\$426.61
TOTAL:			\$3,981.73

Los costos de mantenimiento corresponden a los gastos generados por el mantenimiento de los equipos (compresor y secador) y de los repuestos utilizados durante por un año.

**TABLA # 5
COSTO DE MANTENIMIENTO**

Descripción	Costo
Mantenimiento del compresor	\$300.00
Mantenimiento del secador	\$150.00
Mantenimiento filtros de línea	\$300.00
Mantenimiento del sistema general	\$100.00
SUBTOTAL	\$850.00
IVA:	\$102.00
TOTAL:	\$952.00

Y los costos de operación están en función a los gastos provocados por el consumo energético anualmente por el sistema.

**TABLA # 6
COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Descripción	Unidad
Consumo energético del sistema	0.75 KW
Horas de trabajo diarias.	10 horas.
Costo de energía	0.08 \$/KW – hr

$$0.75 \text{ KW} \times 0.08 \frac{\$}{\text{KW} - \text{hr}} \times 10 \text{ hr} = \$0.60 \text{ por día.}$$

$$0.60 \frac{\$}{\text{día}} \times \frac{5 \text{ días}}{1 \text{ semana}} \times \frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = \$144.00 \text{ por 1 año}$$

Costo operativo del primer año.

Los costos de inversión necesarios en la operación de nuestro diseño son:

- Costo de fabricación: \$1,640.81
- Costo de equipos y herramientas: \$3,981.73
- Costo de mantenimiento: \$952.00
- Energía eléctrica: \$144.00

- Seguros (1% del C. de fabricación): \$44.39
 - Otros: \$120
- Total costos por año: \$6,882.93**

Con el sistema actual la empresa presenta un gasto de \$35 diarios en la operación del sistema.

**TABLA # 7
COSTO ACTUAL DE OPERACIÓN.**

Descripción	Costo
Operador	\$30.00
Desperdicio de producto	\$5.00

$$\frac{35 \$}{1 \text{ día}} \times \frac{5 \text{ días}}{1 \text{ semana}} \times \frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = \$8,400.00 \text{ por año}$$

En el primer año con el sistema automatizado de dosificación del agroquímico puede ahorrarse hasta un 18% del costo anual de operación.

$$\text{Ahorro} = 8,400 - 6,882.93 = \$1,517.07$$

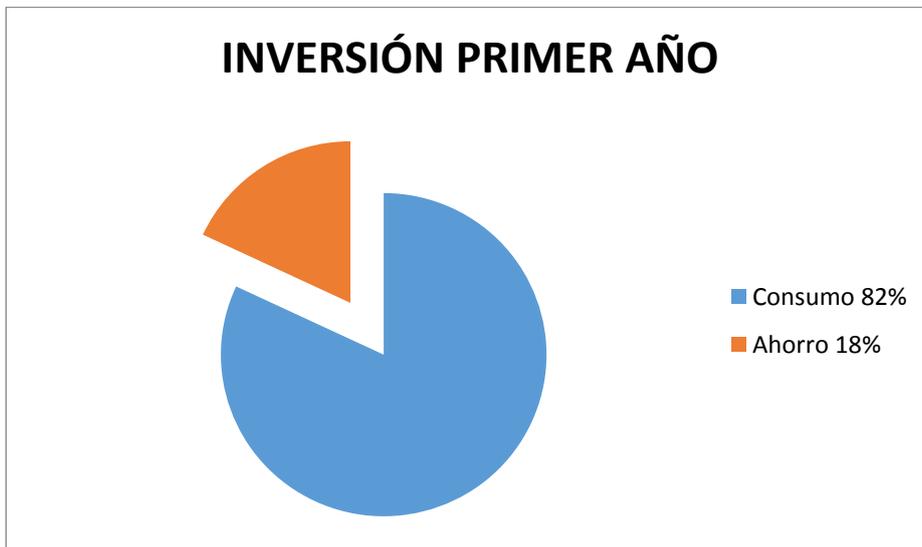


Figura 2.9: PORCENTAJE DE AHORRO PRIMER AÑO. Costo operativo a partir del segundo año.

Los costos anuales necesarios en la operación del diseño a partir del segundo año son:

- Depreciación (lineal 5 años, V. residual 0%): \$1012.06
 - Costo de mantenimiento: \$952.00
 - Energía eléctrica: \$144.00
 - Seguros (1% del C. de fabricación): \$44.39
 - Otros: \$120
- Total costos por año: \$2,272.45**

El cálculo en el valor de depreciación es:

Costo total de fabricación y equipos: \$5,622.54

Depreciación: 5 años

Costo total – Valor residual:

\$5,622.54 – 0 = \$5,622.54

Dividido para 5 años:

$\$5,060.29 / 5 = \$1012.06 \rightarrow \text{Depreciación}$

Y a partir del segundo año con el sistema automatizado de dosificación del agroquímico puede ahorrarse hasta un 73% del costo anual de operación antiguo, recuperando la inversión en solo dos años.

$$\text{Ahorro} = 8,400 - 2,272.45 = \$6,127.55$$



Figura 2.10: PORCENTAJE DE AHORRO A PARTIR DEL SEGUNDO AÑO.

Para calcular el tiempo de retorno de inversión se procede a realizar el siguiente cálculo utilizando la ecuación:

$$\frac{\text{Costo de inversión}}{\text{Costo de pérdidas por mala operación}} = \text{Retorno de Inversión en años}$$

TABLA # 8
COSTO DE PÉRDIDAS E INERSIÓN

DESCRIPCIÓN	COSTOS \$
Pérdidas	
Mano de obra	7,200.00
Mala aplicación	1,200.00
Total	8,400.00
Inversión	
Costo de Mejoras	6,882.93

$$\frac{6882.93}{8400} = 0.82 \text{ años} \approx 9 \text{ meses } 25 \text{ días}$$

Por lo tanto la inversión que deberá efectuar la empresa será recuperada en alrededor de 9 meses y 25 días.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Protocolo de pruebas del sistema de dosificación.

PRUEBA 1.- Ensayo del sistema de inyección.

Tipo de prueba: Medición del volumen a la salida del cilindro.

Ubicación de las pruebas: Taller/laboratorio neumático.

PROCEDIMIENTO

P1.1) Se conecta el circuito neumático y el reservorio del desinfectante al cilindro.

P1.2) Se comprueba el volumen a la salida del cilindro a través de una probeta volumétrica.

P1.3) Se realiza ensayos de 150 ml, 130 ml, 110 ml, 90 ml y 70 ml. un total de cinco pruebas por volumen.

PRUEBA 2.- Ensayo del sistema de dosificación.

Tipo de prueba: Medición del volumen a la salida de los aspersores dentro de la cabina de fumigación.

Ubicación de las pruebas: Taller/laboratorio neumático.

PROCEDIMIENTO

P2.1) Se conecta el sistema de inyección en conjunto con el sistema de dosificación dentro de la cabina.

P2.2) El cilindro queda calibrado para entregar un total del volumen de 150 ml.

P2.3) Se comprueba el volumen a la salida de los aspersores a través de una probeta volumétrica.

P2.4) Se toman varias pruebas en función del tiempo y presión del aire comprimido, expulsando todo tipo de residuo de líquido en la línea al final de cada prueba.

P2.5) Se realiza cinco ensayos por cada variación de datos. Y luego se obtendrá el promedio.

P2.6) Se selecciona el tiempo y presión que más volumen de agroquímico entregue al sistema.

PRUEBA 3.- Ensayo de concentración de volumen por aspersor.

Tipo de prueba: Medición del volumen a la salida de cada boquilla.

Ubicación de las pruebas: Taller/laboratorio neumático.

PROCEDIMIENTO

P3.1) Se conecta el sistema con los parámetros seleccionados (tiempo y presión) en el proceso anterior.

P3.2) El total del volumen a utilizar es de 150 ml.

P3.3) Se comprueba el volumen a la salida de cada aspersor a través de una probeta volumétrica.

P3.4) Se realiza un total de diez pruebas.

P3.5) Se calcula el porcentaje promedio de concentración de cada boquilla.

PRUEBA 4.- Ensayo de estabilidad del sistema.

Tipo de prueba: Conteo y medición del volumen al sistema.

Ubicación de las pruebas: Taller/laboratorio neumático.

PROCEDIMIENTO

P4.1) Se conecta el sistema con los parámetros seleccionados (tiempo y presión).

P4.2) El cilindro queda calibrado para entregar un total del volumen de 150 ml.

P4.3) Se comprueba el volumen a la salida de los aspersores a través de una probeta volumétrica.

P4.4) Se realiza varias pruebas hasta observar que el volumen de entrega al sistema de dosificación se estabilice y sea una cantidad constante.

P4.5) Se toma nota a partir de qué número de prueba se estabiliza el sistema.

3.2) Datos significativos

Prueba 1- Ensayo del sistema de inyección.

Lo resultados obtenidos en ésta prueba consistían en verificar el diseño y dimensionamiento correcto del cilindro del sistema de inyección. Este proveerá el volumen del agroquímico correcto entregado por bandeja.

Adicional se realizó pruebas de calibración para cuando se quiera reducir la cantidad de agroquímico por bandeja, con el

fin de ahorrar producto cuando sea pertinente. En anexos se encuentran todo el banco de resultados de esta prueba. A continuación los datos significativos.

TABLA # 9
RESULTADOS DE MEDICIÓN DE VOLUMEN A LA SALIDA
DEL CILINDRO

PRUEBA DE VOLUMEN DEL CILINDRO
Volumen Requerido = 150 ml
Volumen Promedio = 148 ml
Volumen Requerido = 130 ml
Volumen Promedio = 129,8 ml
Volumen Requerido = 110 ml
Volumen Promedio = 110 ml
Volumen Requerido = 90 ml
Volumen Promedio = 90 ml
Volumen Requerido = 70 ml
Volumen Promedio = 70 ml

Prueba 2.- Ensayo del sistema de dosificación.

Lo resultados obtenidos en ésta prueba consistían en seleccionar el mejor tiempo y presión, para obtener la mayor cantidad de volumen de entrega al sistema de dosificación al primer soplado, es decir sin ningún residuo de líquido en la línea. En éste ensayo se realizó un total de 210 pruebas, modificando los tiempos en 0.5 seg, 1 segundo, 2 segundos, 3 segundos, 4 segundos, 5 segundos y 6 segundos, a diferentes presiones que fueron de 40 psi, 50 psi, 60 psi, 70 psi, 80 psi y 90 psi. Se ejecutó cinco mediciones por parámetro. El mejor resultado con un volumen de entrega de 132.4 ml, se dio en el tiempo $t= 5\text{seg}$ a una presión de 70 psi. En anexos se encuentra todo el banco de pruebas.

TABLA # 10
RESULTADOS DE MEDICIÓN DE VOLUMEN A LA SALIDA
DE LOS ASPERSORES.

<i>Tiempo [seg]</i>	<i>V_{prom} [ml]</i>	<i>Presión [psi]</i>
0,5	68,8	70
1	83,2	70
2	104,8	70
3	116,8	70
4	128,4	70
5	132,4	70
6	131,6	70

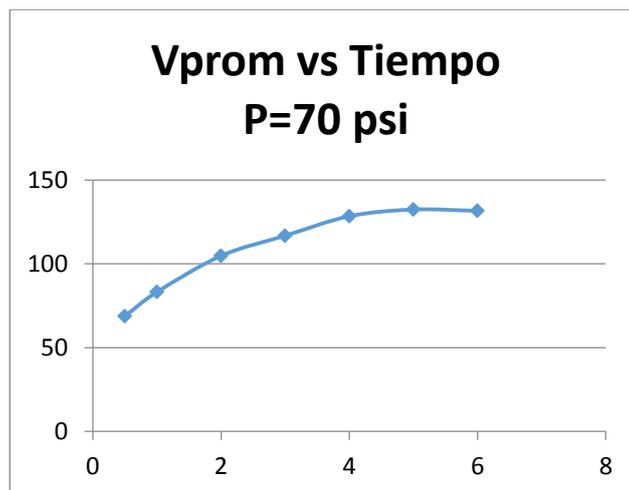


Figura 3.1 Curva de comportamiento de Volumen vs tiempo a 70 psi de presión.

Prueba 3.- Ensayo de concentración de volumen por aspersor.

Los resultados obtenidos en ésta prueba demuestran el porcentaje de concentración de volumen que entrega cada boquilla. En anexos se encuentran todo el banco de resultados. Los resultados fueron los siguientes:

TABLA # 11
PORCENTAJE DE VOLUMEN POR BOQUILLA

	<i>Vol_{prom} [ml]</i>	<i>% Volumen</i>
1	8,17	6%
2	5,67	4%
3	6,67	5%
4	21	15%
5	36,17	27%
6	36,00	28%
7	4,83	4%
8	7,67	6%
9	7,17	5%
Total:		%100

Prueba 4.- Ensayo de estabilidad del sistema.

Los resultados obtenidos en ésta ensayo demuestran a partir de que prueba el sistema comienza a entregar un volumen constante y se estabiliza. Se realizó un total de 50 pruebas, teniendo un 54% un volumen de 140 ml, En anexos se encuentran todo el banco de resultados. Los resultados significativos fueron los siguientes:

TABLA # 12
RESULTADOS DE ESTABILIDAD

N° de prueba	<i>Volumen [ml]</i>
1	122
2	137
3	139
4	139
5	139
6	138

7	140
8	140
9	142
10	140
16	140
17	140
24	141
25	141
26	140
40	140
41	139
42	140
49	140
50	141

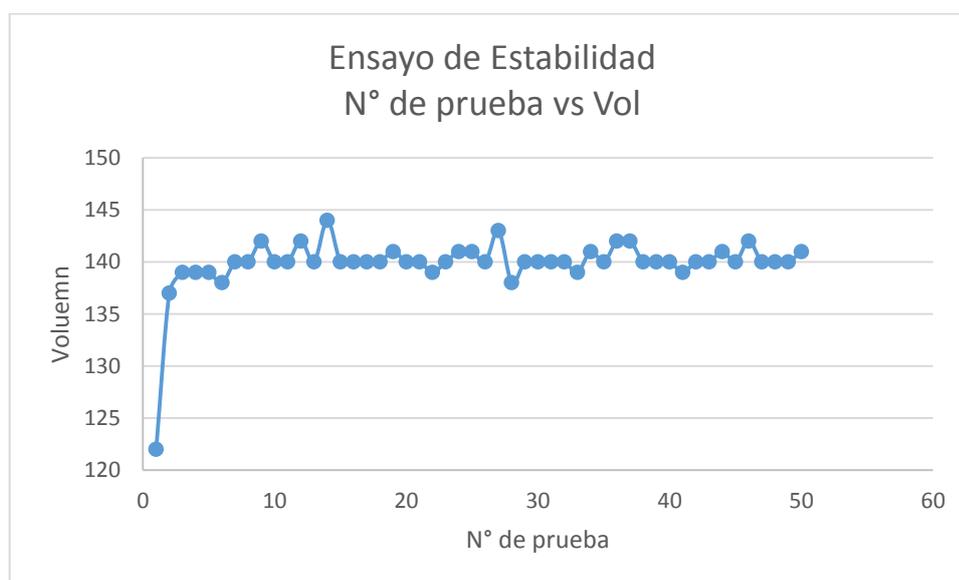


Figura 3.2 Curva de estabilidad.

3.3 Análisis de resultados.

Se realizó el análisis de resultados en base a los cuatro tipos de ensayos antes mencionados.

Para el primer ensayo se observó, que el volumen máximo de entrega del cilindro del sistema de inyección es de 148 ml,

en caso de requerir un volumen mayor se debe re diseñar aumentando la carrera o el diámetro del cilindro o ambos. El volumen de dosificación por bandeja es en función al número de cajas empacado por día.

El segundo ensayo se pudo observar la variación del volumen a la salida de los aspersores modificando el tiempo y presión de inyección de aire comprimido, no necesariamente a mayor presión y mayor tiempo de aire comprimido se va a obtener mayor volumen a la salida. En éste ensayo se realizó un total de 210 pruebas, cinco por parámetro obteniendo al final un promedio, donde se escogió el tiempo y presión que entregaban más volumen.

El tercer ensayo se midió cuanto volumen entrega cada boquilla, para saber en términos de porcentaje cual es la concentración de volumen. Los resultados fueron los esperados los de la línea de la mitad, siendo las boquillas 4, 5 y 6. Éstos entregarán y dosificarán el 70% del agroquímico.

El cuarto ensayo se realizó para saber a partir de qué número de prueba el resultado de entrega de volumen se mantiene constante. Se realizó un total de 50 tomas, siendo el 54% de la muestra un volumen de 140 ml que a partir de la séptima inyección el sistema comienza a entregar un flujo constante, teniendo una variación de ± 2 ml.

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el proyecto desarrollado se pudo diseñar un nuevo sistema de fumigación de banano, automatizado por medio de un circuito neumático. Lo importante del diseño es su facilidad de implementación dirigido para todo tipo de industria. El porcentaje de ahorro anual y porcentaje de ahorro en los próximos cinco años concibe que el diseño se altamente rentable.

El proyecto diseñado es una solución para los problemas ocasionados en los sistemas actuales de dosificación al banano y se garantiza una entrega de volumen constante.

Este sistema es una ventaja para disminuir costos en mano de obra y solución para aumentar la producción y generar mayor ingreso a la empresa. También un ahorro en producto rechazado por inoperancia o mala aplicación del agroquímico.

El prototipo construido genera un goteo después de cada dosificación, una cantidad mínima pero que igual es considerado como desperdicio, generando un gasto insignificante que puede ser reciclado por medio de un sistema de recirculación.

En referencia a los resultados obtenidos en función del tiempo y presión, se encontró dos parámetros que entregaban mayor volumen, el primero es en el tiempo $t=5$ segundos a una presión de $p=70$ psi que entregaba al sistema un volumen promedio de 132,4 ml; el segundo es en el tiempo $t=6$ segundos a una presión de 90 psi que obtenía un volumen promedio de 134 ml.

Se decidió escoger el primer parámetro debido que la diferencia de volumen es mínima y la diferencia de presión y tiempo es mayor, que podrían aumentar los costos de operación debido a un mayor consumo de aire.

Con los actuales sistemas de fumigación, el tiempo de dosificación es muy excesivo, atrasando la producción. Con el sistema de brocha el operador se demoraba 21 segundos por bandeja, mientras con el sistema de bomba manual se demoraba 12 segundos por bandeja. Comparando con el sistema diseñado se toma solo 5 segundos en dosificar una bandeja de banano, obteniendo mayor ingreso por producción con una dosificación correcta.

El sistema de dosificación puede controlar y regular el volumen de producto químico que se inyecta hacia el fruto, el cual con los antiguos sistemas se desconocía el volumen que se utilizaba por bandeja. Éste resultado permitirá controlar la inversión en desinfectantes y agroquímico.

El nuevo método asegura que todo el producto químico se esparce por toda la bandeja del banano, desperdiciando una cantidad insignificante de producto por dosificación afuera de la bandeja y una reducción considerable de rechazo de producto por mala dosificación. Adicional el sistema es muy factible para realizar modificaciones e implementar nuevos usos de sistema de dosificación.

El proyecto está diseñado para que toda la concentración del desinfectante permanezca dentro de la cámara de fumigación mejorando la salud ocupacional de los empleados alrededor.

4.1. Conclusiones:

- Se propuso un nuevo sistema de dosificación mejorando el tiempo de dosificación, cinco veces más rápido que con el sistema de brocha y dos veces más rápido que con el sistema de bomba manual.
- El sistema puede regular y controlar el volumen, entregando una cantidad constante por bandeja, permitiendo realizar un análisis para inversión en agroquímico.
- La dosificación del producto químico se va a encerrar dentro de la cámara mejorando la salud ocupacional de los trabajadores que se encuentre alrededor. Reduciendo la posibilidad de adquirir enfermedades del alto peligro.
- En costos, es altamente rentable debido que va a reducir costos por rechazo de producto, costo de mano de obra y va

aumentar la producción de la planta generando mayor ingreso. La inversión tiene una tasa de retorno de 9 meses 25 días aproximadamente.

4.2. Recomendaciones:

- Se recomienda construir el equipo completo, adaptando una banda transportadora.
- Se recomienda diseñar el cilindro del sistema de inyección sobredimensionando un 10% de su volumen para considerar las pérdidas.
- Se recomienda realizar pruebas al momento de realizar cualquier modificación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Laborem G., Espinoza M, Rangel L. (1999).
Manejo Post cosecha del banano.
Instituto de Investigaciones Agronómicas. Maracay.
2. Ing. Galo Salazar (2015).
Artículo técnico en cosecha y post cosecha de banano.
Foro de agricultura, Ecuaquímica.
3. Rainforest Alliance (2005).
Criterios e indicadores adicionales para la producción de
banano.
Conservación y desarrollo, Ecuador.
4. Catálogo de bandejas indeltro.
5. Catálogo de válvulas neumáticas MAC.

APÉNDICES

APÉNDICE A

FICHAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO QUÍMICO

FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA DEL ALUMBRE

ALUMINIO POTASIO SULFATO Sinónimos: Alumbre. Alumbre potásico. Alumbre de potasa. Sulfato aluminico potásico. Kalinita.

Datos Físico-Químicos: Aluminio potasio sulfato dodecahidrato cristal:

Fórmula molecular: $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Peso molecular: 474,39

Polvo granular o masas cristalinas incoloras, transparentes. Fácilmente soluble en agua, muy soluble en agua a ebullición, soluble en glicerol, prácticamente insoluble en etanol al 96%. Punto de fusión: 92,5 °C.

Aluminio potasio sulfato polvo:

Fórmula molecular: $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$

Peso molecular: 258,15

Polvo granular o masas cristalinas incoloras, transparentes. Fácilmente soluble en agua a ebullición, soluble en glicerol, prácticamente insoluble en etanol 96%.

Datos Físico-Químicos: Aluminio potasio sulfato dodecahidrato cristal:

Fórmula molecular: $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Peso molecular: 474,39

Polvo granular o masas cristalinas incoloras, transparentes. Fácilmente soluble en agua, muy soluble en agua a ebullición, soluble en glicerol, prácticamente insoluble en etanol al 96%. Punto de fusión: 92,5 °C.

Aluminio potasio sulfato polvo:

Fórmula molecular: $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$

Peso molecular: 258,15

Polvo granular o masas cristalinas incoloras, transparentes. Fácilmente soluble en agua a ebullición, soluble en glicerol, prácticamente insoluble en etanol 96%.

Propiedades y usos: El alumbre precipita las proteínas epidérmicas y es un poderoso astringente. Es ligeramente antiséptico y hemostático. Se usa en polvos para el tratamiento de la hiperhidrosis de los pies. En sólido o en solución puede usarse como hemostático. Se utiliza en barras como hemostático para después del afeitado. Además ha mostrado cierto éxito en las hemorragias asociadas al cáncer de vejiga o recto o secundarias a una cistitis cuando son de difícil control, empleando una solución de al 1-10%.

Frecuentemente se incluye en preparados utilizados como enjuague bucal o en gargarismos y en diversas preparaciones dermatológicas.

Finalmente se usa en irrigaciones y lavados vaginales para la leucorrea.

Nota: El Aluminio potasio sulfato polvo solamente puede usarse como reactivo de laboratorio, no es apto para uso farmacéutico. Para ese uso debe usarse el Aluminio potasio sulfato dodecahidrato cristal.

Dosificación: Vía tópica al 2% para hiperhidrosis (astringente) y al 10% para endurecimiento de los pies (prevención y curación de llagas, etc...).

Vía bucal al 1% para el tratamiento de aftas bucales, y al 1-5% para gargarismos y enjuagues bucales.

Para lavados vaginales al 0,5-5% para la leucorrea.

Efectos secundarios: En dosis elevadas es irritante y puede llegar a ser corrosivo. Se han producido necrosis en las encías y hemorragias gastrointestinales, así como manifestaciones indeseables sobre músculos y riñones.

Precauciones: Vía bucal no se recomienda su uso continuado porque daña los dientes.

Debe guardarse bien cerrado porque con el aire se altera y se transforma lentamente en sulfato básico de aluminio.

Incompatibilidades: Bórax, hidróxidos alcalinos y carbonatos, fosfatos, sales de calcio, sales de plomo, sales de mercurio, taninos, tártaro emético, infusiones astringentes, y leche.

Conservación: En envases bien cerrados. PROTEGER DE LA LUZ.

FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA DEL IMAZALIL

MAGNATE SULPHATE 75 SP

FUNGICIDA Polvo soluble

DESCRIPCION GENERAL DEL INGREDIENTE ACTIVO: IMAZALIL

Identificación:

Nombre químico: N 1-[2-(2,4-diclorofenil)-2-(2-propeniloxi) etil]-1H-imidazol.

Nombre común: imazalil (ANSI, EPA, ISO)

Códigos alfanuméricos: CA DPR Chem Code 2084. CAS 35554-44-0. CIPAC 335. PC Code 111901. R 023979.

Formulación: Polvo soluble

Categoría toxicológica: Azul-Precaución

INGREDIENTE ACTIVO:	% EN PESO
IMAZALIL: (\pm)1-[2-(2,4-diclorofenil)-2-(2-propeniloxi) etil]-1H-imidazole	75.0
Equivalente a 750 g de i.a./L a 20°C	
INGREDIENTES INERTES:	
Diluyente, humectante, dispersante y antiespumante	25.0
TOTAL:	100.00

Ingrediente activo:

Imidazol sistémico con actividad fungicida preventivo y curativo. Aplicado a las raíces de las plántulas de cebada y pepino se ha observado translocación acópela a toda la planta y muy poco basípeta.

Modo de acción:

Pertenece al grupo de los llamados inhibidores de la biosíntesis del ergosterol. Estos fungicidas inhiben una enzima que depende del citocromo P-450 responsable de la des metilación del ergosterol. Afecta a la permeabilidad celular del hongo. También se ha visto que afecta a la biosíntesis de los lípidos. Se ha observado actividad antiesporulante en frutos cítricos contra moho azul (*Penicillium italicum*): reducción de la germinación, inflamación de las esporas, tubos germinales distorsionados y pérdida de citoplasma en las conidias que germinan. Tiene actividad fungicida en fase de vapor. Es particularmente activo contra organismos resistentes a los benzimidazoles.

Se adsorbe fácilmente en los coloides del suelo con lo que su movilidad es escasa. No contamina prácticamente las aguas subterráneas. Se considera moderadamente persistente: hasta 47 semanas. Las lombrices tienden a eliminar los efectos tóxicos formando metabolitos polares complejos. Su persistencia en almacenamiento puede llegar a 9 semanas.

Campo de actividad:

Es activo en el control de enfermedades producidas por hongos y

ectoparásitos. Se utiliza tanto en cultivos de invernadero en el control de (*Erysiphe cichoracearum*), cenicilla (*Sphaerotheca sp.*) y mancha negra del rosál (*Diplocarpon rosae*), como en la desinfección de semillas y en tratamientos postrecolección de cítricos (Frutos cítricos), manzanas, melones, peras, plátanos en el control de diversas podredumbres. Resulta efectivo en la prevención y control de numerosas enfermedades fúngicas entre las que destacan: (*Mycosphaerella fijiensis*), (*Fusarium moniliforme*), (*Thielaviopsis paradoxa*), (*Podosphaera fuliginea*), antracnosis del plátano (*Colletotrichum musae*), cenicilla de la fresa (*Podosphaera aphanis*), cenicilla del chabacano (*Podosphaera clandestina*), cenicilla del jitomate y otras solanáceas (*Leveillula taurica*), cenicilla polvorienta de la fresa (*Podosphaera macularis*), enfermedad de los almácigos (*Haematonectria haematococca*), fusariosis o pudrición radical (*Fusarium sp.*), mancha de la hoja de los cereales (*Septoria sp.*), mancha o tizón de la hoja (*Alternaria sp.*), melanosis de los cítricos (*Diaporthe citri*), moho azul (*Penicillium italicum*), moho blanco del narciso y otras ornamentales (*Penicillium expansum*), moho gris (*Botryotinia fuckeliana*), moho gris (*Botrytis sp.*), moho negro del jitomate (*Alternaria alternata*), moho verde (*Penicillium digitatum*), monilinia o podredumbre morena (*Monilinia fructigena*), oídio del encino (*Microsphaera alphitoides*), paño de la papa (*Helminthosporium solani*), podredumbre gomosa de los tallos de la calabacita y otras cucurbitáceas (*Didymella bryoniae*), podredumbre radical de las cucurbitáceas (*Verticillium sp.*), pudrición negra del fruto (*Alternaria citri*), sigatoka amarilla o chamusco (*Mycosphaerella musicola*) y tizón foliar de los cereales (*Cochliobolus sativus*, *Erysiphe cichoriacearum*, *Musicillium*, *Phoma exigua var. exigua*, *Botryosphaeria rhodina* [*Lasiodiplodia* [*Botryodiplodia*] *theobromae*]), *Diplocarpon earliana* [*Marssonina fragariae*], etc.), Se utiliza en el tratamiento post-cosecha de plátano.

Recomendaciones de uso:

Su control sobre podredumbres debidas a *Rhizopus sp.*, es deficiente. Puede causar daños si se pulveriza sobre flores abiertas. No emplear en rosál 'Dr.A.J. Verhage', ni en crisantemo. Deben hacerse pruebas previas en ornamentales si no se conoce su tolerancia. Debe ponerse especial cuidado en no sobrepasar las dosis recomendadas. No pulverizar a pleno sol. Si se aplica por la tarde, la pulverización debe estar seca al anochecer. Tratar las cucurbitáceas antes o tan pronto como aparezca la enfermedad y repetir cada 10-14 días o, incluso, cada 7 días si la infección es fuerte o los cultivares son sensibles. Se ha observado en cítricos que, en tratamientos post-cosecha por inmersión con imazalil diluido en agua caliente, 50 °C, se requieren menores dosis del fungicida que a temperatura ambiente, 20 °C, y que los residuos son directamente proporcionales al tiempo que dure la inmersión. De todas formas, un lavado doméstico con agua elimina casi el 50 % de sus residuos. Incompatible con productos de fuerte reacción alcalina y agentes humectantes iónicos. Tóxico a peces.

USO

MAGNATE SULPHATE 75 SP es un producto de aplicación post-cosecha. Actúa inhibiendo el patógeno por interferencia con la de metilación del ergosterol. Por su acción preventiva y curativa provee una adecuada protección para el transporte de los frutos tratados aún a grandes distancias.

Cultivo	Enfermedad	Dosis g/100 L de agua	Observaciones
Cítricos (SL)	Pudrición <i>Penicillium digitatum</i>	50 – 100	El período máximo de protección del fruto post-cosecha es de 3 semanas. Si se almacena por mayor tiempo será necesaria otra aplicación.
Plátano	Pudrición <i>Verticillium spp.</i> <i>Fusarium spp.</i> Antracnosis <i>Colletotrichum spp.</i>	40 – 70	Para tránsito corto de fruta (4-5 días) usar la dosis baja. Para tránsito largo del fruto (semanas) usar la dosis alta. Las "coronas" de la manos deben humedecerse bien para obtener una mejor penetración en el tejido de la "corona"

() **INTERVALO DE SEGURIDAD:** Días que deben transcurrir entre la última aplicación y la cosecha. Tiempo de reentrada a zonas tratadas: 12 horas.

MÉTODO PARA PREPARAR Y APLICAR EL PRODUCTO

Forma de abrir el envase del producto: Desenrosque la tapa y quite con cuidado el sello protector, evitando salpicaduras y el contacto con la piel y ojos.

PREPARACIÓN: Diluya la dosis indicada en el cuadro de recomendaciones. Se puede aplicar por aspersión, como por goteo o inmersión, los frutos deben humedecerse bien para obtener una mejor penetración en el tejido.

Al momento de realizar la mezcla, debe agitarse constantemente para obtener una mezcla homogénea.

CONTRAINDICACIONES

No se aplique en horas de calor intenso, ni cuando la velocidad del viento sea mayor de 15 Km/h, aplique el producto únicamente en post-cosecha.

COMPATIBILIDAD

Se recomienda no mezclar con otros productos agroquímicos. Si el usuario final decide realizar mezclas, estas solo se podrán hacer con productos que tengan registro vigente con la Autoridad competente y estén autorizados en el cultivo aquí indicado.

FITOTOXICIDAD

Este producto no tiene efectos de fitotoxicidad, ya que su aplicación es recomendada exclusivamente para el tratamiento en post-cosecha para plátano.

Medidas de protección al ambiente:

DURANTE EL MANEJO DEL PRODUCTO, EVITE LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS, RÍOS, LAGUNAS, ARROYOS, PRESAS, CANALES O DEPÓSITOS DE AGUA, NO LAVANDO O VERTIENDO EN ELLOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS O ENVASES VACÍOS.

MANEJE EL ENVASE VACÍO Y LOS RESIDUOS DEL PRODUCTO CONFORME A LO ESTABLECIDO EN LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS, SU REGLAMENTO O AL PLAN DE MANEJO DE ENVASE VACÍOS DE PLAGUICIDAS, REGISTRADO ANTE LA SEMARNAT.

EL USO INADECUADO DE ESTE PRODUCTO PUEDE CONTAMINAR EL AGUA SUBTERRÁNEA, EVITE MANEJARLO CERCA DE POZOS DE AGUA Y NO LO APLIQUE EN DONDE EL NIVEL DE LOS MANTOS ACUÍFEROS SEA POCO PROFUNDO (75 CM DE PROFUNDIDAD) Y LOS SUELOS SEAN MUY PERMEABLES (ARENOSOS).

EN CASO DE CAÍDA ACCIDENTAL DEL PRODUCTO, SE DEBERÁ USAR EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL, RECUPERAR EL PRODUCTO QUE SEA ÚTIL HASTA DONDE SEA POSIBLE, Y LO DEMÁS, RECOGERLO EN UN RECIPIENTE HERMÉTICO Y LLEVARLO AL CENTRO DE ACOPIO DE RESIDUOS PELIGROSOS AUTORIZADO MÁS CERCANO.

ESTE PRODUCTO ES ALTAMENTE TÓXICO PARA ANIMALES (PECES, INVERTEBRADOS ACUÁTICOS) Y PLANTAS ACUÁTICAS (ALGAS Y PLANTAS VASCULARES).ESTE PRODUCTO ES ALTAMENTE TÓXICO PARA ANIMALES (PECES, INVERTEBRADOS ACUÁTICOS) Y PLANTAS ACUÁTICAS (ALGAS Y PLANTAS VASCULARES).

Garantía:

Como la aplicación, manejo, transportación y almacenaje del producto están fuera de nuestro control, Ingeniería Industrial, S.A. de C.V. no se hace responsable de su uso y solamente garantiza la composición correcta y el contenido neto.

INGENIERÍA INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

Av. Insurgentes Sur 800 piso 19 Col. Del Valle - 03100 México, D.F. - Tel.: (55) 5524-8369 - Fax: (55) 5524-

8270 Línea directa: 01800-25 BRAVO - 01800-25-27286

·mail: adamamexico@adama.com - www.adama.com/mexico

FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA DEL MERTECT

INGREDIENTE ACTIVO

Tiabendazol

CARACTERISTICAS

El tiabendazol es un fungicida sistémico perteneciente al grupo de los benzimidazoles, de amplio espectro y eficaz contra una gran variedad de hongos patógenos. Tiene actividad como protección y curativo.

FORMULACION

Suspensión Concentrada (SC): Contiene 500 gramos de ingrediente activo por Litro de producto formulado

MODO DE ACCION

En relación a la planta: Tiabendazol tiene propiedades sistémicas.

En relación al hongo: Tiabendazol tiene acción protectante (preventiva) y curativa. Actúa evitando la división celular del patógeno.

Mertect 500 SC es compatible con el uso de insectos benéficos y apropiado para su uso en programas de Manejo Integrado de Plagas.

MOMENTO DE APLICACION

Las aplicaciones foliares deben hacerse preferiblemente de manera preventiva; para evitar el desarrollo de resistencia es altamente recomendable lo siguiente:

- Utilizar la dosis recomendada que aparece en la etiqueta
- Seguir una estrategia basada en la adopción de programas de rotación, con aplicaciones intercaladas o en bloques, con fungicidas de diferente modo de acción. Siempre es recomendable no aplicarlo más de tres veces consecutivas.
- A pesar de que Mertect 500 SC puede ser utilizado como curativo es altamente recomendable utilizarlo de manera preventiva.

CATEGORIA TOXICOLOGICA

Ligeramente Peligroso (Categoría III de la OMS)

REGISTRO

Reg. N° 971-2000-AG-SENASA

TITULAR DE REGISTRO

SyngentaCrop protection S.A.

CUADRO DE CONSUMO QUÍMICO DEL FABRICANTE



CUADRO DE CONSUMOS DE PRODUCTO POST COSECHA

RENDIMIENTO # CAJAS			LITROS DE AGUA	ALUMBRE	MERTEC 20 S		FUNGAFLOR 75 PS	
FOGGING	BOMBA MANUAL	BROCHA CON DOSIFICADOR	LITROS EN DILUCIÓN	LIBRAS (lb)	SOBRES	CENTÍMETROS CÚBICOS (cc)	SOBRES	GRAMOS (gr)
100	125	500	20	1	1	50	0,5	16
200	250	1000	40	2	2	100	1	32
300	375	1500	60	3	3	150	1,5	48
400	500	2000	80	4	4	200	2	64
500	625	2500	100	5	5	250	2,5	80
600	750	3000	120	6	6	300	3	96
700	875	3500	140	7	7	350	3,5	112
800	1000	4000	160	8	8	400	4	128
900	1125	4500	180	9	9	450	4,5	144
1000	1250	5000	200	10	10	500	5	160
1100	1375	5500	220	11	11	550	5,5	176
1200	1500	6000	240	12	12	600	6	192
1300	1625	6500	260	13	13	650	6,5	208
1400	1750	7000	280	14	14	700	7	224
1500	1875	7500	300	15	15	750	7,5	240
1600	2000	8000	320	16	16	800	8	256
1700	2125	8500	340	17	17	850	8,5	272
1800	2250	9000	360	18	18	900	9	288
1900	2375	9500	380	19	19	950	9,5	304
2000	2500	10000	400	20	20	1000	10	320

APÉNDICE B

BANCO DE RESULTADOS Y CURVAS

PRUEBA 1.- Ensayo del sistema de inyección.

TABLA#B.1
TABLA DE RESULTADOS

PRUEBA DE VOLUMEN DEL CILINDRO		
Volumen Requerido = 150 ml		
Item	Cantidad	Vprom
1	148	148
2	148	
3	148	
4	148	
5	148	
Volumen Requerido = 130 ml		
		Vprom
1	130	129,8
2	129	
3	130	
4	130	
5	130	
Volumen Requerido = 110 ml		
		Vprom
1	110	110
2	110	
3	110	
4	110	
5	110	
Volumen Requerido = 90 ml		
		Vprom
1	90	90
2	90	
3	90	
4	90	
5	90	
Volumen Requerido = 70 ml		
		Vprom
1	70	70
2	70	
3	70	
4	70	
5	70	

Prueba 2.- Ensayo del sistema de dosificación.

TABLA# B.2
TABLA DE RESULTADOS

PRUEBA DE VOLUMEN EN LA CABINA				
Volumen Requerido = 150 ml				
Item	Tiempo	Presion	Volumen	VOLUMEN PROMEDIO
1	0,5	40	46	52,8
2	0,5	40	62	
3	0,5	40	56	
4	0,5	40	60	
5	0,5	40	40	
6	0,5	50	56	58,4
7	0,5	50	60	
8	0,5	50	60	
9	0,5	50	58	
10	0,5	50	58	
11	0,5	60	64	63,2
12	0,5	60	60	
13	0,5	60	66	
14	0,5	60	66	
15	0,5	60	60	
16	0,5	70	72	68,8
17	0,5	70	70	
18	0,5	70	60	
19	0,5	70	68	
20	0,5	70	74	
21	0,5	80	74	76,8
22	0,5	80	80	
23	0,5	80	74	
24	0,5	80	80	
25	0,5	80	76	
26	0,5	90	72	73,2
27	0,5	90	72	
28	0,5	90	70	
29	0,5	90	72	
30	0,5	90	80	
31	1	40	74	78
32	1	40	72	
33	1	40	80	
34	1	40	74	
35	1	40	90	

36	1	50	82	80,8
37	1	50	74	
38	1	50	80	
39	1	50	86	
40	1	50	82	
41	1	60	96	90,4
42	1	60	90	
43	1	60	90	
44	1	60	88	
45	1	60	88	
46	1	70	80	83,2
47	1	70	82	
48	1	70	84	
49	1	70	86	
50	1	70	84	
51	1	80	90	87,6
52	1	80	84	
53	1	80	86	
54	1	80	94	
55	1	80	84	
56	1	90	88	88
57	1	90	86	
58	1	90	84	
59	1	90	92	
60	1	90	90	
61	2	40	96	100,4
62	2	40	102	
63	2	40	98	
64	2	40	110	
65	2	40	96	
66	2	50	102	102,4
67	2	50	98	
68	2	50	108	
69	2	50	100	
70	2	50	104	
71	2	60	110	104,4
72	2	60	102	
73	2	60	106	
74	2	60	94	
75	2	60	110	
76	2	70	110	104,8
77	2	70	100	

78	2	70	110	104
79	2	70	104	
80	2	70	100	
81	2	80	110	
82	2	80	108	
83	2	80	102	
84	2	80	100	
85	2	80	100	101,6
86	2	90	102	
87	2	90	102	
88	2	90	98	
89	2	90	102	
90	2	90	104	114
91	3	40	114	
92	3	40	112	
93	3	40	116	
94	3	40	112	
95	3	40	116	113,6
96	3	50	114	
97	3	50	114	
98	3	50	116	
99	3	50	114	
100	3	50	110	114,8
101	3	60	114	
102	3	60	114	
103	3	60	116	
104	3	60	114	
105	3	60	116	116,8
106	3	70	114	
107	3	70	116	
108	3	70	118	
109	3	70	118	
110	3	70	118	110,8
111	3	80	100	
112	3	80	112	
113	3	80	112	
114	3	80	114	
115	3	80	116	114,8
116	3	90	114	
117	3	90	120	
118	3	90	112	
119	3	90	114	

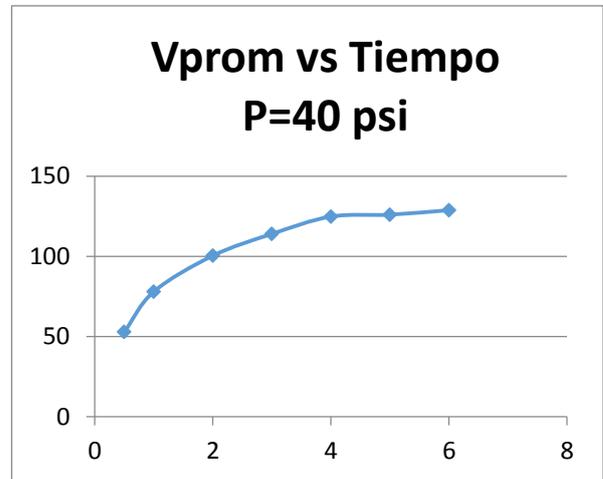
120	3	90	114	
121	4	40	124	124,8
122	4	40	126	
123	4	40	124	
124	4	40	126	
125	4	40	124	
126	4	50	120	
127	4	50	128	
128	4	50	126	
129	4	50	128	
130	4	50	128	
131	4	60	126	126,8
132	4	60	126	
133	4	60	130	
134	4	60	128	
135	4	60	124	
136	4	70	128	
137	4	70	126	
138	4	70	128	
139	4	70	132	
140	4	70	128	
141	4	80	128	128,8
142	4	80	128	
143	4	80	132	
144	4	80	128	
145	4	80	128	
146	4	90	132	
147	4	90	130	
148	4	90	128	
149	4	90	130	
150	4	90	128	
151	5	40	126	126
152	5	40	124	
153	5	40	128	
154	5	40	126	
155	5	40	126	
156	5	50	126	
157	5	50	126	
158	5	50	130	
159	5	50	124	
160	5	50	134	
161	5	60	124	128,4

162	5	60	128	
163	5	60	130	
164	5	60	130	
165	5	60	130	
166	5	70	130	132,4
167	5	70	134	
168	5	70	134	
169	5	70	130	
170	5	70	134	
171	5	80	128	130
172	5	80	128	
173	5	80	132	
174	5	80	130	
175	5	80	132	
176	5	90	132	131,6
177	5	90	132	
178	5	90	132	
179	5	90	130	
180	5	90	132	
181	6	40	128	128,8
182	6	40	128	
183	6	40	130	
184	6	40	128	
185	6	40	130	
186	6	50	128	129,6
187	6	50	130	
188	6	50	132	
189	6	50	132	
190	6	50	126	
191	6	60	130	132
192	6	60	132	
193	6	60	132	
194	6	60	132	
195	6	60	134	
196	6	70	128	131,6
197	6	70	132	
198	6	70	132	
199	6	70	134	
200	6	70	132	
201	6	80	128	130,4
202	6	80	130	
203	6	80	130	

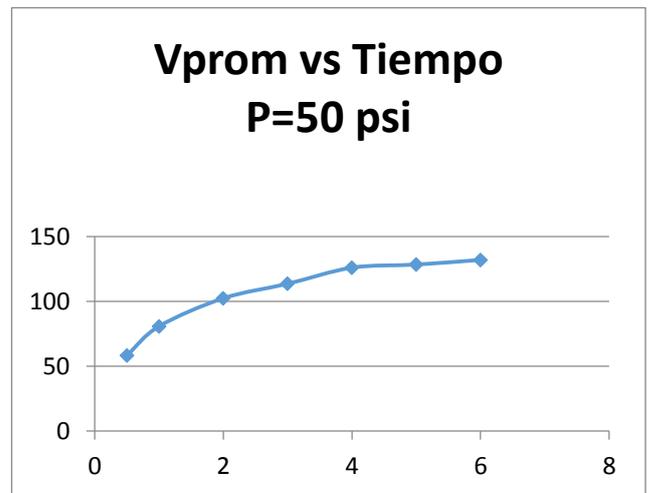
204	6	80	132	134
205	6	80	132	
206	6	90	134	
207	6	90	134	
208	6	90	134	
209	6	90	134	
210	6	90	134	

FIGURA# B.1
TABLA Y CURVAS DE COMPORTAMIENTO EN FUNCION
DEL TIEMPO Y PRESIÓN.

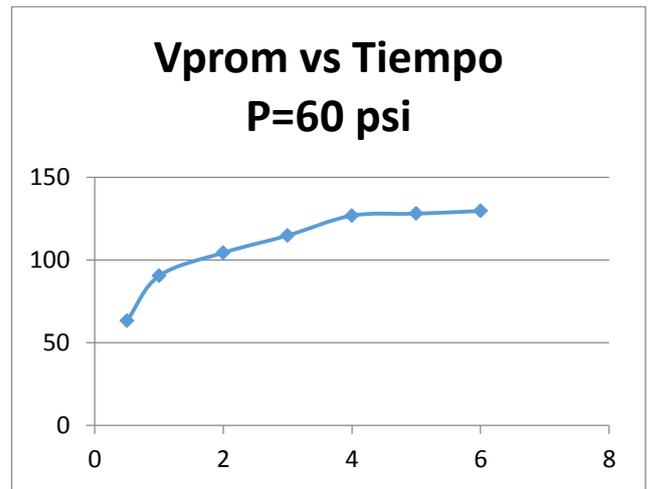
P=40 PSI	
TIEMPO	V/PROM
0,5	52,8
1	78
2	100,4
3	114
4	124,8
5	126
6	128,8



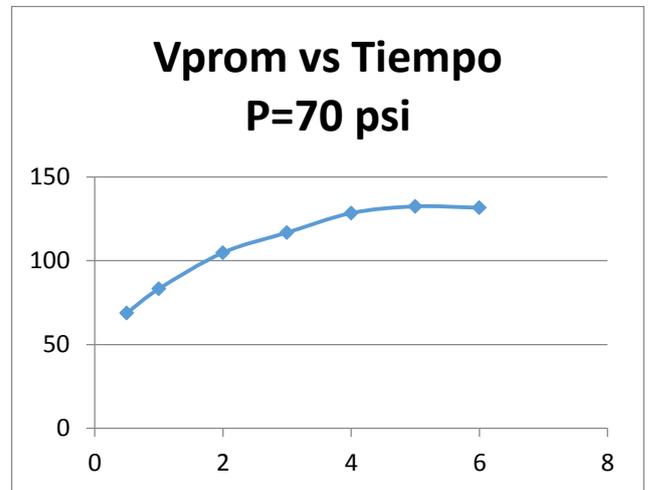
P=50 PSI	
TIEMPO	V/PROM
0,5	58,4
1	80,8
2	102,4
3	113,6
4	126
5	128,4
6	132



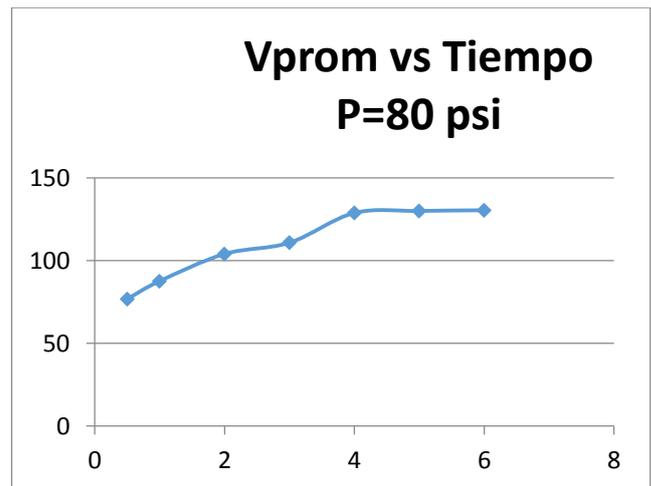
P=60 PSI	
TIEMPO	V/PROM
0,5	63,2
1	90,4
2	104,4
3	114,8
4	126,8
5	128
6	129,6



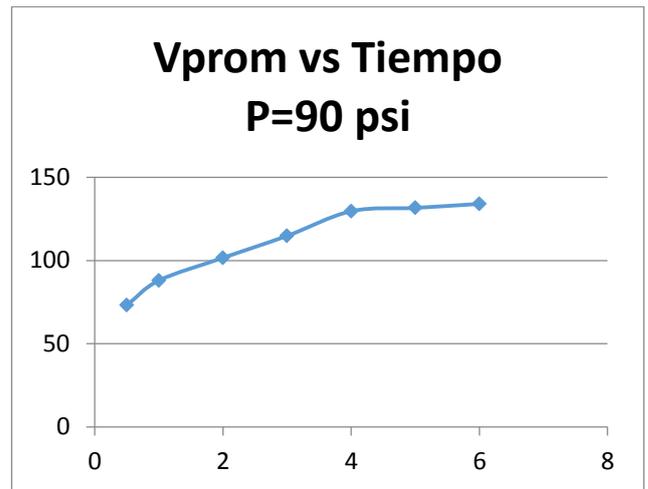
P=70 PSI	
TIEMPO	V/PROM
0,5	68,8
1	83,2
2	104,8
3	116,8
4	128,4
5	132,4
6	131,6



P=80 PSI	
TIEMPO	V/PROM
0,5	76,8
1	87,6
2	104
3	110,8
4	128,8
5	130
6	130,4



P=90 PSI	
TIEMPO	V/PROM
0,5	73,2
1	88
2	101,6
3	114,8
4	129,6
5	131,6
6	134



Prueba 3.- Ensayo de concentración de volumen por aspersor.

TABLA#B.3
TABLA DE RESULTADOS

ITEM	BOQUILLA	VOLUMEN
1	V1	8
2	V2	7
3	V3	8
4	V4	20
5	V5	40
6	V6	32
7	V7	4
8	V8	9
9	V9	9
10	VT1	133
11	V1	7
12	V2	6
13	V3	7
14	V4	20
15	V5	37
16	V6	40
17	V7	7
18	V8	10
19	V9	6
20	VT2	140
21	V1	10
22	V2	4
23	V3	5
24	V4	20

25	V5	40
26	V6	36
27	V7	5
28	V8	8
29	V9	7
30	VT3	135
31	V1	10
32	V2	4
33	V3	8
34	V4	20
35	V5	36
36	V6	38
37	V7	5
38	V8	8
39	V9	6
40	VT4	135
41	V1	7
42	V2	8
43	V3	5
44	V4	20
45	V5	28
46	V6	40
47	V7	3
48	V8	2
49	V9	8
50	VT5	121
51	V1	7
52	V2	5
53	V3	7
54	V4	26
55	V5	36
56	V6	30
57	V7	5
58	V8	9
59	V9	7
60	VT6	132

TABLA#B.4

TABLA DE PORCENTAJE POR BOQUILLA

Boquilla	Vprom	% VOL
1	8,17	6%
2	5,67	4%
3	6,67	5%
4	21	16%
5	36,17	27%
6	36,00	28%
7	4,83	4%
8	7,67	6%
9	7,17	5%

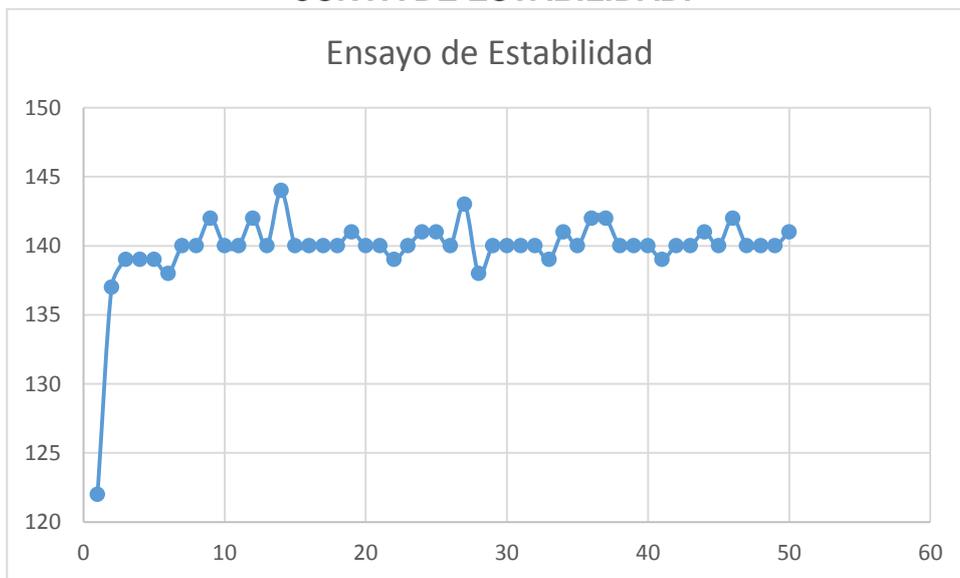
Prueba 4.- Ensayo de estabilidad del sistema.

TABLA#B.5 TABLA DE RESULTADOS

N° de prueba	Vol
1	122
2	137
3	139
4	139
5	139
6	138
7	140
8	140
9	142
10	140
11	140
12	142
13	140
14	144
15	140
16	140
17	140
18	140
19	141
20	140
21	140
22	139
23	140
24	141
25	141
26	140

27	143
28	138
29	140
30	140
31	140
32	140
33	139
34	141
35	140
36	142
37	142
38	140
39	140
40	140
41	139
42	140
43	140
44	141
45	140
46	142
47	140
48	140
49	140
50	141

**FIGURA# B.2
CURVA DE ESTABILIDAD.**



APÉNDICE C

GRÁFICOS DEL SISTEMA

FIGURA# C.1
SISTEMA DE INYECCIÓN



FIGURA# C.2
SISTEMA DE CONTROL



FIGURA# C.3
SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

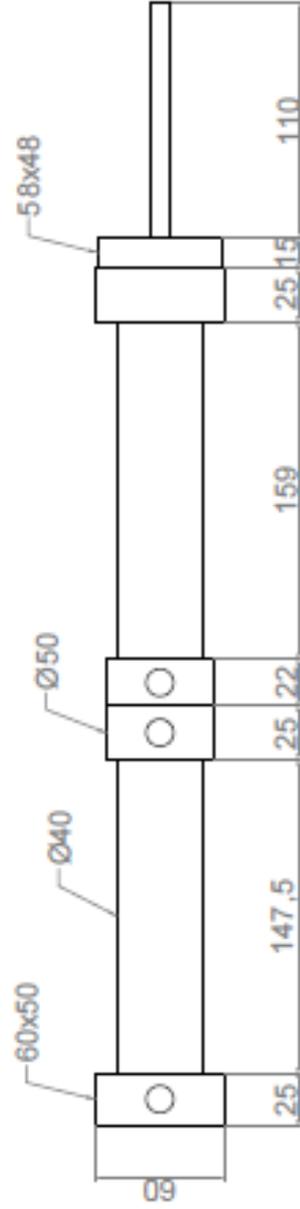
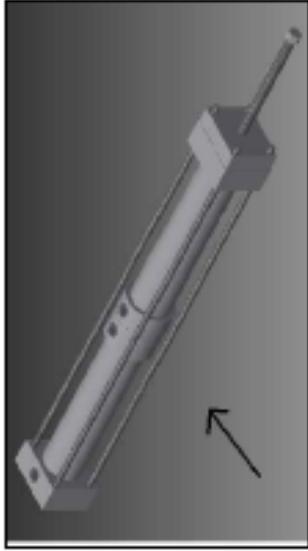


FIGURA# C.4
SISTEMA DE COMPLETO

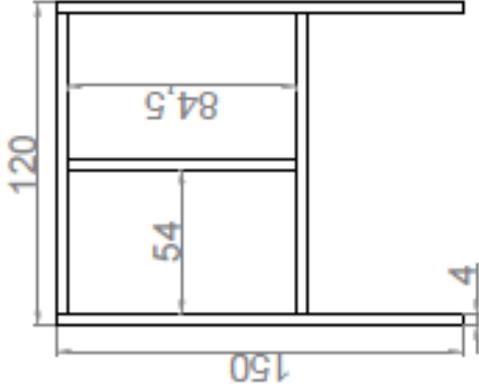
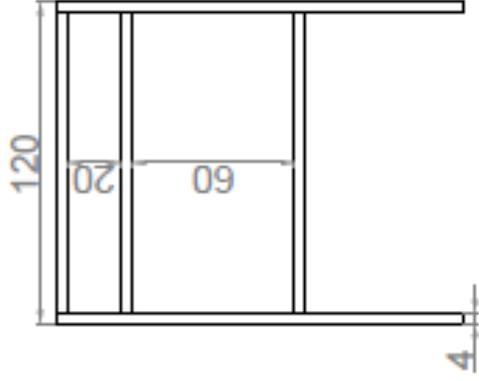
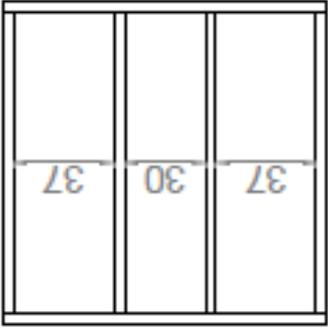
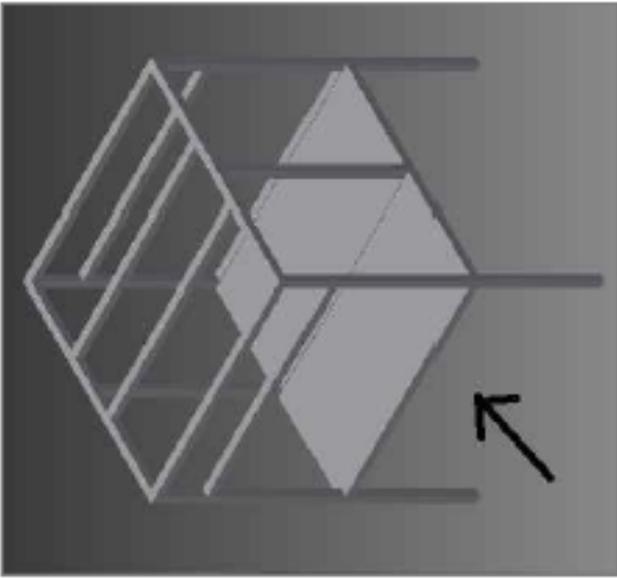


APÉNDICE D

PLANOS



	Título: Dimensiones del cilindro.	
	Alumno: Santiago Munillo	Plano: D1



	Título: Dimensiones del cabina.
	Alumno: Santiago Munillo
	Plano: D2

