

3770

616.075  
M337  
2003  
e



**Segundo Informe de Avance del Proyecto  
FONTEC**

**Proyecto N° 201-2921**



**Desarrollo de un sistema modular automático  
para la interpretación del Antibiograma**

**Informe Técnico**

**Eugenio Marín S.A.**

616.075  
M 337  
2003

**Febrero 2003**

## PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

## **Indice**

<b>TEMA</b>	<b>PAGINA</b>
1. ANTECEDENTES GENERALES	2
1.1 RESUMEN EJECUTIVO	3
2. ETAPA B: ENSAYO DE PRUEBAS DE CAMPO PARA LA SELECCION DE LA MEJOR TECNICA DE LACTURA DE IMAGENES	4
2.1 Selección y diseño conceptual del módulo de trabajo	4
2.2 Evaluación estratégica del equipo	4
2.3 Esquema del equipo lector vertical	7
2.4 Esquema del equipo lector horizontal	7
2.5 Prueba de Captura de equipos	7
3. ETAPA C: ESTUDIO DE ADAPTACION DEL SOFTWARE CIMBIOSYS PARA LA CAPTURA E INTERPRETACION DE IMÁGENES	14
3.1 Antecedentes preliminares para adaptación del software	14
3.2 El modelo de datos propuesto para los requerimientos	14
3.3 Esquema de procedimientos de trabajo del software	15
4. ETAPA D: PRUEBAS DE ENSAYO A NIVEL DE LABORATORIO	19
4.1 Prueba realizada	19
4.2 Metodología utilizada	19
5. ETAPA E: GENERACION DEL MODULO DE TRABAJO	20
6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	22
6.1 Desarrollo del proyecto	22
6.2 Logros finales del proyecto	23
7. ANEXOS	24
7.1 Anexo A: Evaluación y comparación de costos entre alternativas de Hardware	25
7.2 Anexo B: Diseño del equipo vertical de lectura	26
7.3 Anexo C: Diseño del equipo horizontal de lectura	27
7.3 Anexo C: Encuesta de preferencias	28
7.5 Anexo E: Descripción de los equipos de lectura.	30
7.6 Anexo F: Protocolos de análisis de Antibiograma	32

## **ANTECEDENTES GENERALES**

La segunda etapa del proyecto "Desarrollo de un sistema modular automático para la interpretación del Antibiograma" se inicia a partir del mes de Agosto, de acuerdo a lo programado, con la selección final del equipo de lectura, adaptación del software al equipo y las pruebas de ensayo a nivel de laboratorio.

De acuerdo a la naturaleza de la prueba de interpretación del análisis del Antibiograma, este estudio debió prolongarse durante todo el período que comprende el proyecto, ya que las modificaciones que se van presentando en los diferentes métodos de lectura se deben ir comprobando paso a paso.

El sistema utilizado para la captura de imagen fue el equipo que nos asegurara ventajas significativas en cuanto a rapidez, bajo costo y alta disponibilidad en el mercado nacional e internacional.

Debido a cambios en el modelo de trabajo del equipo, consultas a clientes, pruebas de laboratorio y validación de resultados, a la fecha de entrega del presente informe, nos encontramos montando el equipo de lectura.

Hasta la fecha de entrega de este informe, el sistemas de lectura e interpretación de halos esta funcionando de manera satisfactoria, lo cual ha quedado ampliamente demostrado con las pruebas de laboratorio efectuadas.

El equipo con el actual diseño ha tenido una excelente recepción de parte de los clientes, algunos de los cuales hemos seleccionados para que utilicen el módulo los próximos meses.

Las diferentes alternativas planteadas por la combinación de ambos módulos para la obtención de imágenes y las diversas maneras de configurar el software garantizan que podamos entregar una solución que realmente simplifique las actividades en el laboratorio, permitiendo que el auxiliar de laboratorio ingrese los atenciones y capture las imágenes y el profesional analice y evalúe los resultados.

## **RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO**

### **Descripción de actividades desarrolladas**

**Etapa B: Ensayos de pruebas de campo para la selección de la mejor técnica de lectura de imagen.**

Al concluir la etapa obtuvimos la experiencia suficiente que nos posibilita el uso, tanto de escáner como WebCam en la obtención de imágenes, pudiendo el Cimbiosys adaptarse tanto a uno como otro hardware.

**Etapa C: Estudio de adaptación del software Cimbiosys para la captura e interpretación de imágenes.**

La característica del sistema a diseñar exigió un tiempo superior de estudio y concreción de adaptación del programa a las necesidades del laboratorio clínico, el cliente usuario final del módulo. Además de envío una encuesta a un grupo de clientes de confianza para conocer su opinión y sugerencias sobre las características del software. Teniendo en estos momentos un software que trabaja en red, que puede adaptarse tanto a escáner, como a Webcam.

**Etapa D: Pruebas de Ensayo a Nivel de Laboratorio**

Se continuaron las pruebas de Antibiograma según el método de Kirby-Bauer, que es utilizado en los laboratorios clínicos, recopilando de este modo mayores antecedentes estadísticos que avalen la exactitud y precisión de la técnica utilizada con el método en desarrollo. Esta etapa exigió una cantidad de tiempo y recursos significativamente mayor a las asignadas en el proyecto inicial.

**Etapa E: Generación del modulo de trabajo**

Debido a que la etapa D se extendió mas de lo estimado, esta etapa aun esta en desarrollo encontrándonos al día de hoy, montando el prototipo de equipo de lectura que será utilizado por los laboratorios. Como resultado de un análisis serio de las posibilidades, limitaciones y particularidades comerciales y técnicas de cada diseño, tenemos dos diseños de módulos muy atractivo, uno para un equipo de lectura WebCam y un diseño para un escáner.

### **Conclusiones**

A pesar de haber considerado el método del Escáner como lento y engorroso, con las modificaciones efectuadas en las etapas A, B y C se transforma en un sistema ventajoso a los otros métodos considerados, siendo evaluado como una alternativa bastante atractiva junto a la WebCam. La simplificación en el diseño y la sofisticación en el software nos permite ofrecer un modulo mas económico, pudiendo abarcar una mayor cantidad de laboratorios. Y ofrecerles un abanico de posibilidades que se adaptan a su forma de trabajar en el laboratorio. Intensificado las actividades desarrolladas por auxiliares y disminuyendo las actividades administrativas al Profesional.

## **ETAPA B: ENSAYO DE PRUEBAS DE CAMPO PARA LA SELECCIÓN DE LA MEJOR TÉCNICA DE LECTURA DE IMÁGENES**

### **Selección y diseño conceptual del módulo de trabajo**

Es éste, el punto crítico donde fue necesario prolongar su análisis de acuerdo a lo programado, no en cuanto a los equipos probados para la obtención de la imagen, si no a los diversos factores que influyen en el resultado final de la mejor imagen para un óptimo cálculo de los parámetros que se obtienen con el software utilizado: Halo de Inhibición, CIM (Concentración Inhibitoria Mínima), Índice Terapéutico, etc.; para un posterior informe estadístico con todos los valores resultantes del Antibiograma.

Las pruebas con las cámaras y escáner utilizadas para la captura de imágenes, se realizaron en los plazos previstos. Teniendo el proyecto la suficiente versatilidad para adecuarse al sistema o sistemas de captura de imágenes, que presenten la mejor alternativa entre la relación:

- Precio
- Rapidez de Lectura
- Calidad de la imagen

### **Evaluación estratégica del equipo**

Según lo contemplado en la propuesta del proyecto: Generación de un módulo para la lectura del Antibiograma, se establecieron dos posibles equipamientos para el sistema, los cuales se describen a continuación:

- **Módulo A**  
Sistema de captura, análisis e impresión de resultados incluidos en un solo módulo. Consistía en integrar en un solo módulo un computador con algún sistema de captura de las imágenes de las placas e impresión de resultados.
- **Módulo B**  
Separar el módulo de captura del computador y de la impresión. Crear un módulo separado para la captura de imágenes independiente del computador de análisis de datos.

### **Análisis de los equipos propuestos.**

Para el análisis de la alternativa a utilizar, se evaluaron diferentes aspectos de ambos sistemas dentro de dos grandes conceptos: económico y técnicos. Se consideraron las opiniones de representantes y vendedores del área de la química clínica y microbiológica, con larga experiencia en la atención de laboratorio privados y de instituciones públicas.

La información recopilada se puede agrupar en dos conceptos

- Tanto el laboratorio privado, como el laboratorio de institución no tiene espacio para grandes maquinarias, el espacio libre, como su espacio en mesón es muy limitado, por lo que el tamaño de un equipo debe estar muy acotado.

- El personal siempre está muy ocupado y con escaso tiempo para ingresar datos a un computador. Esas labores prefiere delegarlas a los ayudantes y secretarias, utilizando su tiempo sólo en el análisis de los exámenes y la verificación de los resultados. Incluso fue mencionado que uno de los mayores problemas que tenía el software Cimbiosys antiguo, consistía en la imposibilidad de delegar los ingresos y capturas en terceras personas.
- Los nuevos equipos de laboratorio sólo se dedican a capturar datos, transmitiéndolos a un computador central, el cual generalmente es compartido por dos o más equipos los cuales están conectados a la red de área local de la organización, el cual es capaz de transmitir los resultados de los exámenes mediante el protocolo de comunicación XLM.

<b>Evaluación de ambas alternativas</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
Aspectos económicos (Anexo A)		
• Costo aproximado total del equipo (Anual en US\$)	1050	400
• Costo de mantenimiento del equipo (Anual en US\$)	600	120
Margen sobre precio de venta	23%	58%
Técnicos		
• Tamaño del equipo (cm)	50x 40 x 45	50x 20x 30
• Armado del equipo (Medido en dificultad)	Complejo	Sencillo
• Garantía de contar con los repuestos y partes de manera permanente.	No Garantizado	Garantizado
• Configuración (Computador de análisis y lectura)	Unidos	Separados
• Mantención	Complejo	Sencillo

## Resultado del análisis

**BIBLIOTECA CORFO**

En vista de los resultados obtenidos, se optó por diseñar y comercializar un producto que consiste en: el Software Cimbiosys y un Módulo de Captura de imágenes, que permita trabajar mediante Webcam, Cámara Digital o Escáner.

Las razones que fundamentaron la decisión son las siguientes:

- Menores costos de fabricación y comercialización, lo que permite a la empresa entregar el módulo en arriendo o comodato. Esta modalidad permite utilizar el módulo para mejorar las oportunidades estratégicas del producto (Sensidisco), frente al de la competencia.
- Menores costos de mantención; el equipo de lectura cuando está separado del equipo de análisis, contiene sólo un Escáner, o una Cámara Digital, o una Webcam, los cuales pueden ser cambiados sin interferir en las labores diarias del laboratorio.
- Menor precio de venta; pese a que en un escenario optimista, la evaluación del proyecto nos entrega un mayor VAN para el proyecto A, en el escenario real y el pesimista se obtiene un mayor VAN con el proyecto B.

- La mayoría de los laboratorios cuentan con un computador, el cual puede ser utilizado para conectar con el módulo de lectura. En caso que no tengan computador no están dispuestos a pagar por un equipo que contiene un computador el cual no puede ser utilizado en otra actividad.

La metodología para decidir sobre el equipo a utilizar para la obtención de imágenes se describe a continuación.

### Esquema del equipo lector vertical

Los planos del equipo a construir se indican en el Anexo B.

El equipo esta diseñado para optimizar el espacio del mesón dentro de un laboratorio y permite la rápida lectura de la placa.

Altura del equipo.

Es necesario encontrar la menor distancia para la lectura de placas de 15 cm de diámetro y placas de 9 cm. de diámetro.

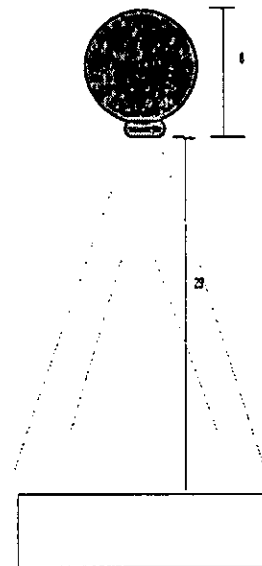
- Distancia entre foco y superficie de la placa: 29 cm.
- Altura Cámara: 8 cm.
- Altura Base: 5 cm
- Altura Total : 42 cm.

Area de la superficie de lectura

La superficie es rectangular.

Largo : 16 cm.

Ancho: 25 cm.





## Esquema del equipo lector horizontal

Los planos del equipo a construir se indican en el Anexo C.

Altura del equipo.

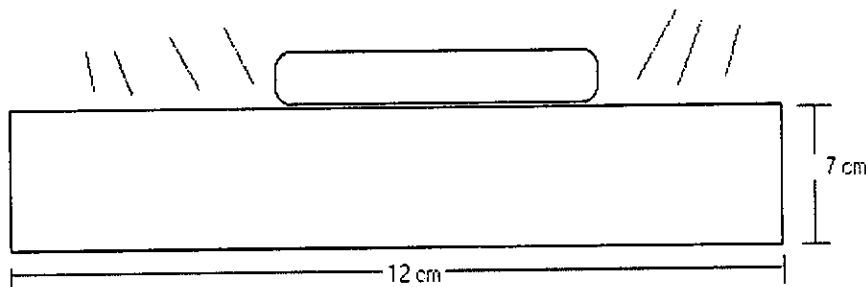
El escáner no tiene gran altura, pero sí una mayor área horizontal.

Altura escáner: 7 cm + Altura Cargador: 5 cm = Altura Total : 12 cm.

Area de la superficie de lectura

La superficie es rectangular.

Largo : 42 cm x Ancho: 28 cm.



Los planos del equipo a construir se indican en el Anexo C.

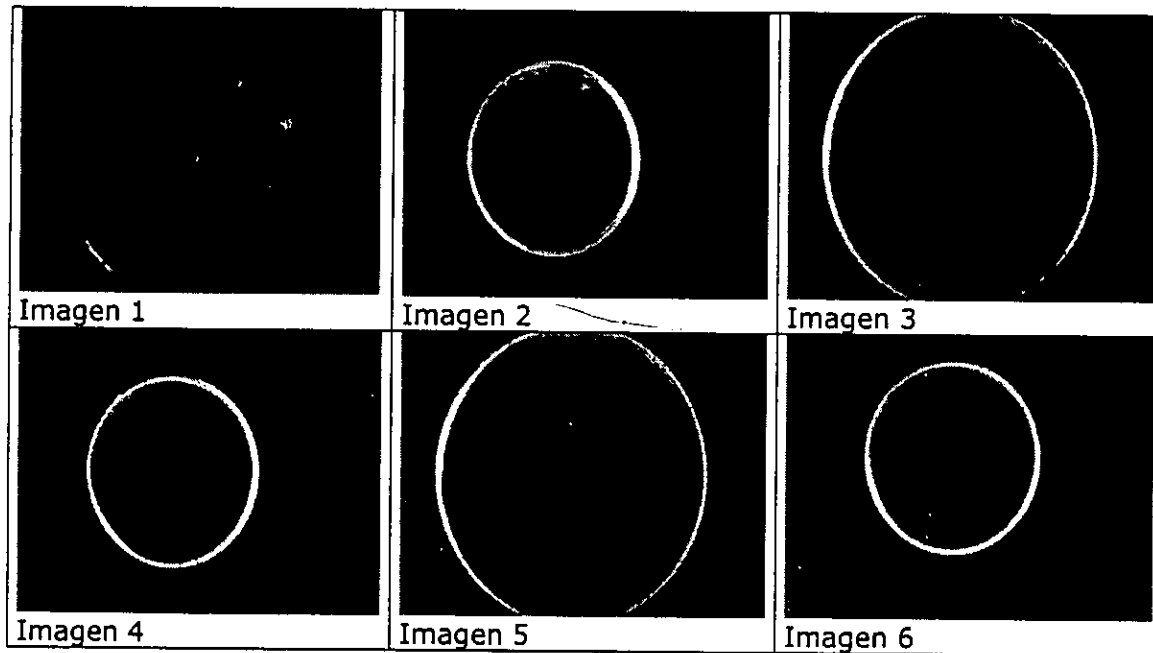
## Prueba de los equipos de captura

### WebCam

Se realizaron pruebas para encontrar la configuración ideal de los equipos de lectura

Distancia	Resolución	Colores	Placas: 15 cm Dia.	Placas: 9 cm. Dia
29 cm	640 x 480	Gris: 8 Bits	Imagen 1	Imagen 2
29 cm	640 x 480	Color: 16 Bits	Imagen 3	Imagen 4
29 cm	640 x 480	Color: 24 Bits	Imagen 5	Imagen 6

## Documentación Gráfica de la Captura



Configuración de la imagen captada por el capturador WebCam

Estas pruebas se realizaron con 2 tipos de cámaras Webcam:

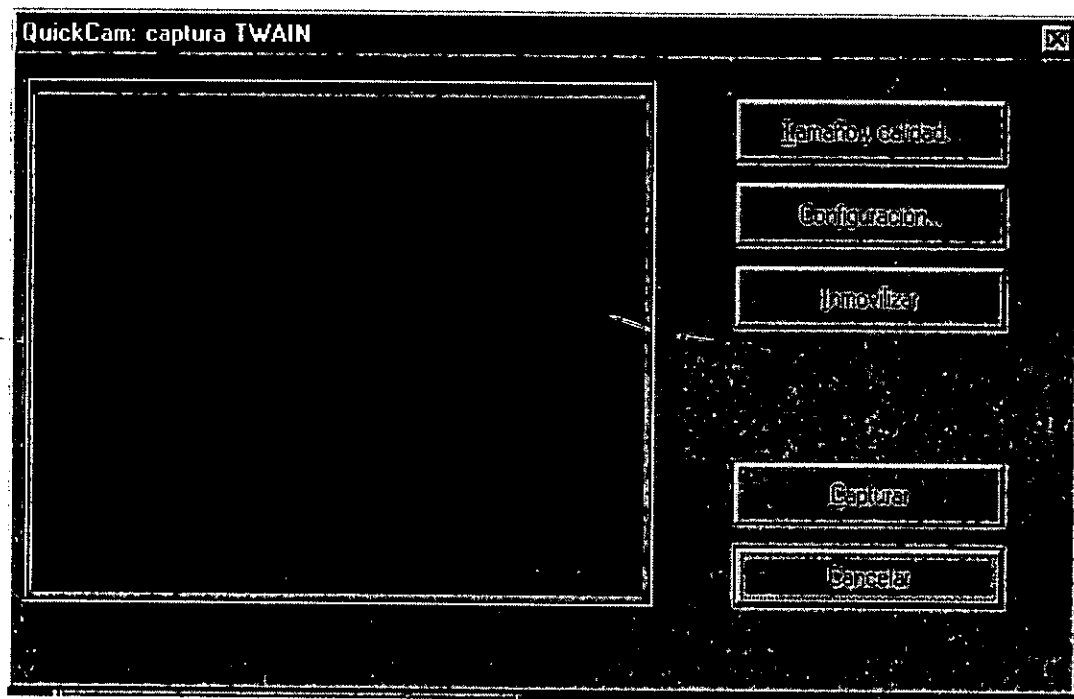
- Webcam Genius
- Webcam 3Com

Las pruebas sugirieron la utilización de la WebCam Genius, por las siguientes razones:

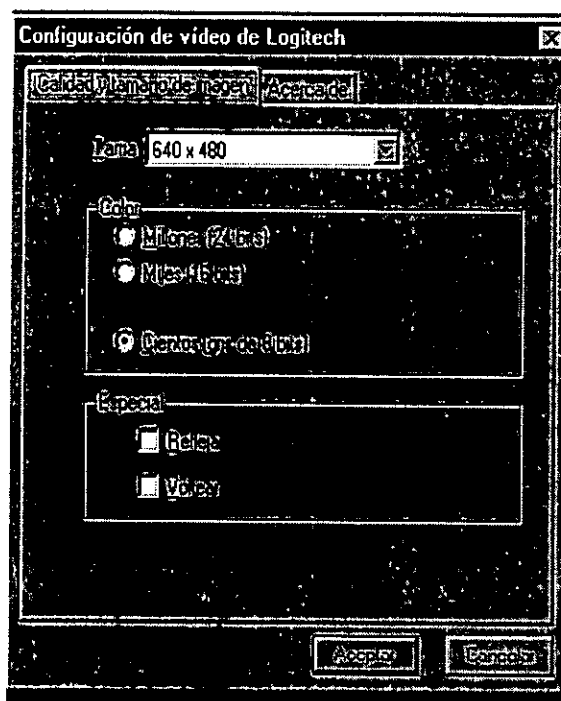
Calidad de la imagen: Pese a no existir una diferencia considerable en la obtención de las imágenes, la WebCam Genius se adapta mas rápidamente a las variaciones de luminosidad. Y como el nuevo diseño del modulo se plantea como un equipo abierto, sin cubierta, como se observa en la Etapa E, se requiere que la cámara se adapte rápidamente.

Librerías para la obtención de la imagen: Fundamentales para un uso rápido y simple del software. Las librerías Genius resultaron ser mucho mas sencillas de utilizar.

Para la captura se utiliza la librería IMAGSCAN.OCX, las pantallas de acceso son:



La configuración óptima para la captura se presenta a continuación.



Resumen de la configuración del equipo.	
Tamaño de la Captura	640 x 480 dpi
Colores de la Captura	Gris (8 Bits.)

## Escáner

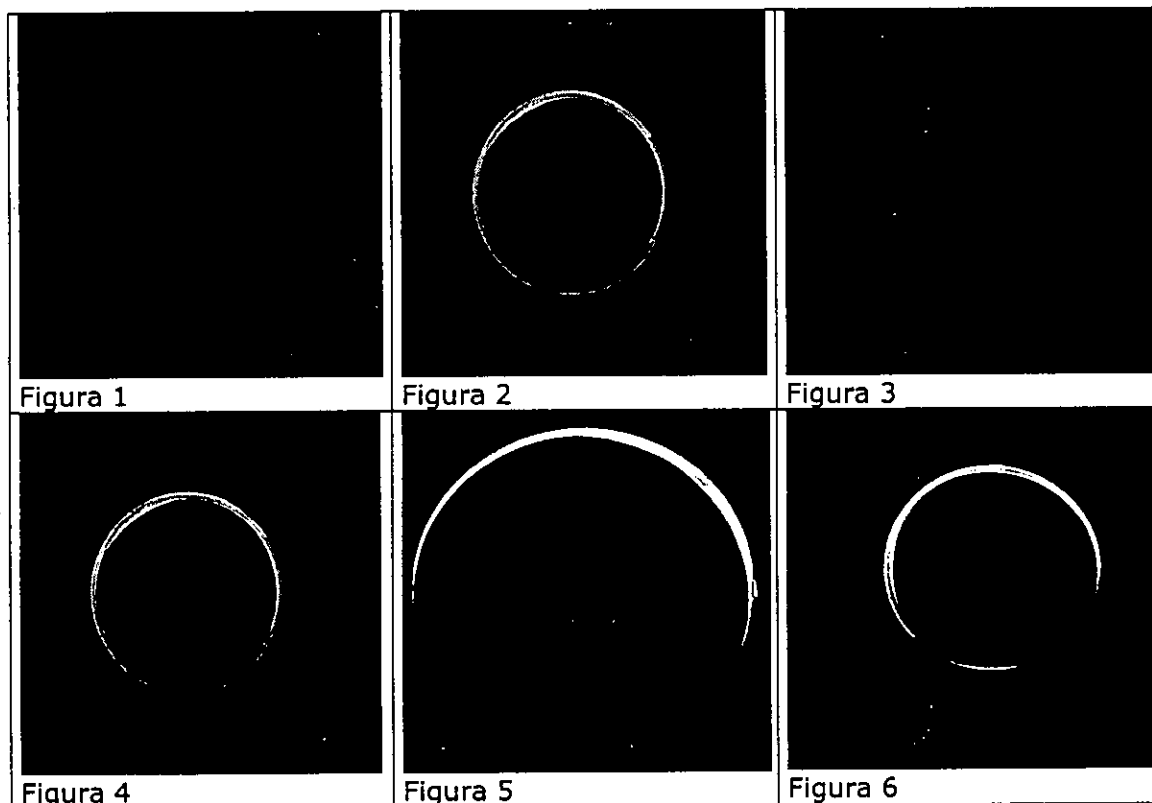
Se realizaron pruebas para encontrar la configuración ideal de los equipos de lectura

Tamaño	Resolución	Colores	Placas: 15 cm Dia.	Placas: 9 cm. Dia
16.25 x 15 cm	640 x 480	Color: 24 Bits	Imagen 1	Imagen 2
16.25 x 15 cm	640 x 480	Gris: 8 Bits	Imagen 3	Imagen 4
16.25 x 15 cm	640 x 480	Blanco y Negro	Imagen 5	Imagen 6

Las imágenes presentadas son solo un ejemplo de las pruebas realizadas, las cuales consistieron en capturar dos grupos de placas (9 y 15 cm). Utilizando 3 escáneres diferentes para este fin:

- Primax One Touch. 5300 (30 placas)
- Genius Pager Printer (30 placas)
- LG (40 placas)

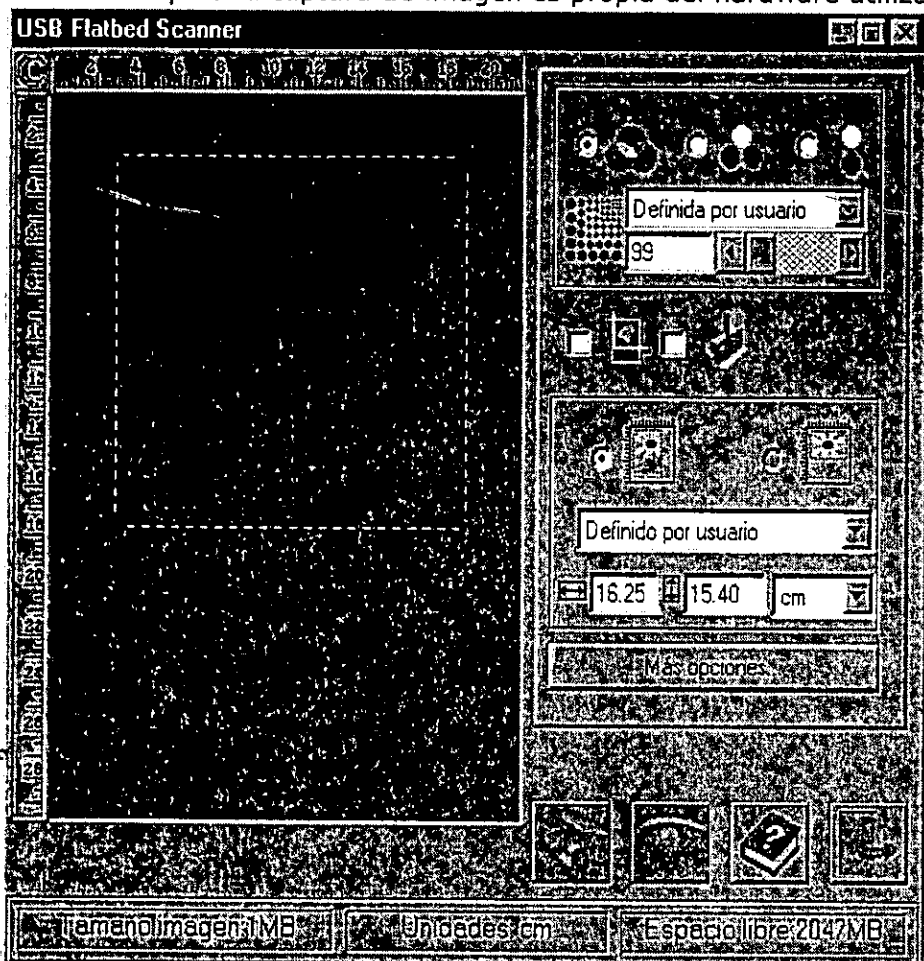
Las imágenes capturas por los escáner tienen una calidad y definición del halo significativamente mejor, que las imágenes capturadas por una webcam. Teniendo el inconveniente que su captura es muy lenta.



Por las características propias del escáner no existe un problema con el uso de las placas de 9 cm. como las de 15 cm., ya que no es necesario modificar la altura de la cámara para adaptarse al tamaño de la placa.

Para la captura se utiliza la librería IMAGSCAN.OCX, las pantallas de acceso son:

La librería para la captura de imagen es propia del hardware utilizado, esto hace que



BIBLIOTECA CORFO

en la elección del equipo de captura también se evalúa la necesidad de contar con un software que simplifique el trabajo en el laboratorio.

La configuración que garantiza una imagen precisa y clara, puede ser establecida con la instalación del software no teniendo que ser modificada por el profesional. Esta característica es extremadamente importante para el uso del escáner, ya que con otros equipos y utilizando los software de captura originales del equipo, se debe configurar el escáner cada vez que se utiliza, lo que dificulta que la captura pueda ser realizada por un auxiliar de laboratorio.

La configuración estándar es:

Resumen de la configuración del equipo.	
Tamaño de la Captura	16.25 x 15.4 cm
Colores	16 bits.
Tamaño punto	99 mdpi

## Cámara Digital

Para las pruebas de laboratorio se utilizaron dos cámaras digitales, de precios económicos, ya que la variedad de precios (desde 100 US\$ hasta 1200 US\$), podía modificar la viabilidad del proyecto. Por esta razón se seleccionaron cámaras que no superaran los 150 US\$. Pese a ser cámaras muy económicas, cumplen con las necesidades del equipo de lectura, ya que la diferencia de precio radica en la cantidad de fotografías que son posibles de almacenar y en tamaño máximo de pixeles por foto.

Las cámaras digitales seleccionadas para las pruebas son:

- Benq 1300
- Polaroid PhotoMax 640

Se realizaron pruebas para encontrar la configuración ideal de los equipos de lectura, utilizando la cámara con una conexión USB con el computador.

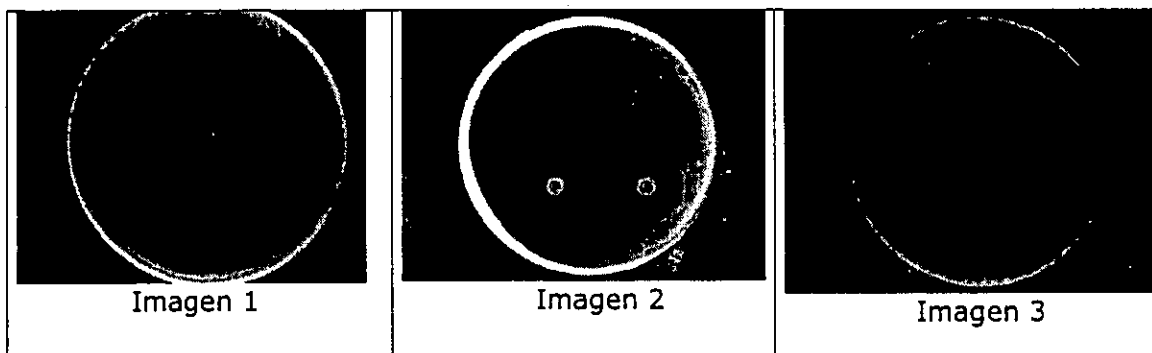
La cámara digital goza de dos grandes cualidades que la transforman en una alternativa muy interesante, a) la cámara es capaz de captar imágenes con la rapidez de una WebCam y b) fidelidad de imagen incomparable.

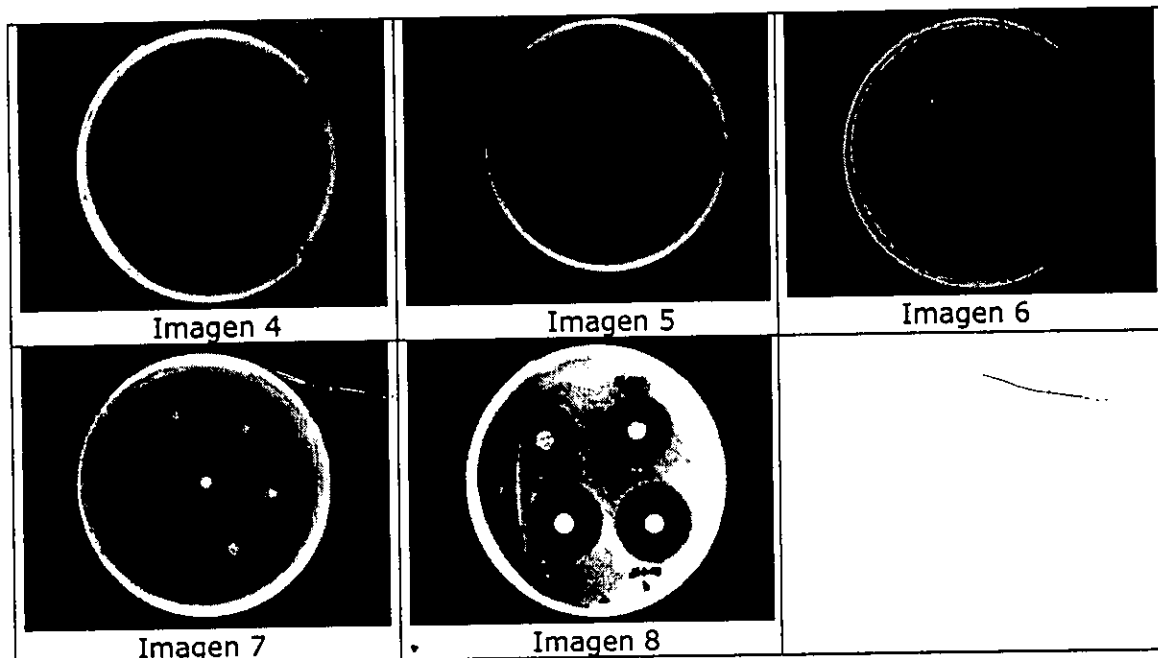
Pese a que ambas cámaras utilizadas pueden captar las siguientes imágenes:

Tamaño	Benq 1300	PhotoMax 640
176 x 144	Si	No
320 x 240	Si	Si
352 x 288	Si	No
640 x 480	Si	Si

Se seleccionó el tamaño 320 x 240

Brillo	Contraste	Placas: 15 cm Dia.	Placas: 9 cm. Dia
1 %	1 %	Imagen 1	Imagen 2
50 %	1 %	Imagen 3	Imagen 4
50 %	50 %	Imagen 5	Imagen 6
1 %	50 %	Imagen 7	Imagen 8





Para la captura de la imagen de la placa de 15 cm. el lente debe estar a más de 10 cm de distancia de la placa, lo que hace que la imagen captada sea muy poco nítida. (imágenes 1,3,5 y 7)

## ETAPA C: ESTUDIO DE ADAPTACION DEL SOFTWARE CIMBIOSYS PARA LA CAPTURA E INTERPRETACION DE IMAGENES

Antecedentes preliminares para adaptación del software.

Antes de efectuar el nuevo modelo de datos para el Cimbiosys, se consultó a los actuales usuarios del software sobre los puntos más importantes a considerar en la nueva versión, los resultados de dichas consultas fueron los siguientes:

1. Que el Software permita ingresar las atenciones en un computador externo al laboratorio, pudiendo ser leídos y utilizados en el laboratorio. A su vez, que los resultados puedan ser consultados e impresos en un computador externo al laboratorio.
2. Que el software permita imprimir códigos de barras para adherirlos en las placas, facilitando su identificación.
3. Muchos usuarios cautivos y potenciales solicitaron que para una atención se pueda utilizar uno, dos o más placas, ya que los laboratorios realizan exámenes de hasta 25 antibióticos para una misma muestra.
4. Que se genere una base de datos de las imágenes de las placas capturadas, que establezca automáticamente un folio único (Numero de Lote), la fecha y la hora de la captura.

El esquema de la consulta se observa en el Anexo D

El modelo de datos propuesto para cumplir con los requerimientos del sistema.

Se generó un modelo de datos que cumpliera con los requisitos preliminares, establecidos en el sistema.

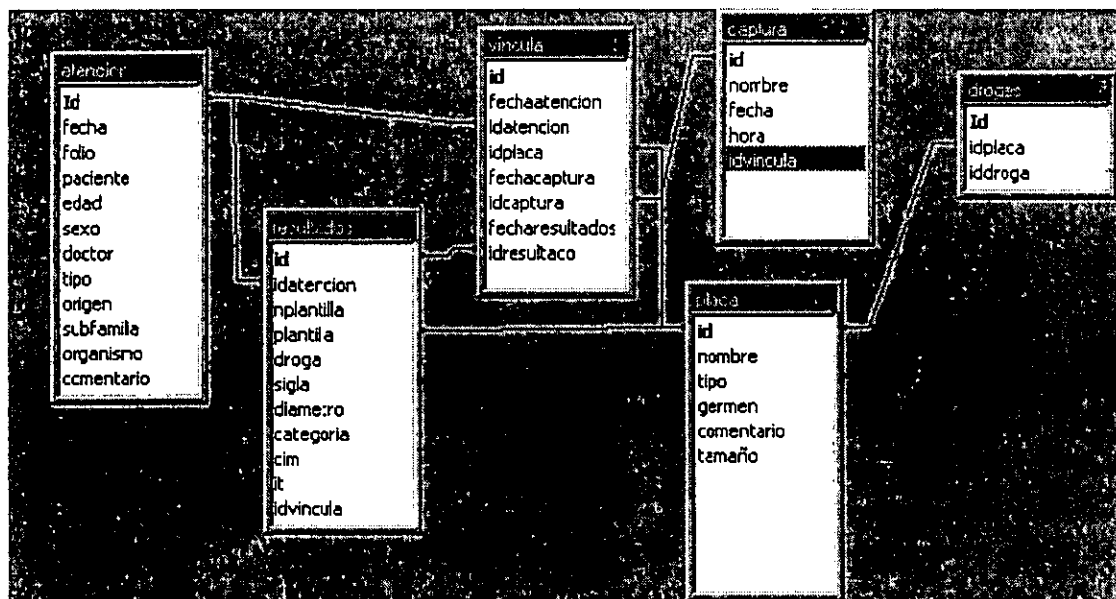


Figura X: Modelo de Datos de Cimbiosys 2003



El modelo de datos garantiza que la atención puede estar indexada a una cantidad ilimitada de placas de cultivos, mediante la tabla *Vincula*. En dicha tabla también se indican las fechas de atención, captura de la imagen, generación de los análisis y registro de resultados, para medir los tiempos de atención.

Las tablas restantes obedecen a los siguientes conceptos:

#### Atención

Tabla que mantiene la información de las atenciones, identificando la atención con un folio entregado por el laboratorio y por un índice interno y único, el cual se conecta a las demás tablas.

#### Placa

Tabla que mantiene un registro de todos los tipos de plantillas que realiza el laboratorio habitualmente, para acelerar y facilitar el ingreso de las atenciones.

#### Captura

Mantiene el registro de todas imágenes obtenidas, asignando un folio, fecha y hora de la captura.

#### Vincula

Tabla que vincula las atenciones a las capturas y los resultados.

#### Resultados

Tabla que mantiene el registro del diámetro del halo medido por antibiótico, el CIM y el IT.

#### Estadísticas

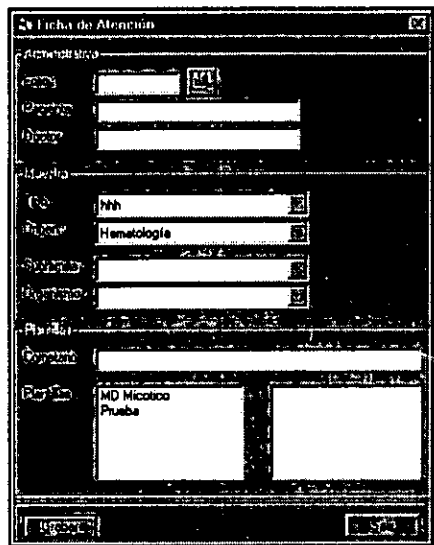
Una de las actividades fundamentales del sistema es la capacidad para guardar y analizar estadísticamente la resistencia del microorganismo frente al antibiótico. Esta información es necesaria y solicitada con cierta periodicidad por el Instituto de Salud Pública.

### Esquema de procedimientos de trabajo del software

Debido a las necesidades estipuladas por los usuarios, el diseño del esquema de trabajo consideró cuatro actividades claramente diferenciadas, que pueden ser realizadas por tres personas diferentes o por la misma persona.

Estas cuatro actividades son:

- Ingreso de la atención, donde el usuario digita: el folio de la atención, nombre y edad del paciente (pudiendo guardar dicha información, generando una base de datos de los pacientes), nombre del médico tratante (pudiendo generar una base de datos de los profesionales), datos que las instituciones usuarias del sistema utilizarán posteriormente.

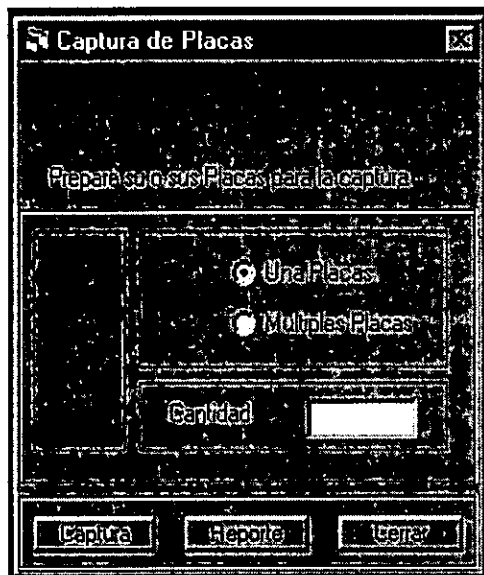


Dentro de la información técnica de la atención, el usuario selecciona el tipo y origen de la muestra, pudiendo ingresar nuevos tipos y atenciones. La subfamilia del microorganismo y el nombre de éste son seleccionados de "combos".

El ingreso de plantillas de antibióticos en la placa, se selecciona de una lista predefinida, pudiendo mantener una base indeterminada de plantillas.

Figura: Pantalla de Ingreso

- Captura de imágenes y vinculación con las atenciones ya ingresadas. El programa ofrece una amplia gama de posibilidades para la captura de imágenes y su vinculación con la atención, pudiendo el usuario seleccionar un conjunto de placas para capturar, analizar e informar o capturar imágenes y posteriormente vincularlas a las atenciones.



Permite seleccionar una o múltiples placas para la captura. Estas interfaces fueron diseñadas para que la persona que captura la imagen no requiera ser experto.

Figura: Pantalla de Captura

- Interpretación de la imagen y análisis de los datos. Actividad que debe ser desarrollada por el Microbiólogo o el especialista a cargo, quien analizando visualmente la placa capturada y mediante la utilización de herramientas de interpretación de imágenes, establece los diámetros de los antibióticos analizados.

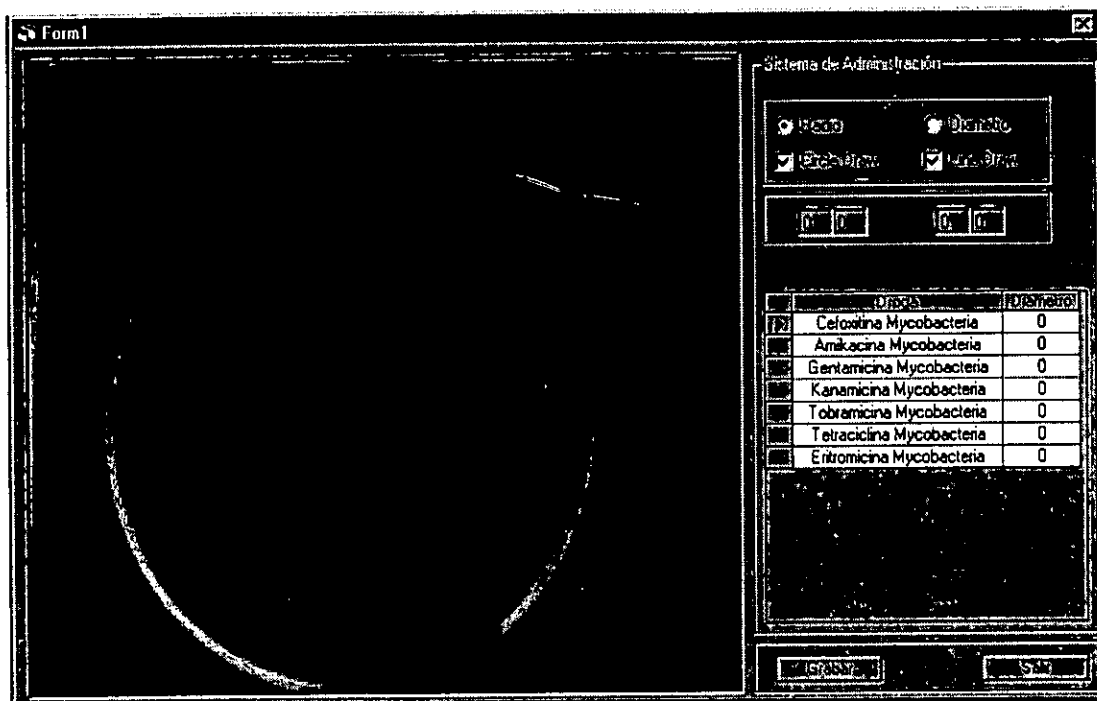


Figura: Pantalla de Análisis de Datos

- Las actividades de análisis estadístico de los datos obtenidos son desarrolladas por el profesional, quincenal o mensualmente. En este análisis el Técnico identifica el grado de susceptibilidad del microorganismo frente al antibiótico. El sistema separa estas actividades de análisis en un módulo separado, de muy fácil uso, llamado DataCim. El cual puede funcionar y ser consultado en forma separada del módulo de lectura.

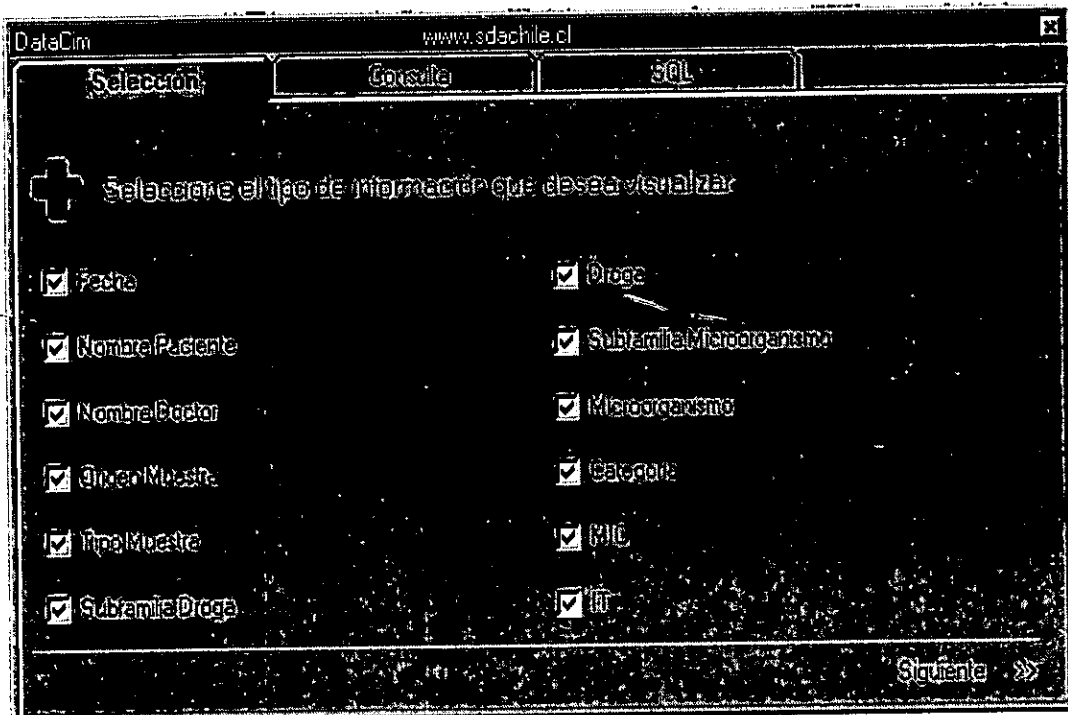


Figura: Pantalla de consulta

Para facilitar su uso, se estableció que todas las consultas se realicen en SQL (Lenguaje de consulta estándar), a las que se le adicionó pantallas de ayuda para la generación de consultas, que facilitan significativamente su uso. El resultado del análisis de datos puede ser analizado por cualquier computador y exportado a cualquier software, por lo que se eligieron dos formatos de exportación de datos:

- Excel
- Formato de Texto Plano

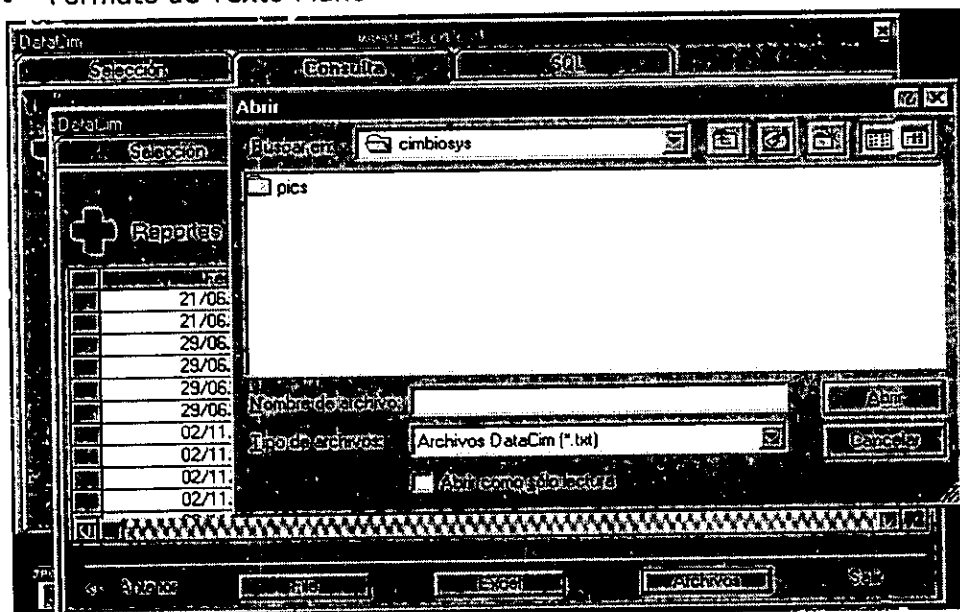


Figura: Pantalla de exportación de datos

## ETAPA D: PRUEBAS DE LABORATORIO

### Pruebas realizadas

El microbiólogo o técnico en el análisis del antibiograma, debe contar con los antecedentes que rigen dicha prueba, las cuales van siendo modificadas cada año (Manuales del NCCLS), versiones suministradas por la OPS en versiones que se modifican de acuerdo al informe de los comités internacionales de los principales centros clínicos del mundo que son miembros activos de la organización.

Dichas normas las informamos y distribuimos a nuestros clientes en tablas anuales, revisadas por SDA, en las cuales aparecen los rangos de halos establecidos por NCCLS para la acción de cada antibiótico frente a cada familia de microorganismo.

Es necesario entregar un sistema, como el que presentamos en el informe, que contenga los datos revisados y sean la base de referencia que entregue confianza y argumentos sólidos estadísticos que permitan, a través del módulo en estudio, informar los halos de inhibición antimicrobiana.

Este punto nos obligó a revisar con las normas Enero 2003 las determinaciones que permitan poner al día el módulo de lectura y entregar así un sistema actualizado al usuario.

### Metodologías utilizadas

Durante el desarrollo de las pruebas de laboratorio se testaron métodos de captura con escáner, Webcam y Cámara Digital, realizando un total de 490 Antibiograma que se reparten en:

Cámara Digital	
• Ben Q	80 Antibiograma
• Polaroid	80 Antibiograma
Escáner	
• LG	80 Antibiograma
• Primax	80 Antibiograma
• Otros	10 Antibiograma
WebCam	
• Genius	80 Antibiograma
• 3Com	80 Antibiograma

Los resultados se presentan protocolizados en 30 informes de controles que se encuentran en el Anexo F.

Esta etapa requirió de una cantidad de tiempo y recursos no estimada en el proyecto inicial, pero fue fundamental debido a las sugerencias y pedidos de los clientes, que nos indicaban presentar medios que validaran el proceso de obtención de resultados y análisis de los mismos mediante el Cimbiosys.

## **ETAPA E: GENERACION DE UN PROTOTIPO DEL MÓDULO DE TRABAJO**

Antes de plantear un prototipo para el módulo de trabajo, se consultó la opinión de un número significativo de posibles usuarios y profesionales ligados al trabajo del laboratorio de microbiología. El prototipo del equipo de captura de imágenes, debía ser muy simple en su utilización y mantención, disponer de la menor cantidad de piezas móviles, ya que sufren grandes desgastes y generalmente son difíciles de fabricar y recambiar. Como se comenta en la etapa C, el nuevo concepto incluido tanto en el diseño del software como del hardware que establece que el ingreso de la muestra, la captura de las imágenes y el análisis de los resultados, son labores que se pueden realizar de manera separada y por diferentes operadores.

Para establecer el criterio utilizado en la generación del prototipo de trabajo, se tomaron en cuenta tanto los puntos anteriormente descritos como algunos conceptos que se explican a continuación. La intención de replantear el prototipo de trabajo es adecuarse al funcionamiento y posibilidades del laboratorio y no que el personal deba adecuarse al funcionamiento del equipo.

Los Conceptos esenciales expuestos en el diseño son:

- El equipo de captura de imágenes, prototipo, debe estar separado del equipo de análisis e impresión de resultados.
- El equipo de captura de imágenes debe ocupar el menor espacio posible en el laboratorio.
- El equipo debe poseer la menor cantidad de piezas móviles posibles para disminuir sus costos de fabricación y mantención.
- Debe ser fácil de limpiar.

### Descripción Diseño A : WebCam

Consiste en un plataforma de trabajo, a la cual se adosa un atril, atril que en su extremo superior contiene una rotula con un vástago que sostiene la WebCam. El diseño es extremadamente simple, constando principalmente de 4 piezas:

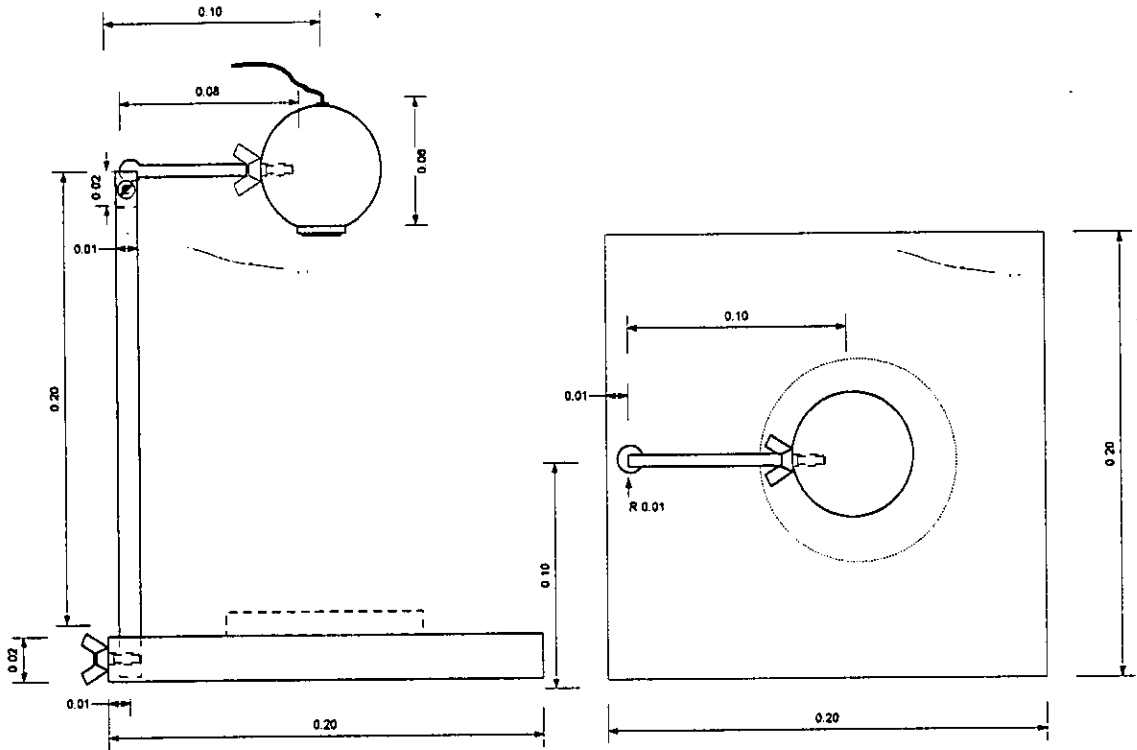
- Base
- Atril
- Rotula
- Bastado

El diseño trabaja de manera dependiente de la fuente lumínica, sin embargo tanto con luz natural como con la luz blanca de los laboratorios puede funcionar, sin ningun problema.

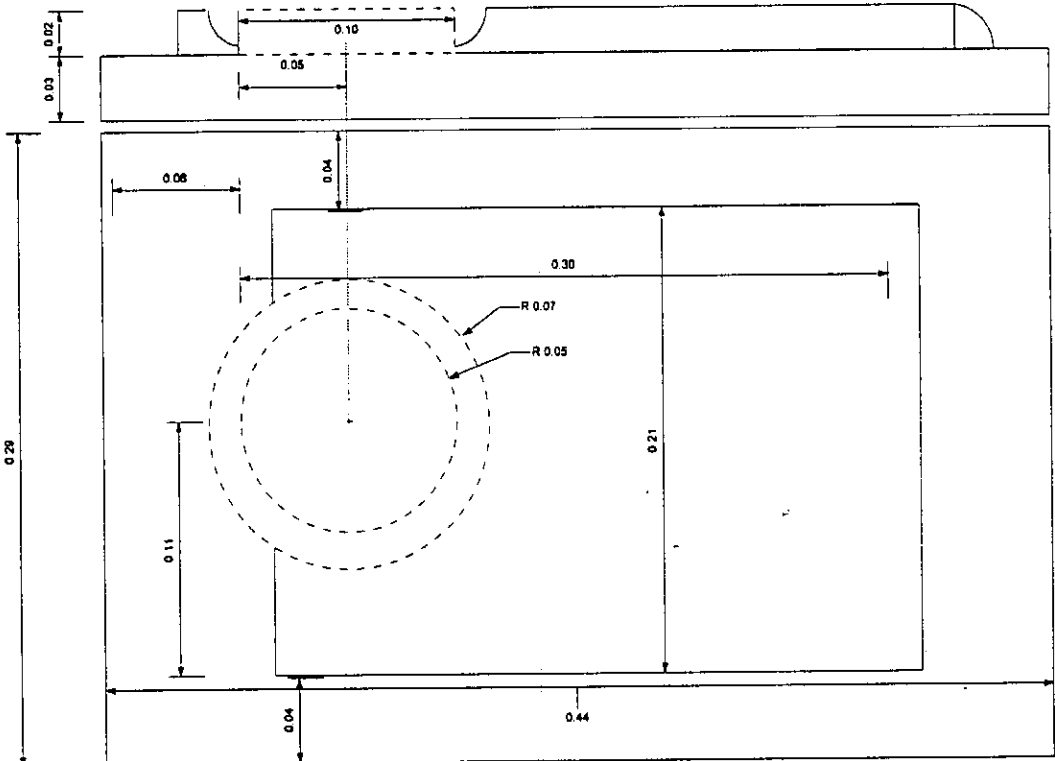
### Descripción Diseño A : WebCam

Consiste en una base plástica sobre el escáner, la cual esta perforada en el centro izquierdo, el escáner que esta configurado previamente para leer en el centro izquierdo de la plataforma captando la imagen rápidamente. Este diseño hace que el equipo de lectura trabaje de manera independiente a la fuente lumínica.

Diseño de los prototipos



Diseño del prototipo A: WebCam



Diseño del prototipo B: Escáner

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### Desarrollo del proyecto

A la fecha, el proyecto se encuentra aproximadamente en un 90% desarrollado, faltando la integración del módulo de captura, este atraso se debe principalmente a 3 factores:

- Pese a que la organización del proyecto inició su trabajo los primeros días de Marzo. La entrega de fondos fue mediados de Abril, situación que nos produjo un pequeño atraso.
- Se realizó un reingeniería del modelo propuesto inicialmente, para disminuir los costos de fabricación e independencia del hardware de la captura de imagen: Cámara digital, escáner, Webcam. Se realizó un acabado estudio de las necesidades de los clientes, para entregarles un equipo ajustado a sus necesidades y que le permita trabajar independiente del equipo de captura de imagen. Esto nos produjo un atraso significativo, pero nos permitió desarrollar un equipo adaptado a las necesidades de nuestros clientes.
- Se realizaron una cantidad significativa de pruebas de laboratorio, bastantes más de las pruebas previstas en la etapa inicial, debido a que los clientes sugerían la necesidad de validar estadísticamente los resultados entregados por el Cimbiosys. Esta actividad requirió de una gran cantidad de tiempo y recursos, desarrollándose durante 3 meses aproximadamente, y desplazando en cuatro meses el término de la etapa E.

Así, la diferencia entre la carta Gantt propuesta y el desarrollo del proyecto se observa a continuación.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	SELECCIÓN DE LAS TECNICAS PARA LA CAPTURA DE IMAGEN DE LOS SENSIDISCOS.	X											
B	ENSAYO DE PRUEBAS DE CAMPO PARA LA SELECCIÓN DE LA MEJOR TECNICA DE LECTURA DE IMAGEN		X										
C	ESTUDIO DE ADAPTACION DEL SOFTWARE CIMBIOSYS PARA CAPTURA E INTERPRETACION DE IMÁGENES			X	X	X							
D	PRUEBAS DE ENSAYO A NIVEL DE LABORATORIO						X	X	X				
E	GENERACION DE UN MODULO DE TRABAJO		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Carta Gantt propuesta para el proyecto



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	SELECCIÓN DE LAS TÉCNICAS PARA LA CAPTURA DE IMAGEN DE LOS SENSIDISCOS.	X	X	X									
B	ENSAYO DE PRUEBAS DE CAMPO PARA LA SELECCIÓN DE LA MEJOR TÉCNICA DE LECTURA DE IMAGEN			X	X	X							
C	ESTUDIO DE ADAPTACION DEL SOFTWARE CIMBIOSYS PARA CAPTURA E INTERPRETACION DE IMÁGENES					X	X	X					
D	PRUEBAS DE ENSAYO A NIVEL DE LABORATORIO						X	X	X	X	X	X	X
E	GENERACION DE UN MODULO DE TRABAJO								X	X	X	X	X

Desarrollo del proyecto



### Logros finales del proyecto

- En vez de desarrollar un prototipo de captura y análisis de datos, al final del proyecto podemos asegurar que estamos capacitados para construir dos tipos de módulos de captura de imágenes.
- Con el nuevo equipo (hardware y software), podemos llegar a un mercado significativamente mayor que el planteado al inicio del proyecto, debido a que los costos de fabricación disminuyeron en un (50%).
- El software generado puede correr en red y capturar datos de manera distribuida, permitiendo utilizar dos módulos de captura de imágenes conectados a sus computadores y a su vez conectado a secretaría para el ingreso de atenciones e impresión de resultados.
- Las diferentes alternativas planteadas por la combinación de ambos módulos para la obtención de imágenes y las diversas maneras de configurar el software garantizan que podamos entregar una solución que realmente simplifique las actividades en el laboratorio, permitiendo que el auxiliar de laboratorio ingrese los atenciones y capture las imágenes y el profesional analice y evalúe los resultados.

