



Informe Técnico Final

Proyectos de Emprendimiento Innovador

Nombre del proyecto	ColmenApp
Código del proyecto	PYT-2019-0699
Nº de informe	Final
Período informado (considerar todo el periodo de ejecución)	desde el 01/11/2020 hasta el 31/10/2021
Fecha de entrega	08/11/2021

INSTRUCCIONES PARA COMPLETAR Y PRESENTAR EL INFORME

I. Todas las secciones del informe deben ser contestadas, utilizando caracteres tipo Arial, tamaño 11.

II. Sobre la información presentada en el informe

- Debe completar todas las secciones del documento según corresponda.
- Debe estar basada en la última versión del Plan Operativo aprobada por FIA.
- Debe ser resumida y precisa. Si bien no se establecen números de caracteres por sección, no debe incluirse información en exceso, sino solo aquella información que realmente aporte a lo que se solicita informar.
- Debe ser totalmente consistente en las distintas secciones y se deben evitar repeticiones entre ellas.
- Debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero y ser totalmente consistente con ella.

III. Sobre los anexos adjuntos al informe

- Deben enumerar y nombrar los documentos adjuntados en la tabla de la sección 15 del informe.
- Deben incluir toda la información que complemente y/o respalde la información presentada en el informe, especialmente a nivel de los resultados alcanzados.
- Se deben incluir materiales de difusión, como diapositivas, publicaciones, manuales, folletos, fichas técnicas, entre otros.
- También se deben incluir cuadros, gráficos y fotografías, pero presentando una descripción y/o conclusiones de los elementos señalados, lo cual facilite la interpretación de la información.

IV. Sobre la presentación a FIA del informe

- La presentación de los informes técnicos se realizará mediante la entrega de 2 copias digitales idénticas y sus anexos, en la siguiente forma:
 - a) Un documento "Informe técnico final", en formato word.
 - b) Un documento "Informe técnico final en formato pdf.
 - c) Los anexos identificando el número y nombre, en formato que corresponda.
- La entrega de los documentos antes mencionados debe hacerse mediante correo electrónico dirigido al correo electrónico de la Oficina de Partes de FIA (oficina.partes@fia.cl). La fecha válida de ingreso corresponderá al día, mes y año en que es recepcionado el correo electrónico en Oficina de partes de FIA. Es responsabilidad del Ejecutor asegurarse que FIA haya recepcionado oportunamente los informes presentados.

- Para facilitar los procesos administrativos, se sugiere indicar en el "Asunto" del correo de envío: **"Presentación de Informe Técnico Final Proyecto Código PYT-XXXX-YYYY"**.
- La fecha de presentación debe ser la establecida en la sección detalle administrativo del Plan Operativo del proyecto o en el contrato de ejecución respectivo.
- El retraso en la fecha de presentación del informe generará una multa por cada día hábil de atraso equivalente al 0,2% del último aporte cancelado.

CONTENIDOS

1.	ANTECEDENTES GENERALES.....	5
2.	RESUMEN DEL PROYECTO.....	5
3.	RESUMEN DEL PERIODO INFORMADO	6
4.	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	7
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
6.	RESULTADOS ESPERADOS	8
7.	CAMBIOS Y PROBLEMAS DEL PROYECTO	10
8.	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERIODO	11
9.	CAMBIOS EN EL ENTORNO.....	11
10.	DIFUSIÓN.....	12
11.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	12
12.	CONCLUSIONES	14
13.	RECOMENDACIONES.....	14
14.	ANEXOS.....	14
15.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	14

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Ejecutor:	Tomás Alejandro Child Rojas
Nombre(s) Asociado(s):	-
Coordinador Principal:	Tomás Alejandro Child Rojas
Coordinar Alterno:	-
Región(es) de ejecución:	Región Metropolitana y Región de Valparaíso
Fecha de inicio iniciativa:	04/11/2019
Fecha término iniciativa:	31/10/2021

2. RESUMEN DEL PROYECTO

Entregar de manera **resumida**¹ las principales actividades realizadas y resultados obtenidos durante todo el periodo de ejecución del proyecto, fundamentando con datos cuantitativos y cualitativos que respalden los resultados.

Durante la ejecución del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

Captura de datos de colmenas de abejas: en la cual se capturaron sobre 50 hrs. De grabaciones de colmenas con distintas condiciones sanitarias.

Levantamiento de procesos apícolas: diseño de procesos a nivel lógico para llevarlos a un sistema que soporte la gestión del cuidado de un apiario.

Diseño e implementación de aplicación móvil: construcción del software que entrega las funcionalidades del proyecto en una aplicación móvil.

Diseño e implementación de servicios para la aplicación: construcción de bases de datos y servicios cloud que soportan las funcionalidades de la aplicación.

Generación de la IA para el servicio de diagnóstico: uso de los datos capturados para crear un modelo de Machine Learning que logra discernir entre colmenas con distintos estados sanitarios.

¹ Esta síntesis se debe limitar a citar las ideas más importantes, es decir, excluye datos irrelevantes y no brinda espacio a interpretaciones subjetivas.

3. RESUMEN DEL PERIODO INFORMADO

Entregar de manera **resumida**² las principales actividades realizadas y resultados obtenidos durante el periodo comprendido entre el último informe técnico de avance y el informe final, fundamentando con datos cuantitativos y cualitativos que respalden los resultados.

Durante este periodo se realizaron pruebas en terreno del primer prototipo generado, el cual fue testado en diez colmenas de tres apiarios distintos de la región metropolitana.

La aplicación respondió con un 30% de precisión en la detección de colmenas con alta infestación por Varroa, colmenas sin reina y colmenas con signos de enjambrazón. El informe y los resultados de este proceso se encuentra en los anexos 3 y 4.

Ante este resultado se decidió modificar la forma en la que la aplicación procesa los audios y se implementó un modelo por clase los cuales se incorporaron en el segundo prototipo. El segundo prototipo también contó con mejoras a nivel de software de la aplicación, los servicios cloud que son consumidos y la usabilidad.

La nueva versión del prototipo fue testeada en terreno en 7 colmenas distintas de un apiario en el cual se realizaron 13 pruebas distintas, obteniendo un 92% de precisión al reconocer el estado sanitario de las colmenas.

Finalmente se diseñó un marco de trabajo respecto a la propuesta y modelo de negocio del proyecto en base al método Canvas, el cual se encuentra en el anexo n°5.

² Esta síntesis se debe limitar a citar las ideas más importantes, es decir, excluye datos irrelevantes y no brinda espacio a interpretaciones subjetivas.

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Desarrollar una aplicación para Android capaz de reconocer el estado de salud de una colmena analizando el sonido emitido por sus abejas utilizando un modelo de Machine Learning.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

El porcentaje de avance de cada objetivo específico se calcula promediando el grado de avance de los resultados asociados a éstos. El cumplimiento de un 100% de un objetivo específico se logra cuando el 100% de los resultados asociados son alcanzados.

Nº OE	Objetivo específico (OE)	% de avance al término del proyecto
1	Generar la base de datos de sonidos de abejas y el modelo de la base de datos de la aplicación.	100%
2	Desarrollar la IA de diagnóstico y el servicio en la nube de la aplicación.	100%
3	Desarrollar el primer prototipo de la aplicación y realizar pruebas en terreno.	100%
4	Desarrollar el segundo prototipo de la aplicación y realizar pruebas en terreno.	100%
5	Desarrollar el modelo de negocio y cómo se sostiene.	100%

6. RESULTADOS ESPERADOS (RE)

Cuantificar y describir el avance de los RE al término del proyecto.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE) ³	% de cumplimiento ⁴
1	1	Conjunto de audios de colmenas y modelo de base de datos	100%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto ⁵ .			
<p>A lo largo del proyecto se realizaron grabaciones de más de 50 horas de audios de colmenas de abejas con distintos estados sanitarios, entre los cuales se encuentran:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Colmenas sin reina2. Colmenas con alta infestación de varroa (sobre 5%)3. Colmenas con "Cría tiza"4. Colmenas con pillaje5. Colmenas con signos de enjambrazón <p>Estos registros se disponibilizaron públicamente en un repositorio de Github y componen el set de datos que fue utilizado para la creación de los modelos de diagnóstico. También se realizó un levantamiento de procesos apícolas con los cuales se avanzó en el modelamiento de la base de datos que soporte las funcionalidades de la aplicación. El modelo de la base de datos fue validado durante el primer periodo de pruebas de la aplicación y se encuentra anexado a este informe.</p>			
Indique el número y nombre del anexo que respalde ⁶ el cumplimiento de los resultados del proyecto.			
La documentación de respaldo se encuentra en los anexos N°6, N°7 y N°8 del informe final.			

³ El Resultado Esperado (RE) corresponde al indicado en el Formulario de Postulación (Plan Operativo).

⁴ El porcentaje de cumplimiento es el porcentaje de avance del resultado en relación con la línea base y la meta planteada. Se determina en función de los valores obtenidos en las mediciones realizadas para cada indicador de resultado. El porcentaje de avance de un resultado no se define según el grado de avance que han tenido las actividades asociadas éste. Acorde a esta lógica, se puede realizar por completo una actividad sin lograr el resultado esperado que fue especificado en el Plan Operativo. En otros casos se puede estar en la mitad de la actividad y ya haber logrado el 100% del resultado esperado

⁵ Cuando corresponda, justificar las discrepancias entre los resultados programados y los obtenidos

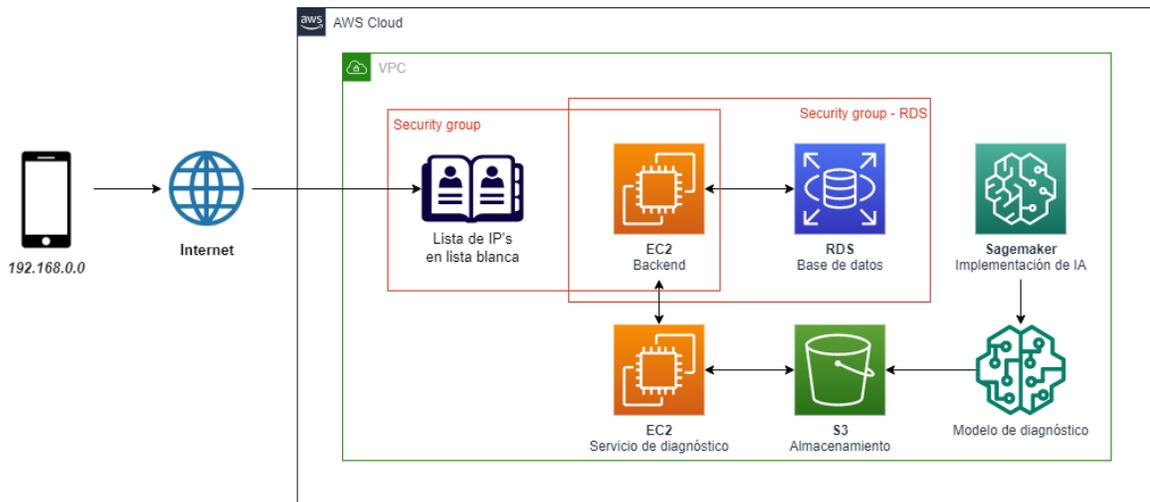
⁶ Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, fotos, protocolos, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan el cumplimiento de los resultados del proyecto.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	% de avance a la fecha
2	1	Servicio en la nube desplegado que realice el diagnóstico y que soporte el funcionamiento de la aplicación.	100%

Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.

Durante este periodo se desarrollaron los servicios backend de la aplicación en la nube, lo cuales incluyen funcionalidades como: inicio de sesión, creación de usuarios, inicio de sesión, creación de apiarios y colmenas y realizar un diagnóstico de una colmena. El diseño de la solución cloud consta de una arquitectura simple de dos máquinas virtuales donde la primera maneja la mayoría de las funcionalidades y la segunda solamente aloja el servicio de diagnóstico, el cual es consumido por la primera máquina por el usuario desde la aplicación.

De esta forma, las funcionalidades de las aplicaciones quedan soportadas por ambas máquinas en conjunto y proveen una mayor estabilidad, seguridad y robustez de los servicios.



Indique el número y nombre del anexo que respalde⁷ el cumplimiento de los resultados del proyecto.

La implementación y el despliegue de los servicios de la aplicación se muestran en el Anexo n°11 del presente informe.

⁷ Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, fotos, protocolos, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan el cumplimiento de los resultados del proyecto.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	% de avance a la fecha
3	1	Desarrollar el primer prototipo de la aplicación y realizar pruebas de control	100%
Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.			
<p>Se concretó el desarrollo del primer prototipo de la aplicación móvil junto con el diseño de la lógica de interacciones y aspecto, los cuales se detallan en los anexos N°13 y N°12 respectivamente. Esta cuenta con funcionalidades de diagnóstico y creación de apiarios y colmenas en el perfil de un usuario, las cuales se detallan a nivel técnico en el anexo N°11 "Desarrollo de servicios". Se adjunta también el Anexo N°10 donde se detalla la implementación de la aplicación (del primer prototipo).</p> <p>También se realizaron las pruebas en terreno y se generó el reporte de las mismas durante este periodo. En este reporte se da cuenta de los resultados arrojados por el primer prototipo, en los cuales el porcentaje de precisión no cumplió con las expectativas iniciales, por lo que se propone un nuevo enfoque en el desarrollo del modelo de diagnóstico para la segunda iteración.</p>			
Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)			
<ul style="list-style-type: none"> • La documentación respectiva al primer prototipo se encuentra en los anexos N°10, N°11 y N°13 del presente informe. • El reporte de pruebas se encuentra en el anexo N°1 del presente informe. 			

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	% de avance a la fecha
4	1	Segundo prototipo funcional de la aplicación y reporte de pruebas en terreno.	100%
Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.			
<p>El segundo prototipo fue finalizado durante el periodo actual en su totalidad. Contemplando mejoras en la funcionalidad de detección de anomalías en colmenas. Así mismo, se documentó la realización de pruebas en terreno, las cuales tuvieron un buen porcentaje de éxito.</p>			
Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)			
<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo del segundo prototipo se evidencia en el anexo N°2. • El reporte de pruebas del segundo prototipo se encuentra en el anexo N°3. 			

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	% de avance a la fecha
5	1	Modelo de negocio en base a metodología Canvas	100%
Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha.			
Se presenta una propuesta del modelo de negocio en base al método Canvas en el cual se plantean los aspectos principales de cómo se introducirá el producto dentro del mercado.			
Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)			
<ul style="list-style-type: none"> La propuesta del modelo de negocio se presenta en el anexo N°5. 			

7. CAMBIOS Y PROBLEMAS DEL PROYECTO

Especificar los cambios y problemas que se han generado durante el desarrollo del proyecto. Se debe considerar aspectos como: conformación del equipo técnico, problemas metodológicos, adaptaciones y/o modificaciones de actividades, cambios de resultados, gestión y administrativos, entre otros.

Describir cambios y problemas	Consecuencias (positivas o negativas) para el cumplimiento de los objetivos general y específicos	Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y problemas

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

8.1. Actividades programadas en el plan operativo y realizadas durante el período de ejecución del proyecto. Enumere según carta Gantt y explique brevemente.

La enumeración de las actividades se realiza según los objetivos específicos y resultados esperados definidos en el Plan de trabajo establecido con la fundación.

OE3, RE2: Pruebas en terreno del primer prototipo de la aplicación.

OE3, RE2: Análisis de resultados

OE4, RE1: Debug del primer prototipo de la aplicación

OE4, RE1: Mejoras en los servicios y procesos de la aplicación

OE4, RE2: Implementación del segundo prototipo

OE4, RE2: Pruebas del segundo prototipo de la aplicación

OE5, RE1: Desarrollo del modelo de negocios

8.2. Actividades programadas en el plan operativo y no realizadas durante el período de ejecución del proyecto. Enumere según carta Gantt y explique brevemente.

Lanzamiento de la aplicación.

8.3. Analizar las brechas entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas durante el período de ejecución del proyecto.

Durante este periodo se realizaron grandes mejoras respecto al primer prototipo, en particular en la funcionalidad de diagnóstico, lo que incurrió en varias actividades de desarrollo de nuevos modelos de IA que tuviesen un mejor desempeño.

Por otra parte, se estimaba que el lanzamiento de la aplicación se podría realizar en el último mes de ejecución del proyecto, pero debido a los resultados que, si bien tuvieron una alta precisión, necesitan un nuevo proceso de pruebas para validar la capacidad de detectar condiciones desfavorables en colmenas de abejas. De esta forma, el lanzamiento quedó postergado para cuando se logre realizar dichas pruebas y validar la funcionalidad de diagnóstico en todos los estados sanitarios.

9. CAMBIOS EN EL ENTORNO

Indique si existieron cambios en el entorno que afectaron la ejecución del proyecto en los ámbitos tecnológico, de mercado, normativo, entre otros, y las medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

10. DIFUSIÓN

Describe las actividades de difusión realizadas durante la ejecución del proyecto:

Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	Nº participantes ⁸	Documentación generada ⁹

11. CONSIDERACIONES GENERALES

11.1. ¿Considera que los resultados obtenidos permitieron alcanzar el objetivo general del proyecto?

Sí, los resultados obtenidos cumplen con el objetivo general propuesto en el proyecto, en el cual se establece crear una aplicación para el sistema operativo Android que permita identificar el estado sanitario de una colmena de abejas.

Si bien los resultados de la detección del estado sanitario necesitan ser validados de manera más amplia, el segundo prototipo mostró grandes mejoras respecto al primero y se condice en un 85% aproximadamente con los diagnósticos entregados por la asesora en sanidad apícola. Por lo tanto, podemos afirmar que el objetivo fue cumplido.

11.2. ¿Cómo fue el funcionamiento del equipo técnico del proyecto y la relación con los asociados, si los hubiere?

Durante la totalidad del proyecto la participación del equipo técnico ha sido impecable, se cumplió la planificación de las actividades del proyecto aún durante periodos de gran incertidumbre (Estado de emergencia debido a movimientos sociales, pandemia Covid-19, inestabilidad económica). Debido a esto, todo el equipo se vio exigido en distintos ámbitos para la realización del proyecto. Aun así, se cumplió con los compromisos y plazos acordados para dar lugar a los resultados esperados del proyecto.

⁸ Debe adjuntar en anexos las listas de participantes.

⁹ Debe adjuntar en anexos el material de difusión generado.

11.3. Mencione otros aspectos que considere relevante informar, (si los hubiere).

La planificación del proyecto sobrestimó algunos montos que no fueron gastados durante la ejecución, por lo que existe una diferencia que debe ser devuelta a la FIA al no haber sido gastados en lo planificado.

11.4. Complete el siguiente cuadro de resultados de proyecto, marcando con una x en la respuesta correcta:

Indique el tipo de innovación desarrollada:	Producto/Servicio	X
	Proceso	
Para el caso de innovación en producto y/o servicio, ¿realizó la primera venta del nuevo producto y/o servicio al término del proyecto?	Sí	
	No	X
Para el caso de innovación en proceso, ¿Implementó el nuevo proceso al término del proyecto?	Sí	
	No	
En el caso que su emprendimiento no estuviera formalizada al comienzo del proyecto, ¿logró constituir su empresa durante la ejecución del proyecto?	Sí	
	No	X
Durante la ejecución del proyecto, ¿Recibió otros fondos del estado?	Sí	
	No	X

12. CONCLUSIONES

Realice un análisis global de las principales conclusiones obtenidas luego de la ejecución del proyecto.

Sobre los resultados obtenidos durante la realización del proyecto estos cumplen con lo comprometido y llegan de manera oportuna respecto a los plazos establecidos con FIA durante la ejecución del proyecto.

Durante la ejecución de pruebas del producto final se encontraron resultados bastante prometedores, pero es necesario continuar realizando pruebas para robustecer las conclusiones debido a la cantidad de colmenas probadas y que no se lograron encontrar colmenas con todas las condiciones de interés que busca identificar la aplicación.

El proyecto logró cumplir con el objetivo general y el avance de la iniciativa hasta la creación de un prototipo funcional. En el futuro se buscará determinar mejoras y presentar una versión beta que sea lanzada al mercado.

13. RECOMENDACIONES

Indique las recomendaciones/sugerencias que se consideran relevantes en relación con lo trabajado durante la ejecución del proyecto.

Tomar decisiones en momentos oportunos ante los cambios que puedan existir durante la ejecución del proyecto.

Tener una comunicación activa con las asesoras de la fundación para efectuar de forma expedita los cambios necesarios.

14. ANEXOS

Proporcionar la información necesaria que complemente y respalde los resultados indicados en el informe; especialmente la que permita verificar el nivel de cumplimiento de los resultados alcanzados durante toda la ejecución del proyecto. Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, fotos, protocolos, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan el % de cumplimiento descrito para cada resultado.

Los anexos que respaldan este informe se encuentran adjuntos y se enumeran a continuación:

1. Anexo N°1: Pruebas en terreno, primer prototipo.
2. Anexo N°2: Desarrollo del segundo prototipo.
3. Anexo N°3: Pruebas en terreno, segundo prototipo.
4. Anexo N°4: Informe de visitas a terreno, detalle de pruebas primer prototipo.
5. Anexo N°5: Propuesta de modelo de negocio.
6. Anexo N°6: Registro de visitas
7. Anexo N°7: Modelo de entidades y relaciones
8. Anexo N°8: Implementación de bases de datos
9. Anexo N°9: Diseño y plan de entrenamiento de IA
10. Anexo N°10: Implementación del prototipo

11. Anexo N°11: Implementación de servicios aplicación móvil
12. Anexo N°12: Diseño interacción y branding de la aplicación
13. Anexo N°13: Desarrollo aplicación móvil

ANEXO N°1: REPORTE DE PRUEBAS, PRIMER PROTOTIPO



Rootvalley SpA.

Octubre 2021, Santiago de Chile

Pruebas en terreno

Este documento contiene los resultados de la segunda ronda de pruebas en terreno del proyecto ColmenApp. En el cual se utilizó el primer prototipo de la aplicación para realizar mediciones de colmenas y contrastar el estado sanitario determinado por la aplicación y el diagnóstico realizado por la asesora en sanidad apícola de las mismas colmenas.



En esta ocasión las pruebas tomaron lugar tres colmenares distintos, los cuales se ubicaban en las comunas de Buin y Pirque, Región Metropolitana. En cada apiario nos recibió el apicultor o apicultora encargada quien nos permitió realizar las mediciones e inspecciones.

Pruebas realizadas

Durante las pruebas del primer prototipo se tomaron mediciones de 10 colmenas distintas pertenecientes a tres apiarios, cada colmena fue luego inspeccionada para buscar condiciones de interés, entre las cuales se encontraron las siguientes:

1. Colmena sana
2. Colmena sin reina
3. Colmena con alta infestación de Varroa
4. Colmena con signos de enjambrazón



Captura de audios

Además, mientras se realizaban las inspecciones por parte de la asesora, el equipo capturaba muestras de audio de las demás colmenas antes de ser inspeccionadas.

Resultados

Medición	Diagnóstico Asesora	Resultado ColmenApp
1	Sana	Varroa
2	Sana	Varroa
3	Sana	Sana
4	Varroa	Sana
5	Enjambrazón	Varroa
6	Varroa	Varroa
7	Sin reina	Sana
8	Sana	Varroa
9	Sin reina	Varroa
10	Sana	Sana

Tabla 1: Resultados de pruebas en terreno prototipo 1.

Resultados

Medición	Diagnóstico Asesora	Resultado ColmenApp
1	Sana	Sana
2	Sana	Sana
3	Sana	Sana
4	Varroa	Varroa
5	Enjambrazón	Sana
6	Varroa	Varroa
7	Sin reina	Varroa
8	Sana	Varroa
9	Sin reina	Varroa
10	Sana	Varroa

Tabla 2: Resultados de pruebas asistidas prototipo 1.

Conclusión

Los resultados de las pruebas en terreno (ver página 4) muestran que **solo el 30% de los diagnósticos entregados por la aplicación coincidieron con el diagnóstico realizado por la asesora**, resultados que, claramente, muestran un rendimiento deficiente por parte de la aplicación al momento de detectar anomalías.

Debido a los resultados obtenidos se tomaron dos medidas: 1) Utilizar los registros capturados durante las pruebas para realizar **pruebas asistidas**; 2) Analizar **un enfoque distinto para la funcionalidad de detección** de anomalías.

- 1) **Pruebas asistidas:** Los registros que fueron capturados durante esta actividad pertenecen a las mismas colmenas testeadas con la aplicación, por lo cual se tomó una muestra del registro de cada colmena y se entregó directamente al modelo, comparando con los resultados obtenidos en terreno desde la aplicación. Estos resultados aumentaron en un 20% su precisión, lo que implica que la calidad del audio que capta el teléfono incide directamente en cómo la IA logra detectar las condiciones de la colmena.

Conclusión

2) **Nuevo enfoque de IA:** Ante los resultados obtenidos en terreno y contrastando con los resultados obtenidos en pruebas controladas (94% de precisión al pasar audios directamente a la IA), se determinó que utilizar un solo modelo (ver A) para detectar las distintas anomalías puede disminuir la precisión al ser utilizado en contextos reales. Por lo tanto, se propone la confección de varios modelos donde cada uno detecte una condición en particular versus las demás (ver B), lo cual podría robustecer el discernimiento entre cada una de las condiciones.

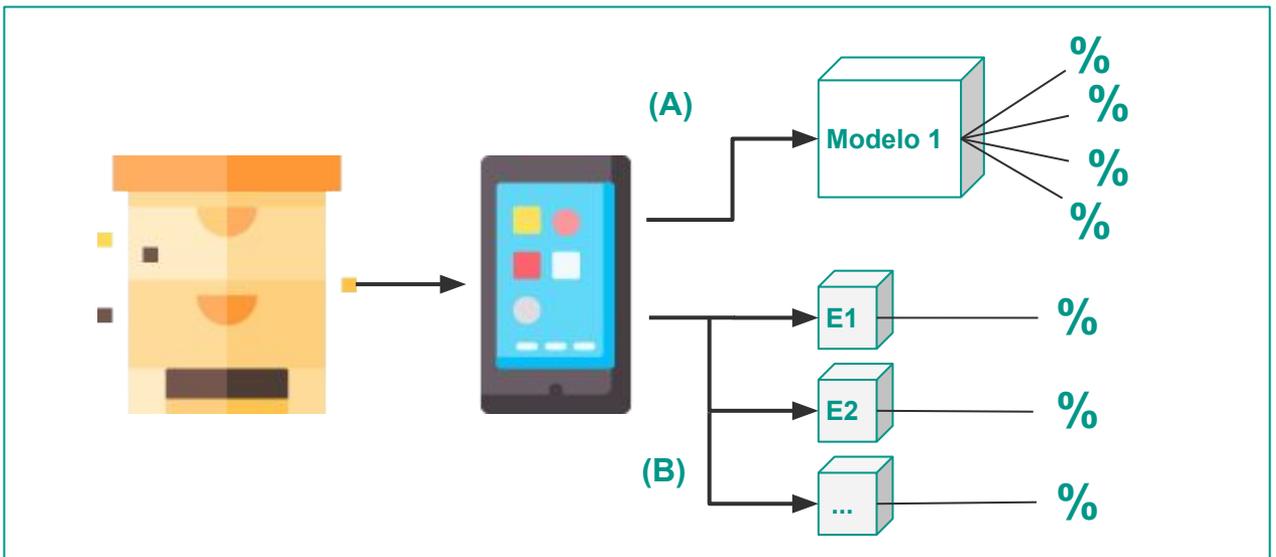


Figura 1: Propuestas A y B de la funcionalidad de detección de anomalías.

Este modelo será implementado para el siguiente prototipo cuyas pruebas nos permitirán validar esta hipótesis sostenida.



ROOTVALLEY SpA.

ANEXO N°2: DESARROLLO DEL SEGUNDO PROTOTIPO



Rootvalley SpA.

Octubre 2021, Santiago de Chile

Introducción

En el informe anterior en el reporte de avances de la aplicación móvil se mencionaba que el desarrollo se estaba realizando en Java y por ende en Android nativo. Desde ese entonces se tomó la decisión de cambiar la tecnología de desarrollo a React Native, esto por los siguientes motivos.

- La principal razón por la cual se estableció el cambio a React Native fue por la velocidad de desarrollo, ya que el equipo contaba con mayor experiencia desarrollando sobre este framework, lo que ha permitido disponibilizar funcionalidades en menor tiempo.
- También este framework permite desarrollar al mismo tiempo tanto para Android como para iOS, ya que, el mismo código se comparte para ambas plataformas. Esto abre la posibilidad de entregar la aplicación para más usuarios en un futuro.

Servicio de diagnóstico

La principal funcionalidad de la aplicación ya está disponible, la cual corresponde a la capacidad de hacer diagnósticos de audio de colmenas. Por lo tanto, desde la aplicación móvil ya es posible grabar audios de colmena para luego enviar dicho audio a nuestro servidor, en donde el audio se analizará por la última versión de nuestro modelo predictivo, lo que arrojará un diagnóstico, cuyo resultado será visualizado en la aplicación.

El flujo desde la aplicación queda como sigue.

Servicio de diagnóstico

1- Seleccionar una colmena y seleccionar opción para diagnóstico de audio.

The screenshot shows a mobile application interface for 'The Protagonist'. At the top, there is a purple header with a back arrow and the title 'The Protagonist'. Below the header, the text 'Deseas realizar un diagnóstico?' is displayed. There are two buttons: 'Audio' (orange) and 'Manual' (white with orange text). Underneath, there are two sections: 'Diagnósticos de audio:' and 'Diagnósticos manuales:'. Each section contains three white cards with rounded corners. The 'Diagnósticos de audio:' section has cards for dates 2021-04-17 (Varroa), 2021-04-18 (Sana), and 2021 (Sin R). The 'Diagnósticos manuales:' section has cards for dates 2021-05-09 (Varroa, Sana), 2021-05-09 (Varroa, Sin Reina), and 2021 (Sin R, Sana, Varrc).

← **The Protagonist**

Deseas realizar un diagnóstico?

Audio Manual

Diagnósticos de audio:

2021-04-17 Varroa	2021-04-18 Sana	2021 Sin R
----------------------	--------------------	---------------

Diagnósticos manuales:

2021-05-09 Varroa Sana	2021-05-09 Varroa Sin Reina	2021 Sin R Sana Varrc
------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------

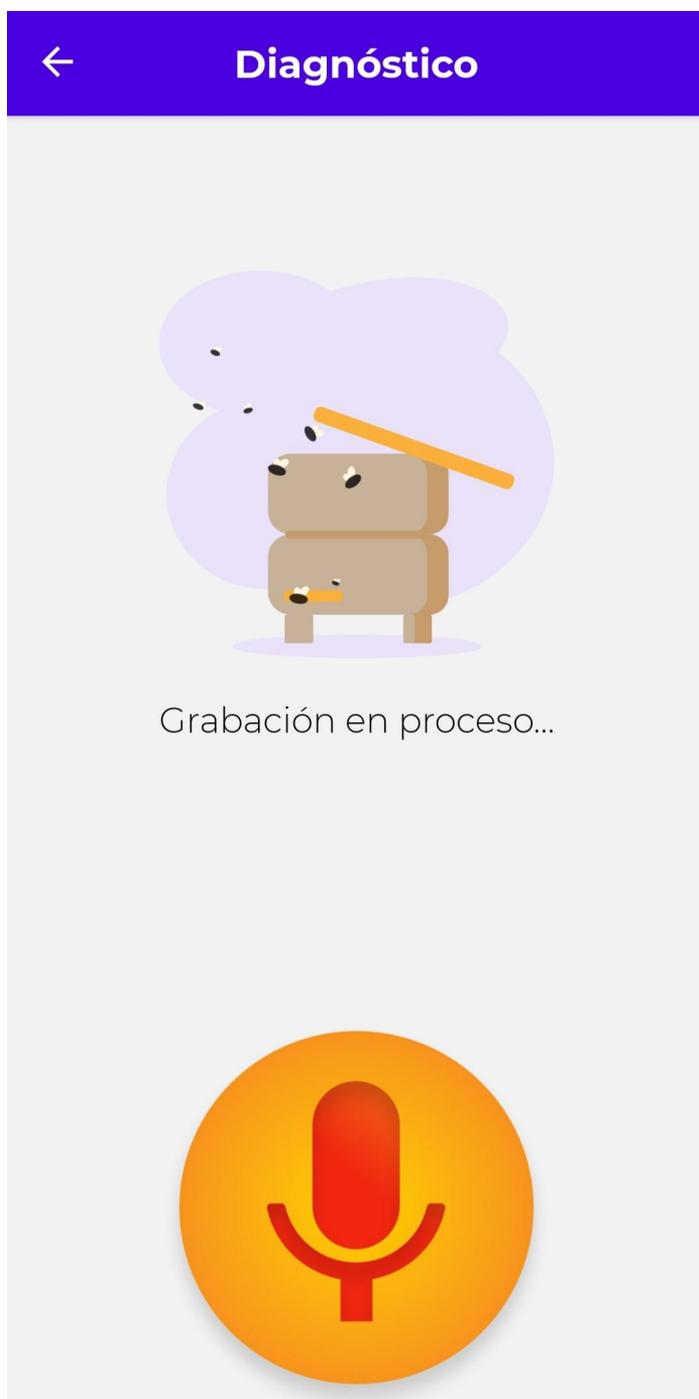
Servicio de diagnóstico

2- Acercar el smartphone a la piquera y pinchar el micrófono.



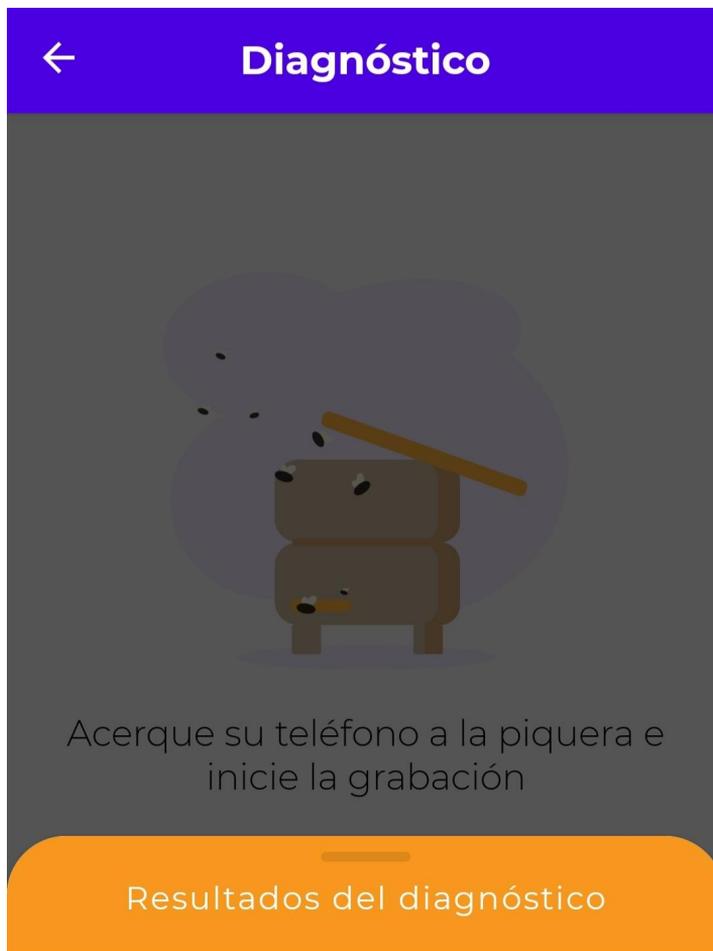
Servicio de diagnóstico

3- Esperar unos segundos mientras se hace la grabación.



Servicio de diagnóstico

3- Visualizar el resultado..



Sin Reina

Sin Reina

Varroa

Varroa

Diagnóstico manual

Capacidad de realizar diagnósticos manuales por colmena.

← **Diagnóstico**

Seleccione condiciones encontradas

- Varroa
- Sana
- Sin Reina
- Enjambrazón

GURDAR

Vista para agregar apiarios

Se actualiza vista para agregar apiarios.

← Crear apiario

Nombre del apiario

Foto

Toma una foto vertical

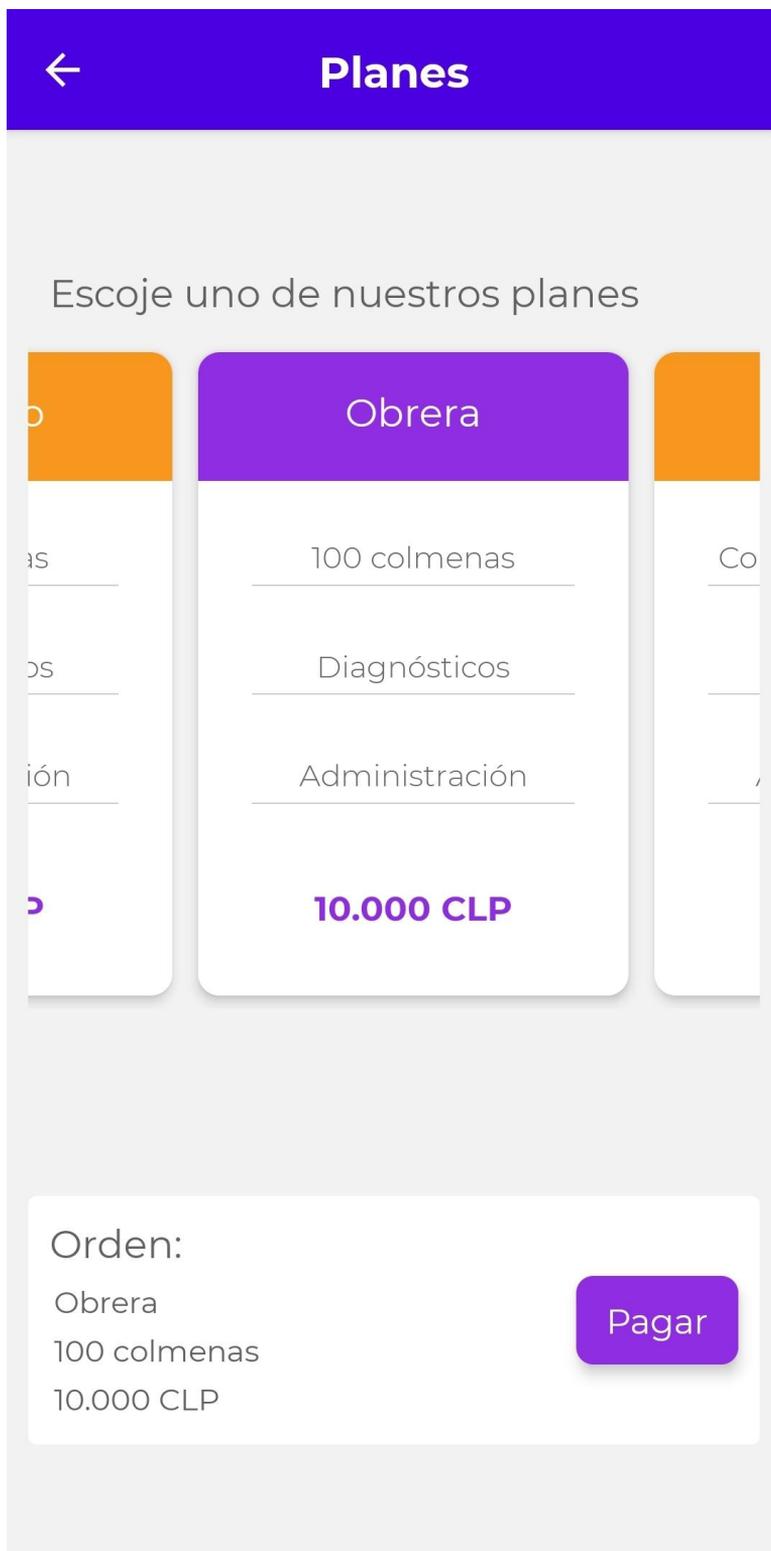
seleccionar **tomar**

Ubicación



The map displays a street grid with several key locations marked. In the upper left, 'Cerro Santa Lucía' is shown in green. To its right, the 'Universidad de Chile, Campus Andrés Bello' is marked with a graduation cap icon. Below the university, 'Diag. Paraguay' runs horizontally. In the lower right, the 'Hospital de Urgencia Asistencia Pública' is highlighted in red with a red 'H' icon. Other streets shown include 'Marcoleta' and 'Av. Portugal'.

Vista para comprar un plan





ROOTVALLEY SpA.

ANEXO N°3: REPORTE DE PRUEBAS, SEGUNDO PROTOTIPO



Rootvalley SpA.

Octubre 2021, Santiago de Chile

Pruebas en terreno

Este documento contiene los resultados de la segunda ronda de pruebas en terreno del proyecto ColmenApp. En el cual se utilizó el segundo prototipo de la aplicación para realizar mediciones de colmenas y contrastar el estado sanitario determinado por la aplicación y el diagnóstico realizado por la asesora en sanidad apícola de las mismas colmenas.



En esta ocasión las pruebas tomaron lugar en los Colmenares Kuyén, en la comuna de Pirque, Región Metropolitana. En este lugar nos recibió nuestra asesora apícola y su socia, quienes hacen manejo 100% orgánico de sus colmenas.

Pruebas realizadas

En el colmenar se realizaron 13 mediciones a 7 diferentes colmenas que fueron luego inspeccionadas por las apicultoras para comparar con los resultados obtenidos por la aplicación. Los resultados se muestran a continuación.

Colmena	Diagnóstico Asesora	Medición	Resultado ColmenApp
1	Sana	1	Sana
		2	Sana
2	Sana	3	Sana
		4	Sana
3	Sana	5	Sana
		6	Sana
4	Sana	7	Signos de Enjambrazón
		8	Sana
5	Sana	9	Sana
		10	Sana
6	Sana	11	Sana
		12	Sana
7	Sin Reina	13	Sana

Conclusión

Los resultados de las pruebas en terreno muestran que el 84.62% de los diagnósticos realizados coincidieron con el diagnóstico realizado por las apicultoras, una amplia mejora en comparación a los resultados obtenidos en el primer proceso de pruebas, lo que demuestra que el cambio de enfoque en el uso de varios modelos de detección de anomalías funciona mejor en este caso que un solo modelo multiclase.

Sin embargo, nos encontramos con un escenario que no nos permite concluir respecto a qué tan bueno es el modelo detectando las anomalías cuando estas están realmente presentes, ya que las colmenas analizadas se encontraban en muy buenas condiciones. Por lo tanto, será necesario realizar una mayor cantidad de pruebas en colmenas que tengan un estado de salud más comprometido para concluir respecto a la capacidad del prototipo de detectar la presencia de anomalías.

De todas formas, la forma en la que se evalúa la presencia de anomalías (score de probabilidad) representa un indicio de que efectivamente no se están detectando, y esto se alinea en general con los diagnósticos entregados por las apicultoras.



ROOTVALLEY SpA.

**ANEXO N°4: INFORME DE PRUEBAS EN TERRENO, PRIMER
PROTOTIPO COLMENAPP**

**INFORME DE LA ASESORÍA EN SANIDAD APÍCOLA Y VALIDACIÓN
DE PRUEBAS DEL PROTOTIPO "ColmenApp" PARA EL PROYECTO:
ColmenApp (Cód. PYT-2019-069)**

Elaborado por: Patricia Aldea Sánchez, MV., MSc., PhD.

17 de marzo de 2021

El presente informe buscar dar cumplimiento a los puntos solicitados en los términos de referencia de la prestación de servicios de asesoría en sanidad apícola y validación de pruebas del prototipo "ColmenApp".

Según el contratante, Sr. Tomas Child, se requería realizar las actividades de captura de datos y validación de pruebas del prototipo, de forma que los resultados fueran fieles a la realidad sanitaria de las colmenas de abejas y concluyentes respecto al funcionamiento del prototipo, entre otros puntos.

1) **Los objetivos** planteados fueron los siguientes:

Objetivo General: Desarrollar un modelo de predicción con inteligencia artificial (desde ahora IA), capaz de reconocer comportamientos y enfermedades relacionadas a las colmenas de abejas principalmente por medio del análisis de patrones de audio con el fin de apoyar a los apicultores en las gestiones de sanidad del apiario.

OE 1: Definir y especificar las nuevas variables y sus métodos de a considerar a ingresar en el sistema de IA.

OE 2: Obtener 10 horas de grabaciones de audio de colmenas de abejas considerando también el conjunto de las nuevas variables definidas.

OE 3: Pre- procesar los datos para el ingreso de los modelos definidos.

OE 4: Definir la cantidad de modelos necesarios para detectar las clasificaciones.

OE 5: Entrenar los modelos de aprendizaje automático.

OE 6: Evaluar los modelos de aprendizaje automático.

2) **Alcances y limitaciones:** El desarrollo de este sistema, hasta la primera fase de pruebas en terreno, consideró sólo muestras obtenidas en la Región Metropolitana. Debido a que se cuenta sólo con un (1)

micrófono profesional, sólo fue posible grabar colmenas una a una. Esta captura de audios, además, debió ser realizada al menos en diez (10) colmenas diferentes y en tres (3) apiarios diferentes, con el fin de ampliar el tamaño muestral y reducir el error. Por el momento, aquellas enfermedades que necesitaban implementos de laboratorio fueron omitidas para su toma de muestras y análisis, concentrándose el trabajo en la determinación de la carga parasitaria de *Varroa destructor* en estado forético, es decir, sobre abejas obreras y zánganos.

Cabe destacar que el cumplimiento del objetivo específico 1 (OE1) se realizó mediante reuniones virtuales y elaboración de las fichas de registro de datos de forma remota donde participó tanto el equipo ejecutor del proyecto como la profesional asesora. Una vez consolidadas dichas fichas, se procedió a la realización de las salidas a terreno para realizar las grabaciones necesarias (OE2).

Será, en parte, que a través del presente informe se pueda iniciar el proceso de pre-procesamiento de datos (OE3) para seguir avanzando en el cumplimiento de los objetivos restantes (OE4- OE6). Sin embargo, esa labor se escapa a los servicios de la asesora.

3) RESULTADOS

a) Visita primer apiario

Este apiario se encontraba en la Comuna de Buin. El apicultor, Sr. José Miguel Fuentes, dispone de colmenas destinadas para la realización de servicios de polinización y un grupo seleccionado para la crianza de abejas reinas de exportación y en menor medida, realiza la extracción de miel al término de la temporada.

En particular, se seleccionaron 3 colonias que llevaban más de 15 días de regreso de la última polinización. El registro de los sonidos comenzó a las 10.30 hrs. y se prolongó hasta las 13.50 hrs. Lo observado en esas tres familias se resume en las siguientes fichas.

FICHA DE APIARIO VISITADO N° 1

Participantes
Equipo técnico 1: Camilo Salvo
Equipo técnico 2: Patricia Aldea
Equipo técnico 3:
Equipo técnico 4:
Información Apicultor Visitado
Nombre: José Miguel Fuentes Moreno
Correo:
Teléfono:
N° de Apiarios: 20
N° de Colmenas Totales: 6000
Tipo de apicultor: <input type="checkbox"/> Hobista <input type="checkbox"/> Medio Tiempo <input checked="" type="checkbox"/> Profesional
Fin productivo de las colmenas: <input checked="" type="checkbox"/> Miel <input checked="" type="checkbox"/> Polinización <input checked="" type="checkbox"/> Venta de material biológico <input type="checkbox"/> Mixto Cuáles: _____
Tipo apicultura: <input checked="" type="checkbox"/> Tradicional <input type="checkbox"/> Orgánica <input type="checkbox"/> Otra Cuál: _____

Manejo Sanitario: Amitraz en diciembre.
Ácido oxálico en tiras

Producto Sanitario Aplicado: Amitraz

Últimas dos aplicaciones:

- Última aplicación: 15 / 12 / 2020
- Penúltima aplicación: 01 / 09 / 2020

Información del Apiario	
Región	Región Metropolitana
Comuna	Buin
Dirección	

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0601		00:38:00	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:	32° / 25%	13 Abejas / Min.	
Externa:	24- 32° C		
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		Entre 30- 32 mil individuos	
Nº Marcos con cría abierta:		2	
Nº Marcos con cría cerrada:		4	
Nº marcos con miel madura:		0	
Nº marcos con néctar:		2	
Nº marcos con pan de abeja:		3	
Nº marcos ocupados por abejas:		8	
Observaciones			
<input type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> __1,8%__% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input checked="" type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Observaciones:

Colmena con estado de crecimiento acorde a la temporada con entrada de néctar, pero sin reservas de alimento salvo pan de abejas. Algunas abejas con signos de enfermedades virales, aunque la condición general es buena. Reina del año, vigorosa y con buena postura.

Anamnesis:

Resultado App: Varroa (2)

Sistema productivo tradicional, con manejo intensivo e industrial, lo que incluye también un cambio anual de las reinas. Colmenas sin piso sanitario, dispuestas directamente en el suelo con pasto (sin banquillos). Se desestima el efecto negativo de plagas como hormigas o avispas.

Las colmenas utilizadas en los registros son trashumantes para obtención de miel o bien, para la prestación de servicios de polinización (este último sería el caso para las 3 colonias utilizadas).

Este apicultor realiza un tipo de manejo sanitario tradicional, con la utilización de productos de origen químico- sintético de elaboración artesanal y/o industrial. Según la información proporcionada las últimas dos aplicaciones de productos sanitarios correspondieron a Amitraz en tiras con un lapso de 3- 4 meses entre aplicaciones.

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0602		01:11:46	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:	31°C / 49%	16 Abejas/ Min.	
Externa:	36,2°C / 46%		
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		~30.000 individuos	
Nº Marcos con cría abierta:		4	
Nº Marcos con cría cerrada:		3	
Nº marcos con miel madura:		0	
Nº marcos con néctar:		2,5	
Nº marcos con pan de abeja:		2	
Nº marcos ocupados por abejas:		8	
Observaciones			
<input type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> __2,1__% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input checked="" type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Otros:

Colmena con estado de crecimiento acorde a la temporada con entrada de néctar, pero sin reservas de alimento salvo pan de abejas. La condición general de la familia es buena. Reina del año, vigorosa y con buena postura.

Se observan 2 marcos con cera mal estirada que retrasa la postura y el crecimiento poblacional.

Buena entrada de néctar.

Anamnesis:

Resultado App: Varroa (2)

Sistema productivo tradicional, con manejo intensivo e industrial, lo que incluye también un cambio anual de las reinas. Colmenas sin piso sanitario, dispuestas directamente en el suelo con pasto (sin banquetillos). Se desestima el efecto negativo de plagas como hormigas o avispas.

Las colmenas utilizadas en los registros son trashumantes para obtención de miel o bien, para la prestación de servicios de polinización (este último sería el caso para las 3 colonias utilizadas).

Este apicultor realiza un tipo de manejo sanitario tradicional, con la utilización de productos de origen químico- sintético de elaboración artesanal y/o industrial. Según la información proporcionada las últimas dos aplicaciones de productos sanitarios correspondieron a Amitraz en tiras con un lapso de 3- 4 meses entre aplicaciones.

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0603		01:01:50	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:	34°C / 44 %	18 Abejas/ Min.	
Externa:	35,8°C / 52 %		
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		~28.000	
Nº Marcos con cría abierta:		4	
Nº Marcos con cría cerrada:		5	
Nº marcos con miel madura:		0	
Nº marcos con néctar:		0	
Nº marcos con pan de abeja:		1	
Nº marcos ocupados por abejas:		7	
Observaciones			
<input type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> _1,6_% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input checked="" type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Observaciones: Se observan signos de una familia un poco más debilitada que las anteriores, con muestras de falta de alimento y signos de hambre, lo que se confirma por la falta de reservas de alimento y entrada de néctar. Pese a lo anterior, la reina conserva un buen nivel de postura.

Anamnesis:

Resultado App: Sana (1)

Sistema productivo tradicional, con manejo intensivo e industrial, lo que incluye también un cambio anual de las reinas. Colmenas sin piso sanitario, dispuestas directamente en el suelo con pasto (sin banquillos). Se desestima el efecto negativo de plagas como hormigas o avispas.

Las colmenas utilizadas en los registros son trashumantes para obtención de miel o bien, para la prestación de servicios de polinización (este último sería el caso para las 3 colonias utilizadas).

Este apicultor realiza un tipo de manejo sanitario tradicional, con la utilización de productos de origen químico- sintético de elaboración artesanal y/o industrial. Según la información proporcionada las últimas dos aplicaciones de productos sanitarios correspondieron a Amitraz y ácido oxálico en tiras con un lapso de 3- 4 meses entre aplicaciones.

b) Visita segundo apiario

Este apiario se encontraba también en la Comuna de Buin. El apicultor, Sr. Benjamin Huneus, dispone de un grupo de colmenas destinadas a la crianza de reinas para autoabastecimiento, las cuales estaban insertas en un sector con más de 1000 colmenas destinadas a la realización de servicios de polinización y a la extracción de miel. El apiario de crianza está a un costado de la sala de extracción y frente a la zona de depósito de marcos dañados, o destinados a reparación. Estas dos condiciones generan un ambiente de estímulo al pillaje, evento que es recurrente, observándose gran cantidad de abejas muertas en el suelo frente a las colmenas de crianza, así como en torno a la sala de extracción y otros sectores.

Otro antecedente para destacar es que este apiario se encuentra ubicado en un sector de mucho tránsito de camiones, tractores y otros vehículos de la propiedad, además de frutales a los cuales se le aplican diversos agroquímicos. Esto se suma entonces a los otros estresores ya mencionados.

Se seleccionaron 4 colonias recomendadas por el apicultor que cumplían distintas características de desarrollo o estado reproductivo. Se observó que todas las colmenas tenían la piquera tapada con malla negra y dentro de la cámara de cría se observó la utilización de poncho.

Lo observado en esas cuatro familias se resume en las siguientes fichas.

Manejo Sanitario: Amitraz de Apilab

Producto Sanitario Aplicado: Amitraz de Apilab

Últimas dos aplicaciones:

- Última aplicación: 24 / 12 / 2020

- Penúltima aplicación: 24 / 08 / 2020

Información del Apiario	
Región	Región Metropolitana
Comuna	Buin
Dirección	

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0701		00:40:03	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:		_33_____ Abejas / Min.	
Externa: 32° / 20%			
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		12.000 – 15.000	
Nº Marcos con cría abierta:		2	
Nº Marcos con cría cerrada:		4	
Nº marcos con miel madura:		2	
Nº marcos con néctar:		0,5	
Nº marcos con pan de abeja:		1	
Nº marcos ocupados con abejas:		6 – 6,5	
Observaciones			
<input type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> _6,01___% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input checked="" type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Otros:

Colmena criadora con un estado de desarrollo medio la cual está sometida a diversos estresores (ya mencionados) pero se suma la presencia de hormigas. Su tamaño poblacional no es acorde a la época ni al fin productivo (colonia en vías de debilitamiento), requiriendo un nivel de manejo de estímulo de desarrollo poblacional. La tasa de infestación de Varroa es alta, lo que agrava más la situación.

Colonia fue cosechada la semana anterior y sufrió un fuerte pillaje (entre jueves o viernes de la semana anterior), observándose la presencia de abejas muertas en el suelo y menor población dentro de la colmena. Esto indica una colonia que está siendo manejada con un alto nivel de exigencia productiva y estrés.

Uso de poncho que podría ser un agente causal de estrés térmico durante el verano, situación que debe ser considerada en evaluaciones futuras.

Apariencia saludable, aunque el tamaño poblacional no es el adecuado a la fecha.

Anamnesis:

Resultado App: Sana (1)

Este apiario de 63 colonias destinadas a la producción de material biológico de auto- abastecimiento está inserto en un espacio donde además se encuentran colonias destinadas a la realización de servicios de polinización y a la obtención de miel.

Corresponde a un sistema productivo intensivo, profesional y de alta demanda. Las colonias están sometidas a diversos estresores.

El manejo sanitario se basa en la utilización de productos comerciales de origen químico- sintético como Amitraz® de la empresa Apilab casi exclusivamente con aplicaciones cada 4 meses aproximadamente, desestimando la generación de resistencia.

Debido a que el manejo que se les realiza es similar entre las colonias del apiario, la información de la anamnesis es similar entre colonias donde se obtuvieron los registros y grabaciones.

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0702		00:13:16 – 00:28:42	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:		33 Abejas / Min.	
Externa: 28° / 25%			
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		40.000	
Nº Marcos con cría abierta:		Alza 0,5 Cámara de cría 3	
Nº Marcos con cría cerrada:		Alza 1 Cámara de cría 4	
Nº marcos con miel madura:		Alza 8,5 Cámara de cría 2	
Nº marcos con néctar:		0	
Nº marcos con pan de abeja:		1	
Nº marcos con abeja:		20	
Observaciones			
<input type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> _1,0__% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input checked="" type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Otros:

Al igual que la anterior es una colmena criadora a la cual se le sacan crías para producir reinas. Pese a haber sido cosechada hace una semana, se registró gran cantidad de marcos con miel madura y un buen tamaño poblacional ya que se observa la cámara de cría y un alza.

Se observaron 2 celdillas reales con huevo en posición central en un marco de la cámara de cría y otras celdillas reales vacías en los extremos del marco. Se visualizó la reina fecundada por tanto estas celdillas son de recambio o de enjambrazón.

Se observó bloqueo de postura para la reina por falta de espacio, lo que podría explicar la presencia de celdillas reales.

Se estima que cerca del 1% de las abejas se observaron con signos de enfermedades virales. Aunque la tasa de infestación obtenida parece baja (1%), se sabe que la mayor cantidad del ácaro se encuentra en los marcos de cría sellada y que, además, esta familia ha sido afectada por el complejo Varroa-virus debido al manejo sanitario deficiente.

Anamnesis:

Resultado App: Sana (1)

Este apiario de 63 colonias destinadas a la producción de material biológico de auto- abastecimiento está inserto en un espacio donde además se encuentran colonias destinadas a la realización de servicios de polinización y a la obtención de miel.

Corresponde a un sistema productivo intensivo, profesional y de alta demanda. Las colonias están sometidas a diversos estresores.

El manejo sanitario se basa en la utilización de productos comerciales de origen químico- sintético como Amitraz® de la empresa Apilab casi exclusivamente con aplicaciones cada 4 meses aproximadamente, desestimando la generación de resistencia.

Debido a que el manejo que se les realiza es similar entre las colonias del apiario, la información de la anamnesis es similar entre colonias donde se obtuvieron los registros y grabaciones.

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0703		00:27:39	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:		23 Abejas / Min.	
Externa: 30,9° / 10%			
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		20.000	
Nº Marcos con cría abierta:		1,5	
Nº Marcos con cría cerrada:		3	
Nº marcos con miel madura:		1	
Nº marcos con néctar:		2,5	
Nº marcos con pan de abeja:		1	
Nº marcos con abejas:		7	
Observaciones			
<input type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input checked="" type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> _4,81___% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Otros:

Colmena criadora con presencia de reina fértil. Se observan signos concordantes con el virus de la parálisis aguda en un porcentaje de las obreras. Los marcos con crías selladas se observan saltados y con postura desordenada.

El tamaño poblacional es medio, pudiendo deberse a los eventos de pillaje o bien a la carga parasitaria.

Al igual que la anterior, esta colonia criadora fue cosechada hace una semana.

Agresiva.

Anamnesis:

Resultado App: Varroa (2)

Este apiario de 63 colonias destinadas a la producción de material biológico de auto- abastecimiento está inserto en un espacio donde además se encuentran colonias destinadas a la realización de servicios de polinización y a la obtención de miel.

Corresponde a un sistema productivo intensivo, profesional y de alta demanda. Las colonias están sometidas a diversos estresores.

El manejo sanitario se basa en la utilización de productos comerciales de origen químico- sintético como Amitraz® de la empresa Apilab casi exclusivamente con aplicaciones cada 4 meses aproximadamente, desestimando la generación de resistencia.

Debido a que el manejo que se les realiza es similar entre las colonias del apiario, la información de la anamnesis es similar entre colonias donde se obtuvieron los registros y grabaciones.

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0704		00:23:31	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:	° / %	19 Abejas / Min.	
Externa:	30,2 ° / 21 %		
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		~12.000-13.000	
Nº Marcos con cría abierta:		0	
Nº Marcos con cría cerrada:		2	
Nº marcos con miel madura:		2	
Nº marcos con néctar:		3	
Nº marcos con pan de abeja:		1	
Nº marcos con abejas:		6	
Observaciones			
<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> _1,4__% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Otros:

Colmena criadora en función de incubadora. Se observaron 11 celdas reales con reina virgen por nacer y 3 con celdas reales abiertas (mordidas). Su tamaño poblacional es medio a bajo, para la época. Familia en espera de disponer una reina fecundada y que renueve la población de obreras.

Al igual que las anteriores, fue cosechada la semana anterior.

Anamnesis:

Resultado App: Sana (1)

Este apiario de 63 colonias destinadas a la producción de material biológico de auto- abastecimiento está inserto en un espacio donde además se encuentran colonias destinadas a la realización de servicios de polinización y a la obtención de miel.

Corresponde a un sistema productivo intensivo, profesional y de alta demanda. Las colonias están sometidas a diversos estresores. El manejo sanitario se basa en la utilización de productos comerciales de origen químico- sintético como Amitraz® de la empresa Apilab casi exclusivamente con aplicaciones cada 4 meses aproximadamente, desestimando la generación de resistencia.

Colonia sin reina ni crías en fases de desarrollo obtenida de forma intencional para la obtención de celdillas reales.

a) Visita tercer apiario

Este apiario se encontraba en la Comuna de Pirque y es manejado por dos apicultoras, Sra. Naomi Durán y Sra. Patricia Aldea. Las colonias son destinadas para la obtención de miel y propóleo y están ubicadas en una huerta orgánica de frutales y frutos secos. El manejo que reciben las colonias es tipo orgánico, sin la utilización de productos sintéticos, ahumador o manejo intensivo. No es trashumante y la carga de colonias para el sector es muy baja.

En particular, se seleccionaron 3 colonias al azar tratando de que ellas estuvieran distantes unas de otras. El registro de los sonidos comenzó a las 10.10 hrs. y se prolongó hasta las 13.40 hrs. Lo observado en esas tres familias se resume en las siguientes fichas.

FICHA DE APIARIO VISITADO N° 3

Participantes
Equipo técnico 1: Camilo Salvo
Equipo técnico 2: Patricia Aldea
Equipo técnico 3:
Equipo técnico 4:
Información Apicultor Visitado
Nombre: Patricia Aldea / Naomi Durán
Correo:
Teléfono:
N° de Apiarios: 1
N° de Colmenas Totales: 10
Tipo de apicultor: <input type="checkbox"/> Hobbista <input checked="" type="checkbox"/> Medio Tiempo <input type="checkbox"/> Profesional
Fin productivo de las colmenas: <input checked="" type="checkbox"/> Miel <input type="checkbox"/> Polinización <input type="checkbox"/> Venta de material biológico <input type="checkbox"/> Mixto Cuáles: _____
Tipo apicultura: <input type="checkbox"/> Tradicional <input checked="" type="checkbox"/> Orgánica <input type="checkbox"/> Otra Cuál: _____

Manejo Sanitario: Orgánico

Producto Sanitario Aplicado: ácido oxálico y ácido fórmico.

Últimas dos aplicaciones:

- Última aplicación: 15 / 01 / 2021

- Penúltima aplicación: 20 / 10 / 2020

Información del Apiario	
Región	Región Metropolitana
Comuna	Pirque
Dirección	

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0801		1:08:58	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:		15 Abejas / Min.	
Externa: 25,6° / 45%			
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		Entre 55.000- 60.000	
Nº Marcos con cría abierta:		2	
Nº Marcos con cría cerrada:		5	
Nº marcos con miel madura:		6	
Nº marcos con néctar:		1,5	
Nº marcos con pan de abeja:		2	
Nº marcos ocupados por abejas:		20	
Observaciones			
<input type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> __1,8%__% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input checked="" type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Observaciones:

Colmena con abundante población la que está distribuida en una cámara de cría y un alza. Buena entrada de néctar, aunque se observa poco depósito de polen.

Reina fértil con buena postura y con espacio disponible para crecer.

Sin signos de presencia de alguna plaga.

No se observan signos de patologías.

Anamnesis:

Resultado App: Varroa (2)

Colonia con reina de la temporada (diciembre), con manejo sanitario consistente en la aplicación de tiras de ácido oxálico a fines de octubre (retiro de tiras en noviembre) y la siguiente aplicación fue en enero (ácido fórmico). Recibieron suplementación en forma de jarabe y proteína por dos semanas durante enero.

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0802		00:58:49	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:		23 Abejas/ Min.	
Externa: 25,2°C / 47%			
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		~45.000 individuos	
Nº Marcos con cría abierta:		0	
Nº Marcos con cría cerrada:		0	
Nº marcos con miel madura:		8	
Nº marcos con néctar:		1,5	
Nº marcos con pan de abeja:		2,5	
Nº marcos ocupados por abejas:		14	
Observaciones			
<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> __2,1__% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Otros:

Colmena que presenta reservas de alimento y sólo abejas adultas. No hay presencia de reina fecundada, ni cría abierta o cerrada.

Anamnesis:

Resultado App: Varroa (2)

Según lo registros, esta colmena no disponía de reina en la visita anterior. Se procedió en esa instancia a insertar un par de marcos con cría abierta y sellada para estimular que las nodrizas formaran su propia reina, sin éxito al momento de la visita. Es factible que si nació alguna reina haya estado en proceso de fecundación (vuelo nupcial) o bien, no se haya generado reina.

El manejo sanitario es el mismo en todas las colonias y lo mismo el régimen de suplementación.

Código del Registro (rr-aa-cc- nn)		Duración del Registro (hh:mm:ss)	
RM-0803		01:05:21	
Temperatura / Humedad		Conteo de Abejas en Piquera	
Interna:		27 Abejas/ Min.	
Externa: 26,6°C / 49 %			
Caracterización de la Colmena			
Tamaño poblacional:		~30.000- 31.000	
Nº Marcos con cría abierta:		1,5	
Nº Marcos con cría cerrada:		5	
Nº marcos con miel madura:		2	
Nº marcos con néctar:		1,5	
Nº marcos con pan de abeja:		0,5	
Nº marcos ocupados por abejas:		10	
Observaciones			
<input type="checkbox"/> Ausencia de Reina	<input type="checkbox"/> Signos de Varroa	<input type="checkbox"/> _1,6_% Infestación	
<input type="checkbox"/> Pillaje	<input type="checkbox"/> Plaga de hormigas	<input type="checkbox"/> Plaga de avispas	
<input type="checkbox"/> En preparación de enjambrazón		<input type="checkbox"/> Colmena Zanganera	
<input type="checkbox"/> Colmena con hambre	<input type="checkbox"/> Polilla de la cera	<input checked="" type="checkbox"/> Colmena Fuerte	

Observaciones:

Se observan signos de una familia fuerte con buena entrada de néctar y reservas de miel. Poca entrada de polen o bien, la tasa de utilización es igual o mayor a la entrada. La reina conserva un buen nivel de postura, acorde a la temporada y edad de la reina (reina de la temporada).

Sin signos de enjambrazón, presencia de plagas o signos de alguna patología.

Anamnesis:

Resultado App: Sana (1)

El manejo sanitario es el mismo en todas las colonias y lo mismo el régimen de suplementación.

ANEXO N°5: MODELO DE NEGOCIO



Rootvalley SpA.

Octubre 2021, Santiago de Chile

Introducción

Además de llevar a cabo la implementación de la aplicación móvil del proyecto *ColmenApp*, este proyecto busca establecer las bases de cómo el producto será llevado al mercado de forma sostenible. Para esto es importante tener una amplia visión del rubro y de cómo este producto puede introducirse en la cadena de producción de la Apicultura.

Se realizó un breve estudio de mercado el año 2020 considerando factores relevantes para poder dimensionar el escenario en el cual se introduciría nuestra propuesta, acercándonos a los distintos segmentos de clientes con *Planes* que satisfagan las necesidades que tienen día a día.

El estudio culmina con una propuesta de modelo de negocio bajo el método *Canvas*, donde se sintetizan en nueve puntos los principales ejes de la estrategia comercial para llevar el proyecto al mercado.

Canvas

El método canvas es una herramienta que permite identificar y segregar claramente distintos frentes en los cuales un modelo de negocio se presenta en el mercado. Se presenta en forma de lienzo y organiza cada punto para tener una perspectiva visual del flujo que se crea entre el producto y los clientes.

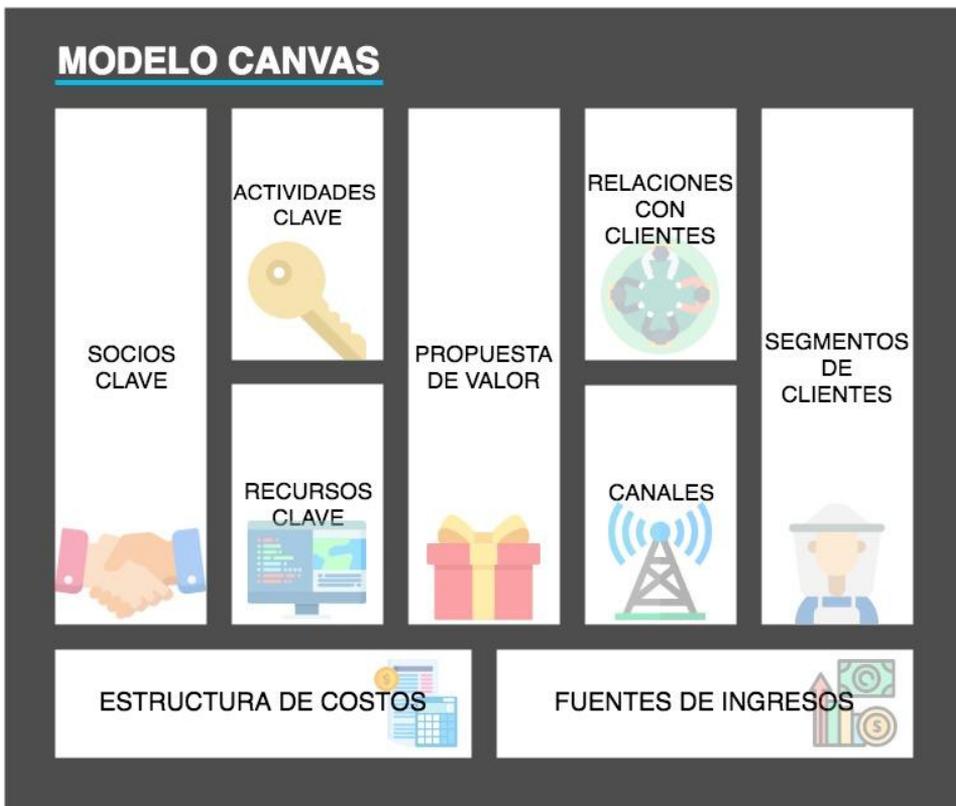


Figura 1: Ejemplo de lienzo Canvas.

Canvas ColmenApp

Socios Clave	Actividades Clave	Propuesta de valor	Relación con clientes	Segmentos de clientes
FIA	Lanzamiento de aplicación	Sistema de diagnóstico	Campañas en terreno	Apicultores pequeños
Ministerio de agricultura	Presentación en terreno	Software de gestión	Soporte on line	Apicultores medianos
INDAP	Integración de ecommerce	Plataforma de compra y venta	SLA's por segmento	Proveedores y distribuidores
Red Apícola Nacional	Recursos Clave	Información centralizada	Canales	Instituciones de investigación y gubernamentales
Gremios regionales	Sets de datos validados	Fuente de datos para investigación	Digital (Publicidad, RRSS, campañas por correo)	
Colegio Médico Veterinario	Cloud computing		Gremios y cooperativas	
	Redes de trabajo del rubro		Exposiciones de la agroindustria	
Estructura de costos		Fuentes de ingresos		
RRHH	Servicios cloud	Suscripciones y ventas	Posicionamiento	
Costos operacionales	Costos administrativos	Presupuesto Empresa	Créditos bancarios	
		Inversionistas	Fondos concursables	

Canvas

1. Propuesta de valor:

- a. **Sistema de diagnóstico:** *ColmenApp* ofrece un sistema de diagnóstico que no necesita un dispositivo especializado.
- b. **Software de gestión:** La aplicación también cuenta con funcionalidades para apoyar la gestión de apiarios hechas a la medida.
- c. **Plataforma de compra y venta:** En futuras iteraciones se planea integrar una sección de E-Commerce, donde los usuarios de la aplicación puedan comprar insumos para sus apiarios y también vender sus productos.
- d. **Información centralizada:** El uso de la aplicación logrará centralizar la data de los usuarios en un solo sistema, donde podrán verse reflejados distintos fenómenos a nivel nacional en el rubro.
- e. **Fuente de datos para investigación:** Tanto los datos personales como los datos de las colmenas (incluyendo el sonido), tienen un gran potencial para ser investigados y generar nuevas propuestas.

2. Socios clave:

- a. **FIA:** Principal financiador del proyecto en su etapa más temprana, el cual permitió lograr el primer MVP de la aplicación.
- b. **Ministerio de agricultura:** Institución de mayor jerarquía en el rubro que puede proveer contactos, financiamiento y respaldo al proyecto.
- c. **INDAP:** Entidad impulsora del desarrollo agropecuario del país, con quien podemos potenciar el alcance del proyecto.

Canvas

- d. **Red Apícola Nacional:** Federación nacional de gremios regionales de la apicultura. Un socio estratégico que nos permitirá llegar a cada región.
- e. **Gremios regionales:** Los gremios regionales nos permitirán conectarnos con cada apicultor del país a través de instancias centralizadas.
- f. **Colegio médico veterinario:** El gremio de veterinarios es muy importante para nuestro proyecto, ya que nos otorga validez sobre el sistema de diagnóstico de sanidad.

3. Actividades clave:

- a. **Lanzamiento de la aplicación:** Un hito importante es el lanzamiento de la aplicación en las tiendas digitales, esto dará comienzo a la interacción con los clientes y nos permitirá recibir feedback para mejorar el producto.
- b. **Presentación en terreno:** Creemos que, ante el escepticismo que puede generar el producto, una demostración en terreno es lo mejor para acercar el producto a los prospectos.
- c. **Integración E-Commerce:** Uno de los puntos más importantes que descubrimos en el estudio de mercado, es que los productores más pequeños necesitan ayudas para poder vender sus productos.

4. Recursos clave:

- a. **Sets de datos:** Nuestra propuesta de valor más llamativa es el servicio de diagnóstico sanitario, el cual se alimenta de datos curados por especialistas para transformarse en nuestro recurso más valioso.

Canvas

4. Recursos clave:

- b. **Cloud computing:** La aplicación se sustenta en distintos servicios implementados en la nube que permiten soportar sus funcionalidades y escalar en capacidad según la demanda de los clientes (Cantidad de clientes, cantidad de apiarios, cantidad de ventas, etc.).
- c. **Redes de trabajo:** El contacto con distintos actores de la cadena productiva es vital para lograr una penetración en los distintos mercados.

5. Relación con clientes:

- a. **Campañas en terreno:** Así como las demostraciones en terreno, el contacto con los actores es muy importante para demostrar el compromiso con la apicultura. Por lo cual se realizarán campañas en terreno difundiendo las novedades del proyecto.
- b. **Soporte Online:** Los posibles problemas que puedan tener los usuarios con la aplicación se disponibilizará un canal de soporte online en el cual se podrán resolver dudas y entregar soluciones.
- c. **SLA's por segmento:** Cada apicultor tiene un escenario distinto, por lo que se definirán Acuerdos de Nivel de Servicio según el segmento al que pertenezca.

6. Segmentos de clientes:

- a. **Apicultores pequeños:** Apicultores que poseen entre 1-20 colmenas.
- b. **Apicultores medianos:** Apicultores que poseen entre 21-500 colmenas.

Canvas

- c. **Proveedores y distribuidores:** Distintos proveedores y distribuidores de servicios o insumos apícolas.
- d. **Instituciones de investigación y gubernamentales:** Instituciones que estén interesados en utilizar datos recopilados a través de la aplicación.

7. Canales:

- a. **Digital:** Publicidad en redes sociales y campañas de correo masivo.
- b. **Gremios y cooperativas:** Participación en reuniones gremiales para dar a conocer y entregar información sobre la aplicación.
- c. **Exposiciones de la agroindustria:** Participación en ferias, exposiciones y charlas de la industria agraria.

8. Fuentes de ingresos:

- a. **Suscripciones y ventas:** El uso de la aplicación permite la gestión de colmenas pagando un monto mensual según la cantidad de colmenas a gestionar (ver página 9).
- b. **Posicionamiento:** En la plataforma de compra y ventas se implementará un sistema de valoraciones, en la cual se destacarán también a usuarios que paguen por un posicionamiento y visibilidad dentro de la plataforma.
- c. **Presupuesto empresa:** La empresa se hará cargo de inyectar fondos propios para la realización y sostenibilidad del proyecto.
- d. **Inversionistas:** El proyecto será postulado a nuevas rondas de inversión para levantar fondos.
- e. **Fondos concursables:** También se contempla participar en nuevos programas de financiamiento.
- f. **Créditos bancarios:** Otra opción es solicitar créditos bancarios para invertir en la realización del proyecto.

Canvas

9. Estructura de costos:

- a. **Recursos humanos:** Principalmente salarios para trabajadores involucrados en el proyecto.
- b. **Servicios cloud:** Pago de servicios contratados a Amazon Web Services para soportar las funcionalidades de la aplicación.
- c. **Costos operacionales:** Costos propios de la operación, equipamiento, servicios básicos, infraestructura y difusión.
- e. **Costos administrativos:** Costos legales, pago de patentes y distintos trámites.

Planes



Plan Novato



Gestión

Diagnóstico

Manual

1 - 20 Colmenas

\$500 / Colmena



Plan Obrera



Gestión

Diagnóstico

Manual

21 - 100 Colmenas

\$450 / Colmena



Plan Zángano



Gestión

Diagnóstico

Manual

101 - 500 Colmenas

\$400 / Colmena



Plan Reina



Gestión

Diagnóstico

Manual

+500 Colmenas

\$350 / Colmena

1. Plan Novato

Mensualidad: \$500/colmena gestionada.

Funcionalidades:

Gestión

Diagnóstico

Manual y recomendaciones

2. Plan Obrera

Mensualidad: \$450/colmena gestionada.

Funcionalidades:

Gestión

Diagnóstico

Manual y recomendaciones

3. Plan Zángano

Mensualidad: \$450/colmena gestionada.

Funcionalidades:

Gestión

Diagnóstico

Manual y recomendaciones

4. Plan Reina

Mensualidad: \$350/colmena gestionada.

Funcionalidades:

Gestión

Diagnóstico

Manual y recomendaciones



ROOTVALLEY SpA.

ANEXO N°6: REGISTRO DE VISITAS



Rootvalley SpA.

Abril 2020, Santiago de Chile

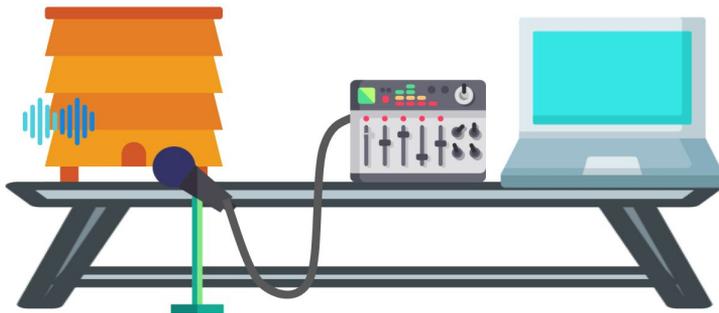
Protocolo de visitas

- La realización de las visitas a terreno tienen como finalidad la captura de audio proveniente de distintas colmenas de abejas.
- Estas visitas son coordinadas con los mismos apicultores quienes nos otorgan la información necesaria para identificar el estado de sanidad de las colmenas así como su consentimiento para utilizar los datos capturados.



Equipamiento utilizado

- Para capturar los datos utilizamos el siguiente equipamiento:
 - Computadora MacBook Air
 - Interfaz Behringer UMC 202 HD
 - Micrófono Rode NTG-2
 - Cable XLR
 - Atril de micrófono



Visita N°1: Hijuelas (V Región)

- Durante la primera visita el equipo visitó la comuna de Hijuelas en la cual nos recibió Don Claudio en su apiario con más de 2.000 colmenas.
- Durante esta visita pudimos capturar cerca de 3 horas de grabación de 5 colmenas distintas entre sanas y colmenas enfermas* (Sin abeja reina).

*La clasificación “colmena enferma” alude a cualquier tipo de anomalía que se encontró al momento de realizar las visitas.



Visita N°2: Colina (RM)

- Durante la segunda visita el equipo visitó la comuna de Colina en la cual nos recibió Don Arturo en su apiario, el cual también utiliza como una granja educativa y cuenta con cerca de 40 colmenas de abejas.
- Durante esta visita se capturaron 2 horas y 30 minutos de grabación de colmenas sanas y colmenas enfermas (Sin abeja reina y con pillaje).



Visita N°3: Cajón del Maipo (RM)

- Durante la tercera visita el equipo visitó la comuna del Cajón del maipo en la cual nos recibió Felipe en su apiario ubicado en las montañas donde tiene 20 colmenas de abejas.
- Durante esta visita se capturó 1 hora y 20 minutos de grabación de colmenas sanas y colmenas enfermas (Colmena con alta mortalidad).



Visita N°4: San Pedro (RM)

- Durante la cuarta visita el equipo visitó la comuna de San Pedro en la cual nos recibió Manuel en su apiario con más de 50 colmenas.
- Durante esta visita se capturaron 2 horas de grabación de colmenas sanas y colmenas enfermas (Colmena con “Cría Tiza”, Sin abeja reina).



Visita N°5: Villa Alemana (V Región)

- Durante la quinta visita el equipo visitó la comuna de Villa Alemana en la cual nos recibió Doña Edith en su apiario, el cual también utiliza como una granja educativa y cuenta con cerca de 40 colmenas de abejas.
- Durante esta visita se capturaron 3 horas y 20 minutos de grabación de colmenas sanas y colmenas enfermas (Alta tasa de varroa).



Visita N°6: Algarrobo (V Región)

- Durante la sexta visita el equipo visitó la comuna de Algarrobo en la cual se registraron colmenas de tres apiarios distintos, Don Luis, Don Samuel y Don Juan fueron contactos que nos recomendó nuestro asesor en sanidad apícola.
- Durante esta visita se capturó 1 hora y 30 minutos de grabación de 7 colmenas distintas entre sanas y colmenas enfermas (Alta tasa de varroa)



Visita N°7: Pirque (RM)

- También se han capturado datos desde una colmena que pertenece al equipo y que está ubicada en la comuna de Pirque. Esta ha sido designada como una colmena sana de control.
- A lo largo de varias visitas se han capturado más de 7 horas de grabación.



Resumen de grabaciones (1 de 2)

N°	Código	Duración	Región
1	RM-0101	0:37:45	Metropolitana
2	RM-0102	0:45:08	Metropolitana
3	RM-0103	1:07:19	Metropolitana
4	RM-0201	0:29:57	Metropolitana
5	RM-0202	0:49:20	Metropolitana
6	RM-0301	1:24:32	Metropolitana
7	RM-0302	0:33:01	Metropolitana
8	RM-0401	1:01:00	Metropolitana
9	RM-0402	0:27:31	Metropolitana
10	RM-0403	1:17:13	Metropolitana
11	RM-0404	0:30:49	Metropolitana
12	RM-0405	0:49:01	Metropolitana
13	RM-0406	0:55:33	Metropolitana
14	RM-0501	2:07:22	Metropolitana
15	VA-0101	0:34:32	Valparaíso
16	VA-0102	0:32:48	Valparaíso

Resumen de grabaciones (2 de 2)

N°	Código	Duración	Región
17	VA-0103	0:32:10	Valparaíso
18	VA-0104	0:48:37	Valparaíso
19	VA-0105	0:28:16	Valparaíso
20	VA-0201	1:11:20	Valparaíso
21	VA-0202	1:20:37	Valparaíso
22	VA-0203	0:51:38	Valparaíso
23	VA-0301	0:12:55	Valparaíso
24	VA-0302	0:12:58	Valparaíso
25	VA-0303	0:10:10	Valparaíso
26	VA-0304	0:28:30	Valparaíso
27	VA-0305	0:15:00	Valparaíso
28	VA-0306	0:15:03	Valparaíso
29	VA-0307	0:12:36	Valparaíso
30	VA-0401	2:06:57	Valparaíso
Total		23:09:38	

Set de datos

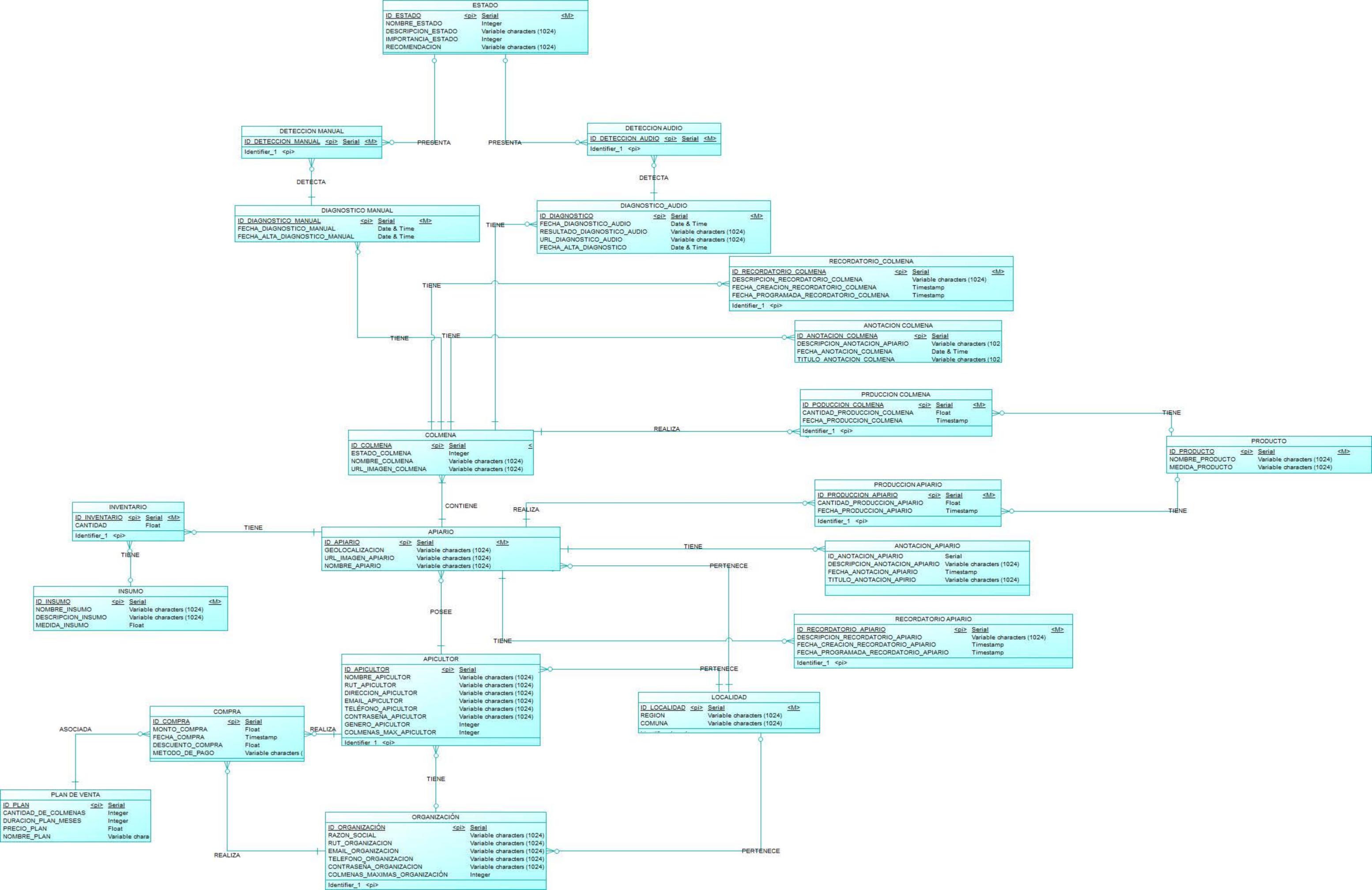
Los audios capturados fueron transformados a espectrogramas los cuales son la entrada para el modelo de predicción a implementar. El set de datos en formato de imágenes con extensión .png se encuentra en el siguiente link:

<https://github.com/tomaschild/BeesDataset>





ROOTVALLEY SpA.



ANEXO N°8: IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS

```
top: 0;  
left: 0;  
bottom: 0;  
width: 65%;  
margin-left: 12.5vw;  
margin-top: 100px;  
margin-bottom: 100px;  
margin-right: 40px;
```

Rootvalley SpA.

Abril 2020, Santiago de Chile

Introducción

- El primer paso para desarrollar el sistema es implementar el diseño de la base de datos que va a dar soporte al sistema. Para realizar esto se utiliza el lenguaje de programación Python y la base de datos PostgreSQL.
- La implementación corresponde a 21 entidades que están relacionadas entre ellas según el diseño de la base de datos.
- A continuación, se presentan las implementaciones de cada una de las entidades en el diseño de la base de datos.
- Cabe destacar que la implementación se realiza en inglés.

Implementaciones

- Apiario

```
class Apiary(db.Model):
    __tablename__ = "apiary"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    latitude = db.Column(db.Float)
    longitude = db.Column(db.Float)
    name = db.Column(db.String)
    image_url = db.Column(db.String)
    # Relationships
    beehives = db.relationship("Beehive", backref="apiary")
    apiary_productions = db.relationship("ApiaryProduction", backref="apiary")
    apiary_annotations = db.relationship("ApiaryAnnotation", backref="apiary")
    apiary_reminders = db.relationship("ApiaryReminder", backref="apiary")
    inventories = db.relationship("Inventory", backref="apiary")
    # Foreign Keys
    beekeeper_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('beekeeper.id'), nullable=False)
    location_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('location.id'))
```

Implementaciones

- Anotación del Apiario

```
class ApiaryAnnotation(db.Model):
    __tablename__ = "apiary_annotation"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    description = db.Column(db.String)
    title = db.Column(db.String)
    # Foreign Keys
    apiary_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('apiary.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

- Producción del Apiario

```
class ApiaryProduction(db.Model):
    __tablename__ = "apiary_production"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    quantity = db.Column(db.Float)
    extracted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Foreign Keys
    product_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('product.id'), nullable=False)
    apiary_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('apiary.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

- Recordatorio del Apiario

```
class ApiaryReminder(db.Model):
    __tablename__ = "apiary_reminder"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    description = db.Column(db.String)
    title = db.Column(db.String)
    remind_at = db.Column(db.DateTime)
    # Foreign Keys
    apiary_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('apiary.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

- Detección de Audio

```
class AudioDetection(db.Model):
    __tablename__ = "audio_detection"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Foreign Keys
    status_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('status.id'), nullable=False)
    audio_diagnosis_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('audio_diagnosis.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

- Diagnóstico de Audio

```
class AudioDiagnosis(db.Model):
    __tablename__ = "audio_diagnosis"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    diagnosed_at = db.Column(db.DateTime)
    result = db.Column(db.String)
    audio_url = db.Column(db.String)
    discharged_at = db.Column(db.DateTime)
    # Relationships
    audio_detections = db.relationship("AudioDetection", backref="audio_diagnosis")
    # Foreign Keys
    beehive_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('beehive.id'))
```

Implementaciones

- Colmena

```
class Beehive(db.Model):
    __tablename__ = "beehive"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    status = db.Column(db.Integer)
    name = db.Column(db.String)
    image_url = db.Column(db.String)
    # Relationships
    beehive_productions = db.relationship("BeehiveProduction", backref="beehive")
    manual_diagnostics = db.relationship("ManualDiagnosis", backref="beehive")
    audio_diagnostics = db.relationship("AudioDiagnosis", backref="beehive")
    beehive_reminders = db.relationship("BeehiveReminder", backref="beehive")
    beehive_annotation = db.relationship("BeehiveAnnotation", backref="beehive")
    # Foreign Keys
    apiary_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('apiary.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

- Anotación de la Colmena

```
class BeehiveAnnotation(db.Model):
    __tablename__ = "beehive_annotation"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    description = db.Column(db.String)
    title = db.Column(db.String)
    # Foreign Keys
    beehive_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('beehive.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

- Producción de la Colmena

```
class BeehiveProduction(db.Model):
    __tablename__ = "beehive_production"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    quantity = db.Column(db.Float)
    extracted_at = db.Column(db.Float)
    # Foreign Keys
    product_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('product.id'), nullable=False)
    beehive_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('beehive.id'))
```

Implementaciones

- Recordatorio de la Colmena

```
class BeehiveReminder(db.Model):
    __tablename__ = "beehive_reminder"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    description = db.Column(db.String)
    title = db.Column(db.String)
    remind_at = db.Column(db.DateTime)
    # Foreign Keys
    beehive_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('beehive.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

- Apicultor

```
class Beekeeper(db.Model):
    __tablename__ = "beekeeper"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    name = db.Column(db.String)
    rut = db.Column(db.String)
    address = db.Column(db.String)
    email = db.Column(db.String)
    phone_number = db.Column(db.String)
    password = db.Column(db.String)
    max_beehives = db.Column(db.Integer)
    # Relationships
    apiaries = db.relationship("Apiary", backref="beekeeper")
    purchases = db.relationship("Purchase", backref="beekeeper")
    # Foreign Keys
    organization_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('organization.id'))
    location_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('location.id'))
```

Implementaciones

- Recursos del Apicultor

```
class BeekeepingResource(db.Model):
    __tablename__ = "beekeeping_resource"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    name = db.Column(db.String)
    description = db.Column(db.String)
    measurement = db.Column(db.String)
    # Relationships
    inventories = db.relationship("Inventory", backref="beekeeping_resource")
```

Implementaciones

- Inventario

```
class Inventory(db.Model):
    __tablename__ = "inventory"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    quantity = db.Column(db.Float)
    # Foreign Keys
    beekeeping_resource_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('beekeeping_resource.id'), nullable=False)
    apiary_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('apiary.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

- Localización

```
class Location(db.Model):
    __tablename__ = "location"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    region = db.Column(db.String)
    comuna = db.Column(db.String)
    # Relationships
    organizations = db.relationship("Organization", backref="location")
    beekeepers = db.relationship("Beekeeper", backref="location")
    apiaries = db.relationship("Apiary", backref="location")
```

Implementaciones

- Detección Manual

```
class ManualDetection(db.Model):
    __tablename__ = "manual_detection"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Foreign Keys
    status_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('status.id'), nullable=False)
    manual_diagnosis_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('manual_diagnosis.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

- Diagnóstico Manual

```
class ManualDiagnosis(db.Model):
    __tablename__ = "manual_diagnosis"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    diagnosed_at = db.Column(db.DateTime)
    discharged_at = db.Column(db.DateTime)
    # Relationships
    manual_detections = db.relationship("ManualDetection", backref="manual_diagnosis")
    # Foreign Keys
    beehive_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('beehive.id'))
```

Implementaciones

- Organización

```
class Organization(db.Model):
    __tablename__ = "organization"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    name = db.Column(db.String)
    rut = db.Column(db.String)
    email = db.Column(db.String)
    phone = db.Column(db.String)
    password = db.Column(db.String)
    max_beehives = db.Column(db.Integer)
    # Relationships
    beekeepers = db.relationship("Beekeeper", backref="organization")
    purchases = db.relationship("Purchase", backref="organization")
    # Foreign Keys
    location_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('location.id'))
```

Implementaciones

- Plan

```
class Plan(db.Model):
    __tablename__ = "plan"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    beehive_quantity = db.Column(db.Integer)
    plan_duration = db.Column(db.Integer)
    price = db.Column(db.Float)
    name = db.Column(db.String)
    # Relationships
    purchases = db.relationship("Purchase", backref="plan")
```

Implementaciones

- Producto

```
class Product(db.Model):
    __tablename__ = "product"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    name = db.Column(db.String)
    measurement = db.Column(db.String)
    # Relationships
    beehive productions = db.relationship("BeehiveProduction", backref="product")
    apiary productions = db.relationship("ApiaryProduction", backref="product")
```

Implementaciones

- Compra

```
class Purchase(db.Model):
    __tablename__ = "purchase"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    ammount = db.Column(db.Float)
    discount = db.Column(db.Float)
    paying_method = db.Column(db.Float)
    # Foreign Keys
    plan_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('plan.id'), nullable=False)
    beekeeper_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('beekeeper.id'), nullable=False)
    organization_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('organization.id'), nullable=False)
```

Implementaciones

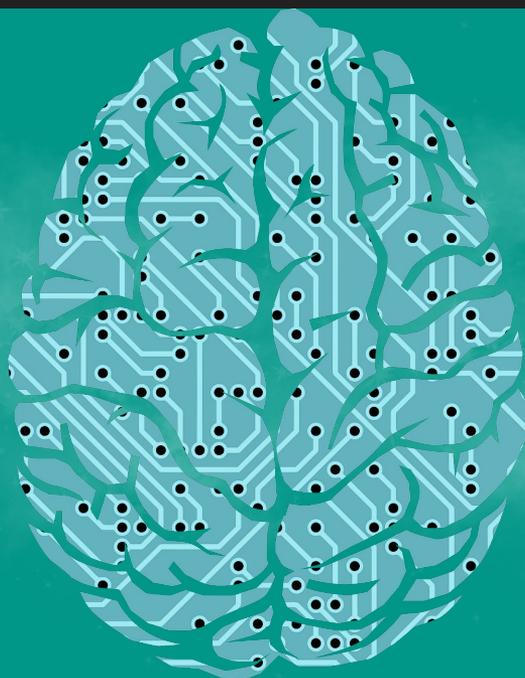
- Estado

```
class Status(db.Model):
    __tablename__ = "status"
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    deleted_at = db.Column(db.DateTime)
    # Attributes
    name = db.Column(db.String)
    description = db.Column(db.String)
    importance = db.Column(db.Integer)
    recomendation = db.Column(db.String)
    # Relationships
    audio_detections = db.relationship("AudioDetection", backref="status")
    manual_detections = db.relationship("ManualDetection", backref="status")
```



ROOTVALLEY SpA.

ANEXO N°9: DISEÑO Y PLAN DE ENTRENAMIENTO DE IA



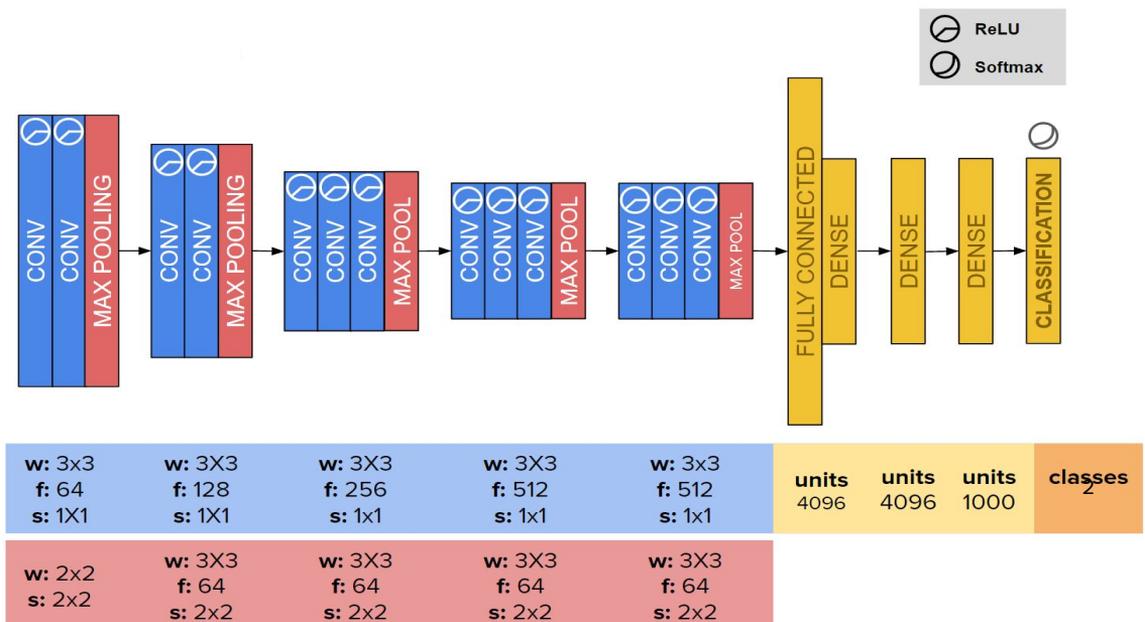
Rootvalley SpA.

Abril 2020, Santiago de Chile

Diseño IA: Arquitectura

La arquitectura implementada se basa en el modelo *VGG16* para generar una Red Neuronal Convolutiva capaz de procesar imágenes. Esta arquitectura se divide en 9 bloques, los primeros 5 bloques son de convolución y los últimos bloques 4 son de decisión.

La red recibe como entrada una imagen de 244x244 en los tres canales de color RGB y entrega como salida un valor numérico que puede ser 0 o 1, valores que interpretan las clases “Colmena sana” y “Colmena enferma”.



Plan de entrenamiento

Para el entrenamiento del modelo a implementar se definió un plan de entrenamiento el cual se conforma de los **hiperparámetros** utilizados, los **conjuntos de datos** y el **hardware** en el cual se realizó.

1. Hiperparámetros

- a. Tasa de aprendizaje: 0,001
- b. Momentum: 0,2
- c. Tamaño de batch: 50
- d. Número de épocas: 100

2. Conjuntos de datos

- a. Conjunto de entrenamiento: 50708
- b. Conjunto de validación: 2.447
- c. Conjunto de pruebas: 1.289

3. Hardware (GPU)

- a. Nombre: Tesla P100 - PCIe
- b. Reloj: 1.328/704 MHz 16
- c. Memoria RAM: 16 GB
- d. Núcleos: 3584 CUDA

Resultados (1 de 3)

Durante el entrenamiento (curva azul en el gráfico*) el modelo alcanzó un 100% de precisión al momento de clasificar muestras de colmenas sanas y enfermas.

Durante la validación (curva naranja en el gráfico*) el modelo obtuvo un 93,03% de precisión final al momento de clasificar las mismas muestras.

Luego, durante las pruebas del modelo obtenido, se logró clasificar correctamente el 93,04% de los 1.289 casos entregados. El detalle de estos resultados se encuentra en la tabla de confusión**.

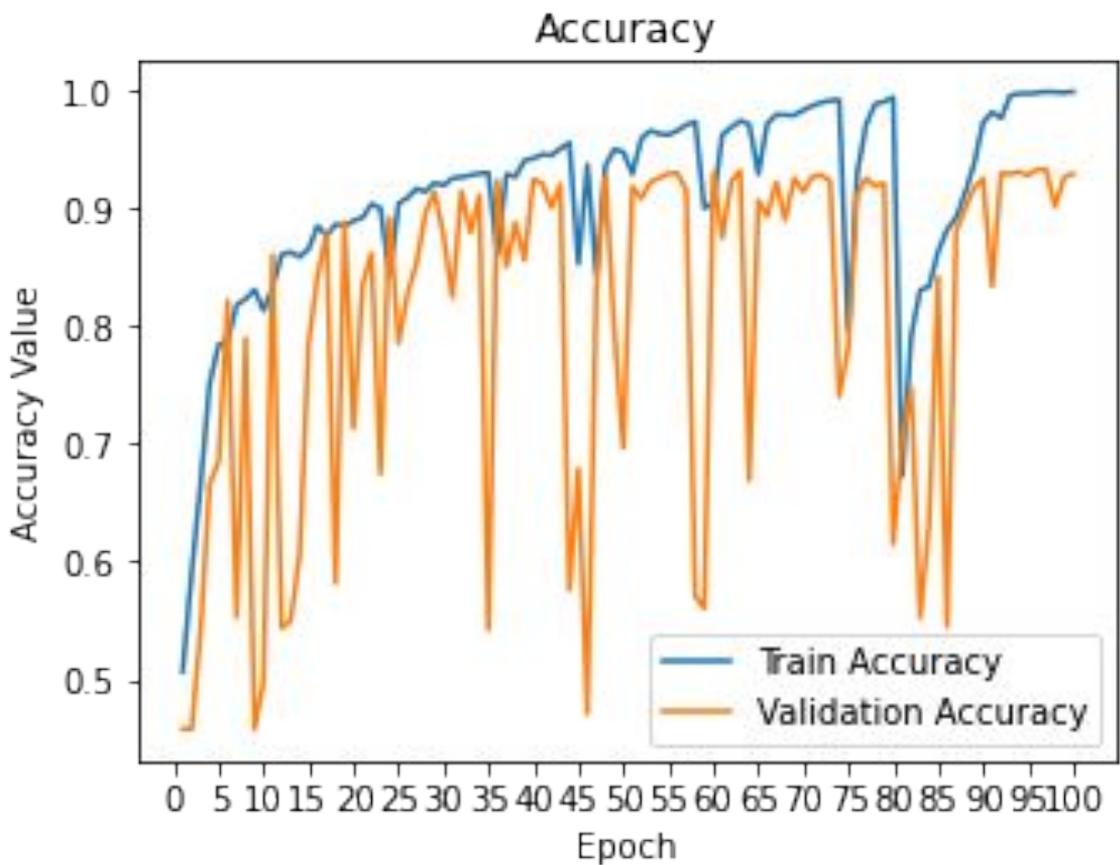
El modelo resultante corresponde a un secreto industrial por motivos de proteger la propuesta de valor de la empresa.

*: Gráfico en la página 4.

** : Tabla de confusión en la página 5.

Resultados (2 de 3)

Gráfico de entrenamiento del modelo



Resultados (3 de 3)

Tabla de confusión de pruebas del modelo

Resultado Esperado	Predicción	
	Colmena Enferma	Colmena Sana
Colmena sana	35	533
Colmena Enferma	605	51
Porcentaje de Acierto	94,53%	91,27%



ROOTVALLEY SpA.

ANEXO N°10: IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN

```
top: 0;  
left: 0;  
bottom: 0;  
width: 65%;  
margin-left: 12.5vw;  
margin-top: 100px;  
margin-bottom: 100px;  
margin-right: 40px;
```

Rootvalley SpA.

Abril 2020, Santiago de Chile

Introducción

- Para la implementación de la aplicación en Android se utiliza el lenguaje de programación Java.
- Este desarrollo como base debe realizar la implementación de las clases que definirán el sistema.
- En este documento se presenta el primer avance con respecto a la aplicación, lo cual contempla la representación del modelo de datos como objetos.

Clases

- Apicultor

```
public class Apicultor {  
  
    private long id;  
    private String nombre;  
    private String rut;  
    private String direccion;  
    private String email;  
    private String telefono;  
    private String contraseña;  
    private int genero;  
    private int colmenasMax;  
    private List<Apiario>apiarios;  
    private List<Inventario>inventarios;  
  
    public Apicultor(long id, String nombre, String rut, String direccion, String email, String telefono, String contraseña, int genero, int colmenasMax) {  
        this.id = id;  
        this.nombre = nombre;  
        this.rut = rut;  
        this.direccion = direccion;  
        this.email = email;  
        this.telefono = telefono;  
        this.contraseña = contraseña;  
        this.genero = genero;  
        this.colmenasMax = colmenasMax;  
    }  
  
    public long getId() {  
        return id;  
    }  
  
    public void setId(long id) {  
        this.id = id;  
    }  
}
```

Clases

- Apicultor

```
public String getNombre() {
    return nombre;
}

public void setNombre(String nombre) {
    this.nombre = nombre;
}

public String getRut() {
    return rut;
}

public void setRut(String rut) {
    this.rut = rut;
}

public String getDireccion() {
    return direccion;
}

public void setDireccion(String direccion) {
    this.direccion = direccion;
}

public String getEmail() {
    return email;
}

public void setEmail(String email) {
    this.email = email;
}

public String getTelefono() {
    return telefono;
}
```

Clases

- Apicultor

```
public void setTelefono(String telefono) {
    this.telefono = telefono;
}

public String getContraseña() {
    return contraseña;
}

public void setContraseña(String contraseña) {
    this.contraseña = contraseña;
}

public int getGenero() {
    return genero;
}

public void setGenero(int genero) {
    this.genero = genero;
}

public int getColmenasMax() {
    return colmenasMax;
}

public void setColmenasMax(int colmenasMax) {
    this.colmenasMax = colmenasMax;
}

public List<Apiario> getApiarios() {
    return apiarios;
}

public void setApiarios(List<Apiario> apiarios) {
    this.apiarios = apiarios;
}
```

Clases

- Apicultor

```
public List<Inventario> getInventarios() {  
    return inventarios;  
}
```

```
public void setInventarios(List<Inventario> inventarios) {  
    this.inventarios = inventarios;  
}
```

Clases

- Apiario

```
public class Apiario {
    private long id;
    private String nombre;
    private String geolocalizacion;
    private String urlImagen;
    private List<Colmena>colmenas;
    private List<ProcedimientoApiario>procedimientoApiarios;
    private List<AnotacionApiario>anotacionApiarios;
    private List<RecordatorioApiario>recordatorioApiarios;
    private List<ProduccionApiario>produccionApiarios;

    public Apiario(long id, String nombre, String geolocalizacion, String urlImagen) {
        this.id = id;
        this.nombre = nombre;
        this.geolocalizacion = geolocalizacion;
        this.urlImagen = urlImagen;
    }

    public long getId() {
        return id;
    }

    public void setId(long id) {
        this.id = id;
    }

    public String getNombre() {
        return nombre;
    }

    public void setNombre(String nombre) {
        this.nombre = nombre;
    }
}
```

Clases

- Apiario

```
public String getGeolocalizacion() {  
    return geolocalizacion;  
}  
  
public void setGeolocalizacion(String geolocalizacion) {  
    this.geolocalizacion = geolocalizacion;  
}  
  
public String getUrlImagen() {  
    return urlImagen;  
}  
  
public void setUrlImagen(String urlImagen) {  
    this.urlImagen = urlImagen;  
}  
  
public List<Colmena> getColmenas() {  
    return colmenas;  
}  
  
public void setColmenas(List<Colmena> colmenas) {  
    this.colmenas = colmenas;  
}  
  
public List<ProcedimientoApiario> getProcedimientoApiarios() {  
    return procedimientoApiarios;  
}  
  
public void setProcedimientoApiarios(List<ProcedimientoApiario> procedimientoApiarios) {  
    this.procedimientoApiarios = procedimientoApiarios;  
}  
  
public List<AnotacionApiario> getAnotacionApiarios() {  
    return anotacionApiarios;  
}
```

Clases

- Apiario

```
public List<AnotacionApiario> getAnotacionApiarios() {  
    return anotacionApiarios;  
}
```

```
public void setAnotacionApiarios(List<AnotacionApiario> anotacionApiarios) {  
    this.anotacionApiarios = anotacionApiarios;  
}
```

```
public List<RecordatorioApiario> getRecordatorioApiarios() {  
    return recordatorioApiarios;  
}
```

```
public void setRecordatorioApiarios(List<RecordatorioApiario> recordatorioApiarios) {  
    this.recordatorioApiarios = recordatorioApiarios;  
}
```

```
public List<ProduccionApiario> getProduccionApiarios() {  
    return produccionApiarios;  
}
```

```
public void setProduccionApiarios(List<ProduccionApiario> produccionApiarios) {  
    this.produccionApiarios = produccionApiarios;  
}
```

Clases

- Colmena

```
public class Colmena {
    private long id;
    private String nombre;
    private String estado;
    private String urlImagen;
    private String codigoAutorizacion;
    private List<DiagnosticoAudio>diagnosticoAudios;
    private List<DiagnosticoManual>diagnosticoManuales;
    private List<ProcedimientoColmena>procedimientoColmenas;
    private List<ProduccionColmena>produccionColmenas;
    private List<RecordatorioColmena>recordatorioColmenas;
    private List<AnotacionColmena>anotacionColmenas;

    public Colmena(long id, String nombre, String estado, String urlImagen, String codigoAutorizacion) {
        this.id = id;
        this.nombre = nombre;
        this.estado = estado;
        this.urlImagen = urlImagen;
        this.codigoAutorizacion = codigoAutorizacion;
    }

    public long getId() {
        return id;
    }

    public void setId(long id) {
        this.id = id;
    }

    public String getNombre() {
        return nombre;
    }
}
```

Clases

- Colmena

```
public void setNombre(String nombre) {
    this.nombre = nombre;
}

public String getEstado() {
    return estado;
}

public void setEstado(String estado) {
    this.estado = estado;
}

public String getUrlImagen() {
    return urlImagen;
}

public void setUrlImagen(String urlImagen) {
    this.urlImagen = urlImagen;
}

public String getCodigoAutorizacion() {
    return codigoAutorizacion;
}

public void setCodigoAutorizacion(String codigoAutorizacion) {
    this.codigoAutorizacion = codigoAutorizacion;
}

public List<DiagnosticoAudio> getDiagnosticoAudios() {
    return diagnosticoAudios;
}

public void setDiagnosticoAudios(List<DiagnosticoAudio> diagnosticoAudios) {
    this.diagnosticoAudios = diagnosticoAudios;
}
```

Clases

- Colmena

```
public List<RecordatorioColmena> getRecordatorioColmenas() {  
    return recordatorioColmenas;  
}
```

```
public void setRecordatorioColmenas(List<RecordatorioColmena> recordatorioColmenas) {  
    this.recordatorioColmenas = recordatorioColmenas;  
}
```

```
public List<AnotacionColmena> getAnotacionColmenas() {  
    return anotacionColmenas;  
}
```

```
public void setAnotacionColmenas(List<AnotacionColmena> anotacionColmenas) {  
    this.anotacionColmenas = anotacionColmenas;  
}
```

Clases

- Diagnóstico de audio

```
public class DiagnosticoAudio {
    private long id;
    private Timestamp fechaRealizacion;
    private Timestamp fechaAlta;
    private List<Estado>estados;

    public DiagnosticoAudio(long id, Timestamp fechaRealizacion, Timestamp fechaAlta) {
        this.id = id;
        this.fechaRealizacion = fechaRealizacion;
        this.fechaAlta = fechaAlta;
    }

    public long getId() {
        return id;
    }

    public void setId(long id) {
        this.id = id;
    }

    public Timestamp getFechaRealizacion() {
        return fechaRealizacion;
    }

    public void setFechaRealizacion(Timestamp fechaRealizacion) {
        this.fechaRealizacion = fechaRealizacion;
    }

    public Timestamp getFechaAlta() {
        return fechaAlta;
    }

    public void setFechaAlta(Timestamp fechaAlta) {
        this.fechaAlta = fechaAlta;
    }

    public List<Estado> getEstados() {
        return estados;
    }

    public void setEstados(List<Estado> estados) {
        this.estados = estados;
    }
}
```

Clases

- Diagnóstico manual

```
(public class DiagnosticoManual {
    private long id;
    private Timestamp fechaRealizacion;
    private Timestamp fechaAlta;
    private List<Estado>estados;

    public DiagnosticoManual(long id, Timestamp fechaRealizacion, Timestamp fechaAlta) {
        this.id = id;
        this.fechaRealizacion = fechaRealizacion;
        this.fechaAlta = fechaAlta;
    }

    public long getId() {
        return id;
    }

    public void setId(long id) {
        this.id = id;
    }

    public Timestamp getFechaRealizacion() {
        return fechaRealizacion;
    }

    public void setFechaRealizacion(Timestamp fechaRealizacion) {
        this.fechaRealizacion = fechaRealizacion;
    }

    public Timestamp getFechaAlta() {
        return fechaAlta;
    }

    public void setFechaAlta(Timestamp fechaAlta) {
        this.fechaAlta = fechaAlta;
    }

    public List<Estado> getEstados() {
        return estados;
    }

    public void setEstados(List<Estado> estados) {
        this.estados = estados;
    }
}
```

Clases

- Inventario

```
public class Inventario {
    private long id;
    private float cantidad;
    private Insumo insumo;

    public Inventario(long id, float cantidad) {
        this.id = id;
        this.cantidad = cantidad;
    }

    public long getId() {
        return id;
    }

    public void setId(long id) {
        this.id = id;
    }

    public float getCantidad() {
        return cantidad;
    }

    public void setCantidad(float cantidad) {
        this.cantidad = cantidad;
    }

    public Insumo getInsumo() {
        return insumo;
    }

    public void setInsumo(Insumo insumo) {
        this.insumo = insumo;
    }
}
```

Clases

- Localidad

```
public class Localidad {
    private long id;
    private String localidad;
    private List<Apicultor> apicultores;
    private List<Organizacion> organizaciones;

    public Localidad(long id, String localidad) {
        this.id = id;
        this.localidad = localidad;
    }

    public long getId() {
        return id;
    }

    public void setId(int id) {
        this.id = id;
    }

    public String getLocalidad() {
        return localidad;
    }

    public void setLocalidad(String localidad) {
        this.localidad = localidad;
    }

    public List<Apicultor> getApicultores() {
        return apicultores;
    }

    public void setApicultores(List<Apicultor> apicultores) {
        this.apicultores = apicultores;
    }

    public List<Organizacion> getOrganizaciones() {
        return organizaciones;
    }

    public void setOrganizaciones(List<Organizacion> organizaciones) {
        this.organizaciones = organizaciones;
    }
}
```

Clases

- Organización

```
public Organizacion(long id, String razonSocial, String rut, String email, String telefono, String contraseña, int colmenasMax) {
    this.id = id;
    this.razonSocial = razonSocial;
    this.rut = rut;
    this.email = email;
    this.telefono = telefono;
    this.contraseña = contraseña;
    this.colmenasMax = colmenasMax;
}

public long getId() {
    return id;
}

public void setId(long id) {
    this.id = id;
}

public String getRazonSocial() {
    return razonSocial;
}

public void setRazonSocial(String razonSocial) {
    this.razonSocial = razonSocial;
}

public String getRut() {
    return rut;
}

public void setRut(String rut) {
    this.rut = rut;
}

public String getEmail() {
    return email;
}

public void setEmail(String email) {
    this.email = email;
}
}
```

Clases

- Compra

```
public class Compra {  
    private long id;  
    private float monto;  
    private Date fechaCompra;  
    private Date fechaVencimiento;  
    private float descuento;  
    private String metodoPago;  
}
```

- Estado

```
public class Estado {  
    private long id;  
    private String nombre;  
    private String descripcion;  
    private int importancia;  
    private String Recomendacion;  
}
```

Clases

- Recordatorio

```
public class AnotacionApiario {  
    private long id;  
    private String titulo;  
    private String descripcion;  
    private Timestamp fecha;  
}
```

```
public class RecordatorioColmena {  
    private long id;  
    private String descripcion;  
    private Timestamp fechaCreacion;  
    private Timestamp fechaProgramada;  
}
```

Clases

- Producción

```
public class ProduccionApiario {
    private long id;
    private float cantidad;
    private Timestamp fecha;
    private List<Producto> productos;

    public ProduccionApiario(long id, float cantidad, Timestamp fecha) {
        this.id = id;
        this.cantidad = cantidad;
        this.fecha = fecha;
    }

    public long getId() {
        return id;
    }

    public void setId(long id) {
        this.id = id;
    }

    public float getCantidad() {
        return cantidad;
    }

    public void setCantidad(float cantidad) {
        this.cantidad = cantidad;
    }

    public Timestamp getFecha() {
        return fecha;
    }

    public void setFecha(Timestamp fecha) {
        this.fecha = fecha;
    }

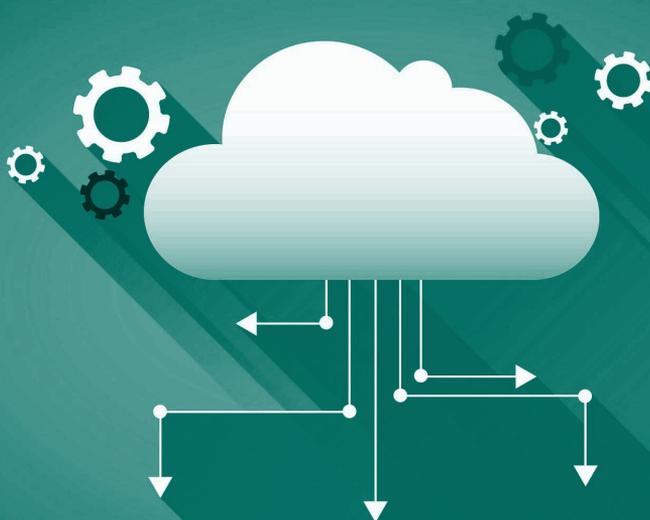
    public List<Producto> getProductos() {
        return productos;
    }

    public void setProductos(List<Producto> productos) {
        this.productos = productos;
    }
}
```



ROOTVALLEY SpA.

ANEXO N°11: DESARROLLO DE SERVICIOS APLICACIÓN MÓVIL



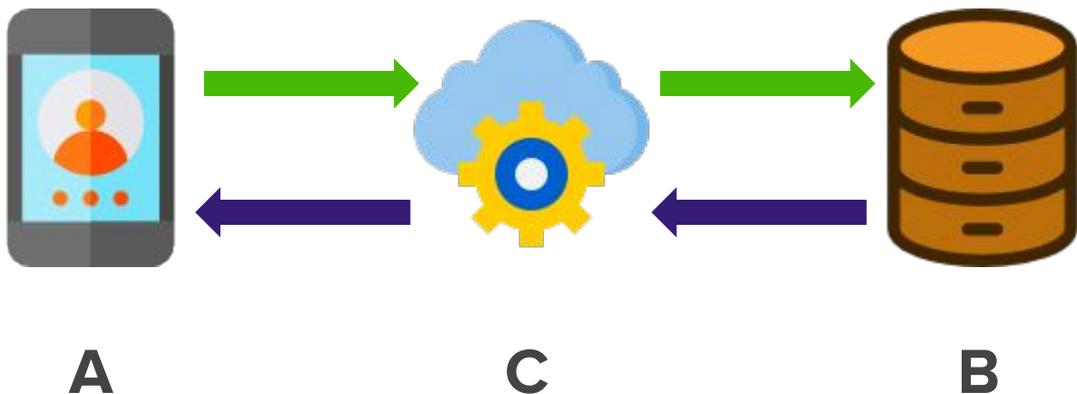
Rootvalley SpA.

Noviembre 2020, Santiago de Chile

Servicios de la aplicación

Las funcionalidades de la aplicación móvil **ColmenApp** se sustentan en tres aspectos diferentes:

- A. **Vistas:** Son la forma en la que se presenta la información en la aplicación.
- B. **Bases de datos:** Estructuras de almacenamiento de datos de forma organizada.
- C. **Servicios:** Lógicas y algoritmos que permiten obtener datos de la **Base de datos** para entregarla a las **Vistas**, y viceversa, soportando las funcionalidades de la aplicación.



En este anexo se explica específicamente el funcionamiento de los servicios y las bases de datos.

Servicios de la aplicación

Tanto los servicios del sistema como sus bases de datos fueron desplegados en la nube, más específicamente en la plataforma de Amazon Web Services (desde ahora AWS), con el motivo principal de tener la infraestructura tecnológica del sistema en un servicio especializado y para que estos componentes puedan crecer en escalas de capacidad de manera simplificada según sea necesario.



Servicios de la aplicación

Son tres de los servicios de AWS que se utilizan en el funcionamiento del sistema.

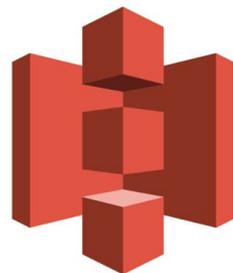
- EC2: Corresponde al servicio que provee el procesamiento de toda la lógica del sistema. Este realiza los procesamientos y análisis de datos, conecta las bases de datos y el funcionamiento del sistema con la aplicación móvil.
- RDS: Corresponde a las bases de datos relacionales, es decir, toda la información que maneja el sistema para su funcionamiento (presentado en el anexo del informe 1)
- S3: Corresponde a una base de datos dedicada a almacenar los archivos de audio captados por los usuarios.



Amazon RDS



Amazon
EC2

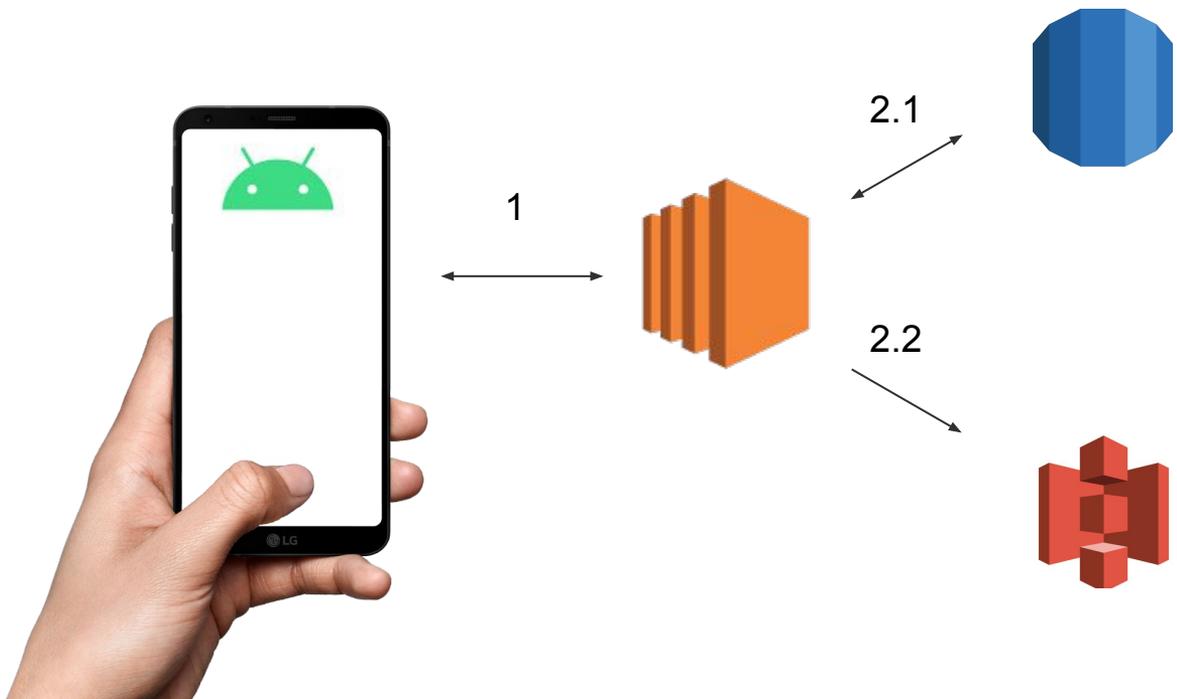


Amazon S3

Servicios de la aplicación

La forma en la que estos componentes se comunican se presenta a continuación.

1. El *smartphone* realiza las solicitudes tanto para consultar sobre datos o para crearlos directamente hacia el servidor de EC2, el cual espera pacientemente dichas solicitudes.
2. Los servidores solicitan o generan los datos en RDS. Y se guardan las grabaciones realizadas por el módulo de diagnóstico de audio en S3.



Servicios del Prototipo II

Luego de las primeras pruebas realizadas, se optó por un cambio en la arquitectura por la cual se realiza el diagnóstico de audio en el Servicio, separando esta instancia en dos máquinas: primero aquella que se encarga de recibir todas las solicitudes y procesar toda la información necesaria y segundo una máquina más pequeña en implementación, sólo encargada de ejecutar los modelos de predicción y retornarlos al sistema principal. De esta forma podemos aislar los eventos que ocurren específicamente en la máquina que realiza el proceso de predicción.



Servicios del Prototipo II

Junto a lo anterior, se realiza una limpieza en la implementación que ejecuta las predicciones, pudiendo, en potencia, solicitar sólo ciertas características a revisar de la colmena, por ejemplo, del set actualmente disponible de análisis: Varroa, Sin Reina y Enjambramiento; podría seleccionar cualquier selección de estas tres características y analizarlas de forma independiente.

La respuesta por la cual se entregan los resultados también ha sido refinada, ahora entregando más información necesaria para informar al Apicultor.

```
1  {
2    "data": {
3      "id": null,
4      "created_at": "2021-11-05 15:46:19.625867",
5      "updated_at": null,
6      "diagnosed_at": null,
7      "audio_url": null,
8      "audio_detections": [
9        {
10         "id": null,
11         "created_at": "2021-11-05 15:46:19.629750",
12         "updated_at": null,
13         "condition_id": 1,
14         "audio_diagnosis_id": null
15       }
16     ],
17     "beehive_id": null
18   }
19 }
```



ROOTVALLEY SpA.

**ANEXO N°12:
DISEÑO INTERACCIÓN Y
BRANDING DE LA APLICACIÓN**



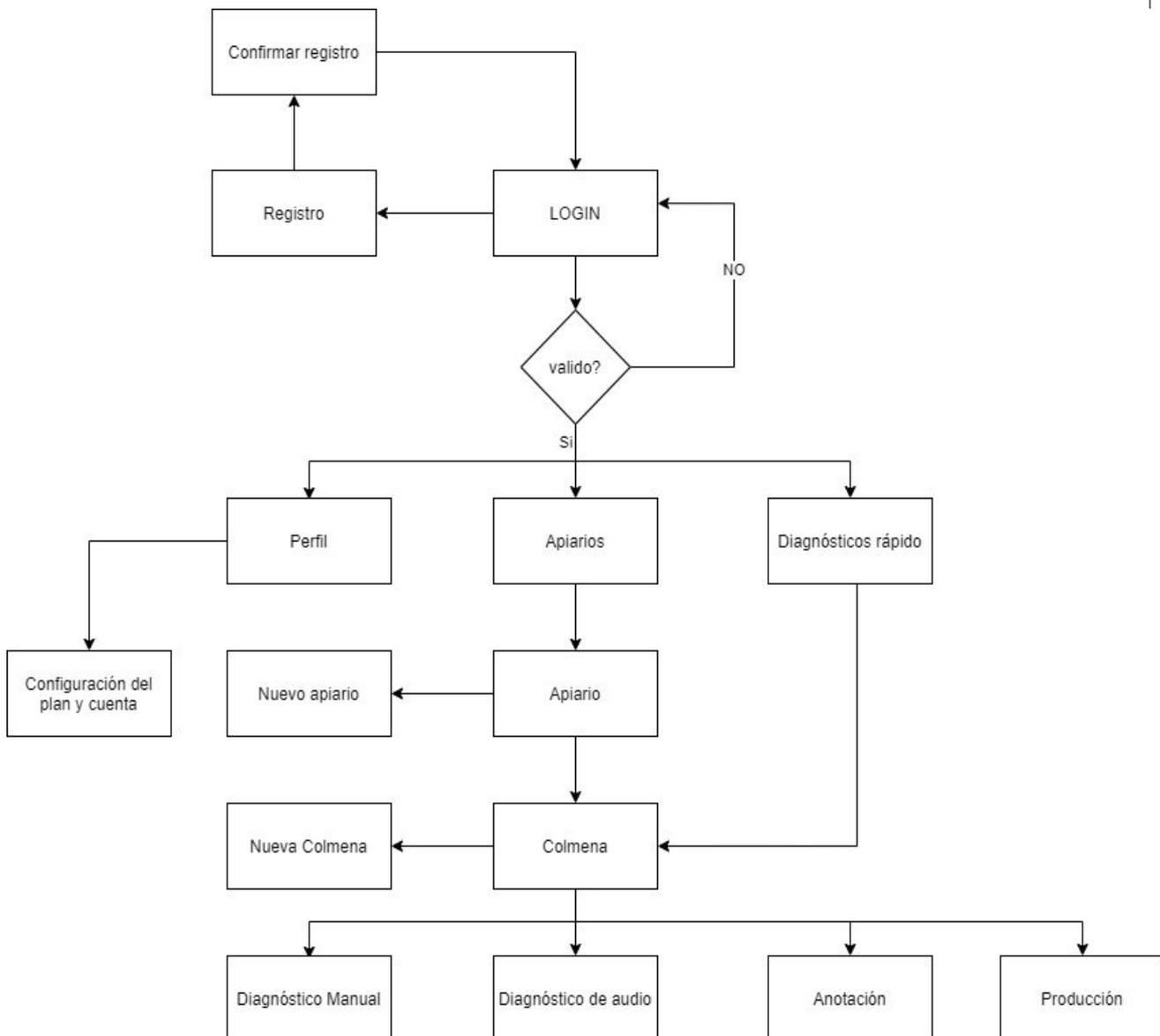
ROOTVALLEY

Rootvalley SpA.

Noviembre 2020, Santiago de Chile

Diseño interacción

A continuación se presenta el diagrama de interacción de la aplicación, el cual define como el usuario navega y realiza sus actividades con la aplicación.



Diseño interacción

En el diagrama anterior se puede apreciar a nivel general como el usuario interactúa con la aplicación, ilustrando las distintas capas de funcionalidades a las que puede acceder.

Inicialmente el usuario debe registrarse o iniciar sesión si ya cuenta con un usuario en nuestras bases de datos. Luego se le presenta la pantalla principal en la cual tiene rápido acceso a su listado de apiarios, realización de diagnósticos de audio y a su perfil.

A través de una interfaz sencilla se guía al usuario de manera ordenada desde lo más general hasta lo específico, pudiendo navegar al detalle de cada apiario y luego al detalle de cada colmena. De este modo puede ejecutar diagnósticos, anotaciones y registrar su producción de manera estructurada, quedando un registro ordenado de sus actividades.

Diseño interacción

Para el diseño de cada pantalla y navegación de la aplicación se han seguido principios establecidos en la literatura, como lo son algunas de las recomendaciones de Alan Cooper y las heurísticas de Nielsen, dentro de lo cual se destaca:

- Seguir los modelos mentales de los usuarios, logrando que entienda la aplicación sin comprender como funciona internamente.
- Mantener vistas sencillas y minimalistas, procurando no cargar cada una de las pantallas con información innecesaria. Menos es más.
- Destacar las herramientas que realizan acciones.

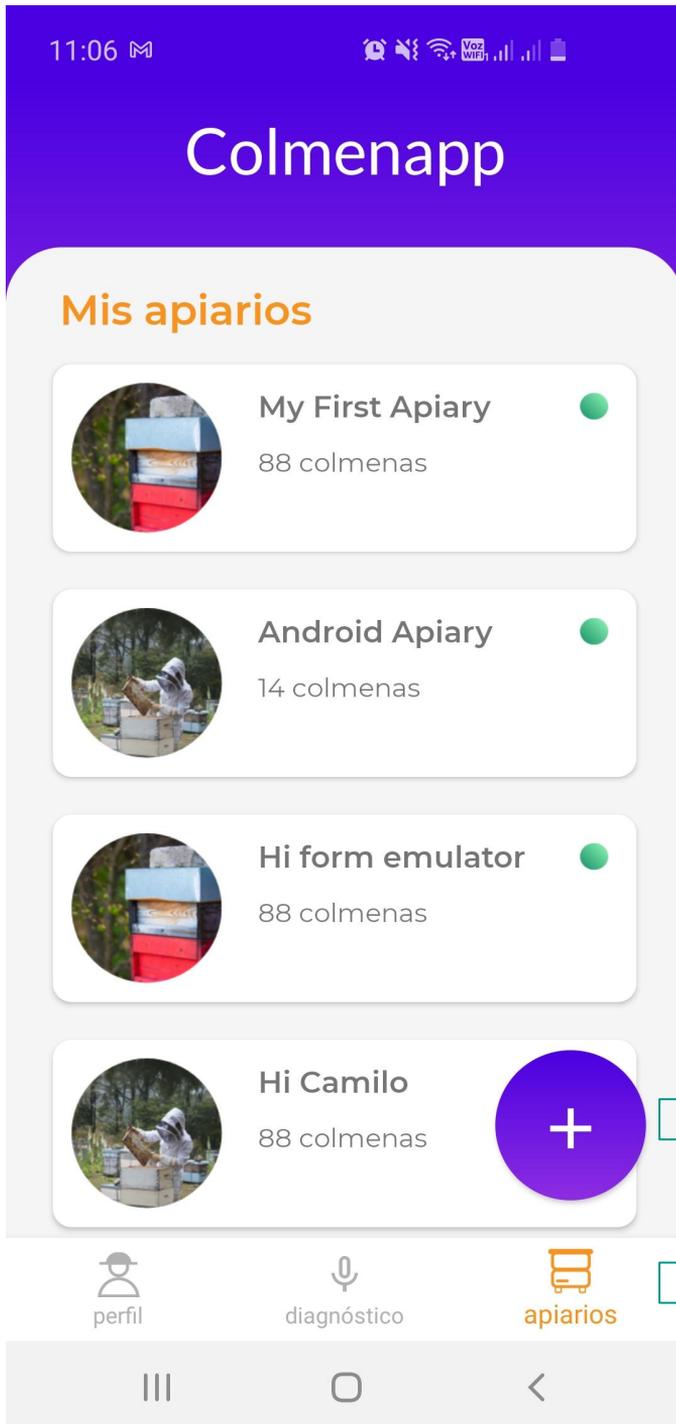
Diseño interacción

- Diseñar para que los errores sean evitables.
- Visibilidad del estado actual de la aplicación.
- Reflejar el mundo real en la aplicación, siguiendo convenciones y lenguaje de los apicultores.
- Concordancia en el diseño, respetar patrones definidos en la paleta de colores, por ejemplo botones.

Mencionar que también se han aplicado algunos de los principios de material design, guía que propone google para el desarrollo de aplicaciones en Android. Estos principios buscan que los componentes visuales de las aplicaciones reflejan el mundo físico, haciendo uso de texturas, sombras, luces y contrastes. Dando guías para la organización de las pantallas, menús, botones, etc.

Además, se implementó una navegación del tipo *bottom*, la cual destaca tres ventanas principales, a las cuales se puede acceder en cualquier momento dada su gran relevancia.

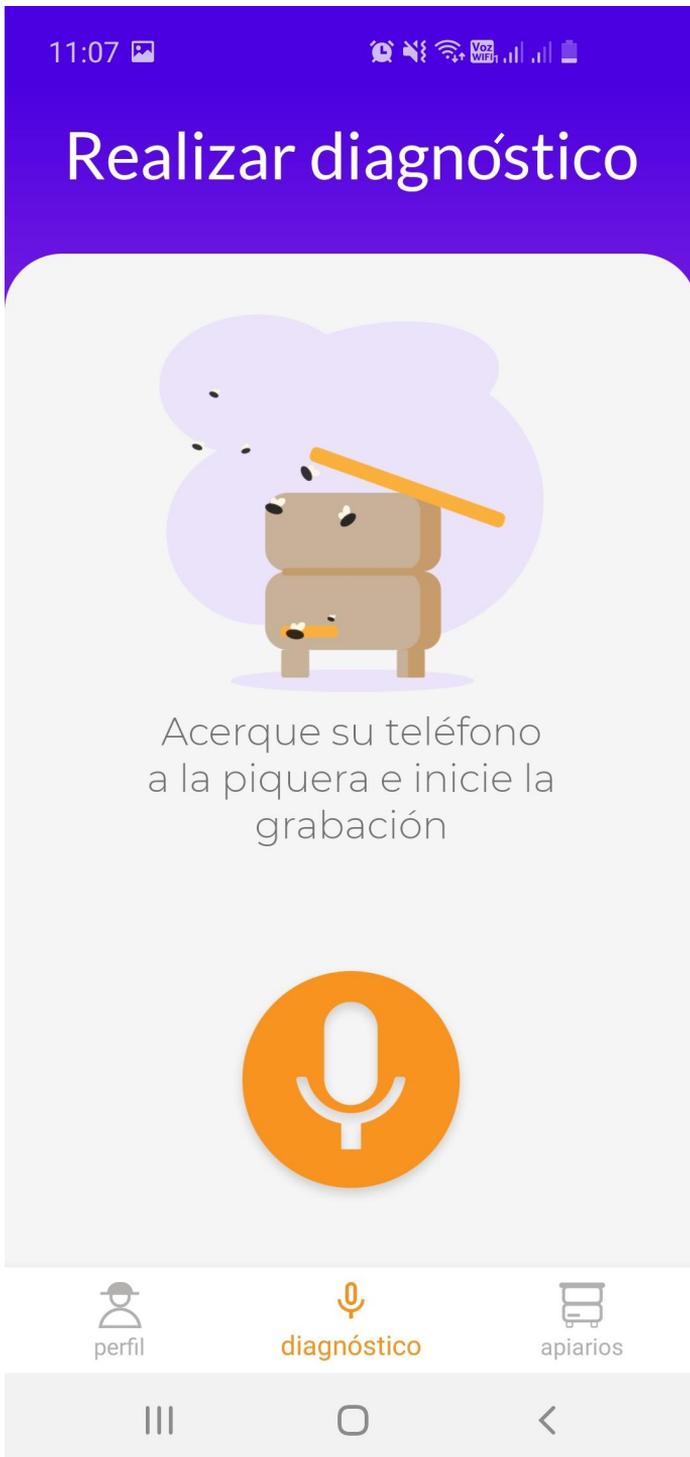
Diseño interacción



Acciones

Navegación
bottom

Diseño interacción



Contexto



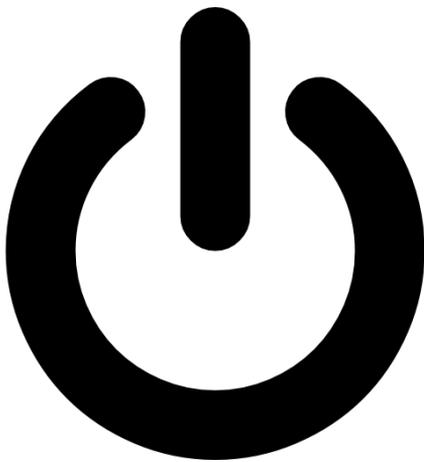
Acción



Visibilidad de estado

Branding de la empresa

Para comenzar con el branding primero nos enfocamos en las características que queremos presentar como empresa. Como somos una empresa tecnológica con un enfoque en el desarrollo sustentable decidimos simbolizar un botón “de encendido” en conjunto con una hoja, tal como se presentan a continuación.



POWER BUTTON



LOGO ROOTVALLEY

Branding de la empresa

Para presentar a la empresa optamos por una fuente que sea adaptable pero sólida, sin líneas extra, y para generar el logotipo de la empresa, las asociamos de la siguiente manera.



Branding de la aplicación

Por otra parte, nuestra idea es presentar a los apicultores con un símbolo de la aplicación que sea fácilmente reconocible, pero familiar y a la vez moderno. Es por esto que se optó por dos hexágonos superpuestos, mezclando familiaridad y modernidad, presentados con un gradiente diagonal de los colores asociados a la miel.



Branding de la aplicación

Finalmente, queremos mostrar la aplicación con una fuente que sea familiar, sólida y con personalidad, tal como la presenta la siguiente figura.

Cabe destacar que todos los logotipos, colores y fuentes asociados están sujetos a cambios futuros.



COLMENAPP



ROOTVALLEY SpA.

ANEXO N°13: DESARROLLO APLICACIÓN MÓVIL



Rootvalley SpA.

Noviembre 2020, Santiago de Chile

Desarrollo de la aplicación

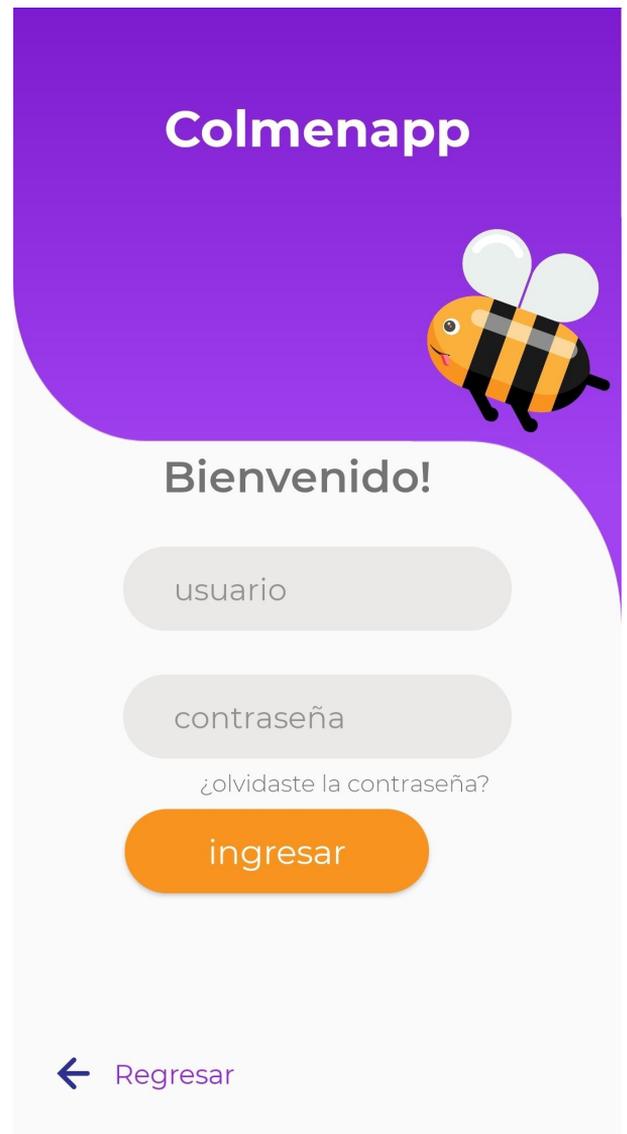
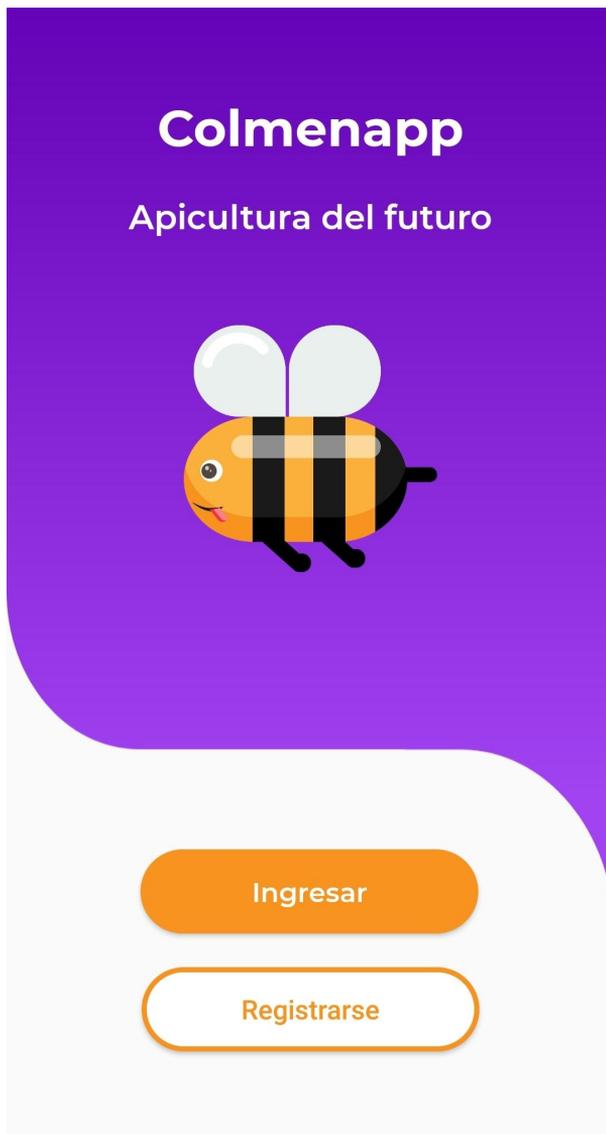
Como ya se ha mencionado anteriormente, el desarrollo de la aplicación se está realizando para el sistema operativo Android, para lo cual se está utilizando el IDE Android Studio con el fin de generar una aplicación nativa. Actualmente el primer prototipo ya presenta las vistas principales de la aplicación, las cuales son totalmente funcionales , y operan comunicándose con los servicios desarrollados en AWS.

A continuación se presentan las vistas de la aplicación, referentes a las principales funcionalidades, las cuales contemplan:

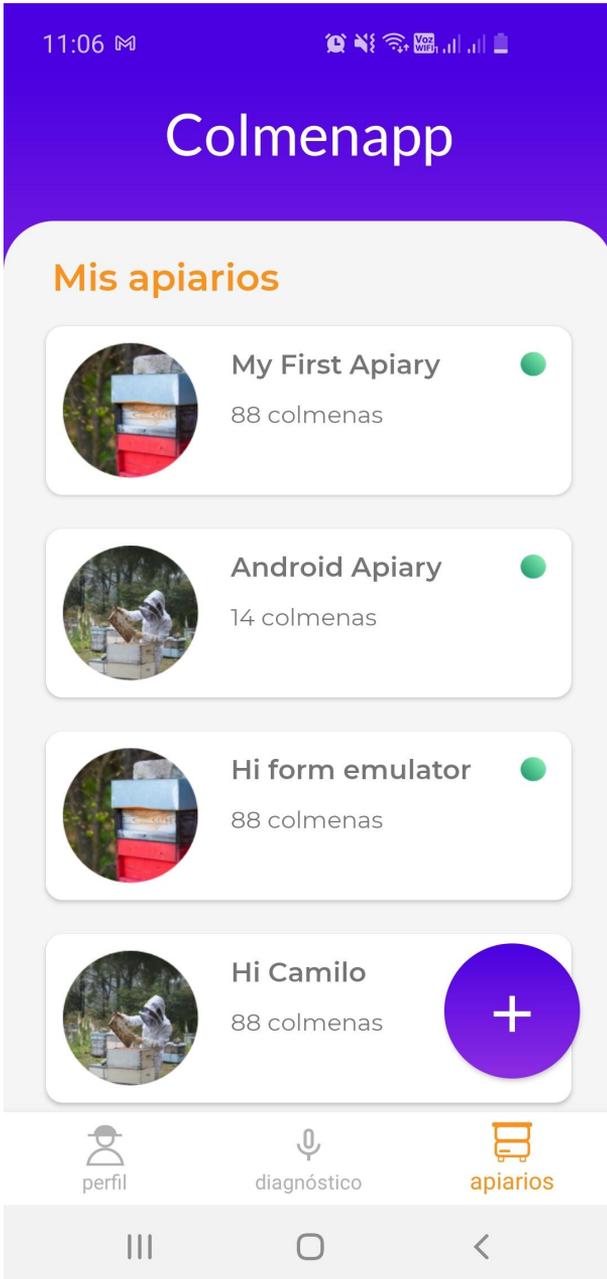
- Inicio de sesión.
- Listar apiarios desde el servicio en AWS.
- Agregar apiarios en el servicio en AWS.
- Listar colmenas pertenecientes a un apiario.
- Agregar colmenas.
- Realización de diagnósticos a través del micrófono del smartphone.
- Realizar diagnósticos manuales.

Servicio 1: Inicio de sesión

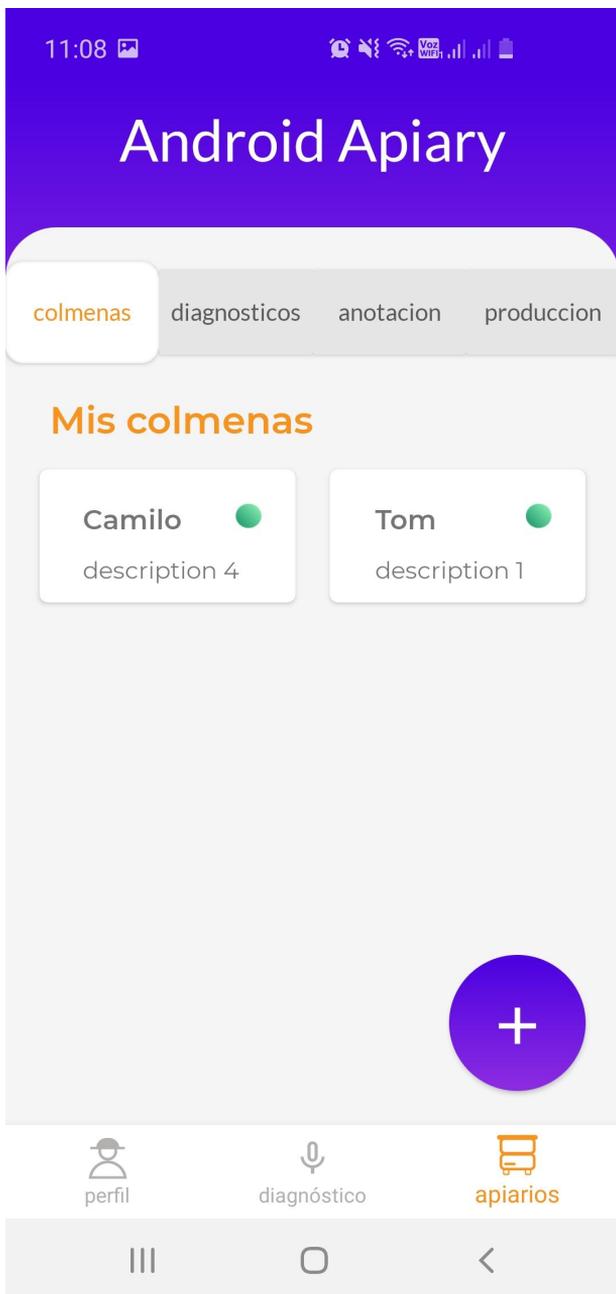
Pantallas de inicio de la aplicación.



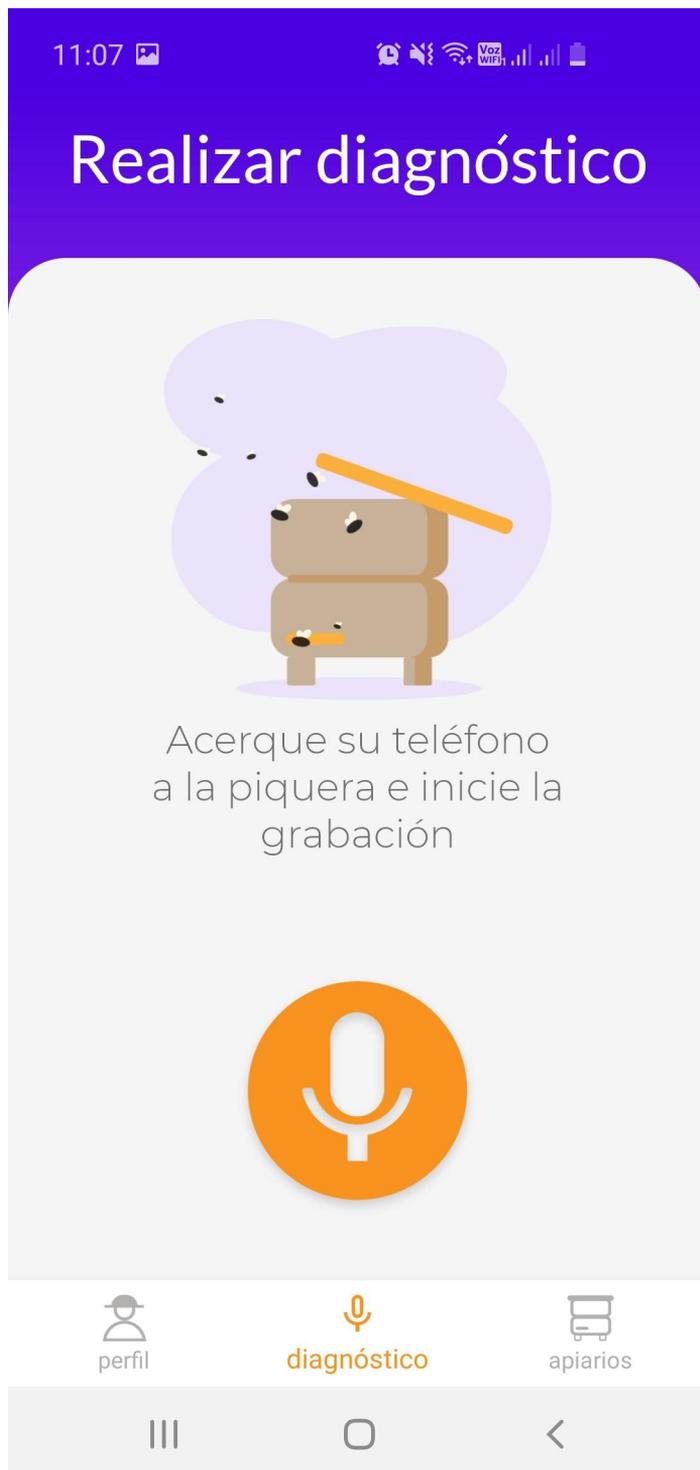
Servicio 2: Listado y creación de apiarios



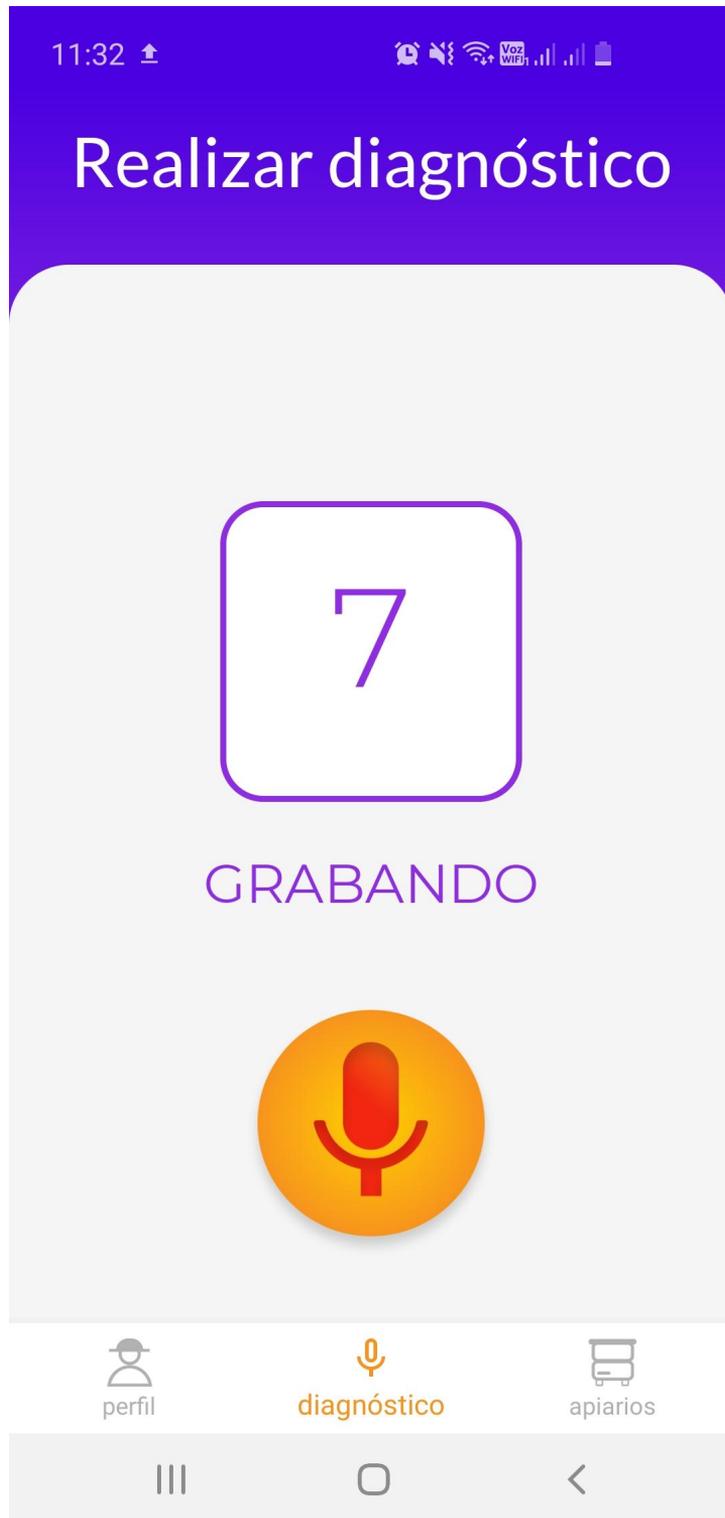
Servicio 3: Listado y creación de colmenas



Servicio 4: Diagnóstico



Servicio 4: Diagnóstico





ROOTVALLEY SpA.