



*Non bates BOP
TGH
FIC - Nacional*

OFICINA DE PARTES 1 FIA RECEPCIONADO	
Fecha	16 JUN 2015
Hora	10:35
Nº Ingreso	21807

CONCURSO NACIONAL
ESTUDIOS Y PROYECTOS DE INNOVACIÓN AGRARIA 2014-2015

PLAN OPERATIVO

Nombre iniciativa:	Estudio de bioconversión de insectos para evaluar la factibilidad técnica y económica de obtención de bioproductos para la industria agropecuaria y alimentaria.
Ejecutor:	Universidad Católica de Temuco
Código:	EST-2015-0179
Fecha:	01.06.2015



Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	2
I. Plan de trabajo.....	3
1. Configuración técnica del proyecto	3
2. Costos totales consolidados	23
3. Anexos	25
II. Detalle administrativo (Completado por FIA).....	32



I. Plan de trabajo

1. Configuración técnica del proyecto

1.1. Objetivos del proyecto

1.1.1. Objetivo general¹

Desarrollar un estudio de bioconversión de insectos para evaluar su factibilidad técnica y económica para la obtención de bioproductos a base de insectos para la industria agropecuaria y alimentaria.

1.1.2. Objetivos específicos²

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Identificar y definir las especificaciones técnicas de la producción y crianza de insectos como materia prima para obtención de bioproductos.
2	Identificar y caracterizar la composición química y bromatológica de distintas especies de insectos.
3	Definir los estándares técnicos para elaborar, procesar y almacenar productos para consumo humano y/o animal a base de insectos.
4	Desarrollar un estudio de mercado para la comercialización de insectos para uso alimentario en los mercados identificados.

¹ El objetivo general debe dar respuesta a lo que se quiere lograr con el proyecto. Se expresa con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

² Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general del proyecto. Cada objetivo específico debe conducir a uno o varios resultados. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

1.2. Resultados esperados e indicadores: Indique los resultados esperados y sus indicadores para cada objetivo específico de acuerdo a la siguiente tabla.

N° OE	N° RE	Resultado Esperado ³ (RE)	Indicador de Resultados (IR) ⁴				
			Nombre del indicador ⁵	Fórmula de cálculo ⁶	Línea base del indicador ⁷ (situación actual)	Meta del indicador ⁸ (situación final)	Fecha alcance meta ⁹
1 y 2	1	Se dispone de información relevante que permite seleccionar insectos aptos para la crianza a una escala piloto comercial.	Insectos identificados y caracterizados en ciclo de vida, crianza y composición química.	N° de insectos identificados y caracterizados	3	7	Agosto 2015
2	2	Se cuenta con información relevante que permite seleccionar las especies de insectos y estadios de desarrollo más adecuados para la obtención de productos y/o bioproductos.	Insectos con análisis bromatológico (huevo, larva, pupa, adulto según corresponda)	N° de insectos caracterizados bromatológicamente	3	7	Noviembre 2015

³ Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta.

⁴ Los indicadores son una medida de control y demuestran que efectivamente se obtuvieron los resultados. Pueden ser tangibles o intangibles. Siempre deben ser: cuantificables, verificables, relevantes, concretos y asociados a un plazo.

⁵ Indicar el nombre del indicador en forma sintética.

⁶ Expresar el indicador con una fórmula matemática.

⁷ Completar con el valor que tiene el indicador al inicio de la propuesta.

⁸ Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar en la propuesta.

⁹ Indicar la fecha en la cual se alcanzará la meta del indicador de resultado.

N° OE	N° RE	Resultado Esperado ³ (RE)	Indicador de Resultados (IR) ⁴				
			Nombre del indicador ⁵	Fórmula de cálculo ⁶	Línea base del indicador ⁷ (situación actual)	Meta del indicador ⁸ (situación final)	Fecha alcance meta ⁹
3	3	Se demuestra la factibilidad de elaborar un producto(s) y/o subproducto(s) alimenticio(s) para consumo humano y/o animal a base de insectos según estándares técnicos.	Estandarización de los producto(s) o subproducto(s) alimenticio(s) a base insecto.	N° de producto(s) o subproducto(s) alimenticio(s) a base de insectos elaborado(s).	0	1 producto y 1 subproducto	Febrero 2016
3	4	Se demuestra que los producto(s) y/o subproducto(s) elaborados son aptos para el consumo humano y/o animal.	Análisis bromatológico de los productos y/o subproducto(s) (fibra cruda, proteínas, extracto etéreo, cenizas, extracto no nitrogenado, contenido de materia seca, determinación de fósforos)	N° de productos y/o subproducto(s) analizados bromatológicamente.	0	1 producto y 1 subproducto	Abril 2016
3	5	Se conoce la estabilidad y vida media de los producto(s) y/o subproducto(s) obtenido(s), así como las condiciones adecuadas de almacenamiento.	Análisis de micronutrientes, estabilidad, vida media de materias grasas y definición de duración de tipo de almacenamiento mas adecuado de los producto(s) y/o subproducto(s) obtenido(s).	N° de productos y/o subproducto(s) analizado(s) micronutricionalmente y forma de almacenamiento	0	1 producto y 1 subproducto	Abril 2016

N° OE	N° RE	Resultado Esperado ³ (RE)	Indicador de Resultados (IR) ⁴				
			Nombre del indicador ⁵	Fórmula de cálculo ⁶	Línea base del indicador ⁷ (situación actual)	Meta del indicador ⁸ (situación final)	Fecha alcance meta ⁹
1	6	Se conocen las especificaciones técnicas de crianza de insectos y los procesos para obtención de producto(s) y/o subproducto(s).	Fichas técnicas de crianza insectos.	N° fichas de crianza de insectos	0	7	Diciembre 2015
			Fichas técnicas para obtener producto(s) y/o subproducto(s) en base a insectos de crianza.	N° de fichas técnicas de los procesos de obtención de producto(s) y/o subproducto(s) a partir de insectos de crianza	0	7	Abril 2016
4	7	Los clientes interesados en la compra de insectos o productos a base insectos se encuentran identificados	Cientes estimados y caracterizados	N° clientes identificados y caracterizados	0	72 apicultores y 11 empresas	Febrero 2016
4	8	Los mercados metas para comercialización de productos y/o subproductos a base insectos se encuentran identificados	Análisis Estudio de mercados metas para comercialización de productos y/o subproductos a base insectos	N° mercados analizados	0	50 potenciales mercados	Febrero 2016
4	9	Se conoce la percepción de los potenciales consumidores de productos o subproductos a base de insectos	Encuesta de percepción a potenciales consumidores de productos o subproductos a base de insectos	N° consumidores encuestados	0	73 potenciales consumidores	Febrero 2016
4	10	Se conoce la percepción de los potenciales productores de insecto como forma alternativa de negocio	Encuesta de percepción a potenciales productores de insecto como forma alternativa de negocio	N° productores encuestados	0	85 productores encuestados	Febrero 2016

1.3. Indicar los hitos críticos para el proyecto.

Hitos críticos ¹⁰	Resultado Esperado ¹¹ (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
1. Identificación de insectos de la zona sur de Chile con potencial para uso u obtención de un producto y/o su subproducto para la industria alimentaria humana y/o animal.	1, 2, 3	Agosto 2015
2. Insectos identificados, y seleccionados..	2, 3	Agosto 2015
3. Instrumento de aplicación encuesta de percepción definida y lista para su ejecución por parte de asesora de mercado.	10	Noviembre 2015
4. Obtención de muestras para análisis bromatológico en laboratorios de la Universidad.	2, 3	Enero 2016
5. Preparación de producto(s) y/o mezclas para obtención de producto(s) y/o subproducto(s) a base de insectos.	3, 4, 5	Enero 2016
6. Identificados insectos, se conoce su ciclo de vida y las muestras son analizadas en laboratorio.	4, 5	Enero 2016
7. Estudio exploratorio de comercio.	8, 9	Enero 2016

¹⁰ Un hito representa haber conseguido un logro importante en la propuesta, por lo que deben estar asociados a los resultados de éste. El hecho de que el hito suceda, permite que otras tareas puedan llevarse a cabo.

¹¹ Un hito puede estar asociado a uno o más resultados esperados y/o a resultados intermedios.

- 1.4. Método: identificar y describir los procedimientos que se van a utilizar para alcanzar cada uno de los objetivos específicos del proyecto. (Incluir al final, las actividades de difusión y transferencia de los resultados del proyecto) (máximo 8.000 caracteres para cada uno).

Método objetivo 1: Identificar y definir las especificaciones técnicas de la producción y crianza de insectos como materia prima para obtención de bioproductos.

Este objetivo implica estudiar y validar la producción masiva de insectos incursionando en la búsqueda y validación de técnicas de crianza adaptadas a los insectos con potencial destino consumo humano, animal y/o bioconversión por lo cual se pretende estudiar parámetros básicos como: sustrato de desarrollo, condiciones ambientales de crianza, tiempo de desarrollo y costos.

-Sustrato de desarrollo: Cada especie de insecto tiene sus propios requerimientos alimenticios y esto lleva a definir si es posible hacer crianzas en medios artificiales (dietas) o utilizar su sustrato natural (planta, granos, harina etc). Para este estudio se considerarán diferentes especies de insectos y por lo tanto diferentes sustratos. Los insectos considerados a estudiar son:

- Galleria mellonella*
- Acantoscélides obtectus*
- Bruchus pisorum*
- Ephestia kuehniella*
- Sitotroga cerealella*
- Hylamorpha elegans*
- Chilecomadia valdiviana*

La dieta en la cual serán mantenidos, se detalla en el siguiente cuadro.

Insectos mantenidos en distintos sustratos alimenticios.

Insecto	Tipo Alimento	Estadio de análisis nutricional	Origen de las especies
<i>Galleria mellonella</i>	Dieta basada en cereales y miel	Huevo, larva estadio 3 y 4, pupa y adulto.	Pie de cría de laboratorio Biobichos.
- <i>Acantoscélides obtectus</i>	Frejol	Huevo, pupa en el frejol y adultos.	Pie de cría de laboratorio Biobichos.
- <i>Bruchus pisorum</i>	Arveja verde	Pupa en grano y adultos.	Colecta de campo y de lugares de almacenaje de granos.
- <i>Ephestia kuehniella</i>	Harina de trigo	Huevos, larvas y adultos.	Pie de cría de laboratorio Biobichos.
- <i>Sitotroga cerealella</i>	Trigo	Huevos, larvas en grano y adultos.	Pie de cría de laboratorio Biobichos.
- <i>Hylamorpha elegans</i>	Raíces de gramíneas	Larvas.	Colecta de campo
- <i>Chilecomadia valdiviana</i>	Tebo	Larvas.	Colecta de campo

Para el traslado de insectos se utilizarán cajas plásticas mantenidas en frío. En el caso de insectos del suelo estos se transportarán con su sustrato de origen. Una vez establecido el sistema de crianza, se calculará la tasa de conversión para cada insecto con respecto a su dieta siguiendo la metodología de Singh, (1976).

Insecto	Estadio de análisis nutricional	Cantidad de material biológico por cada estadio (gr)	
<i>Galleria mellonella</i>	Huevo, larva estadio 3 y 4, pupa y adulto.	Huevos	50
		Larvas estadio 3	500
		Larvas estadio 4	500
		Pupas	500
		Adultos	500
- <i>Acantoscélides obtectus</i>	Huevo, pupa en el frejol y adultos.	Huevos	50
		Pupas	1000
		Adultos	500
- <i>Bruchus pisorum</i>	Pupa en grano y adultos.	Pupas	1000
		Adultos	500
- <i>Ephestia kuehniella</i>	Huevos, larvas y adultos.	Huevos	50
		Larvas	500
		Adultos	500
- <i>Sitotroga cerealella</i>	Huevos, larvas en grano y adultos.	Huevos	50
		Larvas	500
		Adultos	500
- <i>Hylamorpha elegans</i>	Larvas.	Larvas	500
- <i>Chilecomadia valdiviana</i>	Larvas.	Larvas	500

-Condiciones ambientales: Las crías de insectos en laboratorio requieren de condiciones específicas de fotoperiodo, temperatura y humedad relativa y que son diferentes para que cada especie. El fotoperiodo, se determinará mediante reloj control fijando un fotoperiodo equivalente al verano 12:12; L:N con 4 tubos fluorescentes luz día; la temperatura se mantendrá con equipos de aire acondicionado a 24 °C durante todo el año y la humedad será de 60 % HR, mantenido con equipos de humidificación medido con higrómetro a pilas. No se requiere medición de consumo de oxígeno ya que los insectos se mantienen en envases con aberturas de malla para la disponibilidad de aire, por lo que no es un factor limitante.

Considerando el periodo de ejecución del estudio (1 año), en esta etapa solo se abocará a establecer sistemas de crías y evaluar los parámetros de desarrollo en la producción de cada especie de insectos. No habrá ensayos, solo se considerará la obtención de insectos y su crianza para estudiar las características químicas de cada uno de ellos y determinar las especies con mayores propiedades nutricionales. La etapa de investigación para optimización de los métodos de crianza se hará en una segunda etapa a través de un proyecto de investigación. Entre los insectos considerados en este estudio no hay comportamientos de canibalismo a excepción de *Ephestia* que podría consumir huevos hermanos, sin embargo como se siembran en la dieta directamente, esto no ocurre.

Insecto	envase	Densidad insectos /envase
<i>Galleria mellonella</i>	60 bandejas de plástico de 25x30cm.	500 larvas /envase. Se utilizarán 20 bandejas para obtención de huevos, 20 para obtención de larvas y 20 para adultos.
- <i>Acantoscélides obtectus</i>	55 Frascos conservadores de 1 litro.	3.000 por frasco: 15 frascos para la obtención de pupas, 20 frascos para adultos y 20 para oviposición.
- <i>Bruchus pisorum</i>	Colecta de campo en 50 envases	En el caso de las pupas la

	de plástico de 1 L. Adultos serán colectados con red entomológica.	densidad será de 1 pupa por grano.
- <i>Ephestia kuehniella</i>	60 Bandejas de aluminio de 5x20x30 cm	7.50 larvas / envase. Se utilizarán 20 bandejas para obtención de huevos, 20 para obtención de larvas y 20 para adultos.
- <i>Sitotroga cerealella</i>	28 cajas embudo de 2x1x1 m y 84 cilindros de ovipostura de 40 cm de largo por 30 cm de diámetro.	50 millones de huevos por envase/mes. 40.000 larvas por kilo de trigo.
- <i>Hylamorphia elegans</i>	Colecta de campo. Las larvas se colectarán y mantendrán en bandejas con tapas. Se utilizarán 50 bandejas con tapa.	Se colectarán larvas en estadio 3 y se mantendrán 30 larvas por caja con raíces de trigo.
- <i>Chilecomadia valdiviana</i>	Colecta de campo(. Se colectarán y mantendrán en 20 envases con tapa.	Se mantendrán larvas de estadio 4 a una densidad de 50 larvas por envase.

-Tiempo de desarrollo para cada especie de insecto: Cada especie de insecto posee un periodo de desarrollo distinto y que puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales, particularmente, la temperatura. Algunas de estas especies poseen un ciclo anual (univoltina) tal es el caso de *Chilecomadia valdiviana*, *Bruchus pisorum*, *Hylamorphia elegans*, o varios ciclos (multivoltina) *Galleria mellonella*, *Ephestia kuehniella*, *Sitotroga cerealella* y *Acanthoscelides obtectus*. Estos parámetros (periodo de desarrollo y ciclo de vida) serán considerados y medidos para su crianza en laboratorio.

-Costos: Los costos son de gran importancia en la definición de la masificación de un insecto ya que algunas especies necesitan de sustratos naturales como el caso de bruco de la arveja y la polilla del trigo. Otros en tanto se pueden criar con dietas artificiales como es el caso de la polilla de la cera. En todos los casos se debe considerar costos fijos para mantención de condiciones ambientales.

La crianza comercial de cualquiera de estos insectos podría requerir más mano de obra y/u otros materiales e insumos, es por ello que en el desarrollo del estudio se realizará un estudio de costos que determinará aquellos que son más relevante y críticos para la viabilidad económica del cultivo, (entre ellos los RRHH, el consumo eléctrico, de energía (calefacción), alimentación, así como la inversión requerida en infraestructura, los costos variables y costos fijos). Estos antecedentes de producción y crianzas se considerarán en el estudio de las especies seleccionadas para realizar posteriormente una proyección escala de laboratorio a una unidad productiva que sea suficiente como para hacerla viable económicamente.

Dependiendo de cada especie el o los estadios serán determinados por la mayor disponibilidad de biomasa así en:

- *Galleria mellonella*: Se dispondrá de una crianza en laboratorio (pie de cría de Biobichos) de *G. mellonella* a partir de la cual periódicamente se colectará una muestra de 500 gr. de larvas y adultos además de 50 gr. de huevos para realizar los análisis requeridos.

- *Acanthoscelides obtectus*: Se realizará una crianza en laboratorio (pie de cría de Biobichos) de bruco del frejol desde la que se seleccionará una muestra de un kilo de granos infestados, granos que presenten la ventana de emergencia formada en la testa de la semilla. Estos granos serán

molidos para obtener una harina de porotos con larva-pupas de bruco, y que será analizada en su contenido nutricional comparado con harina de la misma variedad de poroto sin bruco. Además se evaluará el valor nutricional de 50 gr de huevos y de 500 gr de adultos.

- *Bruchus pisorum*: Dado que el bruco de la arveja se desarrolla en granos inmaduros de arveja, para los análisis se cosecharán arvejas obtenidas de campo infestadas naturalmente con bruco en las regiones del Bio Bio y La Araucanía. Luego de separar el grano de la vaina se seleccionarán aquellos granos que presenten la ventana de emergencia formada en la testa de la semilla. Se analizará también el valor nutritivo de huevos y adultos.

- *Ephestia kuehniella*: Desde la crianza de polilla de la harina en laboratorio (pie de cría de Biobichos) se seleccionarán 500 gr de larvas en su último estadio, para lo cual la harina proveniente de la crianza será tamizada con un harnero de 10 mesh. Se analizará también el valor nutritivo de huevos y adultos.

- *Sitotroga cerealella*: La crianza en laboratorio (pie de cría de Biobichos) de *Sitotroga* se realizará en granos de trigo entero. Dado que todo el desarrollo larval se realiza dentro de los granos, para los análisis se utilizarán granos infestados molidos de trigo. Por otra parte, también se evaluará el contenido nutricional de huevos de la polilla los que serán obtenidos desde unidades de ovipostura y adultos.

- *Hylamorpha elegans*: Para la obtención de larvas de *H. elegans* se realizarán colectas en otoño en la provincia de Los Ángeles, en suelos con infestaciones conocidas de larvas de pololo verde. 500 gr de estas larvas serán enviadas al laboratorio para su análisis.

- *Chilecomadia valdiviana*. Se utilizará larvas de gusano del Tebo obtenidas desde árboles infestados provenientes de la región de O'Higgins. 500 gr de larvas se enviarán al laboratorio para el análisis de su composición nutricional. Los gusanos se mantienen en aserrín y en refrigerador por más de un mes.

Método objetivo 2: Identificar y caracterizar la composición química y bromatológica de distintas especies de insectos.

Inicialmente se realizarán pruebas bromatológicas a las especies seleccionadas en sus diferentes estadios que sean de importancia para el estudio.

Análisis bromatológico del insecto

Los análisis bromatológicos serán llevados a cabo en los laboratorios de la Escuela de Agronomía de la Universidad Católica de Temuco.

Todos los análisis se realizarán por triplicado utilizando el método de AOAC (1998). La caracterización bromatológica se realizará en todos los estadios de desarrollo del insecto (huevo, larva, pupa y adulto) para determinar cuál estado es el más nutritivo.

El cálculo para secar las muestras para hacer la harina a base de insecto será en secado el cual se realizará en estufa con aire forzado a 60°C por 24 Hrs.

$$\% \text{ larvas secas} = (\text{g larva seca} / \text{g larva húmeda}) * 100$$

Determinación de humedad

Se seguirá la metodología de la AOAC (AOAC, 1998) para la determinación de humedad en las muestras de insectos.

Se tomarán aproximadamente 1,0000 g. de insectos pesados en balanza analítica para cada muestra. Éstos se secarán en crisoles de porcelana previamente tarados, utilizando una estufa de secado a una temperatura de 103 +/-2°C hasta peso constante, durante 8 a 24 hrs.

Determinación de proteína cruda (PC)

Se determinará en muestras de insectos mediante la determinación del nitrógeno orgánico, el método se basa en la destrucción de la materia orgánica hasta disolución y oxidación de la misma. La destrucción se realiza con ácido sulfúrico concentrado a ebullición, con la adición de un catalizador. Se forma sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoniaco el que se destila recibiendo en ácido bórico. El borato de amonio se valora con ácido sulfúrico.

Para llevar a cabo este análisis, se utilizará 0,5 g de muestra sobre un papel tissue, en seguida se introducirá la muestra a un tubo digestor (modelo DK 20), al que se le agregará 10 mL de H₂SO₄ más catalizador y será sometido a digestión durante 70 min a 400°C, donde la muestra se digiere y eliminará toda la materia orgánica. Se dejará enfriar la solución y se destilará en un destilador de proteína (modelo UDK 127; Marca Velp Scientifica) durante 4 min, el destilado se recoge en matraz de 500 mL, al cual se le agregaran 100 mL de ácido bórico y tres gotas de indicador tashiro (rojo de metilo azul de metileno), y el destilado se titula para evaluar el valor de gasto del volumen de la solución sulfúrica. Se considerará la siguiente ecuación para el cálculo de resultados:

$$\% \text{proteína} = \frac{(1,4 \times N \times V) \times \text{factor de proteínas}}{m}$$

Dónde:

N: normalidad del ácido sulfúrico.

V: volumen gastado de ácido sulfúrico en la titulación.

m: masa de la muestra

Factor de proteínas según tipo de muestra:

6,25: carne, pescado huevo, leguminosas y proteínas en general.

Determinación extracto etéreo (EE)

Se determinará utilizando el método Soxhlet, evaluando el contenido de grasas y aceites de la muestra, usando como solvente éter de petróleo.

Se pesará 1 g de muestra sobre un papel filtro, se envolverá y se llevará a una estufa de secado (marca Mermmet) a 105°C durante 8 horas, luego se sacará y dejará enfriar en un desecador durante 15 min para luego ser sometido a un extractor de grasa goldfish (modelo 600lf, Labconco), al cual se le agregará la muestra a un tubo goldfish con éter de petróleo y se dejará en el extractor junto a un vaso precipitado donde se irá depositando la grasa, esto se realizará por un periodo de 4 a 5 h. El resultado se determinará a través de la siguiente ecuación:

$$EE (\%) = 100 \times ((B - A)/C)$$

Donde:

A = peso del matraz limpio y seco (g)

B = peso del matraz con grasa (g)

C = peso de la muestra (g)

Determinación cenizas totales (CT)

Este análisis se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación (Cañas, 1998). Se considera como el contenido de minerales totales o material

inorgánico en la muestra (Nollet, 1996; AOAC, 1998).

La muestra será sometida a un proceso de incineración en un horno mufla (Modelo 62700 Furnace, Marca Thermolyne) a 550°C durante 8 h, posteriormente se sacará la muestra y se dejará enfriar en el desecador. Los resultados se determinarán a través a la siguiente ecuación:

$$CT (\%) = 100x ((A - B)/C)$$

Donde:

A = peso del crisol con ceniza (g)

B = peso del crisol (g)

C = peso de la muestra (g)

Los resultados totales, se expresan en porcentajes de cenizas en base seca.

Determinación fibra cruda (FC)

Este método, permite determinar el contenido de fibra en la muestra después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y finalmente calcinado el residuo.

Se pesarán los gramos de la muestra desengrasada que fue sometida al extractor de grasas goldfisch, y se dejará enfriar en un crisol gooch para ser introducida al extractor de fibra (Marca Velp Científica), se le adicionará 150 mL de la solución de ácido sulfúrico, 5 gotas de alcohol etílico y se dejará hervir por 30 min, después de realizado esto se filtrará la muestra dos veces con agua destilada hervida, posteriormente se realizará el mismo proceso pero con 150 mL de solución de NaOH y se dejará hervir durante 30 min más, luego de esto se filtrará 3 veces la muestra con agua destilada hervida, una vez con agua destilada helada y una vez con alcohol etílico. Luego de finalizado el proceso, se sacará la muestra y se llevará a una estufa a 105°C hasta peso constante aprox 8-12 h, se dejará enfriar en el desecador y se pesará, después se llevará a un horno mufla (Modelo 62700 furnace, Marca Thermolyne) a 550°C, por 8hrs se dejará en un desecador y se pesará. Los resultados se determinarán a través de la siguiente ecuación:

$$FC (\%) = 100x ((A - B)/C)$$

Dónde:

A = peso del crisol con el residuo seco (g)

B = peso del crisol con la ceniza (g)

C = peso de la muestra (g)

Determinación materia seca (MS)

Es la fracción de la muestra que queda después que el agua ha sido eliminada y se expresa en porcentajes. Se determinará según el método para análisis proximal Weende descrito por Cañas (1998). Se pesará 1 g de la muestra y se llevará a estufa a 105°C durante 8-24hr. hasta peso constante. Los resultados se determinarán a través de la siguiente ecuación:

$$MS (\%) = ((g) \text{ muestra seca a } 105^\circ C - \text{peso crisol (g)}) / ((g) \text{ muestra húmeda}) \times 100$$

Determinación del contenido de materia seca total

El contenido de materia seca total de la muestra, se determinará mediante la siguiente ecuación descrita por Cañas (1998):

$$MS \text{ total } (\%) = (\% \text{ MS a } 60^\circ C \times (\% \text{ MS a } 105^\circ C)) / 100$$

Método objetivo 3: Definir los estándares técnicos para elaborar, procesar y almacenar productos para consumo humano y/o animal a base de insectos.

Se realizarán evaluaciones organolépticas, vida útil, bromatológica de los productos de los tipos de derivados o bioproductos que se logren producir.

Antes de la realización de pruebas organolépticas de los productos obtenidos (harinas) a través de insectos se enviarán a análisis al INTA para el recuento de aerobios mesófilos más algunos patógenos alimentarios.

Los parámetros que se va a medir para ver vida útil de la harina.

- Identificar para el alimento cual puede ser la posible principal causa de deterioro.
- Olor atípico.
- Pardeamiento
- Cambio en la textura
- Apariencia.

Los controles simultáneos de calidad microbiológica fisicoquímica y sensorial serán:

- Actividad del agua AW.
- % de humedad absorbida en el tiempo.
- pH.
- % rancidez.
- Pérdida de proteínas.
- Presencia de microorganismos (hongos, bacterias, levaduras).

Los parámetros de calidad que se le va a medir a la harina serán realizado en parte en los laboratorios de la Universidad Católica de Temuco y los que no se puedan realizar serán enviado a un tercero. Los parámetros a medir son:

- Contenido de humedad en estufa de aire forzado.
- Contenido de proteínas.
- Contenido de grasas totales.
- Perfil de ácidos grasos (solicitud análisis a externos).
- Contenido de fibra cruda.
- Contenido de cenizas.
- Minerales P.
- Minerales (macro y microminerales ej. Ca, Mg, K, Na, Zn, Se) (solicitud análisis a externos).

Evaluación de condiciones de almacenamiento y envasado:

La evaluación de la estabilidad del producto empacado al vacío en bolsas aluminada de polietileno y envasada en potes de plástico se realizará a temperatura ambiente ($18 \pm 2^\circ\text{C}$ y 70 % humedad relativa) Al inicio del ensayo se analizará la composición nutricional para conocer el perfil nutritivo de la harina luego se almacenará por un periodo de tres meses, analizando cada 15 días el contenido de humedad, pH en el laboratorio de bromatología de la Universidad Católica de Temuco, el contenido de rancidez, análisis microbiológico, actividad del agua, color perfil de ácidos grasos de la muestra recién envasada y luego de los tres meses se solicitará a un laboratorio externo.

Posteriormente las evaluaciones organolépticas se realizarán a través de:

Análisis sensorial con un panel no entrenado

Para la evaluación sensorial en personas, se realizará un cuestionario estructurado sobre un total de 20 personas voluntarias con edades de entre 15 a 40 años en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Católica de Temuco.

Tratamientos

Para esto se elaborarán distintas presentaciones caseras a base de harina de insectos que constituirán los tratamientos. Éstos estarán conformados por dos grupos de preparaciones: galletas y queques, los cuales serán elaborados con los mismos ingredientes cambiando sólo las proporciones de harinas.

Los tratamientos a evaluar serán los siguientes:

Preparación de galletas

Tratamiento galletas 0 (T0): Testigo, utilización 100% de harina de trigo.

Tratamiento galletas 1 (T1): utilización de 50% harina de insectos y 50% de harina de trigo.

Tratamiento galletas 2 (T2): utilización de 100% harina de insectos.

Preparación de queque

Tratamiento queques 0 (T0): Testigo, utilización 100% de harina de trigo.

Tratamiento queques 1 (T1): utilización de 50% harina de insectos y 50% de harina de trigo.

Tratamiento queques 2 (T2): utilización de 100% harina de insectos.

Posteriormente, se realizarán pruebas de mercado (dirigida a adolescentes y adultos) que consistirán en una degustación de los productos para evaluar el grado de aceptación de las galletas y queques. Para esto se realizará una prueba experimental simple a nivel de laboratorio que consistirá en presentar las 3 muestras de galletas y 3 muestras de queques en forma simultánea y debidamente codificadas a un panel no entrenado, compuesto por 20 personas voluntarias, las cuales indicarán la muestra de su preferencia de acuerdo a la encuesta aplicada. En la encuesta se evaluarán aspectos tales como olor, color, textura, sabor y presentación mediante la siguiente escala (Cerdea et al., 1999; Sánchez, 2012):

- 1) Me gusta muchísimo
- 2) Me gusta bastante
- 3) Me gusta ligeramente
- 4) Ni me gusta ni me disgusta
- 5) Me desagrada ligeramente
- 6) Me desagrada bastante
- 7) Me desagrada muchísimo

Posteriormente, los datos serán procesados y analizados mediante estadística descriptiva utilizando Excel.

La vida útil se determinará realizando, análisis fisicoquímicos (rancidez) y microbiológicos del producto después de dejarlo un tiempo determinado almacenado a temperatura ambiente y con temperatura de 37°C para acelerar el proceso natural. Se solicitará al laboratorio del INTA que realice las pruebas de vida útil.

Análisis sensorial para consumo animal

El análisis sensorial en animales menores y aves se realizará midiendo el consumo y rechazo del producto.

Aves de corral

Para esto se evaluarán un total de 45 aves de corral (pollos) de las mismas edades, las cuales serán distribuidas en tres corrales (5 aves por tratamiento) cada uno con tres repeticiones, los cuales recibirán alimento y agua *ad libitum*. El ensayo se establecerá por un periodo de 40 días.

Tratamientos

Los tratamientos estarán constituidos por un total de 3 dietas que incluirá:

Tratamiento 0 (T0): Testigo, utilización de concentrado para pollos.

Tratamiento 1 (T1): utilización de 100% harina de insectos.

Tratamiento 2 (T2): utilización de harina de maíz.

Diseño experimental

Los tratamientos serán distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento por un periodo de 40 días.

Variables a medir

- Peso corporal (g): se evaluará el peso corporal de los pollos al inicio del ensayo y luego se pesaran semanalmente (3 pollos por tratamiento).
- Consumo de alimento (g): éste se calculará mediante la diferencia entre producto inicial consumido y residual al final de la semana.
- Mortalidad diaria (%): medida diariamente hasta el final del ensayo.

Análisis estadístico

Los datos serán evaluados utilizando ANDEVA con la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$) y los datos porcentuales serán transformados mediante el arcoseno de la raíz cuadrada con el programa estadístico SPSS versión 15.0.

Método objetivo 4: Desarrollar un estudio de mercado para la comercialización de insectos para uso alimentario en los mercados identificados.

La metodología de trabajo en el estudio de mercado será exploratoria y descriptiva por cuanto es un tema poco estudiado y del cual no hay referentes anteriores para el caso particular. Las fuentes de información son primarias y secundarias. En el caso de las secundarias corresponden a estudios técnicos de oferta y demanda de mercado, y en el caso de información primaria, la realización de una encuesta a los productores asociados al proyecto para caracterizar su situación técnico productiva y su relación con el mercado.

Los pasos para el trabajo, establecen las siguientes etapas para la definición de criterios:

1.-Análisis del entorno de atractivo de mercado

Para el desarrollo de este análisis se recopilará principalmente información secundaria tanto de los competidores directos e indirectos, de Chile y el Mundo; y entrevistando a potenciales clientes (como industria de alimento de salmones). El objetivo es determinar oferta disponible de productos similares a los que se podrían ofrecer con el proyecto y sus correspondientes precios. Así se obtendrá:

- a) Descripción de la comercialización del Producto
- b) Análisis de Porter
- c) Oportunidades y Amenazas
- d) Conclusiones del Análisis Externo

2.-Análisis de la cadena de valor del negocio

Mediante la comparación con empresas productoras, entrevistando a productores, competidores y potenciales clientes se:

- a) Identificarán las fortalezas y debilidades de la empresa y de los productos que ésta ofrece
- b) Análisis de la cadena de valor, donde se identificará cuál o cuáles de las actividades que realiza la empresa es o son fuente de alguna ventaja competitiva que permita generar mayor valor.
- c) Conclusiones del Análisis Interno

3.-Análisis del tipo de participantes del mercado

Se realizarán entrevistas a personas familiarizadas con el uso y comercialización de insectos para uso alimentario y encargados de la compra de mercaderías en restaurantes, supermercados de Temuco y empresas elaboradoras a alimento para animales y/o peces. Las entrevistas no serán estructuradas, serán realizadas a expertos o entendidos en el tema y no tendrán un tiempo definido de duración, debido a que se dará prioridad a la calidad y a la cantidad de información recolectada. Además, los datos obtenidos en las entrevistas servirán de complemento y de apoyo a los resultados que se conseguirán en las encuestas a los consumidores y a las empresas del mercado potencial. El objetivo de las encuestas es presentar una adecuada interpretación de:

- El nivel de conocimiento del público en general acerca del producto.
- Las preferencias, motivaciones, costumbres y hábitos de consumo de los consumidores respecto a este producto o potenciales clientes
- Los requerimientos y características de compra y consumo de los clientes o empresas potenciales.

Con lo anterior se obtendrá:

- a) Mercado Total
- b) Mercado Potencial
- c) Competidores

4.-Definición de elementos de la estructura del diseño y criterios para el diseño del modelo de negocios

A través del método CANVAS, con la empresa asociada, se detectarán sistemáticamente los elementos que generan valor al negocio. La metodología, desarrollada por Osterwalder, consiste en dividir el proyecto en nueve módulos básicos que explican el proceso de cómo una empresa genera ingresos. Como resultado de lo anterior, se clarifican los canales de distribución y las relaciones entre las partes, se determinan los beneficios e ingresos y especifican los recursos y actividades esenciales que determinan los costos más importantes. Finalmente se puede determinar las alianzas necesarias para operar.

El universo mínimo a encuestar de apicultores región de La Araucanía y empresas dedicadas al control biológico.

Para determinar la muestra mínima de apicultores a encuestar en la región de La Araucanía, se realizará una estimación adecuada del tamaño muestral, utilizando la fórmula descrita por Duffau (1999).

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p (1-p)}{d^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p (1-p)}$$

En donde:

- n: es el tamaño de la muestra,
 N: la población total,
 Z: el valor de z para el nivel de confianza (1- alfa),
 p: la proporción esperada en la población,
 d: la precisión absoluta.

De acuerdo al cálculo realizado se determinó muestrear un total de 72 apicultores representativos de la región, que según INE (2009) la región de La Araucanía cuenta con un total de 3460 apicultores. Se pensó en apicultores como productores primarios que cuentan con experiencia en crianza de insectos y podrían innovar fácilmente hacia nuevos productos tales como los insectos propuestos en el estudio.



Para determinar la muestra mínima de empresas a encuestar, también se realizará una estimación adecuada del tamaño muestral, utilizando la fórmula descrita anteriormente por Duffau (1999). De acuerdo a lo investigado se reportaron un total de 13 empresas dedicadas al control biológico en Chile, algunas inscritas en la Agrupación de Agricultura Orgánica de Chile (AAÓCH) (ITAS, ControlBest Ltda., Iona Chile – Reyes e Inostroza, Thallus Ltda., MyV S.A. (Distribuidora de insumos agrícolas Martínez y Valdivieso), MIP-AGRO, ControlBest Chile, BIOGRAM SA, Agroconnexion Ltda.) y otras empresas dedicadas al rubro (BioBichos Chile, BioBee, XILEMA S.A., Ecomusca Biocontrol). De éstas, y según el resultado de la fórmula para determinar el tamaño mínimo a muestrear, se determinó encuestar un total de 11 empresas representativas del país.

1.5. Actividades: Indicar las actividades a llevar a cabo en el proyecto, asociándolas a los objetivos específicos y resultados esperados.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Actividades
1	0	Se da a conocer a la comunidad inicio de Estudio sobre bioconversión de insectos para evaluar su factibilidad técnica y económica para la obtención de bioproductos a base de insectos para la industria agropecuaria y alimentaria.	-Seminario de lanzamiento.
1 y 2	1	Se dispone de información relevante que permite seleccionar insectos aptos para la crianza a una escala piloto comercial.	-Recopilación y sistematización de información bibliográfica de especies. -Obtención/recolección de las especies seleccionadas según lo descrito en la metodología 1. -Cría de insectos en laboratorios especializados para las especies descritas en la metodología 1.
2	2	Se cuenta con información relevante que permite seleccionar las especies de insectos y estadios de desarrollo más adecuados para la obtención de productos y/o bioproductos.	-Obtención de muestras por especies seleccionadas según lo descrito en la metodología 1 -Análisis bromatológicos
3	3	Se demuestra la factibilidad de elaborar un producto(s) y/o subproducto(s) alimenticio para consumo humano y/o animal a base de insectos según estándares técnicos.	-Evaluaciones organolépticas. -Evaluaciones de vida útil.
3	4	Se demuestra que los producto(s) y/o subproducto(s) elaborados son aptos para el consumo humano y/o animal.	-Preparación de muestras para análisis de determinación de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas totales, fibra cruda, materia seca.
3	5	Se conoce la estabilidad y vida media de los producto(s) y/o subproducto(s) obtenido(s), así como las condiciones adecuadas de almacenamiento.	-Preparación de muestras para análisis de estabilidad y vida media y, análisis de micronutrientes y actividad de agua. -Evaluación de las condiciones de almacenamiento y envasado más económico.
1	6	Se conocen las especificaciones técnicas de crianza de insectos y los procesos para obtención de producto(s) y/o subproducto(s).	-Sistematización de información obtenida en los distintos análisis de laboratorio, la crianza en laboratorio y material bibliográfico recopilado en el transcurso del estudio -Elaboración de fichas técnicas de crianza de insectos. -Elaboración de fichas técnicas para obtener producto(s) y/o subproductos(s) en base a insectos de crianza.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Actividades
4	7	Los clientes interesados en la compra de insectos o productos a base insectos se encuentran identificados.	-Recopilación de información secundaria tanto de los competidores directos e indirectos, de Chile y el Mundo. -Caracterización de los clientes interesados en la compra de insectos o productos a base insectos.
4	8	Los mercados metas para comercialización de productos y/o subproductos a base insectos se encuentran identificados.	Descripción de la comercialización del o los producto(s), análisis de Porter, oportunidades y amenazas.
4	9	Se conoce la percepción de los potenciales consumidores de productos o subproductos a base de insectos	Toma de nivel de conocimiento del público en general acerca del producto.
4	10	Se conoce la percepción de los productores de producir insecto como forma alternativa de negocio.	Toma de nivel de conocimiento de posibles productores de insectos.
4	11	Se da a conocer a la comunidad resultados técnicos, productivos y económicos de la bioconversión de insectos para la industria agropecuaria y alimentaria.	Seminario de cierre.

1.6. Carta Gantt: Indicar la secuencia cronológica para el desarrollo de las actividades señaladas anteriormente de acuerdo a la siguiente tabla:

N° OE	N° RE	Actividades	Año 2015						Año 2016						
			Trimestres						Trimestres						
			Jun	Jul-Sep		Oct-Dic		Ene-Mar		Abr-Jun					
1	0	Seminario Lanzamiento		X											
1 y 2	1	-Recopilación y sistematización de información bibliográfica de especies. -Obtención/recolección de las especies seleccionadas según lo descrito en la metodología 1. -Cría de insectos en laboratorios especializados para las especies descritas en la metodología 1.	X	X	X	X	X	X							
2	2	-Obtención de muestras por especies seleccionadas según lo descrito en la metodología 1 -Análisis bromatológicos	X	X	X	X	X	X							
3	3	-Evaluaciones organolépticas. -Evaluaciones de vida útil.			X	X	X	X	X						
3	4	-Preparación de muestras para análisis de determinación de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas totales, fibra cruda, materia seca.				X	X	X	X	X	X				
3	5	-Preparación de muestras para análisis de estabilidad y vida media y, análisis de micronutrientes y actividad de agua. -Evaluación de las condiciones de almacenamiento y envasado más económico.					X	X	X	X	X	X			
1	6	-Sistematización de información obtenida en los distintos análisis de laboratorio, la crianza en laboratorio y material bibliográfico recopilado en el transcurso del estudio -Elaboración de fichas técnicas de crianza de insectos. -Elaboración de fichas técnicas para obtener producto(s) y/o subproductos(s) en base a insectos de crianza.							X	X	X	X	X		
4	7	-Recopilación de información secundaria tanto de los competidores directos e indirectos, de Chile y el Mundo. -Caracterización de los clientes interesados en la compra de insectos o productos a base insectos.				X	X	X	X	X	X	X	X		

N° OE	N° RE	Actividades	Año 2015						Año 2016						
			Trimestres						Trimestres						
			Jun	Jul-Sep		Oct-Dic		Ene-Mar			Abr-Jun				
4	8	Descripción de la comercialización del o los producto(s), análisis de Porter, oportunidades y amenazas.				X	X	X	X	X	X	X	X		
4	9	Toma de nivel de conocimiento del público en general acerca del producto.				X	X	X	X	X	X	X	X		
4	10	Toma de nivel de conocimiento de posibles productores de insectos.				X	X	X	X	X	X	X	X		
4	11	Seminario Cierre												X	

1.7. Actividades de difusión programadas:

Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	N° participantes	Perfil de los participantes	Medio de Invitación
17 de julio de 2015	Universidad Católica de Temuco	Seminario de lanzamiento	90	Representantes de Instituciones pública /privada, empresas de insectos o futuras empresas orientadas a esta línea.	Electrónica, impresa, llamado telefónico
11 de mayo de 2016	Universidad Católica de Temuco	Seminario Entrega Resultados y Cierre de Estudio	100	Representantes de Instituciones pública /privada, empresas de insectos o futuras empresas orientadas a esta línea.	Electrónica, impresa, llamado telefónico

3. Anexos

Anexo 1. Ficha identificación del postulante ejecutor

Nombre completo o razón social	Universidad Católica De Temuco	
Giro / Actividad	Educación	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	X
	Otras (especificar)	
Banco y número de cuenta corriente del postulante ejecutor para depósito de aportes FIA		
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)	--	
Exportaciones, último año tributario (US\$)	--	
Número total de trabajadores	--	
Usuario INDAP (sí / no)	No	
Dirección postal (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax	--	
Teléfono celular	--	
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Arturo Edgardo Hernández Sallés	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal	Profesor	
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Prorrector	
Firma representante legal		



Anexo 2. Ficha identificación de los asociados. Esta ficha debe ser llenada para cada uno de los asociados al proyecto.

Nombre completo o razón social	Gerding y Rodríguez Ltda.	
Giro / Actividad	Control Biológico	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)	--	
Número total de trabajadores	6	
Usuario INDAP (sí / no)	NO	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax	--	
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Marcos Eduardo Gerding Paris	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente	
Firma representante legal		



Anexo 3. Ficha identificación coordinador y equipo técnico. Esta ficha debe ser llenada por el coordinador y por cada uno de los profesionales del equipo técnico.

Nombre completo	Ximena Andrea Araneda Duran
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad Católica de Temuco
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Investigador/Académico
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	--
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Armin Walter Cuevas Riquelme
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad Católica de Temuco
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Técnico Académico
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	--
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Daniza Minerva Morales Ulloa
RUT	
Profesión	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad Católica de Temuco
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Asistente técnico / media jornada
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	--
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	María Isabel Martínez Gutiérrez
RUT	
Profesión	Químico Laboratorista
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad Católica de Temuco
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Técnico Académico
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	--
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Raúl Alexis Calderón Araya
RUT	
Profesión	Químico Industrial / Doctor en Química
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad Católica de Temuco
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Académico Jornada Completa
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	--
Fax	--
Teléfono celular	
Email	
Firma	