



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE POSTGRADO

**DETERMINACIÓN DE REQUISITOS MÍNIMOS PARA UN MODELO
CONCEPTUAL ORIENTADO AL CONTROL DE CALIDAD EN LA
OBTENCIÓN, MULTIPLICACIÓN, COSECHA/ACOPIO Y DESPACHO DE
Cryptolaemus montrouzieri Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), CON FINES
COMERCIALES**

Actividad Formativa Equivalente para optar al Grado de Magister en Ciencias
Agropecuarias Mención Sanidad Vegetal

ANDRÉS FERNANDO LEIVA ROMÁN

Directores de AFE

GABRIELA LANKIN
JOSÉ LUIS HENRÍQUEZ

Profesores Consejeros

TOMISLAV CURKOVIC
GIORGIO CASTELLARO

SANTIAGO - CHILE
2016

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

**DETERMINACIÓN DE REQUISITOS MÍNIMOS PARA UN MODELO
CONCEPTUAL ORIENTADO AL CONTROL DE CALIDAD EN LA
OBTENCIÓN, MULTIPLICACIÓN, COSECHA/ACOPIO Y DESPACHO DE
Cryptolaemus montrouzieri Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), CON FINES
COMERCIALES**

Actividad Formativa Equivalente presentada como parte de los requisitos para optar al
Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias Mención Sanidad Vegetal

ANDRÉS FERNANDO LEIVA ROMÁN

DIRECTORES DE AFE	Calificaciones
Gabriela Lankin Ingeniero Agrónomo, MS, Ph.D.	Aprobado
José Luis Henríquez S. Ingeniero Agrónomo, MS, Ph.D.	Aprobado
PROFESORES CONSEJEROS	
Tomislav Curkovic Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	Aprobado
Giorgio Castellaro Ingeniero Agrónomo, MS.	Aprobado
PROFESOR COLABORADOR	
Maruja Cortez, MS, Ph.D.	

Santiago, Chile
2016

AGRADECIMIENTOS

A MIS PROFESORES, por la generosidad para compartir sus conocimientos,

A JEANETTE, por su infinita paciencia y permanente ayuda,

A MERCEDES Y MARÍA SONIA por sus consejos y buenas intenciones,

A JOSE LUIS y GABRIELA, por facilitar y guiar el camino,

A MIS PADRES, por su incondicional amor y permanente apoyo.

DEDICATORIA

PARA ANETTE, EDUARDO Y ANNETTE, la razón de lo que soy.

INDICE

CAPÍTULO I: MONOGRAFÍA	1
DETERMINACIÓN DE REQUISITOS MÍNIMOS PARA UN MODELO CONCEPTUAL ORIENTADO AL CONTROL DE CALIDAD EN LA OBTENCIÓN, MULTIPLICACIÓN, COSECHA/ACOPIO Y DESPACHO DE <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), CON FINES COMERCIALES.....	1
REVISION BIBLIOGRÁFICA	1
Control biológico	1
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> como controlador biológico	3
Calidad y gestión de calidad	3
Calidad y gestión de la calidad en controladores biológicos	4
Control biológico en Chile	5
Modelos y Teoría de Sistemas	8
Normativa Internacional.....	11
LITERATURA CITADA.....	123
CAPÍTULO II	17
DETERMINACIÓN DE REQUISITOS MÍNIMOS PARA UN MODELO CONCEPTUAL ORIENTADO AL CONTROL DE CALIDAD EN LA OBTENCIÓN, MULTIPLICACIÓN, COSECHA/ACOPIO Y DESPACHO DE <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), CON FINES COMERCIALES.....	17
RESUMEN.....	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCION	19
OBJETIVOS	23
MATERIALES Y METODO	24
Tipo de Estudio	24
Lugar de Estudio	24
Materiales.....	24
Método	24
Construcción del Modelo	27
Tratamiento de la información.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
Caracterización de la industria nacional	29

Oferta de <i>C. montrouzieri</i>	30
Encuestas realizadas.....	32
Entrevistas realizadas	32
Modelo Conceptual	32
Límites y elementos del modelo	33
CONCLUSIONES	49
LITERATURA CITADA.....	50

INDICE DE CUADRO

CUADRO 1. Empresas participantes de la encuesta y fechas de respuesta.....	25
CUADRO 2. Entrevistas realizadas a empresas y centros de investigación.....	26
CUADRO 3. Representantes de empresas participapntes del focus group.....	27
CUADRO 4. Información de empresas participantes de la industria nacional de control biológico mediante artrópodos.....	30
CUADRO 5. Participación de las empresas respecto de solicitudes de información enviadas.....	31
CUADRO 6. Subsistema Obtención.....	44
CUADRO 7. Subsistema Multiplicación.....	45
CUADRO 8. Subsistema Multiplicación.....	46
CUADRO 9. Subsistema Cosecha y acopio.....	47
CUADRO 10. Subsistema Despacho.....	48

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 .Límites, variables, aspectos críticos y eval. Subsistema Obtención	35
FIGURA 2 .Límites, variables, aspectos críticos y evaluaciones Subsistema Multiplicación	39
FIGURA 3 .Límites, variables, aspectos críticos y evaluaciones Subsistema Cosecha y Acopio	40
FIGURA 4 .Límites, variables, aspectos críticos y evaluaciones en Subsistema Despacho	42

APENDICES

APENDICE 1 . Pauta aseguramiento de calidad.	55
APENDICE 2. Encuesta aplicada a empresas que comercializan artrópodos controladores biológicos, en el enfoque aumentativo.....	58

CAPÍTULO I: MONOGRAFÍA

DETERMINACIÓN DE REQUISITOS MÍNIMOS PARA UN MODELO CONCEPTUAL ORIENTADO AL CONTROL DE CALIDAD EN LA OBTENCIÓN, MULTIPLICACIÓN, COSECHA/ACOPIO Y DESPACHO DE *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), CON FINES COMERCIALES

Revisión Bibliográfica

Control biológico

A pesar de que los enemigos naturales se han utilizado desde hace siglos para el control de plagas, en los últimos 100 años se ha producido un aumento notorio, tanto en su utilización como en el conocimiento acerca del manejo que se requiere para lograr resultados, dentro de un plan de manejo de plagas (Orr, 2009). En muchos casos, el control biológico puede ser tanto o más efectivo que las aplicaciones de plaguicidas, y puede incluso mantener densidades poblacionales más bajas que las obtenidas con tratamientos con plaguicidas (van Lenteren, 2006).

Es importante considerar que el concepto de control biológico involucra enfoques o estrategias diferentes. Ehler (1990) y van Lenteren (2012a) señalan que existen tres enfoques para el control biológico: a) la importación de organismos desde su zona originaria, conocido como control biológico clásico; b) la crianza artificial y liberación masiva de enemigos naturales presentes, conocido como control biológico aumentativo y c) la manipulación del ambiente para asegurar condiciones favorables para los enemigos naturales, conocido como control biológico conservativo. Según van Driesde *et al.*, (2007), para que el control biológico aumentativo o inundativo sea preferido por los agricultores por sobre el uso de plaguicidas, los enemigos naturales deben ser capaces de suprimir consistentemente a las plagas y deben tener además un precio competitivo respecto de otras opciones de control.

Van Lenteren (2012c) por su parte, afirma que a pesar de que existe una asimilación de esta estrategia por parte de los agricultores, ésta es aún lenta y se debe principalmente a que éstos se hicieron en su mayoría dependientes de la industria de plaguicidas sintéticos desde que aparecieron hace aproximadamente sesenta años; aún ellos perciben al control biológico como engorroso y de uso restringido, las instituciones gubernamentales en su mayoría no estimulan el uso de alternativas no químicas; y muchas regulaciones desincentivan o incluso prohíben su uso, entre las principales causas. Sin embargo, el mismo autor señala que existen promisorias señales para el control biológico aumentativo, considerando la permanente amenaza de desarrollo de resistencia a plaguicidas de parte de los insectos plaga, a una creciente demanda por alimentos libres de residuos de plaguicidas, al hecho de que algunos gobiernos de la Unión Europea han comenzado a priorizar el Manejo Integrado de Plagas y también por el fin de los subsidios a los plaguicidas.

De hecho, las estrategias aumentativas que al principio se utilizaron para el control de plagas que presentaban resistencia a plaguicidas, en la actualidad se utilizan ampliamente sobre aproximadamente 16 millones de hectáreas a nivel mundial, correspondientes al 0,4 % de la tierra cultivable (van Lenteren, 2012a).

El control biológico aumentativo ha sido cuestionado y debatido en el último tiempo respecto de sus fundamentos científicos, efectividad y costos asociados dentro del manejo de plagas agrícolas (Orr, 2009). Adicionalmente, también se ha debatido respecto de la importancia de contar con modelos predictivos del comportamiento de las plagas, principalmente como una herramienta de apoyo al control biológico aumentativo (Huffaker *et al.*, 1977; van Lenteren y Woets, 1988). Según Orr (2009), el control biológico aumentativo es entendido en E.E.U.U. por la población en general como aquel en el que típicamente se liberan coleópteros vulgarmente conocidos como “ladybird beetles” (Coccinellidae), especialmente desde la expansión de internet y las ventas de plantas de jardín y viveros por este medio. Un aspecto que podría colaborar también con esa percepción, sería el hecho de que a fines de la década de 1920 y debido al problema que generaba *Pseudococcus calceolare* a la industria de cítricos de dicha nación, se establecieron insectarios para producir en masa *Cryptolaemus montrouzieri* y liberarlos posteriormente, siendo el primer ejemplo exitoso de esta estrategia de control biológico (van Lenteren, 2006).

Sin embargo y a pesar de lo anterior, van Lenteren, (2012b) señala que en la actualidad la popularidad del método va en aumento entre los productores, básicamente porque en términos de costos, no existirían grandes diferencias con una metodología basada en el uso de plaguicidas. En términos medioambientales, el interés por la reducción en el uso de éstos últimos a nivel mundial y la conciencia de un número creciente de agricultores por las consecuencias de su uso en el entorno, explicarían este fenómeno.

De acuerdo a una de las últimas revisiones a nivel mundial, van Lenteren (2012a) señala que existen 85 empresas dedicadas a la multiplicación de agentes de control biológico, con un volumen de negocios de aproximadamente US\$50 millones y un crecimiento anual de 15 a 23%. Según Dent (2005), la participación en el mercado de estas empresas sería de aproximadamente un 1%. En términos de precios, existe una gran diferencia entre las principales empresas productoras. Comparativamente, existe un mayor número de enemigos naturales comercialmente disponibles en Europa que en EE.UU., debido a la mayor producción bajo invernadero en el primero.

Por esta misma razón, el tamaño de las empresas es también comparativamente mayor en Europa que en E.E.U.U. (van Lenteren, 2012c). Este tipo de agricultura es altamente dependiente del uso de agentes de control biológico exhibiendo en los últimos años un avance notorio y podría, en el corto plazo, posicionarse sobre las aplicaciones de plaguicidas como la principal estrategia de control de plagas (Pilkington *et al.*, 2010).

Blum *et al.*, (2011), señala que en 2008 las ventas de agentes de control biológico en Europa alcanzaron 200 millones de euros. De ese total, el 40% correspondió a artrópodos, 25% a microorganismos y 21% a semioquímicos o feromonas. Esta cifra contrasta con las ventas alcanzadas por la industria de plaguicidas, una cifra cercana a 7.000 millones de euros. Los mismos autores señalan que, de acuerdo a una estimación de la OCDE, los montos destinados a investigación pública en agentes de control biológico bordean los 5000 millones de euros en los últimos 40 años. Con un promedio de 500 millones de euros anuales en investigación se han obtenido mucho menos productos comerciales que la industria de plaguicidas, donde se destina un promedio anual de 600 millones de euros en investigación.

***Cryptolaemus montrouzieri* como controlador biológico**

Cryptolaemus montrouzieri M. (Coleoptera: Coccinellidae) es una de las especies ampliamente utilizadas alrededor del mundo, tanto para el control biológico clásico como aumentativo (Kairo *et al.*, 2013), siendo la facilidad para su crianza una de las razones que lo explicarían, permitiendo la obtención de unos cientos a varios miles de organismos al año en diferentes sistemas de crianza (Babu & Azam, 1987; Mani, 1988; Finlay-Doney y Walter, 2012; Maes *et al.*, 2014a).

Este coccinélido corresponde a una especie depredadora que captura y consume otros insectos y ácaros fitófagos a lo largo de su vida, siendo sus larvas y adultos los que indistintamente buscan a sus presas (Badii & Abreu, 2006). Los adultos las detectan mediante estímulos químicos y visuales, en tanto que las larvas lo hacen sólo mediante el contacto físico (Heidari & Copland, 1992). Se ha determinado que los adultos y el cuarto estado larval de esta especie corresponden a los estados que presentan mayor voracidad, llegando incluso al canibalismo en ausencia de presas naturales (Kishore *et al.*, 1993; Godoy, 2003; Milán *et al.*, 2005). Lo anterior, explicaría en parte que *C. montrouzieri* es efectivo principalmente cuando las poblaciones de chanchitos blancos son altas.

Según Kairo *et al.*, (2013), esta especie, originaria de Australia, se encuentra actualmente distribuida en al menos 64 países en el mundo. En nuestro país fue importada por primera vez en el año 1931, y luego en forma sucesiva en los años 1933, 1935 y 1975. Se considera una especie exitosa para el control del chanchito blanco de los cítricos *Planococcus citri* Risso (Cisternas, 2013). A partir del año 1980 es criado comercialmente por la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso para su uso en huertos de cítricos, chirimoyos y paltos (López, 1999).

Yudelevich (1950), observó que *C. Montrouzieri* posee serias dificultades para su aclimatación. Probablemente esto se deba a su incapacidad para soportar largos periodos de bajas temperaturas (Maes *et al.*, 2015) y precisamente por ello en nuestro país es más efectiva en la zona norte, debido a que no se ve afectada por las condiciones climáticas existentes en la zona centro sur, particularmente relacionadas a bajas temperaturas invernales (Rojas, 1987).

Calidad y gestión de calidad

La calidad es un concepto inherente a la misma esencia del ser humano. El hombre desde sus orígenes ha comprendido que el hacer las cosas bien y de la mejor forma posible, le proporciona una ventaja competitiva sobre sus congéneres y sobre el entorno con el cual interactúa (Cubillos y Roza, 2009).

En ese entendido, la calidad tiene varias acepciones y no necesariamente se asocian siempre a características inherentes a un determinado producto o servicio. Crosby (1979) señala que la calidad debe ser medible y cuantificable, estableciendo con ello la necesidad de la existencia de un estándar con el cual comparar dicho producto o servicio, mientras que Feigenbaum (1983) y Deming (1986) incorporan la figura del cliente y su nivel de satisfacción, como aspectos relevantes a la hora de evaluar la calidad de un producto o servicio.

Calidad y gestión de la calidad en controladores biológicos

El concepto de control de calidad en la industria de manufacturas puede ser también aplicado a la producción de agentes de control biológico, tal como plantean Leppla *et al.*, (2014), quienes señalan que la crianza masiva de agentes de control biológico puede ser considerado un proceso industrial, con requerimientos de logística asociada, incluyendo importantes cantidades de materiales de producción, mantenciones continuas de equipos y la distribución de productos de alta calidad. De hecho, la importancia de la existencia de estándares de calidad en esta actividad y su discusión no es un tema nuevo. Wikes (1942) realizó el primer intento de crianza artificial de un organismo para desarrollar cepas mejor adaptadas de parasitoides con orientaciones básicas de calidad (Boller, 1986).

En términos del control de calidad, Boller y Chambers (1977) demostraron que asociando una metodología por ellos propuesta al proceso de multiplicación de moscas de la fruta (Trypetidae) para la obtención de insectos estériles, permitían corregir las deficiencias encontradas y tomar las acciones posteriores pertinentes.

Asociando la concepción de calidad de Faigenbaum (1983) y Deming (1986) anteriormente expuesta, Leppla (2014) señala que la aceptación en el mercado de determinados agentes de control biológico, no sólo es consecuencia de la existencia de estándares escritos de calidad, sino también por la satisfacción de quienes los adquieren. Alvear (2011) señala que la instrucción y coordinación con el cliente es clave para el buen funcionamiento de los programas de control biológico. Se trata de organismos vivos que requieren condiciones adecuadas de transporte y almacenamiento, así como tiempos acotados y condiciones especiales para recepción y liberación en condiciones de campo. Coincidentemente con lo anterior, Ravensberg (2011) señala que la comercialización es el último y más difícil paso en el desarrollo e introducción de un agente de control biológico en el mercado. Por tanto, una calidad deficiente de agentes de control biológico liberados o errores durante el proceso de liberación pueden conducir a un control insuficiente de plagas y a crear un escenario impredecible y poco favorable para el control biológico aumentativo (Orr, 2009).

En ese mismo plano y a diferencia de lo que ocurre con el uso de plaguicidas, donde existen etiquetas estandarizadas con información de cómo deben aplicarse, en el caso de la comercialización y liberación de parasitoides y depredadores, la ausencia de esta información para evitar errores en las formas y momentos de llevarlas a cabo, es una necesidad que debiera cubrirse con investigación y con el desarrollo de sistemas de aseguramiento de la calidad, orientados finalmente a la satisfacción de los clientes (Leppla, 2014).

Miyatake (2011) señala que la crianza masiva de insectos para hacer un control biológico exitoso, requiere de una evaluación de calidad aplicada sobre las diversas etapas biológicas por las que pasa el organismo. Durante crianzas sucesivas, el agente de control biológico experimenta muchos cambios fenotípicos y genéticos, dado que las condiciones de crianza artificial son muy distintas a las condiciones donde el organismo se desarrolla naturalmente. Por tal motivo, el establecimiento de controles de calidad y su aplicación periódica durante el proceso de crianza es fundamental para mantener la confianza de los agricultores en el control biológico (Nicot *et al.*, 2011). Siempre que sea posible, estas pruebas deben incluir no sólo una evaluación de la viabilidad del

agente de control biológico, sino también una evaluación de los parámetros fisiológicos relacionados con su eficacia, basada en el conocimiento de sus mecanismos de acción.

Según Ripa (2006), la calidad de un agente de control biológico se puede medir a través de un número delimitado de parámetros, que deben ser cuantificables y permitir una comparación entre los individuos criados artificialmente y los individuos en el campo. Ello se relaciona en gran medida con el vigor de los insectos. En otras palabras, la pérdida de vigor en los insectos utilizados en control biológico multiplicados en laboratorio, se refleja en una disminución de su efectividad en el campo.

Según van Lenteren (2012b), si bien es cierto, quienes trabajaron en control biológico durante el siglo XX abordaron el control de calidad en la producción comercial, no fue sino hasta la década de los 80' en donde se realizaron las primeras publicaciones serias respecto de la problemática de la ausencia del control de calidad en la producción. Sin embargo y según el mismo autor, a pesar de que existieron varios casos de resultados deficientes por ausencia de control o descuidos en la producción, los cuales eran conocidos por la comunidad relacionada con el biocontrol, éstos fueron escasamente publicados.

En general hay coincidencia entre varios autores respecto de la importancia del control de calidad en la producción de enemigos naturales, los que señalan que es necesaria mayor investigación en ese plano, antes o después de la liberación o entrega de estos organismos a los clientes, incluso a nivel de diferentes disciplinas de la ciencia (Leppla *et al.*, 2014). Riddick & Chen (2014), también insisten en la idea planteada por otros autores respecto de la automatización de varios procesos productivos al interior de las empresas que, junto con mejorar la calidad de los insectos obtenidos, tendría efectos positivos en la productividad y en la disminución de costos de producción.

Según Douglas y Getz (2008), la industria de crianza y comercialización de agentes de control biológico en E.E.U.U. es más bien pequeña y vulnerable, y el único factor que ha permitido la permanencia en el mercado de estos organismos ha sido la cancelación de registros de plaguicidas de síntesis química. Factores como la aparición de nuevos plaguicidas o de productos con mayor especificidad, la aparición de resistencia a los mismos o la expansión de la agricultura orgánica no tendrían mayor injerencia en esta industria. Douglas y Getz (2008) describen las debilidades de la industria de la cría de enemigos naturales en EE.UU., donde el apoyo a través de políticas públicas que promuevan y entreguen herramientas de financiamiento es una necesidad imperiosa para mantener la oferta comercial de estos organismos.

Paralelamente y por mucho tiempo, la crianza masiva de enemigos naturales se ha realizado sin procedimientos apropiados de control de calidad aplicados a las diversas etapas del proceso. La estandarización escasa de la producción se ha traducido en intentos fallidos de control biológico y por ende, en un bajo perfil de esta herramienta (van Lenteren, 2012b).

Control biológico en Chile

En Chile los primeros intentos de control biológico se llevaron a cabo con la introducción de *Rhizobius ventralis* Erichson para el control de conchuela negra

Saissetia oleae Olivier en 1903, introducción que no tuvo los resultados esperados (Zúñiga, 1985). Sin embargo, el mismo autor señala que a partir de esa experiencia y hasta el año 1936, se realizaron introducciones exitosas del parasitoide *Aphelinus mali* para el control del pulgón lanífero del manzano, del coccinélido *Rodolia cardinalis* y del díptero microhimenóptero *Cryptochaetum iceryae*, para el control de la conchuela algodonosa de los cítricos y *Metaphycus lounsburyi*, para el control de *S. oleae*.

Gerding (2011), señala que la estrategia de introducción de enemigos naturales exóticos se mantuvo hasta 1995, año en el cual se crea la primera empresa dedicada a la multiplicación y comercialización de enemigos naturales en el país, principalmente de *C. montrouzieri* para el control de *Pseudococcus viburni*. El mismo autor señala que en la actualidad existen más de 17 empresas medianas y pequeñas dedicadas a la comercialización de diversos agentes de control biológico, considerando artrópodos, microorganismos y nemátodos entomopatógenos. En lo que respecta únicamente a la multiplicación y venta de artrópodos como agentes de control biológico, existirían sólo cinco empresas dedicadas a ello¹.

El aumento en el uso de esta herramienta de control se produjo gracias a la aparición de productos comerciales en base a entomopatógenos y hongos antagonistas. Según Gerding (2011), hasta ahora el estado ha financiado la mayor parte de la investigación en control biológico y es hora de que el área privada redescubra las ventajas de esta herramienta de manejo de plagas y demande una mayor investigación y desarrollo del control biológico en Chile. En nuestro país no existe actualmente un marco regulatorio asociado específicamente con el control biológico aumentativo con fines comerciales, así como tampoco información consolidada y confiable respecto de la realidad de esta industria. Las únicas cifras oficiales existentes corresponden a las ventas de feromonas para confusión sexual, las cuales según la Resolución Exenta N° 3670 del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 1999), son consideradas plaguicidas y por tal motivo, los comercios y distribuidores de estos insumos están obligados a declarar semestralmente las cantidades comercializadas. La obligatoriedad de esta medida se desprende de la Resolución Exenta N° 2410, de la misma repartición pública (SAG, 1997).

Gerding (2011) señala que nuevas normativas de control de residuos de agroquímicos en frutas y hortalizas de consumo interno, junto con el uso de insectos polinizadores aumentan las expectativas de la demanda futura de enemigos naturales en la agricultura nacional. Como resultado de este incremento, se hace prioritaria la implementación de una norma de control de calidad que regule la producción de organismos benéficos en Chile. Cisternas (2013), señala que la disponibilidad irregular de agentes de control biológico, su calidad y el bajo apoyo técnico no favorecen tampoco el desarrollo del control biológico. La mala calidad de enemigos naturales que podrían estar produciéndose, genera una publicidad negativa para este tipo de control biológico y por lo tanto se hace necesario contar con criterios que normen y estandaricen la producción y venta de controladores biológicos, asegurándoles a los agricultores, un producto de calidad que resuelva los problemas de plagas de los predios².

Relacionado con lo anterior, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2014) dictó la Resolución Exenta N° 1557, la cual deroga a partir de marzo del año 2016, la

¹ Ripa, R. 2013. [Comunicación Personal]. Quillota. Biocea Ltda.

² López, E. 2015. [Comunicación personal] Quillota. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ciencias Agronómicas y de los Alimentos.

Resolución Exenta N° 3670, documento que norma la evaluación y registro de plaguicidas en nuestro país. Lo relevante de esta derogación, es que paralelamente se amplía también el concepto de “Plaguicida” vigente, incorporando ahora a todos los agentes de control biológico que se comercializan en el país, quedando dentro de este marco normativo el control biológico aumentativo mediante artrópodos, carente absolutamente de regulación hasta este momento. Un “Plaguicida” según la Resolución N° 1557, corresponderá a un “compuesto químico, orgánico o inorgánico, o sustancia natural que se utilice para combatir malezas, enfermedades o plagas potencialmente capaces de causar perjuicios en organismos u objetos. Se considerará como tal, el producto formulado y las sustancias activas con las que se formulan, con aptitudes insecticidas, reguladores de crecimiento de insectos, agentes sofocantes, acaricidas, nematocidas, molusquicidas, rodenticidas, lagomorficidas, fumigantes, fungicidas, bactericidas, desinfectantes, viricidas, microbicidas, preservantes de madera, alguicidas, herbicidas, defoliantes, desecantes, fitoreguladores, coadyuvantes, antitranspirantes, atrayentes, feromonas, aleloquímicos, repelentes, recubrimientos protectores de cultivos, inductores de resistencia y otros que se empleen en las actividades agrícolas y forestales y en otros ámbitos en los que este Servicio tenga competencia”.

Este mismo documento incorpora el concepto de “Plaguicida Natural”, indicando que éstos son los “plaguicidas basados en sustancias naturales pudiendo utilizarse por sí solos o en una formulación. Dentro de ellos podemos encontrar:

- a) Plaguicidas biológicos, basados en agentes de control biológico (micro y macroorganismos) nativos o exóticos, y extractos de fermentación microbiológica.
- b) Plaguicidas naturales químicos, basados en extractos de origen vegetal, animal o mineral.
- c) Plaguicidas semioquímicos, basados en feromonas que actúan entre miembros de una especie, y en aleloquímicos tales como cairomonas, alomonas, sinomonas y antimonas, que actúan entre miembros de diferentes especies, que pueden actuar como atrayentes o repelentes, las que pueden ser de origen natural o en algunos casos sintetizadas.”

La resolución mencionada no incorpora ninguna indicación respecto de un procedimiento diferenciado o especial para el registro de estos agentes de control biológico como plaguicidas y menos de consideraciones respecto de posibles evaluaciones de calidad como parte de dicho proceso de registro o como una actividad posterior (postregistro), tendientes a garantizar la efectividad de esta herramienta de control. Considerando lo anterior, es imprescindible contar con sistemas de evaluación oficial que consideren adecuadamente y de manera diferenciada, los variados aspectos biológicos y de multiplicación en laboratorio de diferentes agentes de control biológico que actualmente se comercializan en el país.

En la actualidad, la temática asociada a la comercialización y uso de insumos para fertilización y control de plagas y enfermedades distintos a los insumos de síntesis química, ha generado una serie de actividades de discusión y difusión asociadas. Un ejemplo de lo anterior, lo constituyó el seminario internacional organizado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y la Agencia Chilena para la Calidad e Inocuidad Alimentaria (ACHIPIA) en septiembre de 2014,

denominado "Bioinsumos en Chile: perspectivas para su desarrollo". En esta instancia se discutieron los alcances y requerimientos normativos del concepto de "bioinsumo", entendiendo que los artrópodos utilizados como agentes de control biológico se enmarcan precisamente dentro de esta definición.

Como conclusión de lo expuesto en la actividad, la Subsecretaría de Agricultura de nuestro país se comprometió a formar las mesas de trabajo necesarias para establecer los primeros lineamientos en esta materia, responsabilidad que finalmente quedó delegada en la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). A raíz de este compromiso y a la fecha de elaboración de este trabajo, se había constituido la denominada Mesa Intraministerial de Bioinsumos, conformada por SAG, INIA, FIA, ACHIPIA y CONAF, cuyos ámbitos de acción son el desarrollo de normativas, mercados, investigación y desarrollo, y extensión. Se encuentra en etapa de recopilación de antecedentes para abordar, como punto de partida, el primer desafío que constituye fortalecer el marco normativo actual³.

Complementariamente a lo anterior, en Chile existen otras iniciativas que pretenden abordar el desafío de potenciar el control biológico a escala comercial como una herramienta válida para el manejo de plagas tanto en agricultura convencional como en agricultura orgánica. Por una parte, existe la Red Nacional de Bioinsumos, que agrupa a centros de investigación, laboratorios, universidades y algunas empresas productoras e importadoras de bioinsumos, quienes intentan recopilar información de mercado, difícil de obtener en la actualidad.

Por otra parte, el proyecto COLBICS, (Intersectorial Collaborations to Boost Research and Development Dynamics in Biological Control of Agricultural pests) liderado por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de Francia (INRA) pretende, a través de la colaboración internacional entre los países participantes del proyecto y un financiamiento de la comunidad europea de alrededor de 3 millones de euros, generar las bases para un adecuado crecimiento del control biológico como actividad comercial. Este crecimiento se fundamenta en el apoyo y potenciamiento a la formación de investigadores altamente especializados, en el intercambio o transferencia de conocimientos y experiencias entre el sector público y privado, en el apoyo a la competitividad de éste último y profesionalizar el control biológico, transformándolo en una herramienta viable y competitiva. En nuestro país, la participación de la empresa ANASAC y su filial Xilema, en conjunto con la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, tiene por objeto, en un horizonte de cuatro años y con un presupuesto de alrededor de un millón de euros, desarrollar los objetivos estratégicos planteados, enfocados a especies de alto impacto en la fruticultura nacional como chanchitos blancos y escamas. Este proyecto se encuentra en plena etapa de implementación⁴.

Modelos y Teoría de Sistemas

Según López y Martínez (2000), la realidad es lo que es y como tal, es complicada e inabordable. Por lo tanto, para estudiarla con fines prácticos es absolutamente necesario

³ Acuña, D. 2015. [Comunicación personal]. Santiago. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.

⁴ Alvear, A. 2015. [Comunicación personal]. Quillota. Xilema S.A.

simplificarla. Este proceso se basa en dos principios básicos: el primero es determinar para qué o con qué objeto se quiere llevar a cabo un estudio concreto y el segundo, determinar qué criterio se va a seguir para realizar esta simplificación. Los fines del estudio y la percepción del investigador sobre la realidad permiten llegar a definir un **sistema**, aspecto de la realidad que tiene cierto grado de complejidad por la interacción de sus partes y que permite distinguirlo de su entorno (Aracil & Gordillo, 1995). El concepto de sistema según la Real Academia Española (2015), corresponde a “un conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a un determinado objeto”.

Por su parte, la Teoría General de Sistemas se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al mismo tiempo, como una orientación hacia una práctica aconsejable en trabajos interdisciplinarios. Si bien no existen limitaciones para su campo de aplicaciones, se advierte que sus raíces están en el área de los sistemas naturales (organismos) y en el de los sistemas artificiales o de las máquinas (Arnold y Osorio, 1998).

Dentro de la teoría General de Sistemas, un concepto fundamental lo constituye el **modelo**, el cual tiene una serie de significados y usos que le otorgan una alta carga de ambigüedad (López & Martínez, 2000). Según la Real Academia Española (2015), modelo es un “esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento”.

Para los efectos de ese trabajo, el modelo corresponde a una representación formal de un sistema, siendo clave para su elaboración o construcción, la identificación adecuada de los componentes relevantes, definiendo de manera precisa cada uno de ellos y estableciendo las principales relaciones entre ellos (López & Martínez, 2000).

La crianza de enemigos naturales, tomando en cuenta el inicio del proceso hasta la liberación de los mismos a nivel de campo y considerando todos los puntos críticos a evaluar, puede adecuarse de manera simple al concepto de modelo y, evaluando además las diferentes variables asociadas y complejas posibles de identificar entre sus etapas, probablemente también al concepto de sistema. Como primera consideración, es importante poner atención a algunos aspectos que se evidencian en el campo y que se traducen finalmente en un deficiente control de las plagas, que podrían ser consecuencia de la crianza artificial.

La disminución de la capacidad o eficiencia de búsqueda de la plaga, la disminución de la probabilidad de interacción con la plaga (depredación, ovipostura, alimentación, etc.), así como restricciones en las capacidades de vuelo de adultos o disminución de la fecundidad y longevidad, son atribuibles a los métodos de crianza utilizados (Ripa, 2006).

Como una forma de evaluar de manera adecuada los procesos de producción, van Lenteren (2012b) propone criterios generales para una crianza masiva de enemigos naturales, indicando algunos actualmente en uso y otros que pueden incorporarse en el modelo:

- a) Cantidad: Número de organismos vivos en el envase

- b) Proporción de Sexos: Mínimos porcentajes de hembras por sobre porcentaje machos
- c) Emergencia: Debe existir una tasa de emergencia específica para cada producto que se comercialice como huevo o pupa.
- d) Fecundidad: Número de individuos producidos durante un cierto periodo
- e) Longevidad: Longevidad mínima en días
- f) Parasitismo: Número de hospederos parasitados durante un cierto periodo
- g) Predación: Número de presas comidas durante un cierto periodo
- h) Tamaño: Longitud de la tibia posterior de adultos, a veces tamaño de Pupa, etc.
- i) Vuelos: Capacidad de vuelo medida en rangos (cortos o largos)
- j) Desempeño: Capacidad para encontrar la presa u hospedero en condiciones de Campo.

Además, dentro de los aspectos importantes de considerar, la dieta suministrada es un aspecto que debe ser incluido en el modelo. Del tipo de alimento consumido depende en gran medida el éxito del controlador biológico una vez liberado (Aleman *et al.*, 2004).

De acuerdo con Boller y Chambers (1977), existen también algunas recomendaciones básicas y generales que se deben considerar para tener una cría de insectos que conserven características deseables y se disminuya el impacto de la domesticación. Entre ellas se encuentran:

- a) Establecer estándares de calidad y determinar las pruebas que proporcionen los mejores indicadores.
- b) Iniciar una colonia de insectos con el mayor número posible de organismos.
- c) Usar jaulas grandes para el apareamiento, corrientes de aire que remuevan las feromonas acumuladas, y tratar de inducir el comportamiento de vuelo en los organismos.
- d) Ajustar las densidades de cría para producir competencia sin llegar a la sobrepoblación.
- e) Proporcionar condiciones ambientales adecuadas, y también inducir fluctuación de temperatura y luz en diversas fases del ciclo de vida.
- f) Mantener colonias separadas con condiciones únicas y cruzarlas sistemáticamente con el fin de mantener la variabilidad genética o, si fuera posible, introducir periódicamente insectos nativos o silvestres a la colonia, con las precauciones debidas para evitar hiperparásitos o patógenos.
- g) Desarrollar marcadores genéticos, morfológicos o bioquímicos para estudios poblacionales de los insectos que se liberan en el campo.

Por su parte, Ripa (2006) recomienda específicamente para *C. montrouzieri* aspectos para desarrollar una evaluación de calidad, como un test provisional y también posterior al proceso de cría, al número de individuos vivos en el envase y su correspondencia con lo indicado en el envase, además de una proporción de sexos de 40% ó más de hembras. La talla promedio de los adultos tanto para machos y hembras, el peso alcanzado en un período determinado de tiempo y el ancho abdominal, relacionado con la fecundidad de las hembras, son también indicadores de calidad en la crianza de *C. montrouzieri* (Milán *et al.*, 2005). Godoy (2003), propone por su parte una serie de factores que pueden considerarse para un estándar o modelo para el control de calidad de *C. montrouzieri*:

- | | |
|-----------------------------|--|
| a) Tamaño de adultos | :Para las hembras 4,6 mm o superiores y para los machos a partir de 4,4 mm |
| b) Proporción de sexos | :50% o levemente superior de hembras |
| c) Ovispostura | :500 huevos/hembra durante su periodo fértil |
| d) Eclosión de huevos | :Mayor al 50% |
| e) Emergencia de adultos | :Superior al 80% |
| f) Supervivencia de adultos | :Igual o superior a dos meses. |

Como puede observarse, en la literatura científica existe información asociada a evaluaciones posibles de realizar al interior de las empresas. Cuando existe una planificación de la producción y un respaldo a través de procedimientos estandarizados, es posible determinar de manera simple y oportuna aquellos elementos o situaciones que se alejan de lo esperado. En un sistema de aseguramiento de la calidad, donde las diferentes áreas de la empresa están funcionalmente relacionadas, estos acontecimientos debieran motivar una rápida acción correctiva en caso de ser necesario. Para lograr lo anterior y corregir efectivamente la desviación determinada, es de suma importancia para las empresas tener una organización tal que les permita cumplir con lo anteriormente señalado, independiente de la simpleza o complejidad de la misma (Leppla, 2014)

Normativa Internacional

En el mundo, sólo algunos países poseen normativas relacionadas al control biológico aumentativo. Así, en algunos países de Europa como es el caso de España, con el Real Decreto N° 951 (2014), que regula la comercialización de determinados medios de defensa fitosanitaria, se ha logrado establecer un medio para registrar y verificar de cierta forma la calidad de los agentes de control biológico a comercializarse en dicho país. El documento exige la inscripción en los registros oficiales a todo operador que desee comercializarlos, obligando a declarar el origen, naturaleza del organismo, características, eficacia, modo de empleo, envasado, identidad, etc., todo respaldado por ensayos aportados por las mismas empresas, que son posteriormente evaluados y aprobados por la autoridad. Un registro previo en algún país miembro de la comunidad europea, se considera válido y homólogo en España. No hay sin embargo en dicho documento, consideraciones específicas respecto de uno o más grupos de controladores diferentes, como tampoco de parámetros específicos de calidad determinados previamente por la autoridad.

La OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) en el año 2014 realizó una solicitud de información a los países miembros, con el fin de revisar y actualizar las regulaciones existentes sobre macroorganismos de control biológico macroorganismos. Aunque varios países respondieron a la encuesta como Australia, Bélgica, Canadá, Alemania, Hungría, Noruega, Islandia, Países Bajos, Nueva Zelanda, Suiza y Estados Unidos, la información entregada no permitió obtener la claridad necesaria. Por tal motivo, una de las principales agrupaciones de control biológico a nivel mundial y en particular en Europa, IBMA (Asociación Internacional de Fabricantes de Biocontrol, 2015), sugirió que como primer paso se actualice una lista de contactos de las autoridades encargadas de las regulaciones en los países y que dicha información se exponga en el próximo taller de la EPPO (Organización Europea y

Mediterránea de Protección Vegetal) a realizarse en Budapest en el mes de noviembre 2015⁵.

A nivel de países centroamericanos como El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua y Costa Rica, existen los denominados Reglamentos Técnicos Centroamericanos o RTCAs, que constituyen regulaciones supranacionales elaboradas en base al trabajo conjunto de variados Comités, formados por investigadores, académicos, empresas privadas y gobiernos, orientadas a la estandarización de diversas materias, entre las que se cuenta el control de insumos para la agricultura. De acuerdo a lo anterior, existe un Reglamento para el Registro de Plaguicidas Botánicos para Uso Agrícola (RTCA 65.05.62.1, 2013) y un Reglamento para el Registro de Plaguicidas Microbianos de uso Agrícola (RTCA 65.05.61.11, 2013). No obstante, no existe reglamento oficial para el registro ni evaluación de artrópodos para control biológico.

Por otro lado, en Colombia desde el 2011 se encuentra vigente la Resolución N° 698 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, normativa que permite el registro de bioinsumos de uso agrícola, entre los que se encuentran los agentes de control biológico parasitoides y depredadores. Sin embargo, sólo establece requisitos para los agentes de control biológico depredadores, la medición del número de individuos por envase y una pureza superior a 95% como aspectos de calidad a evaluar dentro de bioensayos oficiales (Galindo, 2014), no existe especificaciones para la especie *C. montrouzieri*.

En el caso de Perú, la existencia del procedimiento: “Verificación de la calidad de agentes biológicos para el control de plagas agrícolas producidos por laboratorios en convenio con el SENASA” (Senasa, 2001), busca establecer principios básicos para facilitar la verificación de la calidad de agentes biológicos producidos por laboratorios en convenio con dicha Institución. A través de un glosario de términos, procedimientos de toma de muestras y estándares definidos para artrópodos, virus y microorganismos, se pretende entregar herramientas de verificación oficial de la calidad de los agentes comercializados en dicho país.

En nuestro país en tanto, no existe una normativa asociada específicamente al control biológico de tipo aumentativo, siendo necesaria la confluencia de diversas iniciativas tanto públicas como privadas para lograr avanzar en la materia.

⁵ Sachana, M. 2015. [Comunicación personal]. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Literatura Citada

- Alemán, J.; Martínez, M.; Milián, O.; Massó, E.: Rijo, E. 2004. Alternativas para la reproducción artificial de *Cryptolaemus montrouzieri*. Revista Protección Vegetal 19(2): 131-132
- Alvear, A. 2011. Control biológico de plagas: Rompiendo mitos. Red Agrícola 40: 22-23
- Aracil, J. y F. Gordillo. 1995. Dinámica de Sistemas. ISDEFE. 79 p.
- Arnold, M., F. Osorio. 1998. Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Universidad de Chile. Facultad de Antropología. Cinta Moebio 3: 40-49
- Babu. R., Azam, K.M. 1987. Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* M. (Coccinellidae: Coleoptera) in relation with temperature. Entomophaga, 32 (4):381-386.
- Badii, M., Abreu, J. 2006. Control Biológico una forma sustentable para el control de plagas. International Journal of Good Conscience. 1(1): 82-89.
- Boller, E. 1986. History of quality control in mass-reared insects. En: 3rd Biannual IOBC Workshop on Quality Control, Guatemala-City, Agosto 25-28.
- Boller, E.; Chambers, D. 1977. Quality control. An idea book for fruit fly workers. IOBC-WPRS. 159 p.
- Blum, B.; Nicot, P.; Kolh, J.; Ruocco, M. 2011. Identified difficulties and conditions for field success of biocontrol. 4. Socio-economic aspect: market analysis and outlook. In: Nicot, P. (Ed.). Classical and augmentative biological control against diseases and pests: critical status analysis and review of factors influencing their success. International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants: West Palaearctic Regional Section. 2011. p 62-67.
- Cisternas, E. 2013. Control biológico en Chile: Desde el clásico a la valorización de los enemigos naturales endémicos. En: Seminario de Control Biológico: Experiencias, avances e impactos del control biológico en América Latina: 3 de septiembre 2013. Santiago, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO Red de Control Biológico de Hortalizas – Cobiho.
- Crosby, P. 1979. "Quality is free." The Art of Making Quality Free, New American Library. 238 p.
- Cubillos, M., Rozo, D. 2009. El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. Universidad de la Salle. Colombia. 48:80-99
- Deming, W. 1986. Out of the Crisis. Cambridge: Massachusetts Institute Of Technology Center for Advanced Engineering Study. 523 p.
- Dent, D. 2005. [en línea] Can biological control replace the chemicals? Recuperado en: <http://www.cabi-bioscience.ch/wwwgisp/gtc5b2.htm> Consultado el: 9 de septiembre de 2013.
- Douglas, K.; Getz, C. 2008. A socio-economic analysis of the North American commercial natural enemy industry and implications for augmentative biological control. Biological Control 45: 1-10.
- Ehler, L.E. 1990. Introduction strategies in biological control of insects. In: Mackauer, M.; Ehler, L.E.; Roland, J. (eds)., Critical issues in biological control. Intercept. Andover, Hants, 1990. p 111-134.

- Feigenbaum, A. 1983. Total Quality Control. New York: McGraw-Hill. 922 p.
- Finlay-Doney, M., Walter, G. 2012. Behavioral responses to specific prey and host plant species by a generalist predatory coccinellid (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant). *Biological Control* 63: 270–278
- Galindo, J. 2014. Aspectos regulatorios de los insumos biológicos de uso agrícola en Colombia. En: Seminario Internacional (IICA-ACHIPIA): Bioinsumos en Chile: perspectivas para su desarrollo. 10 septiembre 2014. Santiago, Chile
- Gerding, M. 2011. Desafíos en la implementación y comercialización de controladores biológicos en Chile. En: 12 (SINCOBIOL) Simposio de Controle Biológico: Mudanças climáticas e sustentabilidade: quebra de paradigmas: 18 a 21 de julio de 2011. Sao Paulo.
- Godoy, L. 2003. Determinación de parámetros biométricos y biológicos, para control de calidad en una crianza comercial de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. Tesis Ingeniero Agrónomo. Quillota, Chile: Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 48 p.
- Heidari, M., Copland, M.J. 1992. Host finding by *Cryptolaemus montrouzieri* (Col., Coccinellidae) a predator of mealybugs (Hom. Pseudococcidae). *Entomophaga* 37: 5-621.
- Huffaker, C.; Rabb, R.; Logan, A. 1977. Some aspects of population dynamics relative to augmentation of natural enemy action. In: Ridgway, R.; Vinson, S (eds.), Biological control by augmentation of natural enemies. Plenum Pres, New York, USA. p 3-38.
- IBMA (International Biocontrol Manufacturers Association) 2015. [en línea]. Recuperado en: <<http://www.ibma-global.org/en/macrobials>>. Consultado el: 1 de Julio de 2015.
- Kairo, M., Paraiso, O., Gautam, R., Peterkin, D. 2013. *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. CAB Internationals. 8(5): p 1-20
- Kishore, R., Manjunath, D., Kumar, P., DattaRK., 1993. Mass production of Australian ladybird beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae: Coleoptera). *Indian Journal of Sericulture*. 32:8-148
- Leppla, N. 2014. Concepts and methods of Quality Assurance for Mass-Reared Parasitoids and Predators. (cap. 9, pp.277-305). EN: Morales-Ramos, J. Rojas, G. Shapiro-Llan, D. (ed). Mass Production of Beneficial Organisms, Invertebrates and Entomopathogens. USA. 711p.
- Leppla, N., Morales-Ramos, J., Shapiro-Ilan D., Rojas, G. 2014. Introduction of Challenges of mass producing beneficial organisms, arthropod mass production for biological control, mass producing pathogens for biological control, and mass rearing invertebrates for their products and ecological services. (cap.1, pp.3-16). EN: Morales-Ramos, J. Rojas, G. Shapiro-Llan, D. (ed). Mass Production of Beneficial Organisms, Invertebrates and Entomopathogens. USA. 711p.
- López, E. 1999. Situación Sanitaria del Palto en Chile. 1999. *Revista Chapingo* Serie Horticultura. 5: 329-336.
- López, E. y Martínez, S. 2000. Iniciación a la Simulación Dinámica: Aplicaciones a sistemas económicos y empresariales. Barcelona. 209 p.

- Maes, S.; Antoons, T.; Gregoire, J.C. 2014a. A semi-artificial rearing system for the specialist predatory ladybird *Cryptolaemus montrouzieri*. *BioControl* 59:564-557
- Maes, S., Grégoire, J. C., De Clercq, P. 2015. Cold tolerance of the predatory ladybird *Cryptolaemus montrouzieri*. *BioControl*, 60(2), 199-207.
- Mani, M. 1988. Bioecology and management of grapevine mealybug. Indian Institute of Horticultural Research. 5:1-32.
- Milán, O.; Rijo, E.; Massó, E. 2005. Introducción, cuarentena y desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) en Cuba. Fitosanidad, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Cuba 9(3): 69-76.
- Miyatake, T. 2011. Insect quality control: synchronized sex, mating system and biological rhythm. *Appl. Entomol. & Zool.* 46: 3-14..
- Nicot, P.; Blum, B.; Köhl, J.; Ruocco M. 2011 [en línea]. Perspectives for future research-and-development projects on biological control of plant pests and diseases (Cap.1). *Ensu: Classical and augmentative biological control against diseases and pests: critical status analysis and review of factors influencing their success.* International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS). 194p. Recuperado en: <<http://www.iobc-wprs.org/pub/index.html#books>>. Consultado el: 14 de junio de 2014.
- Orr, D. 2009. Biological control and integrated pest management. *In: Peshin, R.; Dhawan, A. (eds.), Integrated pest management: Innovation-development process.* Pp. 207-239.
- Pilkington, L.; Messelink, G.; van Lenteren, J.; Le Mottee, C. 2010. Protected biological control – Biological pest management in the greenhouse industry. *Biological Control* 52: 216-220.
- Ravensberg, W. 2011. A roadmap to the successful development and commercialization of microbial pest control products for arthropods. Springer, The Netherlands. 379 p.
- Real Academia Española. 2015. Diccionario de la Lengua Española [en línea]. [España]. Recuperado en: <<http://www.rae.es>> Consultado el: 22 de julio de 2015.
- Riddick, E., Chen, H. 2014. Production of Coleopteran Predators. (cap. 2, pp.17-55). EN: Morales-Ramos, J. Rojas, G., Shapiro-Llan, D. (ed). *Mass production of Beneficial Organisms, Invertebrates and Entomopathogens.* USA. 711p.
- Ripa, R. 2006. Producción comercial de enemigos naturales. *Tierra Adentro* (ene-feb): 40-49.
- Rojas, S. 1987. Plagas de los cítricos y control con enemigos naturales: un enfoque basado en la experiencia nacional. *IPA La Platina* 44:25-30
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), Chile. 1999. Resolución Exenta N° 3670, Establece normas para la evaluación y autorización de plaguicidas. [en línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <http://www.sag.gob.cl/sites/default/files/resolucion_3670_1999_0.pdf> Consultado el: 5 de mayo de 2014
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), Chile. 1997. Resolución Exenta N° 2410, Establece la obligación de declarar las ventas de plaguicidas de uso agrícola. [en línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <http://www.sag.cl/sites/default/files/resolucion_2410_1997.pdf> Consultado el: 5 de mayo de 2014

- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), Chile. 2014. Resolución Exenta N° 1557, Establece exigencias para la autorización de plaguicidas y deroga Resolución N° 3670 de 1999. [en línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <http://www.sag.cl/sites/default/files/resolucion_2410_1997.pdf> Consultado el: 15 de diciembre de 2014
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria), Perú. 2001. Procedimiento: Verificación de la calidad de agentes biológicos para el control de plagas agrícolas producidos por laboratorios en convenio con el SENASA. [en línea]. Recuperado en: <<http://www.senasa.gob.pe/senasa/calidad-de-los-agentes-biologicos>>. Consultado el: 17 de junio de 2015
- van Driesde, R.G.; Hoddle, M.S.; Center, T.D. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. The Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET), USDA. 7333 p.
- van Lenteren, J.C. 2012a. IOBC internet book of biological control. Comercial and non-comercial producers of natural enemies. [en línea]. Recuperado en: <<http://www.iobc-global.org/download/IOBC%20InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf>>. Consultado el: 13 de septiembre de 2013
- van Lenteren, J.C. 2012b. IOBC internet book of biological control. Quality control of natural enemies. [en línea]. Recuperado en: <<http://www.iobc-global.org/download/IOBC%20InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf>>. Consultado el: 14 de mayo de 2014
- van Lenteren, J.C. 2012c. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* (2012) 57:1–20
- van Lenteren, J.C. 2006. How not to evaluate augmentative biological control. *Biological Control* 39: 115-118.
- van Lenteren, J., Woets, J. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. *Annual Review of Entomology*. 33: 239-269.
- Wikes, A. 1942. The influence of selection on the preferendum of a chalcid (*Microplectron fuscipennis* Zett.) and its significance in the biological control of an insect pest. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 130(861), 400-415.
- Yudelevich, M. 1950. Control biológico de *Pseudococcus* en Chile. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 126 p.
- Zúñiga, E. 1985. Ochenta años de control biológico en Chile. Revisión histórica y evaluación de proyectos desarrollados (1903-1983). *Agricultura Técnica* (Chile) 45(3): 175-183

CAPÍTULO II

DETERMINACIÓN DE REQUISITOS MÍNIMOS PARA UN MODELO CONCEPTUAL ORIENTADO AL CONTROL DE CALIDAD EN LA OBTENCIÓN, MULTIPLICACIÓN, COSECHA/ACOPIO Y DESPACHO DE *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), CON FINES COMERCIALES

Resumen

En la actualidad en Chile no existe una normativa específica en materia de control biológico aumentativo mediante artrópodos, así como tampoco protocolos comerciales estandarizados para la especie *Cryptolaemus montrouzieri* (M). El objetivo del presente trabajo fue la elaboración de un modelo conceptual o esquema teórico que contiene los requisitos mínimos para la determinación de la calidad en las etapas de obtención, multiplicación, cosecha/acopio y despacho de *Cryptolaemus montrouzieri* con fines comerciales, basado en literatura científica nacional e internacional y en entrevistas con expertos, instituciones y empresas relacionadas con la crianza y comercialización de este controlador biológico. Se identificaron los factores claves que inciden en su efectividad como agente de control biológico, los cuales se agruparon en diferentes etapas involucradas en el proceso productivo de este coccinélido, iniciándose con la obtención de material vivo, la multiplicación, la obtención del material reproducido en laboratorio, hasta su despacho al cliente final. Para facilitar la visualización del modelo conceptual propuesto, se sistematizó la información en cuadros explicativos y se graficaron las diferentes etapas en software Stella y los factores claves que inciden en la calidad de los organismos multiplicados.

Palabras claves:

Control biológico, calidad de biocontroladores, crianza artificial.

Abstract

Currently in Chile there is no specific legislation on augmentative biological control by arthropods, nor commercial standardized protocols for the species *Cryptolaemus montrouzieri* (M). The aim of this work was to develop a conceptual model or theoretical framework that contains the minimum requirements for quality determination in the steps of obtaining, multiplying, harvesting and storage and delivery of *Cryptolaemus montrouzieri* for commercial purposes, based on national and international scientific literature and interviews with experts, institutions and companies involved in rearing and marketing of biological control agents. The key factors that influence their effectiveness as biological control agent is identified, and grouped into different stages involved in the production process of this coccinellid, starting with obtaining living material, multiplication, obtaining the material reproduced in the laboratory, through to supply to the end customer. To facilitate the visualization of the proposed conceptual model, the information was systematized in explanatory tables and plotted by Stella software the different stages and the key factors that affect the quality of the multiplied organisms.

Keys words:

Biological control, biocontrolers quality, artificial rearing.

Introducción

El control biológico es una herramienta que permite disminuir la dependencia en el uso de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades (Guedes *et al.*, 2008). De Bach (1964) la definió como la acción de parasitoides, depredadores o patógenos que mantienen a otros organismos en niveles más bajos que los que podrían encontrarse en su ausencia. Esta estrategia se remonta al año 324 A.C., con productores chinos de cítricos que utilizaban nidos de hormigas para comercializarlos en el control de lepidópteros y coleópteros plaga (Lavandero *et al.*, 2006) o en la Arabia medieval para el combate de una hormiga fitófaga que atacaba sembrados de palma datilera (Massó, 2007). En términos simples corresponde al uso de un organismo para reducir la densidad de población de otro organismo, siendo la más exitosa, rentable y ambientalmente segura forma de manejo de plagas (van Lenteren, 2012a).

Existen diferentes enfoques de control biológico, dependiendo del objetivo que se pretende alcanzar. El control biológico clásico, aborda la necesidad de control de especies no nativas invasivas mediante la introducción de especies antagonistas, normalmente para grandes áreas y a largo plazo; el control biológico conservacionista que corresponde a la modificación del suelo, cultivo o vegetación asociada para dar condiciones a los enemigos naturales presentes y, el control biológico aumentativo, que corresponde a la liberación de individuos criados en insectarios comerciales (van Driesde *et al.*, 2007).

Se considera que la utilización a gran escala del control biológico comenzó en California en 1888 con la importación desde Australia y liberación de *Rodolia cardinalis* (Mulsant) para el control de escamas de cítricos (van Lenteren, 2012a). En la actualidad, el tipo de control biológico que ha tenido un desarrollo importante ha sido el de tipo aumentativo, asociado a la existencia de empresas dedicadas a la multiplicación y comercialización de agentes de control biológico. Factores como la cancelación de registros de plaguicidas o mayores restricciones en dicho proceso (Rosset, 1997), la aparición de otros con alta especificidad, la creciente amenaza de la resistencia a plaguicidas en insectos, cuestionamientos públicos respecto del uso inadecuado, el crecimiento sostenido de la agricultura orgánica y los requerimiento de mercados más exigentes, explicarían en gran medida este fenómeno (Warner y Getz, 2008).

Por tratarse de organismos vivos, los controladores biológicos pueden verse afectados por diversos factores, bióticos y abióticos que invariablemente afectarán su desempeño posterior. Además, al mantenerlos en crianza artificial, factores como la endogamia (Riddick & Chen, 2014; Ripa, 2006), la sobrepoblación y alimentación deficiente (Leppla *et al.*, 2014), pueden alterar características de estos insectos respecto de aquellos que se encuentran en condiciones silvestres. Por lo tanto, para lograr que esta herramienta de control obtenga los resultados esperados, es necesario contar con lineamientos estandarizados enfocados a la crianza de agentes de control biológico en los laboratorios de estas empresas. De esta manera se garantiza la calidad y viabilidad de los organismos comercializados, y se mantienen u optimizan sus atributos originales (Bigler, 1994).

Al respecto existen numerosas publicaciones científicas que abordan diversos aspectos relacionados con la calidad de diferentes especies de controladores biológicos dentro del contexto del control biológico aumentativo (Morales-Ramos *et al.*, 2014; van Lenteren

et al., 2003; van Lenteren, 2006; van Lenteren, 2012a; van Lenteren, 2012b; Leppla *et al.*, 2014; Riddick & Chen, 2014; Blum *et al.*, 2011; Gerding, 2011; Van Driesde *et al.*, 2007; Ripa, 2006; Boller, 1986). A nivel mundial, se han establecido incluso varias instancias de trabajo colaborativo para apoyar el desarrollo de este tipo de control. Por ejemplo, la Organización Internacional para el Control Biológico (IOBC), una de las más antiguas e importantes agrupaciones a nivel mundial, tiene como misión promover el desarrollo del control biológico y su aplicación en los programas de manejo integrado a nivel mundial, a través de la coordinación de actividades de difusión y grupos de trabajo ordenados en seis grandes regiones en el mundo, que abordan diferentes temáticas relativas al control biológico. Desde su creación en el año 1955, ha colaborado como órgano independiente, internacional y profesional, en la elaboración de políticas de control de plagas medioambientalmente seguras para la FAO, Unión Europea, OCDE, el Banco Mundial, ONG's y Ministerios de Agricultura y Medio Ambiente de varios países. Es así como uno de los grupos de trabajo a nivel mundial denominado "Grupo de trabajo en crianza masiva y aseguramiento de calidad" (MRQA), desarrolló el año 2003 el documento "Directrices para el control de calidad de la IOBC" (van Lenteren *et al.*, 2003), que incluye parámetros de calidad para especies de los órdenes Hymenoptera, Hemíptera, Díptera y Acarina. Entre ellos se encontraba *Cryptolaemus montrouzieri* M, pero según van Lenteren⁶, sólo corresponde a un protocolo provisional que debe validarse.

Otro ejemplo de estas organizaciones es la Asociación de Productores de Biocontroladores Naturales, (ANBP, por sus siglas en inglés), organización sin fines de lucro formada en 1990 por empresas norteamericanas dedicadas a la comercialización de insectos para polinización y control biológico, con el fin de representar a una industria creciente a través de la membresía de productores, distribuidores, clientes, investigadores y extensionistas, principalmente de Estados Unidos y Canadá. A lo largo de estos años, han llegado a ser reconocidos como un importante portavoz de la industria comercial de control biológico gracias a la promoción, educación y preocupación por aspectos de calidad de los agentes de control biológico.

Existe también la Asociación Internacional de Fabricantes de Biocontrol (IBMA) que fue creada en 1995 para representar los puntos de vista de productores de agentes de control biológico, caracterizados principalmente por pequeñas empresas con recursos limitados, aun cuando dentro de sus miembros se encuentran investigadores, clientes y organizaciones de capacitación. Actualmente posee más de 260 miembros, siete grupos de trabajo a nivel de países de la Comunidad Europea (Alemania, Italia, Francia, España, Suiza) y el Reino Unido, y cuatro grupos de trabajo profesional divididos en: Agentes de control invertebrados, (macroorganismos), agentes de control microbianos (microorganismos), productos naturales y bioquímicos y un grupo de trabajo en semioquímicos. Esta organización promueve la colaboración entre ellas y permite el intercambio de información entre los demás miembros de la agrupación. Varios de sus miembros colaboran activamente en actividades de difusión y apoyo a la estrategia de control biológico y en especial de los biopesticidas.

Es importante señalar que a nivel mundial y en particular en Europa, la información referente a parámetros comerciales de calidad asociados a *C. montrouzieri* M es menos abundante en comparación a otras, dado que el desarrollo del control biológico se

⁶ van Lenteren, J. 2015. [Comunicación personal]. Universidad Wageningen. Holanda

orienta más bien hacia la producción bajo invernadero y sus potenciales agentes de control biológico asociados, en desmedro de información relacionada a cultivos extensivos como cítricos y paltos en donde esta especie es utilizada ampliamente. Un ejemplo de lo anterior, lo constituye las Directrices de la IOBC, las cuales no incorporan en sus protocolos de crianza y evaluación de calidad validados, a la especie *C. montrouzieri*, aun cuando existían 17 protocolos para otras especies de depredadoras y también parasitoides de los órdenes Hymenoptera, Hemiptera, Díptera y Acarina que si lo están.

En la actualidad no existen en nuestro país acuerdos de cooperación transversales e institucionales con estas organizaciones, así como tampoco protocolos estandarizados y consensuados de crianza para esta y otras especies de artrópodos. Las empresas nacionales definen su propia metodología y los aspectos críticos a evaluar en sus laboratorios, basándose ya sea, en la información generada por éstas organizaciones internacionales, o bien, por desarrollos de investigación propios.

A raíz de lo anterior y considerando la diversidad de especies involucradas en el control biológico aumentativo, la información disponible a nivel nacional e internacional y la realidad fitosanitaria de nuestras exportaciones, en este estudio se decidió utilizar como referencia a la especie depredadora *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) para proponer un modelo. Según algunos especialistas y también en lo observado en las páginas web de la mayoría de las empresas dedicadas a la crianza comercial de agentes de control biológico de artrópodos, *C. montrouzieri* es el principal agente comercializado en Chile. Conocida es su acción depredadora sobre huevos, ninfas y adultos de chanchitos blancos (Hemiptera: Pseudococcidae), la cual ha generado la mayor cantidad de rechazos en fruta de exportación en las últimas tres temporadas, principalmente por presencia de *Pseudococcus viburni* (Signoret) y *P. calceolariae* (Maskell) en manzanas y uvas⁷. Según Ripa (2006), las especies vegetales sobre las que se registra el mayor uso de *C. montrouzieri* en Chile son cítricos y uva de mesa.

En el presente estudio se sistematizó la información relativa al proceso productivo de *C. montrouzieri* mediante un modelo que considera las variables y procesos relevantes de acuerdo a investigaciones científicas a nivel nacional e internacional y lo descrito por empresas de la industria de control biológico nacional. El documento corresponde a un modelo conceptual que no incluye la validación del mismo, ya que ésta implicaría necesariamente la obtención de datos en terreno tendientes a la verificación de las relaciones descritas en el documento. El modelo aborda las etapas del proceso que no habían sido sistematizadas anteriormente. Se incluyeron sólo aquellas etapas dentro del proceso de crianza y comercialización de *C. montrouzieri* que dependen de las empresas, considerando que en el proceso posterior de liberación en el campo, que depende del agricultor, existen factores que no necesariamente tienen relación con los aspectos productivos contenidos en este estudio, pero que podrían también influir en el desempeño posterior de esta especie.

Esta propuesta de modelo sería la primera aproximación consensuada en nuestro país, de aquellos aspectos mínimos de calidad necesarios de demostrar, por parte de las

⁷ Concha, J. 2015. [Comunicación personal]. Santiago. Subdepartamento de Exportaciones Agrícolas SAG.

empresas que participan en la multiplicación y comercialización de *C. montrouzieri* en Chile, y podría, eventualmente, servir también de guía para futuras normativas asociadas a la producción de este biocontrolador. Si bien es cierto, existen en la literatura una serie de aspectos asociados a la verificación de la calidad de agentes de control biológico en general (Morales-Ramos *et al.*, 2014; van Lenteren, 2012b) en la elaboración de este modelo se consideró también, la facilidad de implementación de cada aspecto a evaluar y sus respectivos registros, considerados como un punto de partida que podría mejorarse en el futuro.

Objetivo General

Proponer un modelo conceptual que incluya los factores más relevantes en la producción de *C. montrouzieri* en Chile, que permita medir la calidad en las etapas de obtención de material biológico, multiplicación, cosecha/acopio y despacho de esta especie.

Objetivos Específicos

- Caracterizar la oferta actual de *C. montrouzieri* en Chile.
- Describir los procesos de producción de *C. montrouzieri* con énfasis en la determinación de los factores claves que incidirían en su efectividad como agente de control biológico.
- Proponer una pauta para aseguramiento de la calidad aplicable a las etapas de obtención de material biológico, multiplicación, cosecha/acopio y despacho, en el proceso de producción de *C. montrouzieri*.

Materiales y métodos

Tipo de Estudio

El presente trabajo correspondió a un estudio de caso, de tipo no experimental y descriptivo.

Lugar de Estudio

El estudio se desarrolló en la zona Central de Chile, principalmente en la Región de Valparaíso donde se encuentra la mayor cantidad de empresas de Control Biológico de artrópodos y también en la Región Metropolitana.

Materiales

a) Se obtuvo información primaria a través de:

- Encuesta aplicada sobre las empresas que actualmente comercializan *C. montrouzieri* en Chile.
- Entrevistas a empresas que actualmente comercializan *C. montrouzieri* en Chile, así como a investigadores e informantes claves relacionados con el control biológico aumentativo.
- Grupo de discusión o “focus group” en donde participaron algunos de los representantes de las empresas e investigadores entrevistados anteriormente. Existen dos interpretaciones asociadas al concepto de focus group o grupo de discusión. Una, en donde el moderador se limita sólo a escuchar la autoconfesión del grupo, planteando sólo el tema de la discusión y la otra, en donde el moderador formula preguntas ante las cuales obtiene la respuesta del grupo (Gil, 1992). Para efectos de este trabajo se trabajó con esta segunda interpretación.

b) Se obtuvo información secundaria a través de:

- Revisión en la web sobre agentes de control biológico, empresas y agrupaciones relacionadas con el rubro de la producción o multiplicación de artrópodos como agentes de control biológico.
- Publicaciones científicas nacionales e internacionales relacionadas con el rubro de la producción o multiplicación de artrópodos como agentes de control biológico y sobre la biología de *C. montrouzieri*.

Método

Recopilación de información

Se identificaron las empresas nacionales a través de la revisión en web, así como de la revisión de publicaciones nacionales del ámbito agrícola, asociadas directa o indirectamente con esta temática.

Se diseñó una encuesta como instrumento de recolección de información primaria aplicable a estas empresas, en base a información de referencia obtenida de la revisión de la literatura científica en la materia, mediante un documento que contempló los siguientes ámbitos:

- a) Identificación de la empresa: Años de funcionamiento, número de personas que trabajan en la empresa, infraestructura y superficie destinada a producción.
- b) Comercialización: Cantidades de *C. montrouzieri* comercializados y otros agentes de control biológico, formas de venta y tipos de clientes.
- c) Procesos de producción o crianza: identificación de los distintos procesos de obtención, multiplicación, almacenamiento y transporte de *C. montrouzieri*, incluyendo la identificación de los factores críticos en cada uno de ellos.
- d) Medición de actitud hacia el establecimiento de normas de calidad: Se midió la actitud de las empresas en relación al establecimiento de normas de calidad y sus beneficios y/o consecuencias mediante afirmaciones en una escala Likert.

En el cuadro 1 se muestran las empresas a las cuales se les solicitó responder la encuesta durante el año 2015, documento que les fue enviado vía correo electrónico y que posteriormente fue explicado en las entrevistas realizadas:

Empresa /Institución	Fecha Encuesta
Biocea	26-03-2015
Xilema	16-04-2015
Biobichos	14-05-2015
Rojasi	16-04-2015
Inia La Cruz	----
Biobee	01-07-2015
Universidad Católica de Valparaíso	----
Nutraterro S.A.	01-07-2015
	6

Cuadro 1. Empresas participantes de encuesta y fechas de respuesta.

Tanto Inia La Cruz como la Universidad Católica de Valparaíso, no respondieron la encuesta enviada.

Se obtuvo también información primaria en base a entrevistas posteriores con estas empresas, investigadores nacionales e informantes claves del sector, que tenían relación con la producción o crianza de *C. montrouzieri*, abordando en profundidad los temas relacionados con procesos y factores claves de éxito en cada una de las etapas de obtención, multiplicación, Cosecha y acopio y despacho de *C. montrouzieri*, así como también respecto de las tendencias generales del mercado.

En el cuadro 2 se muestran las empresas y personas entrevistadas a partir del año 2014. Lo que explica que existan empresas con más de una entrevista realizada (Biocea, Xilema y Biobichos), es el hecho de que ellas manifestaron su total disposición a colaborar y aclarar algunos temas relativos al alcance de este trabajo.

Empresa/Institución	Contraparte	Fecha Entrevista
Biocea	Renato Ripa Pilar Larral	24/11/14 y 26/03/15
Xilema	Andrés Alvear	13/05/14 y 16/04/15
Biobichos	Marcos Gerding	03/03/14 y 06/04/15
Rojasi	Maritza Rojas	15-05-2014
Controlbest	Dennis Navea	28-05-2014
Inia La Cruz	Fernando Rodríguez	26-03-2015
Biobee	Adrián Wagner	24-06-2015
Univ. Católica de Valparaíso	Eugenio López Begoña Parra	26-03-2015
	TOTAL	11

Cuadro 2. Entrevistas realizadas a empresas y centros de investigación

Se realizó un total de once entrevistas a las empresas anteriormente señaladas, así como también a los centros de investigación indicados. El objetivo de estas entrevistas fue explicar en detalle el alcance del presente trabajo, su importancia en el contexto actual del control biológico aumentativo y solicitar también colaboración en el desarrollo de un estándar de calidad o modelo conceptual de calidad de la especie. Esta colaboración incluía la participación en un focus group o grupo de discusión final para definir el estándar propuesto.

En algunas oportunidades, como en el caso de las empresas Biocea, Xilema y Biobichos, se realizaron entrevistas adicionales para explicar la encuesta en sus aspectos conceptuales y también para dejar en claro que la información obtenida de estas entrevistas tendría carácter de confidencial.

Finalmente se desarrolló con fecha 03 de julio de 2015 un grupo de discusión o ‘focus group’ con la participación de algunos representantes de estas empresas (Cuadro 3), el cual tuvo por objeto completar el cuadro que explica el modelo conceptual de calidad diseñado, en base a la entrega de información confiable y de primera fuente.

La metodología del focus group fue participativa y consistió en la presentación del cuadro explicativo para posteriormente y a través de la metodología DELPHI, consensuar los procesos y factores claves que inciden en la producción de calidad de *C. montrouzieri*. Secuencialmente, la actividad se desarrolló de la siguiente manera:

- a) Definición de objetivos del focus group: Se explicó a los asistentes que el objetivo era revisar los requisitos propuestos para cada etapa del proceso de producción comercial de *C. montrouzieri*.
- b) Criterios de selección de participantes: Se definieron previamente y de acuerdo a su experiencia en control biológico y a la predisposición para colaborar en el desarrollo de este trabajo.
- c) Duración de la actividad: La actividad contemplaba una jornada completa, pero la disponibilidad de las empresas permitió realizarla sólo en media jornada (10:00-14:00 h).
- d) Resultados esperados: Se consolidaron todas las observaciones respecto de las etapas, su contenido y alcances para la definición del documento final

Empresa/Institución	Contraparte
Biocea	Pilar Larral
Xilema	Andrés Alvear y Carola Román
Rojasi	Maritza Rojas

Cuadro N° 3. Representantes de empresas participantes de focus group

Construcción del Modelo

Para la elaboración del cuadro que explica el Modelo Conceptual, documento que fue discutido en el focus group, se utilizó como base diversas recomendaciones derivadas de instancias nacionales e internacionales relacionadas a este tipo de control biológico, así como también la información científica disponible a nivel nacional e internacional, respecto de aspectos de crianza de *C. montrouzieri*.

A través de una comunicación personal vía correo electrónico con el Vicepresidente de la IOBC, Prof. Dr. Joop van Lenteren, se tuvo acceso a un protocolo provisional para la especie, el cual sirvió de base para la elaboración de la propuesta. Para las mayores agrupaciones de empresas de controladores biológicos del mundo, tanto en Europa con

la Asociación Internacional de Fabricantes de Biocontrol (IBMA, 2015), como en Estados Unidos a través de la Asociación de Productores de Biocontrol Natural (ANBP), este protocolo provisional también constituye una guía referencial para evaluar algunos aspectos de calidad de la especie.

También fueron consideradas las recomendaciones contenidas en el documento “Guía de Requisitos de Información para Regulación de Invertebrados como Agentes de Control Biológico” de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2004), a través de su grupo Directivo de Trabajo en Bioplaguicidas (BPSG) y en particular la propuesta de evaluación de eficacia contenida en ella. Se pudo apreciar además, que recomendaciones específicas para evaluar la calidad de agentes de control biológico derivadas de esta organización, hacían mención precisamente al trabajo propuesto por van Lenteren, anteriormente mencionado.

Tratamiento de la información

La información de las encuestas y sus secciones se analizó mediante estadística descriptiva de tendencia central, mientras que la información de las entrevistas se trabajó en un diagrama de Forrester siguiendo el marco de Teoría de Sistemas.

Una vez analizada la información y teniendo en cuenta los resultados del grupo de discusión, se elaboró el documento final en base a pautas generales de redacción de otros protocolos, modelos o guías similares.

Resultados y Discusión

Caracterización de la industria nacional

La industria nacional de control biológico aumentativo es más bien pequeña en cuanto a número de empresas. De acuerdo a la información disponible en internet, se determinó que actualmente existen ocho empresas dedicadas al control biológico mediante el uso de artrópodos. En total, éstas ofrecen 33 especies de artrópodos, correspondiendo el 64% (21) de éstas, a especies que ejercen su acción de control mediante la depredación y el 36% restante (12) corresponden a parasitoides.

De acuerdo a su distribución, la mayoría de las empresas se ubica en la región de Valparaíso, principalmente en la comuna de Quillota. Sólo dos de ellas, Biobee y Nutraterra se encuentran en la Región Metropolitana, mientras que Biobichos se encuentra en la Región del Bío Bío, específicamente en la comuna de Chillán (Cuadro 4).

Desde el punto de vista del tamaño, el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, MINECON (2015), se categoriza a las empresas de acuerdo a los ingresos anuales por ventas y servicios realizados. Las empresas encuestadas no aportaron información sobre este aspecto, por lo que esta información no se incluyó en la caracterización. Sin embargo, para efectos del Código del Trabajo, y sus leyes complementarias, los empleadores (empresas) se clasifican de acuerdo al número de trabajadores contratados. De esta manera, las categorías son:

- Microempresa: Aquellas empresas que tengan contratados hasta 9 trabajadores.
- Pequeña Empresa: Aquellas empresas que tengan contratados entre 10 y 49 trabajadores.
- Mediana Empresa: Aquellas empresas que tengan contratados entre 50 y 199 trabajadores.
- Empresa Grande: Aquellas empresas tengan contratados 200 ó más trabajadores.

Como se puede observar en el Cuadro 4, la totalidad de las empresas que respondieron a la encuesta, único medio en este trabajo para recopilar información de la estructura tributaria y organizacional de las empresas, corresponden a empresas de las categorías Pequeñas y Microempresas, con un 66,6% y 33,3% respectivamente.

En relación a la infraestructura de estas empresas, y en lo específico a la superficie destinada a oficinas, la mayoría (67%) no sobrepasa los 100 m². En lo que respecta a laboratorios, la situación es totalmente distinta, ya que la mitad de ellas posee dependencias que sobrepasan los 500 m².

Consultadas las empresas respecto de si tenían implementado algún estándar de calidad verificable, sólo un 33% respondió afirmativamente. Analizando las razones de la no implementación de lo anterior, las empresas señalan: (1) a la poca valoración del cliente de esta implementación y (2), a la falta de presupuesto para llevarla a cabo. Ambas respuestas fueron contestadas en igual porcentaje (50%).

Sin embargo y a pesar de estos antecedentes, al analizar las respuestas relativas a la actitud hacia el establecimiento de normas de calidad, el promedio obtenido de las respuestas fue de un valor 2 (“medianamente de acuerdo”), considerando la escala propuesta.

La mayoría de las empresas que actualmente comercializan agentes de control biológico se crearon en el periodo comprendido entre los años 2005 y 2010. Anterior a este, sólo Xilema existía formalmente en el mercado desde el año 1994. La empresa de más reciente aparición en el mercado corresponde a Biobichos en el año 2011 (Cuadro 4).

Cabe mencionar que, en la actualidad, entre las empresas participantes de la industria nacional de artrópodos para el control de plagas, no existe ninguna figura de asociatividad entre ellas, lo que dificulta la representación ante autoridades y la posibilidad de aunar criterios de trabajo, fomento y difusión de aspectos propios del control biológico aumentativo.

	Tipo Empresa *	Nombre Empresa	Región Origen	Año creación	Dirección Web
1	PE	Biobichos	Bío-Bío	2011	www.biobichoschile.cl
2	PE	Biocea	Valparaíso	2009	www.biocea.cl
3	PE	Xilema	Valparaíso	1994	www.xilema.cl
4	ME	Rojasi	Valparaíso	2005	www.rojasi.cl
5	PE	Biobee	RM	2008	www.biobee.cl
6	ME	Nutraterra	RM	2009	www.inversionesnutraterra.cl
7	s/i *	Controlbest	Valparaíso	s/i *	www.controlbest.cl
8	s/i *	Umbral	RM	s/i *	www.artropodos.cl

* PE: Pequeña Empresa; ME: Mediana Empresa; s/i: sin información.

Cuadro 4. Información de empresas participantes de la industria nacional de control biológico mediante artrópodos

Oferta de *C. montrouzieri*

Luego de la revisión de información disponible en internet, fue posible establecer que no todas las empresas evaluadas presentan a *C. montrouzieri* dentro de su oferta comercial. La empresa Biocea no comercializa agentes de control biológico, dedicando sus esfuerzos a la investigación, servicios de asesoría, fotografía y videos de agentes de control biológico. Biobichos por su parte, corresponde a una empresa dedicada efectivamente a la multiplicación y comercialización de agentes de control biológico, pero de *C. montrouzieri*. La empresa Umbral, a pesar de que se enuncia dentro de las empresas que comercializan controladores biológicos, no fueron contactados para

participar en este trabajo, dado que según la información disponible en su página web, se dedican a realizar asesorías fitosanitarias y control biológico a través del uso de ácaros depredadores, principalmente para el control de ácaros fitófagos en frutales y viñas.

De esta manera, sólo cuatro empresas tienen relación directa con la oferta de *C. montrouzieri* en la actualidad (Cuadro 5), siendo sólo tres de ellas las que en la actualidad desarrollan efectivamente acciones de multiplicación y comercialización de la especie. El resto exhibe diferentes estructuras de operación. Una de ellas, Controlbest, evidenció un modelo de negocio basado en la prestación de servicios de control biológico integral, que involucra el monitoreo, multiplicación/liberación y asesorías personalizadas respecto de los problemas de plagas de sus clientes. No considera la comercialización *C. montrouzieri* solamente como insumo y por lo tanto, no fue considerada como parte del universo de empresas con dicha orientación.

	Nombre Empresa	Responde encuesta	Participa entrevista	Participa Focus group	Multiplica <i>C. montrouzieri</i>	Comercializa <i>C. montrouzieri</i>
1	Biobichos	Si	Si	No	No	No
2	Biocea	Si	Si	Si	No	No
3	Xilema	Si	Si	Si	Si	Si
4	Rojasi	Si	Si	Si	Si	Si
5	Biobee	Si	Si	No	No	Si
6	Nutraterra	Si	No	No	No	No
7	Umbral	No	No	No	No	No
8	Controlbest	No	Si	No	Si*	Si*

*Únicamente como parte de un servicio de asesoría integral

Cuadro N° 5. Participación de las empresas respecto de solicitudes de información enviadas

La empresa Nutraterra si bien en su página web exhibe oferta de *C. montrouzieri*, según comunicación vía correo electrónico, declararon que en la actualidad no multiplican ni comercializan la especie en nuestro país. Por su parte, la empresa Biobee declara comercializar *C. montrouzieri* en Chile, pero la crianza y multiplicación de los organismos se realiza en Israel bajo patente comercial. No entregaron mayores detalles del proceso de crianza realizado.

Ante estos antecedentes, es posible afirmar que a la fecha de elaboración de este trabajo, sólo las empresas Xilema y Rojasi multiplican y comercializan en nuestro país la

especie objeto de este estudio y fueron quienes finalmente participaron del grupo de discusión final

Encuestas realizadas

La percepción y valoración de cada pregunta de las encuestas, fue distinta dependiendo de cada empresa, en especial aquella relacionada con los procesos de comercialización y de producción o crianza. Sin embargo, la información relacionada con los aspectos de identificación de la empresa y en particular con aquellos relacionados con la infraestructura y capital humano fueron entendidos de la misma manera por todas las empresas consultadas, así como las preguntas relacionadas con la medición de la actitud hacia el establecimiento de normas de calidad.

Cabe destacar que los dos centros de investigación nacionales consultados a saber, Inia La Cruz y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, no respondieron a la encuesta probablemente por el carácter productivo-comercial que ésta tenía y lo alejada que podía estar del carácter de investigación que ellas ostentan. A través de dicha fuente de información, no entregaron mayores antecedentes al respecto.

Entrevistas realizadas

Es importante destacar que al inicio de cada entrevista, la mayoría de los entrevistados manifestaron su escepticismo respecto de lograr el diseño consensuado de un estándar de calidad, considerando el carácter individualista de la industria nacional de crianza masiva de controladores biológicos artrópodos y al hecho de que no existía experiencia previa nacional en este tipo de trabajo. Sin embargo y a pesar de lo anterior, todos coincidieron posteriormente en la importancia de lograr establecer una operativa de trabajo conjunta tendiente a diseñar, al menos conceptualmente, un modelo estandarizado con las operaciones que cada una de las empresas desarrolla en la actualidad.

La ausencia de un marco regulatorio para este tipo de control biológico, si bien podría asumirse como un elemento que facilita la aparición de nuevos emprendimientos nacionales en la materia, es motivo de preocupación para la mayoría de las empresas consultadas. La ausencia de un control imparcial e independiente a los procesos productivos realizados bajo estándares de crianza propios u obtenidos de instancias internacionales, configura un escenario de calidades dispares de organismos comercializados y por ende, una incerteza no deseada respecto de la eficacia en su accionar a nivel de campo.

Modelo Conceptual

El modelo conceptual se explica a través de un cuadro que contiene todas las etapas, variables, aspectos críticos y evaluaciones por las que debieran pasar las partidas desde la obtención de material, pasando por la alimentación, apareamiento (multiplicación) hasta su despacho final. Adicionalmente se graficaron las distintas etapas mediante el Software Stella (V. 7.0.1).

A pesar de la existencia de información asociada a algunos parámetros de calidad para la especie, el presente trabajo contempló la elaboración de un modelo que permitiese evaluar varios parámetros productivos, con el fin de mejorar el proceso completo de crianza de *C. montrouzieri*. Este modelo debe entenderse como la verificación de una serie de factores productivos, lo que en su conjunto, debiera permitir a las empresas que participan de esta industria nacional, dar garantías de la efectividad de los organismos comercializados de acuerdo a un seguimiento y verificación de los aspectos descritos al interior de sus dependencias. La influencia de factores asociados a la mantención post venta y su liberación en el campo no son, por tanto, aspectos cubiertos por este modelo, siendo necesario probablemente mayor investigación al respecto. Es importante considerar que este modelo no constituye un control de calidad propiamente tal, dado que ello normalmente se asocia a la evaluación ex post de lo realizado, de acuerdo a un determinado estándar y orientado a la realización del producto únicamente.

Límites y elementos del modelo

El modelo conceptual propuesto pretende entregar una serie de recomendaciones sólo en aspectos atribuibles a la gestión de las empresas de multiplicación y comercialización de *C. montrouzieri*, no interviniendo en aquella lógica dependiente de condiciones climáticas, de almacenamiento y liberación por parte del cliente. De esta manera, los límites de este modelo se definen desde el momento del ingreso de los organismos a las dependencias de las empresas para ser multiplicados masivamente, etapa o Subsistema denominado “Obtención”, hasta la coordinación de entrega de los organismos al cliente, etapa o Subsistema denominado “Despacho”. Cada una de estas etapas o subsistemas se divide a su vez en diferentes actividades específicas que corresponden a aspectos relevantes con medios de verificación asociados.

Subsistema Obtención

La obtención corresponde al proceso de ingresar por primera vez material vivo a la colonia, lo que puede ser al comienzo, o una vez que ya esté establecida con el fin de renovar el material genético de la colonia y evitar el endemismo. Los aspectos críticos de este subsistema son (1) el origen del material, que puede provenir del campo o desde una crianza propia en laboratorio o de otras empresas y (2) proporción de los sexos del material vivo obtenido.

Origen

El origen del material podría afectar aspectos sanitarios y biológicos que influyen en la calidad de la colonia. El material se puede coleccionar desde el campo o provenir de otra colonia y por esta razón, es necesario incorporar algunas verificaciones necesarias para determinar su estado al momento de su incorporación a este subsistema.

Los depredadores coleópteros pueden ser atacados por diversos enemigos naturales, como parásitos y patógenos, independiente de que hayan sido recolectados en el campo o si fueron obtenidos en condiciones de crianza en laboratorio (Riddick & Chen, 2014; Ripa 2006). Por ejemplo, Bjørnson (2008), encontró algunos patógenos y endoparásitos en adultos de *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville adquiridos en tres empresas

distintas. Por tal motivo se incorporó al modelo la evaluación de la sanidad del material que ingresa a crianza como práctica deseable.

Riddick & Chen (2014), señalan que para prevenir endogamia y la posterior pérdida de fitness de los controladores biológicos, se hace necesaria la incorporación de adultos silvestres a colonias criadas en laboratorio. En relación a lo anterior, Ripa (2006) señala que la pérdida de vigor o fitness en insectos multiplicados en laboratorio, se refleja finalmente en una disminución de su efectividad en el campo. La interpretación dada al concepto de fitness en este trabajo, corresponde a aquella relacionada con las características genotípicas de un individuo, respecto de las características de la población a la cual pertenece (Roitberg *et al.*, 2001). Por tal motivo y considerando la importancia de este aspecto en crianza masiva de artrópodos, las empresas participantes consideraron necesaria la implementación de evaluaciones de características taxonómicas de *C. montrouzieri* en este Subsistema. Se utilizaron como referencia algunos parámetros descritos por Chapin (1974), Godoy (2003), Milán *et al.*, (2005), y Gonzalez (2006):

- a) Cabeza y pronoto rojo-anaranjado
- b) Cuerpo ovalado y pubescente
- c) Élitros negros con borde posterior anaranjado
- d) Antenas de 10 segmentos
- e) Tarsos de tres segmentos
- f) Largo de hembras debe fluctuar entre 4,3 y 6 mm, mientras que para los machos el rango es de 3,5 y 5,0 mm.

Proporción de sexos

Respecto a la proporción de los sexos de los organismos que posteriormente ingresarán a la etapa de multiplicación, Riddick & Chen (2014), señalan que este parámetro puede considerarse una medida de calidad en las producciones masivas de insectos. Ripa (2006), Godoy (2003) y Malais & Revensberg (1991), proponen un valor de proporción de 40% o mayor de hembras.

Para la determinación de sexos se consideró adecuado el criterio propuesto por Flint & Dreistadt (1998), el cual señala la determinación visual del fémur y la tibia del primer par de patas como un elemento diferenciador de sexos. Las hembras presentan estas estructuras de color negro, mientras que los machos presentan un color anaranjado (Al-Humiari *et al.*, 2011; Kairo *et al.*, 2013). La proporción de sexos, así como la determinación de las características sexuales de la especie se proponen dentro del modelo.

Dado que las cantidades que pueden potencialmente ingresar a los laboratorios de las empresas, ya sea de recolección silvestre o de crianzas en laboratorio no siempre son las mismas, las empresas señalaron la factibilidad de establecer porcentajes de muestreo de acuerdo al número de organismos obtenidos. De esta manera, se determinó un porcentaje de revisión o muestreo estándar (PRE) de acuerdo a: (1) cuando la cantidad sea menor a 100 individuos se debiese revisar al menos el 50%; (2) hasta 500 individuos, 20% de revisión y (3) sobre 500 individuos, 10% de revisión. Esta debiera realizarse cada vez que ingrese nuevo material a la empresa o que se utilice material propio para incorporar al Subsistema Multiplicación. La actividad debe llevarse a cabo

por personal con experiencia, tanto para los parámetros taxonómicos como para los de sanidad.

Luego de realizadas las revisiones, los organismos seleccionados deben someterse a una cuarentena (Milán *et al.*, 2005), obteniéndose una primera generación completa en laboratorio para asegurar sanidad y viabilidad, antes de ingresarlos al subsistema Multiplicación⁸. Un esquema de este subsistema se puede apreciar en la Figura 1.

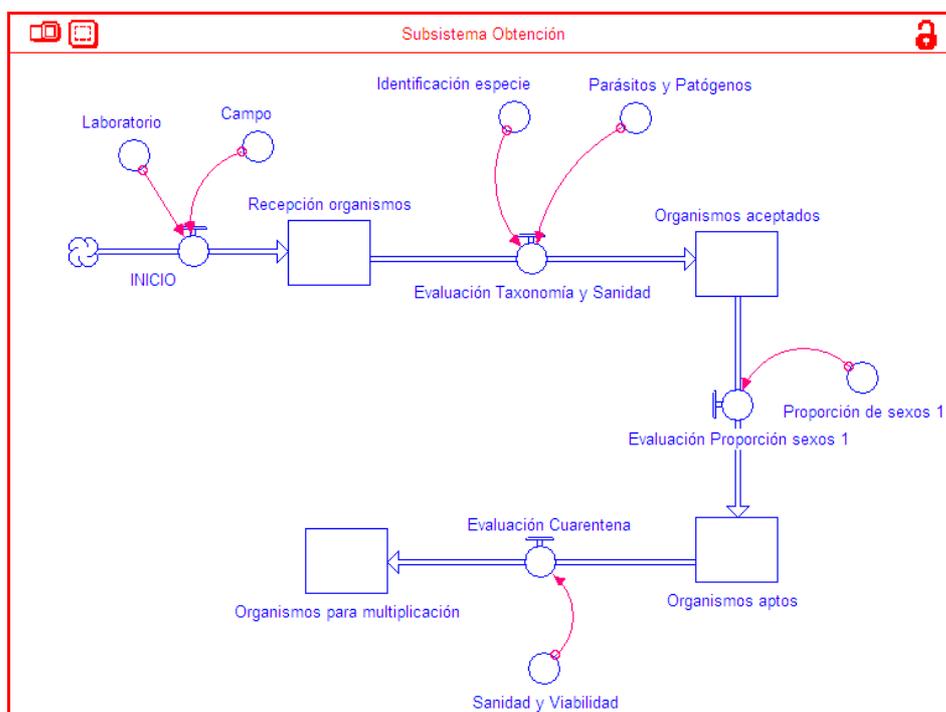


Figura 1. Límites, variables, aspectos críticos y evaluaciones de Subsistema Obtención.

Subsistema Multiplicación

Este subsistema corresponde a una etapa que va desde que los organismos para multiplicación (Figura 1) ingresan a las respectivas unidades de crianza o reproducción, hasta que cumplen la etapa de desarrollo en la cual serán comercializados. Los aspectos críticos de esta etapa son (1) el sustrato alimenticio donde se cría la presa que le sirve de alimento, (2) la dieta suministrada, (3) la proporción de sexos nuevamente, (4) ovipositura, (5) condiciones ambientales, (6) longevidad y (7) voracidad.

Sustrato

Se consideró el sistema de crianza de insectos plaga para establecer la relación sustrato-presa propuesto por Chacko *et al.*, (1978) y también en atención a que varios autores han utilizado para sus ensayos la alimentación en base a *Planococcus citri* sobre zapallos (Babu y Azam, 1987; Kishore *et al.*, 1993; Finlay-Doney y Walter, 2012; Attia

⁸ Lankin, G. 2015. [Comunicación personal]. Santiago. Departamento Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile.

et al., 2011; Jiaqin *et al.*, 2011) o brotes de papa (Heidari y Copland, 1993; Maes *et al.*, 2014a). Es probable que en ciertas épocas del año o bajo ciertas condiciones no sea posible disponer de este sustrato. Alemán *et al.*, (2004), demostró que *C. montrouzieri* era capaz de completar su ciclo sobre huevos de *Galleria mellonella*, colonias de áfidos y plantas de plátano atacadas por *Dysmicoccus bispinosus*.

A pesar de lo anterior, y en relación a la experiencia en la crianza utilizando zapallo que las empresas participantes del focus group poseían, se determinó incluir en el modelo a este último sustrato.

Alimentación

Uno de los aspectos importantes dentro de este modelo lo constituye la alimentación o dieta suministrada, considerando su influencia en el desarrollo y comportamiento de los agentes de control biológico (Morales-Ramos *et al.*, 2014). Según Evans (2000), a la mayoría de los coccinélidos se les considera eminentemente depredadores de áfidos, pero poseen también un amplio rango de presas diferentes como fuente de alimento. Esta variabilidad según el autor, tiene directa incidencia, por ejemplo, en el proceso de oviposición de la especie *Coccinella transversalis* (F.), ya que ésta colocó una mayor cantidad de huevos en los lugares cercanos al áfido *Acyrtosiphon pisum* [Harris] en comparación a otras presas. Por su parte Khan *et al.*, (2012), llegaron a determinar incluso que un determinado estadio de ninfas de la especie de chanchito blanco *Phenacoccus solenopsi*, puede influir en el aumento de la fecundidad de *C. montrouzieri* y *Chrysoperla carnea*, respecto de otros estadios ninfales.

Según Maes *et al.*, (2014a), la alimentación de *C. montrouzieri* en etapa larvaria con huevos de *Ephestia kuehniella*, en comparación a la alimentación con huevos de *Planococcus citri*, genera un aumento de un 10% del peso final de larvas y adelanta en dos días el término de su ciclo. Riddick & Chen (2014), señalan también que para *C. montrouzieri* la alimentación de adultos y larvas con huevos *E. kuehniella*, tiene un efecto positivo en la longevidad, pero negativo en lo que respecta a desarrollo y fecundidad. Es importante señalar que los huevos de *E. kuehniella* no se consideran una dieta natural, sino más bien dieta alternativa (Hodeck, 1962). Maes *et al.*, (2014a) recomiendan no tener una dieta artificial, si no se tiene además un sustrato artificial en reemplazo de los ovisacos de chanchitos blancos.

Si bien estas mediciones son importantes, la disponibilidad y precio de este alimento también influyen en la viabilidad de su implementación. Maes *et al.*, (2014b), utilizando huevos de *E. kuehniella* en comparación a la alimentación de adultos y larvas con *P. Citri*, demostraron una influencia positiva en la capacidad de vuelo de *Harmonia axiridis*, pero no para *C. montrouzieri*. Attia *et al.*, (2011a) señalan que los huevos de *P. citri* utilizados como alimento inciden positivamente en un mayor periodo de ovispostura, longevidad de hembras y menor mortalidad.

Por tal motivo y considerando que otros autores también utilizan para sus ensayos la alimentación en base a *P. citri* sobre zapallos (Kishore *et al.*, 1993) o brotes de papa (sustrato-presa), se acepta su inclusión en el modelo de requerimientos mínimos propuesto. En este trabajo, tampoco se evaluaron otras fuentes de alimento, por no ser el objetivo del mismo. A pesar de ello y de acuerdo a otras investigaciones, no se propone la utilización de polen únicamente como fuente de alimento, dado que, según lo que señala Maes *et al.*, (2014a), se evidencia un efecto negativo de este alimento al impedir

alcanzar su estado adulto, probablemente al no cubrir todas las necesidades nutricionales para dicho proceso. Situación similar indican Heidari & Copland (1993) cuando detectaron que la alimentación de *C. montrouzieri* con mielecilla excretada por pulgones influenciaba negativamente la producción de huevos.

Proporción de sexos

La proporción de sexos en este Subsistema se considera homóloga a lo determinado en el Subsistema Obtención, pero corresponde a una nueva evaluación. Misma situación para el porcentaje de revisión o muestreo estándar, el cual se aplicará de acuerdo a las cantidades registradas en cada unidad de crianza.

Ovipostura

Según De Bach (1968), la mayoría de los coccinélidos deposita sus huevos cerca de la presa. Muy a menudo el depredador adulto se alimenta sobre la misma presa que su prole. *C. montrouzieri* deposita sus huevos entre las masas algodonosas que producen los pseudococcidos en su ovipostura.

Finlay-Doney y Walter (2012), determinaron que *C. montrouzieri* puede igualmente oviponer aun cuando no existan masas algodonosas de su presa, pero el número de huevos por hembra disminuye ostensiblemente. Por tal motivo, y al igual que en el Subsistema Obtención, se consideró el sistema de crianza de insecto plaga propuesto por Chacko *et al.*, (1978) utilizando zapallo como sustrato para ser incorporado también a este Subsistema.

La evaluación propuesta para este parámetro, corresponde al recuento de huevos que cada hembra fertilizada es capaz de colocar, estando ésta dentro de un recipiente plástico con algodón y con presencia de masas de huevos de chanchitos blancos. El recuento se realiza al cabo de 10 días.

Condiciones Ambientales (Temperatura y humedad relativa)

Al-Humiri (2011), señala que la temperatura podría considerarse como el principal aspecto que incide en el desarrollo de *C. montrouzieri*. Diversos experimentos realizados indican diferentes rangos de temperatura para diferentes etapas del proceso de cría. Wu, *et al.*, (2014), utilizaron para comparar el efecto de la alimentación con la especie de chanchito blanco *Ferrisia virgata* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae), un rango de temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ y $75 \pm 5\%$ HR. Por su parte, Xie *et al.*, (2014) proponen la misma temperatura, pero con una pequeña variación en la humedad relativa de $70 \pm 10\%$ HR, mientras que Milán *et al.*, (2005) señalan que para una cuarentena posterior a la recolección de campo, los organismos se mantienen a $27 \pm 1^\circ\text{C}$ y $80 \pm 5\%$ HR, Por su parte Kairo *et al.*, (2013), proponen valores más bajos dentro del rango de 58-64% HR, similares a los propuestos por González (2013) y Milán *et al.*, (2005).

Según Babu & Azam (1987), la temperatura óptima en la cual *C. montrouzieri* alcanza su máximo desarrollo es de 30°C . La longevidad se ve aumentada cuando son criados a 20°C , pudiendo incluso sobrevivir a una temperatura de 10°C , afectando su capacidad reproductiva. Esto contrasta con lo reportado por Solangi *et al.*, (2013), quienes señalan que un régimen de temperaturas diarias de 35°C , incluso con aumento de una a tres horas de 38 a 40°C no afectan la sobrevivencia ni la longevidad. Kairo *et al.*, (2013),

por su parte, indican el rango óptimo de temperatura entre 25 y 29 °C, relativamente similar a lo obtenido por González (2013) con un rango de temperatura de 24 a 26°C.

Luego de la revisión realizada por el grupo de discusión y considerando los rangos de temperaturas observados en diferente publicaciones, se definió proponer un rango que va desde los 12 a los 30° C en la etapa de multiplicación y mantener un valor mínimo de Humedad Relativa de 30%. Distinta situación ocurre en etapa de cosecha y acopio, donde la temperatura no debiera sobrepasar los 20 °C.

Longevidad

De acuerdo a lo señalado por Attia (2011a), la longevidad de *C. montrouzieri* se beneficia cuando se alimenta con su presa natural *P. citri*, alcanzando en promedio 104 días. Al-Humiari *et al.*, (2011) por su parte señalan que, utilizando la especie *Phenacoccus madeirensis* como presa, se observó una longevidad para machos y hembras de 124 y 94 días, respectivamente. Qin *et al.*, (2014) observaron una longevidad de 85 días para hembras y 94 para machos alimentados con *Ferrisia virgata*. Considerando las especies sobre las cuales normalmente se alimentan las crías en Chile como son *Pseudococcus calceolariae* y *Pseudococcus viburni*, se propone que la longevidad de los organismos debiera extenderse como mínimo 30 días desde que emergen de la pupa

Voracidad

De acuerdo a ensayos realizados por Rosas-García *et al.*, (2009), se determinó que el adulto de *C. montrouzieri*, así como su larva en último estadio, son las etapas de desarrollo más voraces, siendo esta última capaz de consumir alrededor de 250 ninfas de chanchito blanco durante todo su ciclo. Por tal motivo, se propone incluir en este modelo la medición de la capacidad de depredación de diferentes estados de desarrollo, utilizando un sistema de medición similar a lo planteado por Attia *et al.*, (2011b), pero considerando lo propuesto también por las empresas en el focus group.

De esta manera, la evaluación del consumo se aplica tanto a estados inmaduros de *C. montrouzieri* como a los adultos. Se utiliza un individuo de *C. montrouzieri* sobre sustrato con 100 ninfas de chanchitos blancos en un recipiente plástico de 2x2x2 cm. Las evaluaciones se deben realizar a las 24 y 48 h. Por cada unidad de crianza se debiera realizar esta prueba con 10 repeticiones. Un esquema de este subsistema se puede apreciar en la Figura 2.

Subsistema Cosecha y acopio

Este subsistema se define como la etapa que va desde la colecta de los organismos, hasta lograr el número deseado en cada envase para su comercialización. De acuerdo a lo planteado por las empresas en el focus group, el estado en el cual se colecten los organismos desde las diferentes unidades de multiplicación, dependerá de los requerimientos establecidos por los clientes, pudiendo ser en el caso de *C. montrouzieri*, pupas, larvas o adultos. De acuerdo a esto, la etapa puede extenderse por un periodo máximo de 15 días y los factores críticos son: (1) condiciones ambientales y (2) tiempo de emergencia hasta envasado.

Condiciones Ambientales (Temperatura y humedad relativa)

Las condiciones de humedad relativa mínima en este Subsistema se consideran homólogas a lo determinado en el Subsistema Multiplicación, es decir, manteniendo un valor superior al 30%. Sin embargo, a juicio de las empresas participantes del focus group, la temperatura máxima no debiera sobrepasar los 20°C.

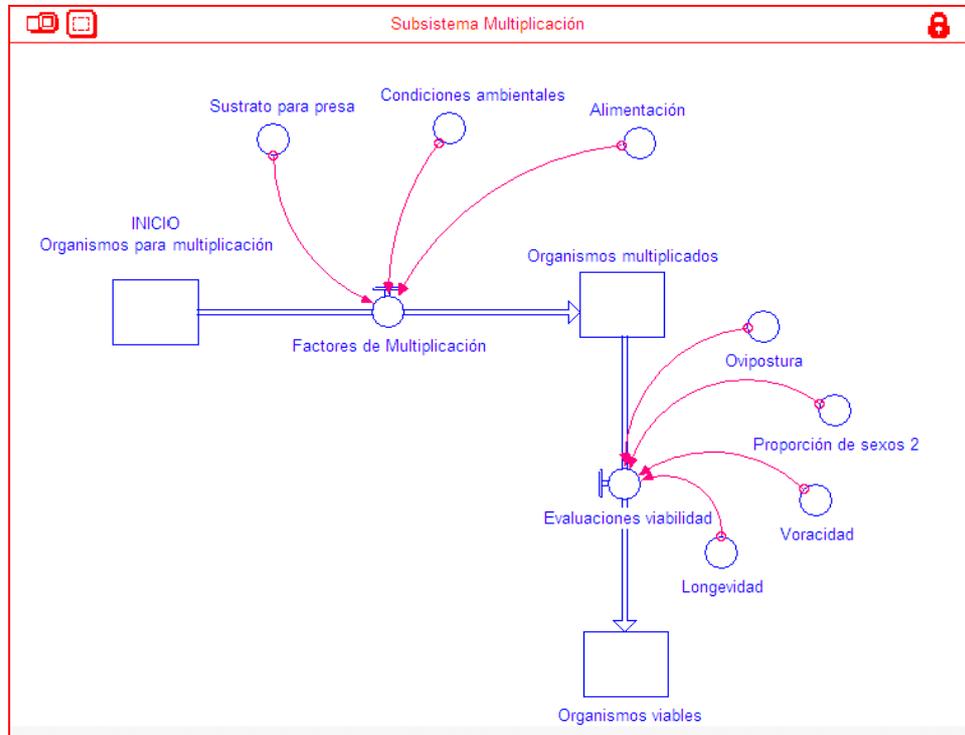


Figura 2. Límites, variables, aspectos críticos y evaluaciones de Subsistema Multiplicación.

Tiempo desde emergencia hasta envasado

Saud (2000), señala que el almacenaje de adultos de *C. montrouzieri* se puede extender por un período de cuatro semanas con una alta supervivencia; sin embargo, este tiene un efecto seriamente detrimental sobre la reproducción de los insectos almacenados. Luego de la revisión en el grupo de discusión, se determinó que para evitar esta situación, el tiempo máximo debiera ser de 15 días. Un esquema de este subsistema se puede apreciar en la Figura 3.

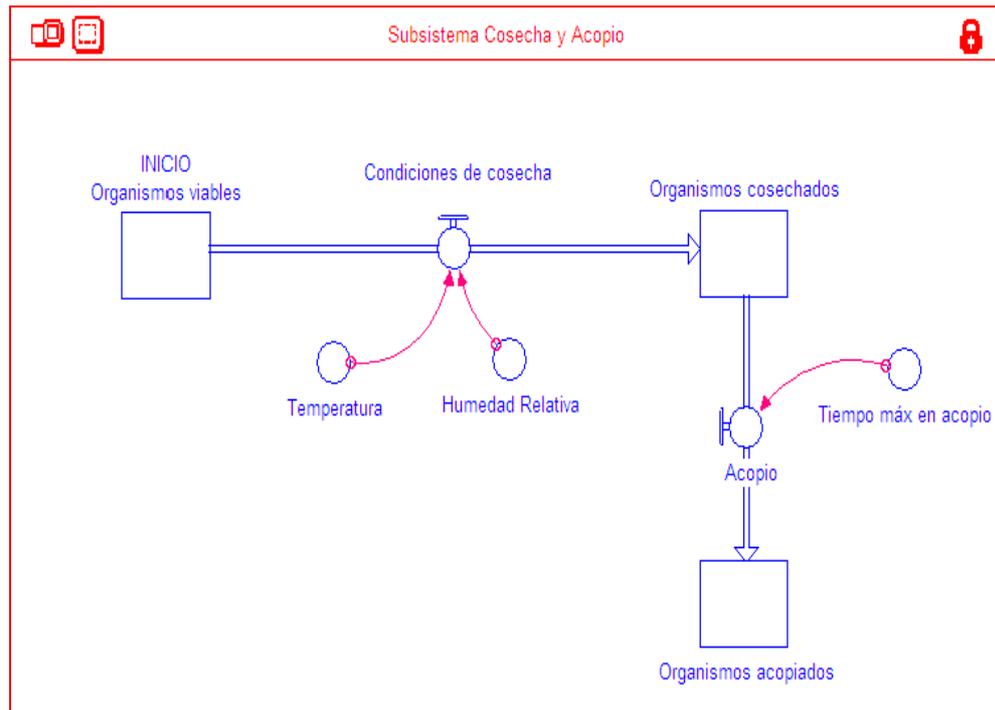


Figura 3. Límites, variables, aspectos críticos y evaluaciones de Subsistema Cosecha y Acopio

Subsistema Despacho

Este subsistema considera la etapa que va desde el momento en que los organismos son colocados en los envases definitivos para su entrega, hasta el momento en el cual son entregados al cliente final. Los factores críticos de este subsistema son (1) el tiempo que transcurre desde el envasado hasta su entrega final y (2) la información que la empresa entrega a sus clientes. Dentro de esta información se encuentran aspectos de identidad como nombre científico, plaga objetivo y estado que controla, estado de desarrollo comercializado y dimorfismo sexual. También entrega instrucciones para su uso y mantenimiento como rango de liberación, condiciones de almacenaje y cantidad de individuos por envase a comercializar. Respecto de esto último, se incorpora una metodología de medición de viabilidad para verificar la proporción de organismos vivos en cada envase.

Tiempo

A pesar de que *C. montrouzieri* es una especie que soporta muy bien el traslado hacia los lugares en donde se liberará definitivamente en condiciones adecuadas (Finlay-Doney y Walter, 2012), a juicio de van Driesde *et al.*, (2007) el envío no debiera demorar más allá de 4 días. Las empresas participantes del focus group, proponen que desde el envasado hasta su entrega al cliente final, no debe transcurrir un periodo mayor a 24 horas.

Información para clientes

Según Bolckmans (1999), es muy probable que los consumidores o clientes de agentes de control biológico, sientan un mayor nivel de satisfacción si perciben que están involucrados en la transferencia, educación y evaluación de aquello que han adquirido. Steward *et al.*, (1996), señala que la cantidad y calidad de los agentes de control

biológico que ellos adquieren debe ser evaluada por los mismos clientes, quienes incluso, debieran además consultar por el historial de reclamos en las empresas proveedoras.

En ese contexto, Leppla (2014) considera que uno de los aspectos más simples de verificar, tanto para clientes como también para las empresas y, a la vez uno de los más importantes, corresponde al número de organismos vivos por envase. Un estudio realizado por Steward *et al.*, (1996) para evaluar la cantidad y calidad de cuatro controladores biológicos adquiridos en Estados Unidos, entre los que se encontraba *C. montrouzieri*, evidenció que de tres proveedores evaluados, sólo uno cumplió con la cantidad de organismos vivos por envase esperado. Como una forma de colaborar en la entrega de herramientas de verificación para los clientes, la Asociación Nacional de Asociación de Productores de Biocontroladores Naturales de Estados Unidos, en conjunto con el USDA y el Centro de Innovación e Investigación Vineland (Buitenhuis, 2014), desarrolló una guía para agricultores que les permitiese evaluar la calidad de 28 especies de controladores biológicos comercializados en Estados Unidos, entre los que se encuentra *C. montrouzieri*. La recomendación entregada acá también apunta al número de organismos vivos por envase y a la diferenciación de sexos como únicos parámetros a evaluar.

Alvear (2011) por su parte, señala que dentro de la instrucción y coordinación con el cliente y considerando que se trata de organismos vivos que se comercializarán, es sumamente importante seguir las indicaciones señaladas por las mismas empresas respecto de la recepción de los enemigos naturales por parte del cliente, así como de los tiempos y técnicas de liberación, condiciones de almacenamiento, etc.

El único documento oficial en Chile que señala indicaciones respecto de la información asociada a agentes de control biológico corresponde a la Resolución Exenta N° 2229 del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2001), la cual “Establece Normas de Importación de Material Biológico y Deroga Resoluciones que indica”. Este documento indica en su numeral 16, la obligatoriedad de comercializar agentes de control biológico a través de una “etiqueta que señale el nombre científico del agente, plaga objetivo de control, contenido, fase de desarrollo del agente a liberar, cantidad, forma de uso o liberación, condición de almacenamiento y tiempo de viabilidad”. Este documento tiene alcance tal como su nombre lo indica, sobre el material biológico de internación, regulando la comercialización dentro del contexto del control biológico clásico, no existiendo a la fecha, una definición oficial sobre el etiquetado para los organismos comercializados bajo el contexto del control biológico aumentativo.

A pesar de lo anterior y considerando que varios aspectos señalados en el etiquetado de dicha resolución, son también atingentes al modelo, se acepta su incorporación para entregar información de aquellos aspectos mínimos relacionados con el manejo de *C. montrouzieri*, por parte de los clientes. A modo de ejemplo, la información relacionada a las condiciones de almacenaje (tiempo y temperatura máximos), así como de condiciones de liberación (rango de temperaturas y densidades) resulta fundamental para colaborar en el éxito de la acción de este controlador en el campo.

El parámetro asociado a la viabilidad, debe ser considerado como la última medición realizada por las empresas antes del despacho de los organismos al cliente y debiera, por tanto, evaluarse a partir de los mismos organismos y contenedores en que se

despacharán. Esta evaluación corresponde al porcentaje de individuos vivos y se debe considerar el total de individuos presentes en el envase, incluso si se ha incorporado un 5 o 10% de individuos sobre lo declarado en la etiqueta o ficha técnica. Las mismas consideraciones sobre esta evaluación la debiese realizar el cliente una vez recibida la partida desde las empresas. Se propone utilizar el porcentaje de revisión similar al porcentaje de revisión estándar (PRE), de acuerdo a: (1) cuando la cantidad sea menor a 100 envases de *C. montrouzieri*, se debiese revisar al menos el 15%; (2) hasta 500 envases, 10% de revisión y (3) sobre 500 envases, 5% de revisión.

Un esquema de este subsistema se puede apreciar en la Figura 4

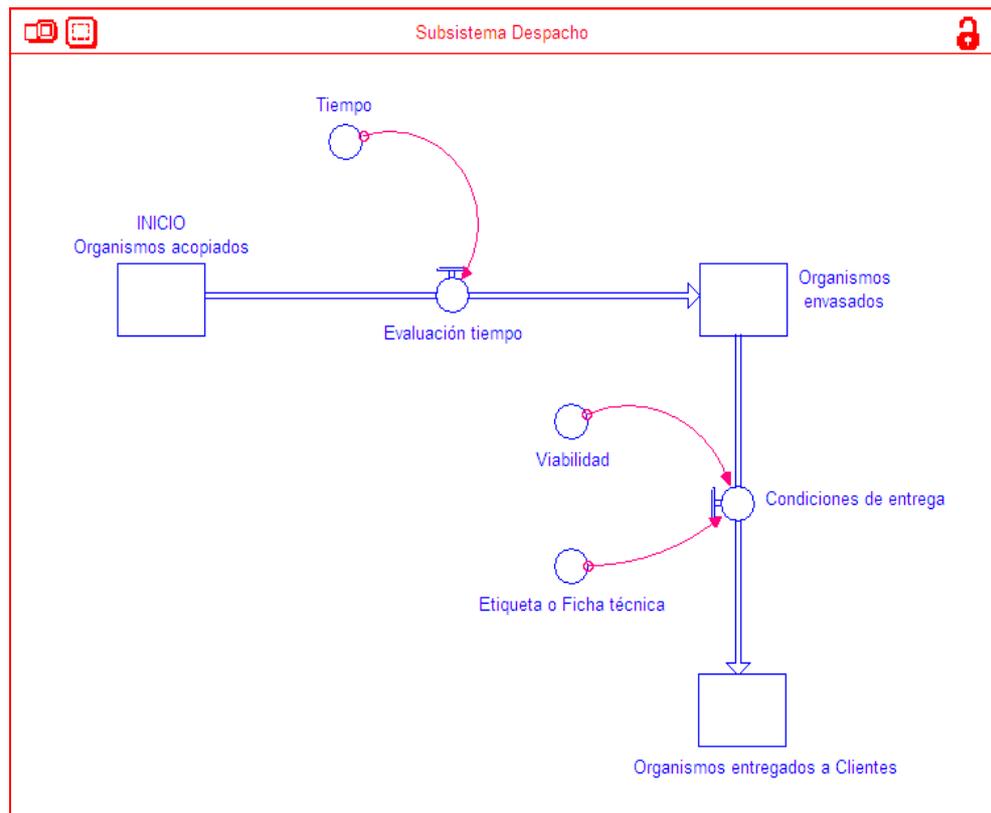


Figura 4. Límites, variables, aspectos críticos y evaluaciones de Subsistema Despacho.

En los Cuadros 6, 7, 8 y 9 se puede apreciar las diferentes etapas evaluadas en este trabajo y que en su conjunto corresponden al modelo conceptual de Obtención, Multiplicación, Cosecha/acopio y Despacho. En él se observan las variables, aspectos críticos, evaluaciones, estándares propuestos y frecuencias de evaluación. Existen dos columnas adicionales que corresponden al respaldo bibliográfico resultado de la búsqueda de información. La columna “Referencia etapas” indica la literatura encontrada en relación a las columnas “Etapas”, “Variables” y “Aspectos Críticos”. Por su parte la columna “Referencias estándar” se refiere a las fuentes de información que aportaron a la definición de valores de referencia para los distintos parámetros verificables del modelo y que estructuran la pauta de aseguramiento de calidad.

Respecto de la necesidad de contar con un elemento para sistematizar la información obtenida de la verificación de los aspectos críticos en cada Subsistema, se elaboró una pauta de aseguramiento de calidad, como puede verse en el apéndice 1. Misma situación para el formato de encuesta, el cual se puede observar en el apéndice 2.

Cuadro 6. Subsistema Obtención

Etapas	Variables	Aspectos Críticos	Referencias etapas	Evaluaciones	Estándar	Frecuencia	Referencias Estándar
Obtención	Origen	Recolección desde el campo	Riddick & Chen, 2014; Bjørnson, 2008; Ripa, 2006	Características taxonómicas (Cabeza, élitros, antenas, etc.). Se debe además registrar fecha de ingreso, lugar de recolección, cantidades recolectadas.	100% de individuos de la especie y libres de parásitos, parasitoides, ácaros y patógenos. Se eliminan aquellos que no cumplen	En cada recolección	Ripa, 2006; FGCM, 2015
		Obtención desde crianza artificial		Evaluación de Sanidad para detectar presencia de Parásitos, Parasitoides, ácaros y patógenos.		En cada introducción	FGCM, 2015
		Proporción de sexos	Riddick & Chen, 2014; Ripa, 2006; Godoy, 2003; Malais & Revensberg, 1991; Flint & Dreistadt, 1998; Kairo <i>et al.</i> , 2013; van Lenteren, 2003	Evaluación visual. Conteo de individuos. PRE	% hembras \geq 40	Previo a Cuarentena-Multiplicación	Ripa, 2006; Godoy, 2003; van Lenteren, 2003; FGCM, 2015

PRE: Porcentaje de Revisión Estándar. (1) cuando la cantidad sea menor a 100 individuos, se debiese revisar al menos el 50%; (2) hasta 500 individuos, 20% de revisión y (3) sobre 500 individuos, 10% de revisión

FGCM 2015: Focus Group *Cryptolameus montrouzieri*, año 2015

Cuadro 7. Subsistema Multiplicación

Etapas	Variables	Aspectos Criticos	Referencias etapas	Evaluaciones	Estándar	Frecuencia	Referencias Estándar
Multiplicación	Sustrato	Calidad	Kishore, 1993	Evaluación visual de Sanidad (Zapallo/papa). Revisión del 100% del lote adquirido	0 % presencia de unidades dañadas por insectos y enfermedades	En cada partida a utilizar	FGCM, 2015
		Disponibilidad	No encontrada	Programa de compra a proveedores	Documento contrato o acuerdo	Por cada nuevo proveedor	FGCM, 2015
	Alimentación	Calidad	Morales-Ramos <i>et al.</i> , 2014; Evans, 2000; Khan <i>et al.</i> , 2012; Maes <i>et al.</i> , 2014a; Riddick & Chen, 2014; Hodek, 1962; Attia <i>et al.</i> , 2011a; Heidari & Copland, 1993	Registro de alimentación: % Dieta artificial; % Sustrato-presa; % mezcla dieta artificial y sustrato presa	Documento disponible para revisión	Cada nueva formulación de alimento	FGCM, 2015
	Sexo	Proporción de sexos	Riddick & Chen, 2014; Ripa, 2006; Godoy, 2003; Malais & Revensberg, 1991; Flint & Dreistadt, 1998; Kairo <i>et al.</i> , 2013; van Lenteren, 2003	Conteo de individuos (Evaluación de fémur anterior, naranja=machos; negro=hembras). PRE	Mayor o igual al 40% de hembras	3 veces al año	Riddick & Chen, 2014; Ripa, 2006; Godoy, 2003; Malais & Revensberg, 1991; Flint & Dreistadt, 1998; Kairo <i>et al.</i> , 2013; van Lenteren, 2003; FGCM, 2015
	Ovipostura	Número de huevos/hembra	De Bach, 1968; Chacko <i>et al.</i> , 1978	Conteo de huevos/hembra/10 días.	Mayor o igual a 50 huevos/hembra/10 días	3 veces al año	De Bach., 1968; Chacko <i>et al.</i> , 1978; FGCM, 2015

FGCM 2015: Focus Group *Cryptolameus montrouzieri*, año 2015

Cuadro 8. Subsistema Multiplicación (Continuación)

Etapas	Variables	Aspectos Críticos	Referencias etapas	Evaluaciones	Estándar	Frecuencia	Referencias Estándar
Multiplicación	Condiciones Ambientales	Temperatura	Al-Humiari, 2011; Wu <i>et al.</i> , 2014; Xie <i>et al.</i> , 2014; Babu & Azam, 1987; Solangi <i>et al.</i> , 2012; Kairo <i>et al.</i> , 2013; Milán <i>et al.</i> , 2005; Ripa, 2006	Registro diario	12 - 30°C	Diario	FGCM, 2015
		Humedad			H R > 30%		
	Longevidad	Longevidad	van Lenteren, 2003	Registros de las diferentes etapas/lotes (unidades)	Periodo mínimo= 30 días	Diario	van Lenteren, 2003; FGCM, 2015
	Voracidad	Reducción plaga objetivo	Rosas-García, 2009; Attia <i>et al.</i> , 2011b	Prueba de consumo. 10 repeticiones por cada unidad de crianza	Consumo sobre 60% presa	3 veces al año	Rosas-García, 2009; Attia <i>et al.</i> , 2011b; FGCM, 2015

FGCM 2015: Focus Group *Cryptolameus montrouzieri*, año 2015

Cuadro 8. Subsistema Cosecha y acopio

Etapas	Variables	Aspectos Criticos	Referencias etapas	Evaluaciones	Estándar	Frecuencia	Referencias Estándar
Cosecha y Acopio	Condiciones Ambientales	Temperatura	Al-Humiari, 2011; Wu <i>et al.</i> , 2014; Xie <i>et al.</i> , 2014; Kairo <i>et al.</i> , 2013; Babu & Azam, 1987;	Registro diario	Temperatura máxima = 20°C	Diario	Al-Humiari, 2011; Wu <i>et al.</i> , 2014; Xie <i>et al.</i> , 2014; Kairo <i>et al.</i> , 2013; Babu & Azam, 1987;
		Humedad	Solangi <i>et al.</i> , 2012; Kairo <i>et al.</i> , 2013; Milán <i>et al.</i> , 2005; Ripa, 2006; Saud, 2000		Registro de humedad mayor a 30%		Solangi <i>et al.</i> , 2012; Kairo <i>et al.</i> , 2013; Milán <i>et al.</i> , 2005; Ripa, 2006; Saud, 2000; FGCM, 2015
	Tiempo	Emergencia hasta envasado	No encontrada	Registros desde ocurrencia de peak emergencia (larva o adulto) hasta envasado.	Máximo 15 días	Diario	FGCM, 2015

FGCM 2015: Focus Group *Cryptolameus montrouzieri*, año 2015

Cuadro 9. Subsistema Despacho

Etapas	Variables	Aspectos Criticos	Referencias etapas	Evaluaciones	Estándar	Frecuencia	Referencias Estándar
Despacho	Tiempo	Envasado hasta entrega	Finlay-Doney & Walter, 2012; van Driesde <i>et al.</i> , 2007	Registro de salida y registro de entrega	Máximo 24 horas	En cada despacho	
	Información al cliente	Nombre científico	SAG, 2001	Etiqueta o ficha técnica	1 documento por envase (etiqueta) ó 1 documento por partida comercial (Ficha técnica)	En cada envase o en cada partida	Bolckmans, 1999; Leppla, 2014; Alvear, 2011; van Lenteren, 2003; FGCM, 2015
		Plaga objetivo y estado que controla					
		Estado desarrollo a la venta					
		Dimorfismo sexual	Flint y Dreistadt, 1998 Al-Humiari <i>et al.</i> , 2011				
		Rangos de liberación (alto/medio/bajo)	Alvear, 2011				
		Número de individuos/envase	van Lenteren, 2003; Steward <i>et al.</i> , 1996; Buitenhuis, 2014				
		Condiciones de almacenaje	Steward <i>et al.</i> , 1996				
Viabilidad		Porcentaje de individuos vivos por muestra. PRE	Sobrevivencia mínima (90%)*	En cada despacho (empresa) o cada recepción (Cliente)			

PRE: Porcentaje de Revisión Estándar. (1) cuando la cantidad sea menor a 100 individuos, se debiese revisar al menos el 50%; (2) hasta 500 individuos, 20% de revisión y (3) sobre 500 individuos, 10% de revisión

Conclusiones

En Chile existen ocho empresas que participan de la comercialización de diferentes artrópodos para el control biológico, de las cuales tres poseen una oferta de *Cryptolaemus montrouzieri* y sólo dos de ellas realizan el proceso completo de crianza y reproducción en nuestro país. A pesar de que en un alto porcentaje de éstas empresas no existen protocolos estandarizados de calidad en la producción, por la poca valoración de los clientes y la falta de presupuesto, existe consenso en la necesidad de implementar este tipo de herramienta de gestión en la producción, de manera de entregar garantías en la calidad de los organismos producidos. Sumado a lo anterior, el actual marco regulatorio nacional no tiene alcance sobre las empresas ni las actividades que éstas desarrollan, en el contexto del control biológico aumentativo de artrópodos.

De acuerdo a esta realidad, a través de la propuesta de un modelo conceptual basado en cuadros explicativos, se estableció y describió las etapas del proceso de producción de *Cryptolaemus montrouzieri* y los factores claves que determinan la calidad en cada una de ellas. Además, se elaboró una pauta de aseguramiento de calidad que permite sistematizar la información obtenida, facilitando la toma de decisiones posteriores

Los factores relevantes en cada etapa son: (1) Obtención: origen del material, la sanidad del mismo y la proporción de sexos, (2) Multiplicación: sustrato, alimentación, proporción de sexos, ovipostura, condiciones ambientales, longevidad y voracidad (3) Cosecha y Acopio: condiciones ambientales y duración de esta etapa (4) Despacho: tiempo de entrega e información de uso y manejo del agente controlador.

Literatura Citada

- Alemán, J.; Martínez, M.; Milián, O.; Massó, E. y Rijo, E. 2004. Alternativas para la reproducción artificial de *Cryptolaemus montrouzieri*. *Revista Protección Vegetal* 19(2): 131-132.
- Al-Humiari, A., Atif, J., Elsherif, M., Naser, K. 2011. Effect of Temperature and relative humidity on biological aspects of the predator, *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), when reared on the mealy bug species, *Phenacoccus madeirensis* Green. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 21(2), 261
- Alvear, A. 2011. Control biológico de plagas: Rompiendo mitos. *Red Agrícola* 40: 22-23
- Attia, A., El Arnauty, S., Afifi, A. and Alla, A. 2011a. Development and Fecundity of the Coccinellid Predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant on Different Types of Preys *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 21(2), 2011, 283-289
- Attia, A., Afifi, A., El Arnauty, S. and Alla, A. 2011b. Feeding potential of the predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant on eggs, nymphs and adults of *Planococcus citri* and *Ephestia kuehniella* eggs. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 21(2). 291-296
- Babu, R., and Azam, K.M. 1987. Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* M. (Coccinellidae: Coleoptera) in relation with temperature. *Entomophaga*, 32 (4):381-386.
- Bigler, F. 1994. Quality control in *Trichogramma* production. Biological control with egg parasitoids, 93-111.
- Bjørnson, S. 2008. Natural enemies of the convergent lady beetle, *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville: Their inadvertent importation and potential significance for augmentative biological control. *Biological Control* 44 (2008) 305–311
- Boller, E. 1986. History of quality control in mass-reared insects. En: 3rd Biannual IOBC Workshop on Quality Control, Guatemala-City, Agosto 25-28.
- Bolckmans, K. 1999. Commercial aspect of biological pest control. En: Albajes, R., Gullino, M., van Lenteren, J. and Elad, Y. (Eds.) *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, pp 310-318.
- Blum, B.; Nicot, P.; Kolh, J.; Ruocco, M. 2011. Identified difficulties and conditions for field success of biocontrol. 4. Socio-economic aspect: market analysis and outlook. In: Nicot, P. (Ed.). *Classical and augmentative biological control against diseases and pests: critical status analysis and review of factors influencing their success*. International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants: West Palaearctic Regional Section. 2011. p 62-67.
- Buitenhuis, R. 2014. Grower Guide: Quality assurance of biocontrol products. [en línea]. Canadá: Vineland Research and Innovation Centre. Recuperado en: <http://www.vinelandresearch.com/sites/default/files/grower_guide_pdf_final.pdf>. Consultado el: 20 de julio de 2015.

- Chacko, M., Bhat, L., Rao, V., Singh, D., Ramanarayan, E. and Sreedharan, K. 1978. The use of ladybird beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* for the control of coffee mealybugs. *Journal of Coffee Research*. 8:14-19.
- Chapin, J. 1974. The coccinellidae of Louisiana. Louisiana State University Bulletin. 682:87 p
- Cubillos, M., Rozo, D. 2009. El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. Universidad de la Salle. Colombia. 48:80-99
- De Bach, P. 1964. Biological control of insect pests and weeds. Chapman & Hall, London, UK. 844 p.
- De Bach, P. 1968. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas Compañía editorial continental, México. 916 p.
- Evans, E. 2000. Egg production in response to combined alternative foods by the predator *Coccinella transversalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 94(2): 141-147.
- Finlay-Doney, M. and Walter, G. 2012. Behavioral responses to specific prey and host plant species by a generalist predatory coccinellid (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant). *Biological Control* 63: 270–278
- Flint, M. and Dreistadt, S. 1998. Natural enemies handbook. Berkley University of California Press. 154 p.
- Gerding, M. 2011. Desafíos en la implementación y comercialización de controladores biológicos en Chile. En: 12 (SINCOBIOL) Simposio de Control Biológico: Mudanças climáticas e sustentabilidade: quebra de paradigmas: 18 a 21 de julio de 2011. Sao Paulo.
- Gil Flores, J. 1992. La metodología de investigación mediante grupos de discusión. Departamento Didáctica y Organización Escolar y M.I.D.E. Universidad de Sevilla. 199-212
- Godoy, L. 2003. Determinación de parámetros biométricos y biológicos, para control de calidad en una crianza comercial de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. Tesis Ingeniero Agrónomo. Quillota, Chile: Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 48 p.
- González, M. 2013. Evaluación de un módulo de crianza fabricado por la empresa Amigos Naturales, para la cría masiva de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant). Tesis Ingeniero Agrónomo. Viña del Mar, Chile: Escuela de Ciencias Agrícolas. Universidad de Viña del Mar. 46 p
- González, G. 2006. Los Coccinellidae de Chile [en línea]. Santiago, Chile. Recuperado en <<http://www.coccinellidae.cl>>. Consultado el 27 de julio de 2015.
- Guédez, C., Castillo, C., Cañizalez, L., Olivares R. 2008. Control Biológico: Una Herramienta Para el Desarrollo Sustentable y Sostenible. *Academia*. Venezuela. 7(13):50-74
- Heidari, M. and Copland, M.J. 1992. Host finding by *Cryptolaemus montrouzieri* (Col., Coccinellidae) a predator of mealybugs (Hom. Pseudococcidae). *Entomophaga* 37: 5-621.
- Heidari, M. and Copland, M.J. 1993. Honeydew: a food resource or arrestant for the mealybug predator *Cryptolaemus montrouzieri*. *Entomophaga* 38: 63-68.
- Hodeck, I. 1962. Essential and alternative foods in insects. In: H. Strouhal & M. Beier (eds), Transactions of the XIth International Congress of Entomology, vol. 2.

- Organisationskomitee des XI Internationalen Kongressfür Entomologie, Vienna, pp. 697–698.
- IBMA (International Biocontrol Manufacturers Association) 2015. [en línea]. Recuperado en: <<http://www.ibma-global.org/en/macrobials>>. Consultado el: 1 de Julio de 2015.
 - Jiaqin, X., Yuhong, Z., Hongsheng, W., Ping, L., Congshuang, D. and Hong, P. 2014. Effects of mating patterns on reproductive performance and offspring fitness in *Cryptolaemus montrouzieri*. Entomologia Experimentalis et Applicata. 153(1):20-23
 - Kairo, M., Paraiso, O., Gautam, R. and Peterkin, D. 2013. *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. CAB Internationals. 8(5): p 1-20
 - Khan, HAA., Sayyed AH., Akram W., Raza, S. and Ali, M. 2012. Predatory potential of *Chrysoperla carnea* and *Cryptolaemus montrouzieri* larvae on different stages of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis*; A threat to cotton in South Asia. Journal of Insect Science. (12):147.
 - Kishore, R., Manjunath, D., Kumar, P. and Datta RK., 1993. Mass production of Australian ladybird beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae: Coleoptera). Indian Journal of Sericulture. 32:8-148
 - Lavandero, B.; Muñoz, C.; Barros, W. 2006. El talón de Aquiles del control biológico: Una nueva visión para su éxito. Agro-Ciencia 22(2): 111-123.
 - Leppla, N. 2014. Concepts and methods of quality assurance for mass-reared parasitoids and predators. (cap. 9, pp.277-305). EN: Morales-Ramos, J. Rojas, G. Shapiro-Llan, D. (ed). mass production of beneficial organisms, invertebrates and entomopathogens. USA. 711p.
 - Leppla, N., Morales-Ramos, J., Shapiro-Ilan D. and Rojas, G. 2014. Introduction of challenges of mass producing beneficial organisms, arthropod mass production for biological control, mass producing pathogens for biological control, and mass rearing invertebrates for their products and ecological services. (cap.1, pp.3-16). EN: Morales-Ramos, J. Rojas, G. Shapiro-Llan, D. (ed). Mass production of beneficial organisms, invertebrates and entomopathogens. USA. 711p.
 - Maes, S.; Antoons, T.; Gregoire, JC. 2014a. A semi-artificial rearing system for the specialist predatory ladybird *Cryptolaemus montrouzieri*. BioControl 59:564-557
 - Maes, S.; Massart, X.; Grégoire, JC.; De Clercq, P. 2014b. Dispersal potential of native and exotic predatory ladybirds as measured by a computer-monitored flight mill. BioControl (2014) 59:9576
 - Malais, M., Ravensberg, W. 1991. Conocer y reconocer, la biología de las plagas de invernadero y sus enemigos naturales. Koppert Biological Systems. Rotterdam. 109 p.
 - Massó, E. 2007. Producción y uso de Entomófagos en Cuba. Fitosanidad, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Cuba. 11(3).
 - Milán, O.; Rijo, E. y Massó, E. 2005. Introducción, cuarentena y desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) en Cuba. Fitosanidad, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Cuba 9(3): 69-76.

- MINECON (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo), Chile. 2015. [en línea]. Recuperado en: <<http://www.regulacionesmipyme.cl/Pregunta/Frecuentes>>. Consultado el: 23 de julio del 2015
- Morales-Ramos, J., Rojas, G., Coudron, T. 2014. Artificial diet development for entomophagous arthropods. (cap.7, pp.203-234). EN: Morales-Ramos, J. Rojas, G. Shapiro-Llan, D. (ed). Mass production of beneficial organisms, invertebrates and entomopathogens. USA. 711p.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 2004. Guidance for Information Requirements for Regulation of Invertebrates as Biological Control Agents (IBCs). OECD Series On Pesticides, Number 21. 22p.
- Qin, Z., Qiu, B., Wu, J., Cuthbertson, A. and Ren, S. 2014. Effects of three mealybug species on the development, survivorship and reproduction of the predatory lady beetle *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. *Biocontrol Science and Technology*. 24(8): 891-900.
- Riddick, E. and Chen, H. 2014. Production of coleopteran predators. (cap. 2, pp.17-55). EN: Morales-Ramos, J. Rojas, G., Shapiro-Llan, D. (ed). Mass production of beneficial organisms, invertebrates and entomopathogens. USA. 711p.
- Ripa, R. 2006. Producción comercial de enemigos naturales. *Tierra Adentro* (ene-feb): 40-49.
- Roitberg, B., Boivin, G., Vet, L. 2001. Fitness, parasitoids, and biological control: an opinion. *The Canadian Entomologist* 133: 429-438.
- Rosas-García, N., Duran-Martínez, E., Luna-Santillana, E., Villegas-Mendoza, J. 2009. Potencial de depredación de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant hacia *Planococcus citri* Risso. *Southwestern Entomologist*. (34):2
- Rosset, P. 1997. La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. *Agroecología y Desarrollo*: CLADES 11/12
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), Chile. 2001. Resolución Exenta N° 2229, Establece Normas de Importación de Material Biológico y Deroga Resoluciones que indica. [en línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <http://www.sag.gob.cl/sites/default/files/res_2229_2001.pdf>. Consultado el: 15 junio 2015
- Saud, G. 2000. Almacenaje y alternativas de alimentación para *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (coleóptera: Coccinellidae). 32 p. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile.
- Solangi, G., Karamaouna, F., Kontodimas, D., Milonas, P., Lohar, MK., Abro, GH., Mahmood, R. 2013. Effect of high temperatures on survival and longevity of the predator *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. *Phytoparasítica*. (41):2
- Steward, V., Kintz, J., Horner, T. 1996. Evaluation of biological control agent shipments from three United States suppliers. *Hort Technology*.6(3): 233-237.
- van Driesde, R.G.; Hoddle, M.S.; Center, T.D. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. The Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET), USDA. 7333 p.
- van Lenteren, J., Hale, J., Klapwijk, J., van Schelt & S. Steinberg .2003. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. In: J.C. van Lenteren (ed.), Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. CAB International, Wallingford, UK, pp. 265-303.

- van Lenteren, J.C. 2012a. IOBC internet book of biological control. Comercial and non-comercial producers of natural enemies. [en línea]. Recuperado en: <http://www.iobc_global.org/download/IOBC%20InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf>. Consultado el: 13 de septiembre de 2013
- van Lenteren, J.C. 2012b. IOBC internet book of biological control. Quality control of natural enemies. [en línea]. Recuperado en: <http://www.iobc_global.org/download/IOBC%20InternetBookBiCoVersion6Spring2012.pdf>. Consultado el: 14 de mayo de 2014
- van Lenteren, J.C. 2006. How not to evaluate augmentative biological control. *Biological Control* 39: 115-118.
- Warner, K. and Getz, C. 2008. A socio-economic analysis of the North American commercial natural enemy industry and implications for augmentative biological control. *Biological Control* 45:1-10.
- Wu, H., Zhang, Y., Liu, P., Xie, J. and He, Y. (2014) Effects of transgenic Cry1Ac + CpTI cotton on non-target mealybug pest *Ferrisia virgata* and Its Predator *Cryptolaemus montrouzieri*. Plos One 9(4)
- Xie, J., Zhang Y., Wu, H., Liu, P., Deng, C. and Pang, H. 2014. Effects of mating patterns on reproductive performance and offspring fitness in *Cryptolaemus montrouzieri*. *The Netherlands Entomological Society Entomologia Experimentalis et Applicata* 153: 20–23

Apéndice 1. Pauta de Aseguramiento de la Calidad

PAUTA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN CRIANZA DE <i>Cryptolaemus montrouzieri</i>									
Fecha de evaluación:									
Nombre evaluador:									
Encierre en un círculo la alternativa que corresponda									
I. Obtención del Material									
a) Origen									
1- ¿Se ha introducido material biológico externo a la empresa ?					SI		NO		
Obtención de:					Campo	Colonia propia		Colonia tercero	
Conteste las preguntas N° 2, 3 y 4 sólo en caso de haber ingresado:									
2-¿Se realizó verificación de características taxonómicas?					Existe registro de verificación taxonómica disponible				
SI		NO			SI		NO		
3-¿Se realizó evaluación de sanidad?					Existe registro verificación sanidad disponible				
SI		NO			SI		NO		
4- En caso de haber ingresado, ¿se determinó proporción de sexos?					Existe registro de verificación de proporción disponible				
SI		NO			SI		NO		
II. Multiplicación									
a) Sustrato									
5-¿Ha ingresado últimamente sustrato para presa?					Fecha Ingreso:				
SI		NO							
Conteste las preguntas N° 6 y 7 sólo en caso de haber ingresado:									
6-¿Se realizó evaluación de sanidad?					Existe registro verificación sanidad disponible				
SI		NO			sí		no		
7-En caso de haber nuevo proveedor, ¿Se validó programa de compra?					Existe programa de compra disponible				
SI		NO			sí		no		
b) Alimentación									

8-¿Existe declaración de tipo de alimentación expresada en porcentaje?		Indicar porcentaje (Dieta Artificial, Sustrato-presa, Mezcla)			
SI	NO				
c) Proporción sexos					
9-¿Se determinó proporción de sexos?		Fecha:			
SI	NO	Resultado:	Machos	Hembras	
d) Ovipostura					
10-¿Se realiza evaluación de ovipostura?		Se cumplió valor esperado (50 huevos/hembra/10 días)			
SI	NO	si	no		
e) Condiciones ambientales					
11-¿Existe registro diario de temperatura y HR?		Comentarios:			
SI	NO				
12-¿Las temperaturas se mantienen dentro del rango establecido? (12-30°C)		Comentarios:			
SI	NO				
13-¿La HR se mantiene sobre el mínimo establecido? ($\geq 30\%$)		Comentarios:			
SI	NO				
f) Longevidad					
14-¿Existen registros que permitan determinar la longevidad de los organismos?		Existe registro verificación longevidad disponible			
SI	NO	si	no		
15-¿De acuerdo a los registros, los organismos sobrepasan los 30 días de vida?		Comentarios:			
SI	NO				
g) Voracidad					
16-¿Se realiza prueba de consumo?		Indicar Fecha:			
SI	NO				

17-¿En la prueba se logra la consumo sobre el 60% de plaga?		Comentarios:			
SI	NO				
III. Cosecha y Acopio					
h) Condiciones ambientales					
18-¿Existe registro de temperatura?		Se mantienen bajo el máximo establecido (20°C)			
SI	NO	si		no	
19-¿Existe registro de HR?		Se mantiene sobre el mínimo establecido (≥ 30 %)			
SI	NO	si		no	
i) Tiempo					
20-¿Existen registros del peak de emergencia (larvas o adultos) y del momento del envasado?		Según los registros ¿Los organismos en esta etapa permanecen más allá de 15 días?			
SI	NO	si		no	
IV. Despacho					
j) Tiempo					
21-¿Existen registros del envasado y de la entrega al cliente?		Se entrega en menos de 24 horas			
SI	NO	si		no	
k) Información a clientes					
22-¿Existe etiqueta o ficha técnica con requisitos mínimos?		Comentarios:			
SI	NO				
l) Supervivencia					
23-¿Se realiza prueba de viabilidad?		Fecha:			
SI	NO				
24-En caso de realizarse ¿viabilidad supera el 90%?		Comentarios:			
SI	NO				
Firma del Responsable de la empresa		Firma del Evaluador			

Apéndice 2. Encuesta aplicada a empresas que comercializan artrópodos controladores biológicos, en el enfoque aumentativo.



ENCUESTA

El presente documento tiene por objeto recabar información sobre procesos productivos relacionados con *Cryptolaemus montrouzieri* M., en el marco del Trabajo Formativo Equivalente titulado “DETERMINACIÓN DE REQUISITOS MÍNIMOS PARA UN MODELO CONCEPTUAL ORIENTADO AL CONTROL DE CALIDAD EN LA OBTENCIÓN, MULTIPLICACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), CON FINES COMERCIALES”. La información solicitada y contenida en esta encuesta tendrá carácter reservada y confidencial, utilizándose sólo para los fines de este estudio, conducente a la obtención del Grado de Magister en Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Chile para el alumno Andrés Leiva Román.

I. IDENTIFICACION DE LA EMPRESA

- a) Nombre:
- b) RUT:
- c) Tipo:
- d) Dirección:
- e) Año Inicio Actividades:
- f) Número de personas que trabajan en la empresa:

- Administrativos
- Operarios
- Profesionales
- Técnicos
- Otros (señalar): _____

- g) Superficie involucrada (m2):

a) Oficinas: _____

b) Laboratorios: _____

II. **COMERCIALIZACION AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO** (Señalar las especies de artrópodos producidos por la empresa, de acuerdo a la naturaleza de cada especie)

h) Especie y cantidad

Nombre científico		Año 2014
1	Nº Masas huevos producidos	
	Nº de huevos producidos	
	Nº de Inmaduros producidos	
	Nº Adultos obtenidos	
2	Nº Masas huevos producidos	
	Nº de huevos producidos	
	Nº de Inmaduros producidos	
	Nº Adultos obtenidos	

i) Información de clientes: (Indicar el número de clientes que pertenecen a una u otra categoría, señalando las especies comúnmente comercializadas a dichos clientes)

Nº

- Fruticultor mercado nacional

Especies: _____

Especies: _____

Especies: _____

- Fruticultor exportación

Especies: _____

Especies: _____

Especies: _____

- Hortalizas mercado nacional

Especies: _____

Especies: _____

Especies: _____

- Hortalizas exportación

Especies: _____

Especies: _____

Especies: _____

- Empresas

Indicar: _____

- Otros

Indicar: _____

III. PROCESOS DE PRODUCCION

El objetivo de este apartado es determinar aquellos procesos o características de los mismos que a juicio de la empresa son fundamentales para el éxito de esta etapa.

10. Origen del material biológico de *C. montrouzieri* :*(Puede marcar más de una opción, señalando a continuación la proporción respecto del total)*

%

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------|
| a) Internación | <input type="checkbox"/> | _____ |
| b) Recolección silvestre | <input type="checkbox"/> | _____ |
| c) Compra nacional | <input type="checkbox"/> | _____ |
| d) Intercambio | <input type="checkbox"/> | _____ |

- b) Señale de acuerdo a la realidad de la empresa, cuales son las etapas involucradas en el proceso de producción de *C. montrouzieri*: *(Puede indicar una mayor cantidad de etapas que las propuestas. Idem si son menos etapas)*

- Etapa 1:
- Etapa 2:
- Etapa 3:
- Etapa 4:

11. De acuerdo a lo señalado en el punto anterior, cuáles serían los factores considerados críticos en cada una de las etapas: *(Se considera factor crítico aquel que incide directamente en la obtención final del producto. Puede colocar un número mayor o menor de estos factores)*

- Etapa 1
 - Factor crítico 1: _____

- Factor crítico 2: _____
- Factor crítico 3: _____

- Etapa 2
 - Factor crítico 1: _____
 - Factor crítico 2: _____
 - Factor crítico 3: _____

- Etapa 3
 - Factor crítico 1: _____
 - Factor crítico 2: _____
 - Factor crítico 3: _____

- Etapa 4
 - Factor crítico 1: _____
 - Factor crítico 2: _____
 - Factor crítico 3: _____

IV. SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD

12.La empresa tiene implementado algún sistema de gestión bajo algún estándar :

SI

NO

a) Indicar:

ISO 9000

HACCP

ISO 17025

Otro (señalar): _____

b) Si la respuesta es negativa, indicar la o las razones de la no implementación de un sistema de gestión :

- i. Falta de presupuesto
- ii. Desconocimiento

- iii. Poca valoración del cliente
- iv. Aumenta los costos de producción

En el cuadro siguiente encontrará afirmaciones acerca de los sistemas de gestión de calidad. Se solicita marcar la alternativa de su preferencia, donde:

- Valor 1: Totalmente de acuerdo
- Valor 2: Medianamente de acuerdo
- Valor 3: Ni de acuerdo ni desacuerdo
- Valor 4: Medianamente en desacuerdo
- Valor 5: Totalmente en desacuerdo

13.Un sistema de gestión de la calidad ayuda a disminuir los costos de producción de la empresa.	1	2	3	4	5
14.La implementación de un sistema de gestión de la calidad es un elemento diferenciador entre empresas del mismo rubro.	1	2	3	4	5
15. La fidelización de los clientes se logra al tener implementado un sistema de gestión de la calidad	1	2	3	4	5
16.Un sistema de gestión de la calidad implica una serie de complicaciones que no necesariamente se perciben como positivas por los clientes.	1	2	3	4	5
17.Bajo la actual realidad de la industria de control biológico con artrópodos en Chile, es necesario implementar un sistema de gestión de la calidad.	1	2	3	4	5