

Buenas Prácticas en la cría de Grillo (orthoptera, *Gryllus assimilis*).

Lic. Biol. Daniel Caporaletti ¹

Índice

Introducción

1 - Instalaciones

2 - Calefacción con energías renovables

3 - Sustratos y alimentos sustentables

4 - Ciclo de vida

5 - Cosecha

6 - Almacenamiento, embalaje, etiquetado, transporte y distribución

7 - Manejo de los descartes. Abono.

8 - Automatización industrial

9 - Procesamientos: deshidratación, molienda, fraccionamiento.

10 - Salud del personal y medidas preventivas.

11 - Labs: puesta a punto y manejo de plagas

12 - Aplicación de normas HACCP

13 - Insectos permitidos por la UE

14 - Breve nota sobre la legislación UE

Bibliografía

¹ www.grilloscapos.com.ar, dcaporaletti@gmail.com.

Este manual está siendo escrito y corregido en función de la posible inclusión del grillo como un nuevo ingrediente en la dieta argentina. Está pensado para ser presentado a la CoNAL (Comisión nacional de Alimentos) como parte de un proyecto para la inclusión del grillo y sus derivados (por ejemplo, harina o polvo de grillo²) como un nuevo capítulo en el código alimentario argentino (CAA). Es deseable que se sumen profesionales autorizados en el rubro de producción de alimentos de origen animal (cualquier origen) a la corrección de este documento. De esta manera, este compendio de procedimientos sugeridos puede ir perfeccionándose para el uso de todas aquellas empresas que decidan emprender en el área.

En el mundo existen dos grandes orientaciones en cuanto a protocolos BPA: el vigente para los Estados Unidos y el protocolo GlobalGap (UE). El primero es una guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano de los alimentos. A tal fin se fundó el Centro para la Seguridad Alimentaria y Nutrición Aplicada de la Administración de Drogas y Alimentos (FDA–CFSAN). El segundo, protocolo GlobalGap de la Unión Europea, es de carácter privado e incluye además del riesgo microbiano, el riesgo por productos fitosanitarios y el cuidado del medio ambiente (INTA, 2019).

En Argentina existen varios organismos de divulgación de buenas prácticas agrícolas: el nodo Córdoba –Red de buenas prácticas agrícolas (BPA, 2019) (cita), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) (cita), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el SENASA y la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid) entre otros (Ministerio de Agroindustria, 2019). Se certifican asimismo las normas GlobalGap, Tesco Nature’s Choice, IRAM 14110-1 mayormente para frutas y hortalizas. En todos los casos mencionados, tanto públicos como privados, cabe mencionar que se trata de esquemas de adopción voluntaria y que en la actualidad no existe ninguna normativa de BPA de carácter obligatorio.

Por otro lado, la Argentina define su sistema de control principalmente a través del decreto 815/99 que establece el Sistema Nacional de Control de Alimentos (SNCA). Este sistema tiene como objetivo velar el cumplimiento del Código Alimentario Argentino. Por tanto, es necesario generar paralelamente a este documento un compendio de reglamentaciones, disposiciones y demás instancias referidas a la elaboración, transformación, transporte, distribución y comercialización del grillo congelado o sus derivados, para ser aplicadas por los organismos pertinentes.

Los protocolos aquí discutidos se referirán a la actividad de reproducción, engorde, faenado, almacenamiento y transporte de grillo entero hasta establecimientos diseñados para su posterior procesamiento. Es decir, solo de la actividad primaria “cría de grillo”. Se sugiere que la síntesis de harina de grillo o sus derivados se realice en establecimientos y predios independientes de su cría, para prevenir contaminaciones cruzadas y facilitar los controles bromatológicos. Tal sería la legislación en España. Sin embargo dependiendo de la especie que se trate y la escala de producción, establecimientos que incluyan de cría hasta producto terminado son factibles bajo medidas de seguridad más rigurosas (Protix, 2019). En un documento anexo deberán detallarse las BP en la producción de derivados de grillo a partir de la materia prima congelada o envasada en alguna forma adecuada con fecha de vencimiento y normas pre-establecidas.

² Si se realiza una búsqueda de la utilización de la palabras “polvo” o “harina” de insectos, aparecen 60mil ocurrencias para la primera y más de 100mil para la segunda. Su uso es indiferente en ambos casos y la definición general de harina como un polvo comestible de origen animal o vegetal.

Asimismo, este manual está pensado para *Gryllus assimilis* (orden orthoptera). Sin embargo no es esperable que los protocolos difieran notablemente con las otras 3 especies de grillos criados para consumo: *Acheta domestica*, *Gryllus bimaculatus*, *Gryllodes sigillatus*. Las langostas, otra especie de ortóptero cuya dieta puede estar basada enteramente en pasturas, requerirían otro tipo de instalación por su capacidad voladora, con mayor seguridad en el sistema de mosquiteros redundantes. Tal el caso de *Schistocerca gregaria* y *Locusta migratoria*. Para el caso de insectos holometábolos, donde se cosecha su larva, el proceso se simplifica ya que se pueden usar bandejas sin mosquiteros y cintas de transporte que a la vez sirvan de tamiz, semi-atomatizando de esta manera la cosecha (Coleópteros *Tenebrio molitor* y *Zophoba morio*). Es notable el caso de la mosca *black soldier* (*Hermetia illucens*, orden diptera), probablemente el insecto más criado en la actualidad si evaluamos biomasa. Se aprovecha su larva que tiene una particular alta proporción proteica y es capaz de crecer en casi cualquier sustrato (Huis, 2013). El 99% de las larvas se cosecha y con el 1% restante se genera la siguiente camada, en 1 mes y medio. Para este caso, como el de las langostas, se tienen dispositivos especiales para los adultos voladores. Esperamos sean objeto de futuros manuales.

La cría de insecto a gran escala tiene su antecedente en el control de plagas. Por ejemplo, la técnica del insecto estéril necesita una enorme cantidad de individuos para ser liberados, por ejemplo, en el manejo de la mosca de la fruta (FAO, 2012). Los insectos comestibles, por su parte, fueron tradicionalmente cultivados principalmente para el consumo vivo por parte de mascotas tales como reptiles y anfibios. En los Estados Unidos se relevaron 32 medianas a grandes empresas y una incontable cantidad de pequeños emprendimientos para alimentar a un mercado de 6 millones de mascotas insectívoras (cita). Esto sentó las bases para el desarrollo técnico y de instalaciones que rápidamente se reconvirtieron para satisfacer esta nueva tendencia de consumo humano. Argentina es un país con experiencia en el primer ítem (técnica del insecto estéril) y prácticamente nulo desarrollo en el segundo. Aunque hay cerca de 50 instalaciones de cría piloto de diferentes especies de insectos, no hay una legislación que ampare la habilitación de estos establecimientos en ninguno de los casos (IMYZA comunicación personal?). La solución más habitual es la habilitación como bioterio de cría de animales de experimentación anexos a laboratorios, hospitales, zoológicos, universidades o museos (caba, código de planificación urbano). Esto, por supuesto, para pasar a instalaciones de producción masiva >500m², muestra una falencia.

En 2013, la organización para la agricultura y ganadería de las Naciones Unidas (FAO-ONU) publicó su reconocido *review* relevando y promocionando la producción y el consumo de insectos comestibles (cita). Incontables trabajos se han publicado desde ese momento y estamos hoy en una etapa exponencial de generación de conocimiento técnico y biológico referido al manejo cultivos de insectos (cita congreso, libro, video). Ese mismo año se generó el programa internacional de insectos para alimentación (IPIFF), hoy conformado por 52 empresas del rubro con una inversión acumulada de 350 millones de euros (cita). El mercado internacional de insectos comestibles mueve 400 millones de US\$ y se espera que para 2030 esta cifra llegue a 3000 millones. Muchas de estas empresas son capaces de generar toneladas de insectos diarios, tal como el caso de la recientemente inaugurada planta de 14.000m² de la holandesa Protix, que canaliza toda su producción en alimentación animal (cita). El insecto entero o los extractos proteicos, principalmente de *black soldier*, son utilizados para suplementar la dieta en peces (salmón, trucha, y propuesto en Argentina para Pacú, que paso a ser la primera especie de nuestra

industria piscícola), pollo y porcino. La IPIFF produjo un documento sobre higiene en producción de insectos que sentó las bases para la escritura de este documento (cita).

Como segundo antecedente en producción es importante mencionar el caso las ento-granjas de la península de indochina, principalmente Thailandia, donde se relevaron cerca de 20mil. Con una producción anual de 7500 toneladas, son el principal exportador de harina de grillo. Son granjas en muchos casos familiares que aprovechan la favorable temperatura ambiente para una cría sin consumo de energía en calefacción. Existen empresas acopiadoras, como Bugsolutely, que procesan el grillo para exportarlo en forma de harina y pasta (cita). El Ministerio de Agricultura de Tailandia publicó oficialmente las primeras Buenas Prácticas Agrícolas específicas para cría de grillo. Contiene las indicaciones que los agricultores deben seguir para criar grillos de manera segura, optimizada y estandarizada (cita).

1 – Instalaciones

Como muestra la figura 1, existen 4 mercados diferentes para encausar la producción de las ento-granjas: 1) alimento para mascotas; 2) alimento para producción animal; 3) gastronomía entomológica; 4) industria alimenticia. Según hacia donde decida encausarse el proyecto, será determinante para el diseño de las instalaciones. En este manual nos centraremos en las condiciones de las plantas de mayor envergadura (i.e.>500m2), aquellas pensadas para producción masiva a bajo costo como suplemento nutritivo o sustrato de manufacturas alimenticias.

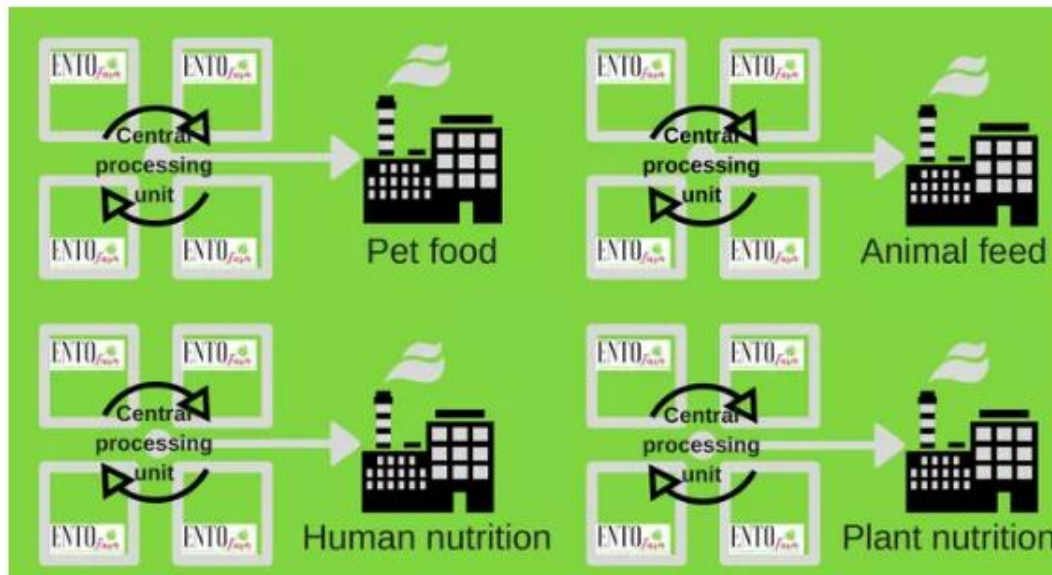


Figura 1- Cuatro formas diferentes de canalizar el producto de una ento-granja (cortesía ento-farm, <https://ento.farm/>)

Se recomienda la construcción de cero más que el reacondicionamiento de construcciones previas, para facilitar el diseño de un diagrama de flujo eficiente. Sin embargo galpones amplios vacíos son

aptos para su subdivisión con materiales apropiados³. La ubicación del predio y la escala de las instalaciones también son determinantes en el diseño. Para proyectos urbanos se pueden utilizar modelos de bioterios tradicionales y la escala estaría limitada. En zonas agrarias se pueden tomar como modelo las granjas automatizadas de engorde de pollo parrillero y la escala no tiene un límite.

En la figura 2 se muestran las etapas habituales en la cría de insectos, que demandan diferentes aspectos de infraestructura. Como aclaramos en la introducción el presente trabajo se enfocará en la primera parte de esta cadena que recomendamos dividir en 2 para desarrollar actividades separadas que permitirá una especialización con parámetros propios de higiene y puesta a punto. Por otra parte, la experiencia desarrollada en Grillos Capos en 20 años de trabajo con 11 especies diferentes de insectos comestibles⁴, avalan solo la escritura de la primera parte. Quedará como remanente escribir un manual de BP para la industria alimenticia entomológica referido a la producción de harinas y extracción de diferentes fracciones a partir de la materia prima insecto.

Los ensayos con dietas optimizadas para insectos se estimaron altos factores de conversión, sobre todo para ortópteros, de 0,9 que mejoraban notablemente los factores de conversión en

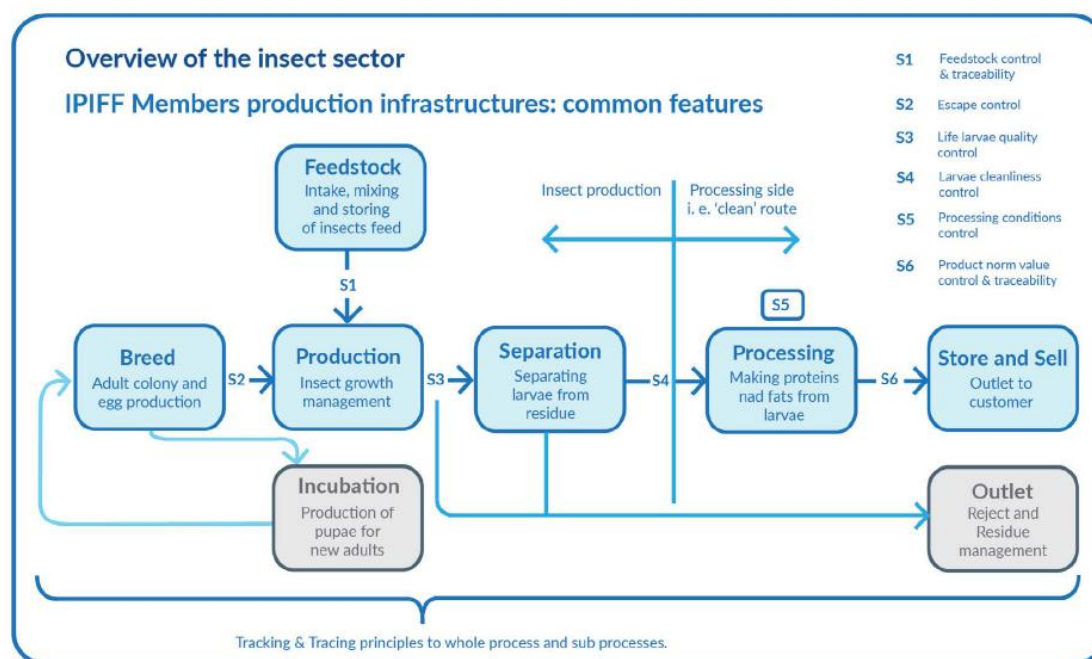


Figura 2- Etapas habituales del proceso de producción entomológica según la IPIFF.

pollo (0,5), cerdo (0,3) y bovinos (0,1) (cita). Esto se debe a que los insectos no termo-regulan y pueden potencialmente canalizar toda la energía contenida en su alimento hacia el crecimiento. Esta ventaja también presenta un problema: la calefacción de las instalaciones a temperaturas

³ Por ejemplo, block fast, steel- framing u otros sistemas de construcción en seco.

⁴ **orden orthoptera:** *Gryllus assimilis*, *Acheta domestica*, *Gryllus bimaculatus*, *Gryllodes sigillatus* y *Schistocerca gregaria*; **orden coleptera:** *Alphitobius diaperinus*, *Tenebrio molitor* y *Zophoba morio*; **orden blattodea:** *Blaptica dubia* y *Sherfordella tartara*; **orden diptera:** *Hermetia illucens*.

óptimas⁵. Por esto la actividad creció inicialmente en países tropicales. Argentina es un país de climas fríos a templados, salvo la excepción de Misiones y Formosa. Por este motivo es necesario adecuado aislamiento de las instalaciones, especialmente los cuartos de cría. No se recomienda que ninguna de las paredes delimitantes de los cuartos linde directamente con el exterior. Los cerramientos, de incluirlos, deben ser del tipo de ventana fija, vidrio doble, limitando la circulación de aire a extractores. Se puede aplicar sistemas constructivos como los utilizados en Patagonia, como el *siding*, para lograr mayor aislamiento. En caso de incluir aperturas de respiración, se recomienda del tipo “de abrir”, no corrediza, protegida con mosquitero exterior doble y a su vez enrejado metálico a prueba de roedores.

La figura 3 muestra en detalle un diagrama de flujo, dentro de la planta, de producción de sustratos, materiales y productos. El diseño de planta debe satisfacer este diagrama sin mezclar zonas “limpias”, “sucias” y “de transición o bisagra”. Favorecer también un fácil y rápido flujo de material y personal. Como se muestra en la figura, el descarte orgánico de los grillos puede ser utilizado directamente como abono (cita). Esto nos llevó a proponer una actividad sustentable partiendo de un predio mínimo calculado en 7 hectáreas. Se puede realizar en ese predio la producción de granos, hortalizas o pasturas experimentales para ser testeadas en los grillos, reforzando la trazabilidad del proceso y optimizando su dieta. Una producción vegetal *in situ* de 50 toneladas podría traducirse entonces en 40 toneladas de insecto.

Diagrama de flujo para la producción a escala (1200m²) de insectos (*Gryllus assimilis*) consumo humano.

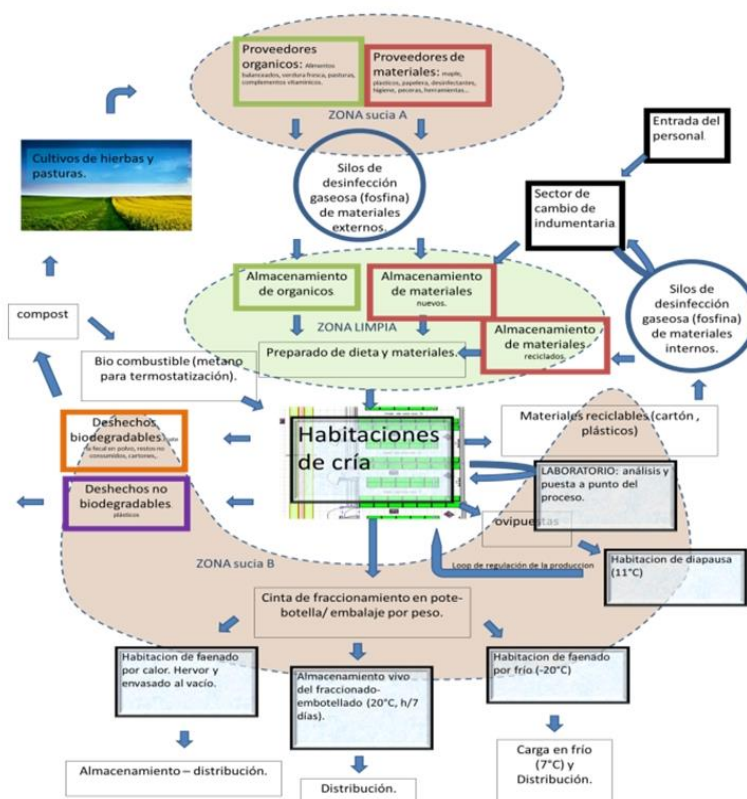


Figura 3 – Diagrama de flujo para la producción de insectos.

⁵ En caso de *Gryllus assimilis*. 28 a 32°C para los primeros 2-3 instar, 80% humedad. 25 a 30°C para crecimiento de los siguientes instar hasta adulto y ovipuesta, 50% humedad. 30 a 35°C para incubación de los huevos, 100% humedad.

Un diseño sugerido de planta, aunque sobre esto hay mucho por desarrollar, se muestra en la figura 4. Incluiría:

1. Entrada independiente de proveedores y personal, para protocolo de cambio de indumentaria;
2. Sector de desinfección de insumos y material reciclado.
3. Lavaderos.
4. Habitaciones de cría termostatzadas.
5. Salida para descartes orgánicos.
6. Sector de embalaje con posibilidad de derivar la producción a congelado, vivo o producción *in situ* de la harina.
7. Sectores de almacenamiento congelado (-20°C), heladera para harina de grillo (4°C) y envasado vivo (20°C).
8. Laboratorio para análisis de muestras, optimización del proceso y control de calidad.

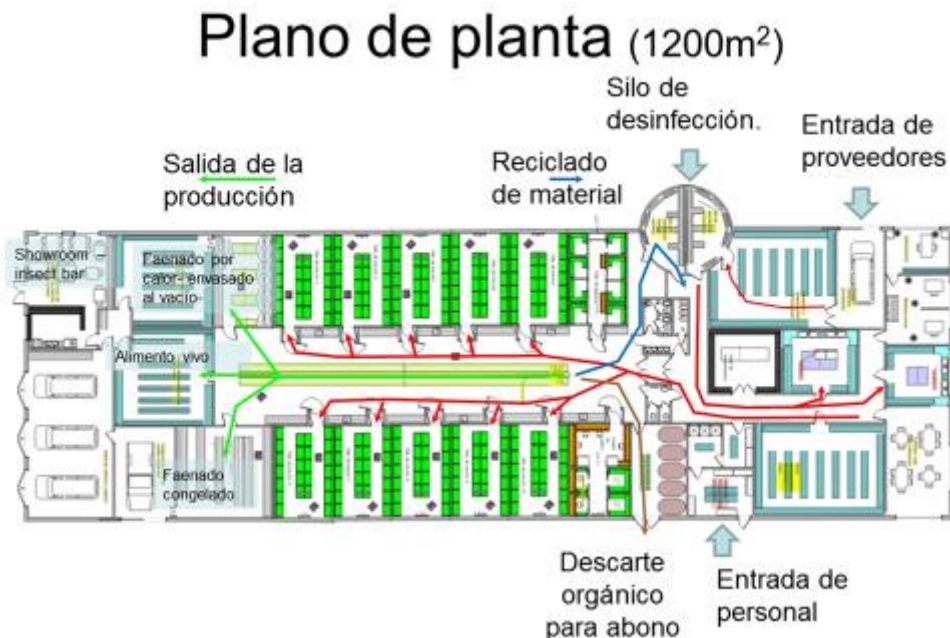


Figura 4- Plano sugerido de planta.

2 - Calefacción con energías renovables

Mencionada la importancia de aislamiento adecuado, cabe decidir la fuente de energía y la forma de calefacción. La forma más eficiente es a través La calefacción central y su distribución mediante radiadores termostatzados parece una opción eficiente. Existen diferentes propuestas energéticas y en el futuro cercano se esperan nuevas soluciones. En orden de factibilidad se encuentran:

- gas metano (envasado, de red o generado por bio-reactores)
- caldera a leña/termovaloración de residuos
- calefacción solar (mediante captadores-serpentina)
- energía geotérmica (de alta inversión inicial).

Esta parece ser una decisión importante de cara a una certificación de sustentabilidad, pero también una necesidad de rentabilidad.

3 - Sustratos y alimentos sustentables

Entendemos por sustratos, cualquier material, soporte, alimento o aditivo utilizado en la cría. Es imprescindible que todos los materiales utilizados tengan trazabilidad. Esto implica conocer el proveedor, número de lote y fecha de vencimiento de los mismos. También registrar sistemáticamente la fecha de recepción y cantidad recibida.

Existen a grandes rasgos 4 tipos de sustratos para grillos: 1) soportes, tales como maple de huevo, troquelados en cartón o estructuras tipo “panales” en madera, que sirven para generar mayor superficie ambulatoria dentro de los contenedores; 2) elementos plásticos que cumplen la función de comederos/bebederos; 3) sustrato de ovipuesta tal como la turba de musgo *sphagnum* (producida en Tierra del Fuego), la vermiculita o la perlita; 4) alimentos y complementos nutricionales de la dieta.

En el caso de soportes y elementos plásticos es importante conocer su composición. Los grillos suelen roer estos materiales, habitualmente indigeribles, y se presenta un peligro de bioacumulación (cita). Este comportamiento se acrecienta en cultivos malnutridos o hacinados, que por otra parte aumentan también su canibalismo disminuyendo la eficiencia de cría. Los sustratos de ovipuesta suelen ser de consistencia blanda, donde la hembra pincha con su ovipositor para deponer los huevos, y con capacidad de retener humedad. En todos los casos es deseable el desarrollo de procesos de desinfección u autoclave para el máximo reciclado de estos materiales. De todas maneras los sustratos de ovipuesta pueden ser descartados para su uso como abono o para germinación de semillas, con solo estacionarlos un mes en lugar seco y cerrado luego de su uso con insectos. El maple y los soportes pueden ser triturados para compost o como combustible para caldera. Los plásticos deben ser descartados aparte.

Típicamente, son utilizados en grillos alimentos balanceados para animales, derivados de trigo, avena, cebada o centeno, que presentan mayor trazabilidad. Sin embargo un registro sistemático de los cargamentos recibidos y su composición permitiría utilización de alimentos descartados por falta de venta. Entre estos encontramos productos agronómicos, frutas y hortalizas que por sus formas (demasiado grandes, pequeñas o informes) o la cercanía de su vencimiento son separadas aún comestibles quedando a mitad de camino en la cadena de distribución; excedentes de mercadería de panadería o gastronómicos; mercadería defectuosa, no-vendida o cercana a la fecha de vencimiento en supermercados; descartes comestibles de las pollerías (menudos, carcaza, cogote). Es importante que cualquiera sea el alimento reciclado no se encuentre en mal estado. Por ejemplo, en bultos de hortalizas se puede establecer en 10% un máximo aceptable de mercadería fermentada de manera que su limpieza, lavado o cocción para incorporarla a dieta sea rentable. Los cultivos de grillos en particular son afectados por alimentos putrefactos. Es de notar en este

punto que la FDA es más permisible sobre el tipo de alimento a incorporar en la dieta de insectos mientras que la UE prohíbe, desde la enfermedad de la vaca loca, el diseño de dietas para animales con proteína animal (a excepción de huevos, leche y sus derivados; pescado; sangre, hidrolizados proteicos, gel y/o colágeno extraído de no-rumiantes; hidrolizados proteicos de piel y cuero de rumiantes; extractos de grasa de origen animal).

Sin embargo es aconsejable una cantidad no mayor a 5 proveedores de alimentos y complementos para facilitar el seguimiento de la cadena de producción (figura 5). La producción experimental *in situ* de alimentos (pasturas, hortalizas o granos) en ambientes rurales parece ser el cuadro ideal para un proyecto 100% sustentable y de máxima trazabilidad.

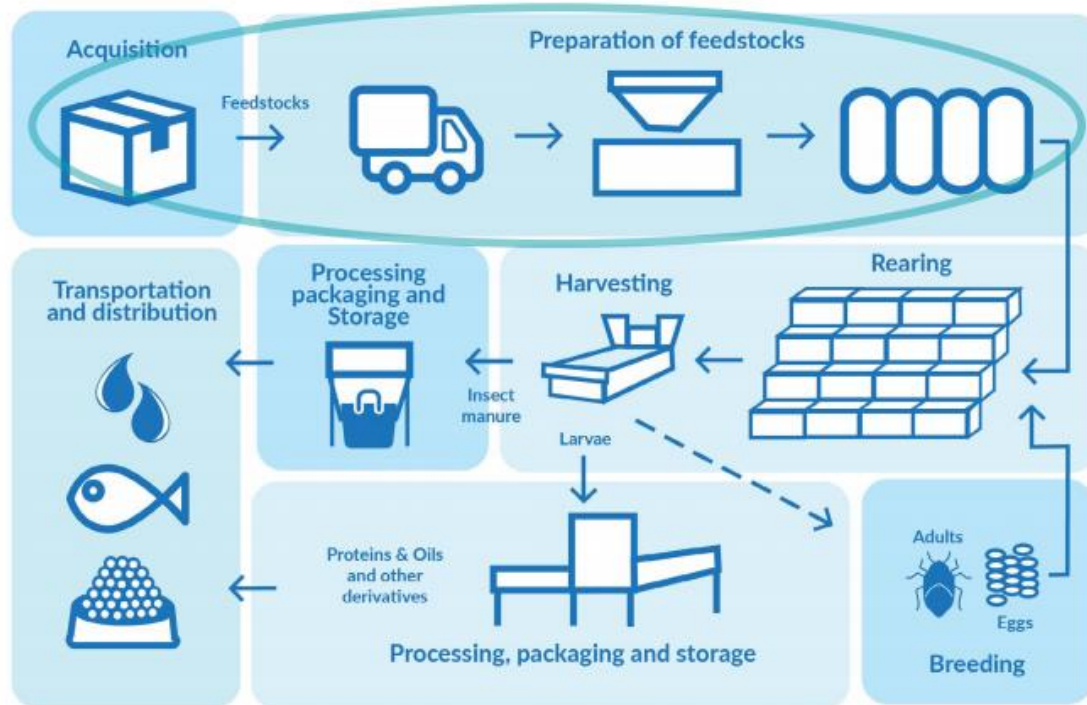


Figura 5 – Cadena de producción desde los sustratos hasta los productos de la industria entomológica: se resalta la primera etapa, preparación de dietas y soportes.

Para un mayor detalle de alimentos permitidos y comúnmente utilizados en la UE y alimentos prohibidos, ver manual de buenas prácticas de higiene en la cría de insectos (IPIFF, 2019, pág. 28).

Es imprescindible un depósito de almacenamiento de sustratos, correctamente aislado, en ambientes secos e higiénicos. No solo para evitar contaminaciones sino para tener una ventana de supervisión de los materiales recibidos. De ser menester se pueden utilizar silos. En caso de alimentos que lo requieran, almacenamiento en frío. La desinfección de los sustratos es aconsejable: por rayos (UV, gamma), calor (seco o húmedo como cocción o autoclave) o químicos (volátiles como fosfina que no dejen residuos) según la materia y las posibilidades del productor.

4 - Ciclo de vida

Involucra la reproducción, preparación de las dietas, el engorde y el faenado, actividades que en ganadería tradicional se hacen en 4 establecimientos diferentes y la producción entomológica los resume en 1 solo. Esta publicación está pensada para los insectos cultivados tanto para consumo humano como animal, pero es recomendable independizar los cultivos para uno u otro fin, en diferentes instalaciones o, al menos, en diferentes líneas de producción.

La preparación de las dietas puede realizarse en la denominada área “limpia”, contigua a los sectores de almacenamiento de los sustratos y/o sectores de desinfección. Asimismo esta área puede recibir materiales plásticos reciclados desde las habitaciones de cría a través de piletas de esterilización típicas de bioterio, que sirven para el pasaje de material sumergido, de una habitación a otra (trampa de desinfección para doble circulación, utilizando cloro o amonio cuaternario como desinfectante). Se recomienda tener áreas “sucias” independientes: la de recepción y desinfección de materiales internos diferenciada del área de desinfección de proveeduría.

Es importante tener un protocolo de distribución de los alimentos y agua estandarizado con un recorrido predeterminado, en los casos que no esté automatizado. La utilización de carritos evita repetir viajes de *refilling* a la zona “limpia”. Las habitaciones de cría deberían tener al menos dos puertas de distancia entre una y la contigua⁶, lo que permite mantener poblaciones relativamente independientes y minimizar pérdidas en caso de contaminación de una de ellas. En caso de cultivar diferentes especies de insectos en las mismas instalaciones la distancia mínima recomendada sería de 3 puertas. Para facilitar el flujo las puertas deberían tener resortes de cierre automático y ventana incorporada, para poder ver qué hay del otro lado antes de abrir la puerta. Recomendamos flujo unidireccional con entrada y salida a las habitaciones de cría por aperturas opuestas. De esta manera, se previene el flujo retrogrado de micro organismos de los cultivos hacia las zonas “limpias”.

Hay variados tipos de containers utilizados para grillos: cilindros de concreto (80cm diámetro, 50cm altura, 250L), bloques de concreto (1.2x2.4x0.5m, 1700L) (ver Figura 6-A), cajones de madera terciada (1700L), cajones plásticos (0.8x1.8x0.3, 430L)(Fig 6-B y C), peceras de vidrio (0.6x1x0.4, 340L) (cita six leg). Cualquiera sea la opción elegida, es recomendable solucionar el sellado con carpintería de aluminio (mosquitero, perfiles y burletes adecuados). Los containers pueden ser apilados en estanterías, con dos o tres pisos de altura, pero siempre dejando al menos 35cm desde el estante inferior al piso para poder realizar la limpieza. En general, toda mesada o amoblamiento debe tener esta distancia mínima. Se sugieren pisos de material adecuado, en lo posible lisos (fibrocemento, microcemento, epoxi,..) con zócalos redondeados para facilitar la desinfección. Es importante la presencia de rejillas⁷ y el diseño de los pisos con caída hacia las mismas para limpieza con agua. En caso de heladeras o muebles similares, colocarlos sobre estructuras con ruedas para moverlos durante el aseo. Recomendamos puertas con burlete adecuado. Estas medidas se pueden

⁶ Es decir, que no se pueda acceder de una a otra habitación directamente sino a través de al menos un cuarto intermedio (ver plano **figura 4**).

⁷ Cada rejilla deben tener tapa ciega rebatible, de cierre hermético, para evitar el ingreso-egreso de insectos desde-hasta los desagües cloacales.

complementar con colocación de cebo insecticida en las habitaciones contiguas a las de cría (nunca en las de cría), para prevenir fugas indeseadas.



Figura 6 – Diferentes tipos de instalaciones y contenedores: (A) Granjas Tailandesas con bloques de concreto; (B) Cajones plásticos en Gahn’s cricket Farm (estados Unidos); (C) bandejas de cría de tenebrio molitor, Protifarm; (D) la experiencia argentina en automatización de galpones para pollo parrillero parrillero puede ser aprovechada en insectos.

Cierta cantidad de individuos serán reservados para reproducción, generando así la siguiente camada. Como aclaramos anteriormente las condiciones de engorde e incubación pueden ser diferentes, por tanto es deseable tener habitaciones de específicas para este fin. Sin embargo, en caso de epidemias internas, mezclar bandejas de incubación de diferentes líneas puede ser perjudicial.

Los containers deben ser lavados y desinfectados adecuadamente antes de su reutilización. Comederos, bebederos y cualquier otro objeto utilizado deben ser de materiales adecuados, certificados para su contacto con alimento e insectos, evitando contaminaciones químicas. Los lotes se arman con grillos nacidos el mismo día, rotulando fecha y tamaño del inóculo. De esta manera se logra un crecimiento parejo del lote y un seguimiento que permita registrar al momento de la cosecha: inóculo, temperatura, dieta, estadio cosechado y cosecha (en cantidad y en peso).

5 - Cosecha

Llegado el momento, los insectos son retirados de los containers a recipientes plásticos para su transporte hacia las habitaciones contiguas de cosecha. En el caso de los grillos, esto se realiza simplemente trasvasando los soportes utilizados de un lugar al otro. Luego en la habitación adecuadamente preparada para este trabajo, los soportes son sacudidos dejando caer los grillos al recipiente. Este proceso levanta mucho polvo, por lo que es imprescindible que el lugar este adecuadamente ventilado. El uso de barbijos o máscaras, delantales plásticos, antiparras, cofia y guantes es obligatorio. Des recomendamos realizar la cosecha en la misma habitación de cría para evitar deteriorar las condiciones de los cultivos. Asimismo es deseable que cada habitación de cría tenga sus habitaciones de cosecha, asegurando la independencia de las diferentes líneas y evitando contaminaciones cruzadas.

En caso de buscarse una certificación **sin TACC**, la purga de los grillos con frutas, hortalizas, pasturas, etc.. se debe realizar durante la última semana. Ensayos de detección de gluten son necesarios para chequear la efectividad de la purga. Adicionalmente el método de faenado puede ser importante en el vaciado del intestino. I.e., métodos de congelado directo mantienen la carga intestinal mientras que faenados por hervor tienen a descargarlo.

Durante el proceso, además de los grillos cosechados, se separan otros 3 componentes: 1) los excrementos secos del grillo que pueden ser directamente utilizados para abono (a veces, previo colado para separarlo de restos de alimento no consumido); 2) soportes tales como maples, o plásticos utilizados dentro del *container*, para su desinfección y reutilización; 3) restos de alimentos y soportes que hayan cumplido su vida útil para ser triturado y descartados en compost.

Existen 2 formas principales para faenar los insectos:

- 1- **Por Frío, al menos 24hrs a -18°C.** Se minimiza la desnaturalización de proteínas y se conservan mejor las vitaminas. Sin embargo la carga microbiológica no es totalmente eliminada y la desparasitación (especialmente si existiera presencia de nematodos) no sería completa. Los insectos congelados pueden almacenarse a esta temperatura en bolsas selladas para su posterior procesamiento.
- 2- **Por calor, 80 a 100°C, 1 a 5min.** Se cocinan los insectos en agua caliente o por vapor, a la vez que se asegura una eficiente pasteurización, suficiente para eliminar flora intestinal y parásitos, pero no esporas bacterianas. Algunos nutrientes de interés pueden ser degradados. Los insectos son luego escurridos y secados. Esta segunda opción es también recomendable previene procesos de fermentación, dando al alimento una fecha de vencimiento más larga. Resta por evaluar si el envasado al vacío aporte una solución, sobre todo en alimentos destinados directamente a gastronomía o góndola de supermercado. Finalmente, también son refrigerados (-18°C) para su almacenamiento y transporte.

Alternativamente se puede despachar el grillo vivo para su consumo por mascotas insectívoras o animales de experimentación. Grillos Capos (arg) tiene 18 años de experiencia en el despacho de los animales en recipientes plásticos reciclados. La reciente tendencia de uso de insectos para producción pecuaria permite proponer usarlos vivos para la industria piscícola o avícola (cita). En argentina existe cría de Pacú, Salmón, Dorado entre otros, que está siendo afectada por el

aumento en los precios internacionales de la harina de pescado, como fuente de proteína en la dieta. El despacho de insecto vivo no es apto para gastronomía o industria alimenticia.

Más allá del método elegido para cosecha, debe llevarse un registro detallado de la misma. En caso de tener líneas independientes de cultivos, se pueden variar las condiciones entre una y otra y comparar los rendimientos.

6 - Almacenamiento, embalaje, etiquetado, transporte y distribución

Los productores de insectos deberían seguir las mismas regulaciones de **almacenamiento** y transporte que cualquier otro alimento producido para consumo humano, especialmente de origen animal. En la UE esto está legislado por la regulación (EC) N° 183/2005.

Espacios exclusivos para almacenamiento deben ser dedicados. En caso de un establecimiento que despache alimento vivo y faenado, deben ser almacenados en habitaciones separadas. También en caso de faenado para consumo animal o humano los almacenamientos deben ser excluyentes, ya que los niveles de bioseguridad pueden ser estrictos, según el producto, en esta última.

Para alimento vivo se recomiendan en grillo almacenamiento entre 20 a 23°C, ambiente seco (<40%), sistemas de ventilación apropiada y solo con luz artificial, sin ventanas. El **envase** debe ser adecuado para evitar fugas en viaje, tener una carga adecuada de alimento seco, soporte una cantidad adecuada no-hacinada de insectos (ejemplo en **figura 8**). Detallar en la etiqueta peso envasado, especie, tamaño estandarizado del insecto, fecha de embalaje y vencimiento⁸ y cantidad estimada⁹. Existen protocolos de mantenimiento envasado sobre todo para su hidratación. El despacho sigue la regla de antes vence, antes sale. En general, controles de calidad periódicos deben ser realizados, registrados en planilla con firma del operador, y en caso de encontrarse desviaciones de la supervivencia esperada retirar los envases afectados, analizar el caso y tomar medidas adecuadas. El envase de alimento vivo y su perdurabilidad son excelentes controles de calidad para establecer el estado de salud de la población de insectos de la planta.

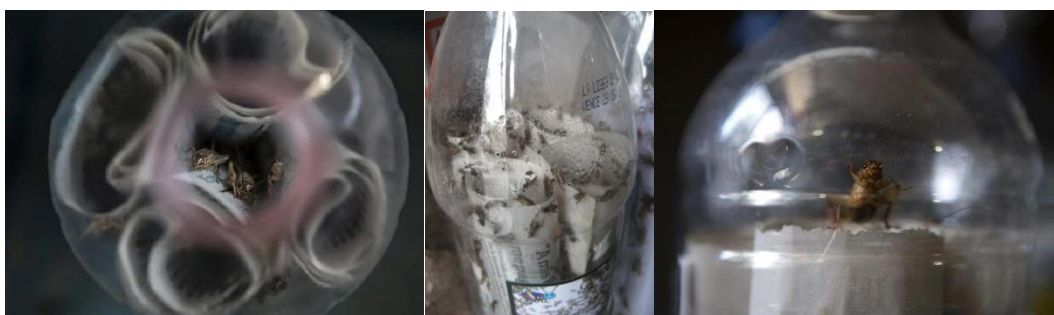


Figura 8- Ejemplo de embotellamiento de insectos en material desinfectado y reciclado.

⁸ Realmente no es una fecha de vencimiento sino de des embalaje. Los insectos se pueden mantener entre 7 a 21 días en el envase (según especie y estadio), luego de esa fecha son trasvasados a recipientes para su adecuada manutención. En caso contrario los comportamientos de canibalismo o mortalidad esporádica de algún insecto puede afectar el estado general del producto.

⁹ Aunque para evitar ambigüedades, la estandarización se recomienda por peso, existe una relación peso-cantidad según el tamaño. Por ejemplo, para *Gryllus assimilis*: Grillos adultos 50grs, 50 a 80 unidades; Grillos subadultos o “medianos”, 40grs: 110 a 180 unidades; Grillos “chicos” 20grs, 200 a 400 unidades; “micro grillos” 5grs, 250 a 500unidades.

Para el almacenamiento faenado se recomiendan cámaras frías o freezers (-18°C). Como en el caso anterior: ambiente seco (<40%), sistemas de ventilación apropiada y solo con luz artificial, sin ventanas. Sin embargo esta temperatura puede variar en caso de establecimientos con procesamiento posterior a deshidratación (ver capítulo 10) o molido a polvo. En caso de cámaras con estantes, estanterías separadas de la pared, estante inferior desde 35cm y zócalos redondeados para limpieza periódica. De la misma manera esto debe controlarse por planilla, y realizarse la desinfección con materiales e indumentaria adecuada. El acceso debe ser restringido e idealmente controlado con tarjeta.

Habíamos sugerido al inicio de este documento establecimientos independientes para cría y obtención de harinas o deshidratados. En establecimientos de cría con procesamiento posterior, la entrada del material al depósito y su salida hacia las etapas siguientes debería realizarse por puertas independientes (entrada/salida). Esta debería ser la única vía de comunicación entre ambos sectores, con personal, funcionamiento y organización independiente. Sería imprescindible en este caso control electrónico de cerradura para que ambos personales no coincidan. Todas estas medidas, tendientes a evitar contaminaciones cruzadas en el producto final, con micro organismos propios de la actividad de cría, luego de haber sido eliminados en la faena por calor o la deshidratación.

Rotulado: Los productos finales para alimentación deberían tener: marca y logo; origen del producto (información del productor, empacador y/o distribuidor); código del producto incluyendo código de barras (según determine organismo pertinente); fecha de embalaje, vencimiento y condiciones para su almacenamiento. Asimismo, composición nutritiva, calorías y posibles alérgenos. Hay mucha información bibliográfica que demuestra los beneficios nutricionales de los alimentos basados en insectos, y los beneficios al medio ambiente (cita). Aun así, es preciso estipular cuales beneficios plenamente demostrados y pueden ser utilizados a los fines de la promoción del producto. Poca información existe aún sobre posibles alérgenos. En la medida que nuevas especies se incorporen (ver capítulo 13), propiedades o alérgenos particulares pueden ser descriptos. En caso de cumplirse efectivamente el período de purga, y demostrarse que son alimentos “sin TACC”, puede agregarse esta información. Más detalle en cuanto al etiquetado, sobre todo aquellos para consumo humano, recomendamos la lectura de la “Guía para suministro de información al consumidor de los productos basados en insectos” (IPIFF, cita). Los criterios acordados deben contemplar las normas de la legislación argentina (CAA, capítulo V, cita).

Resta determinar que documentación adicional debe producirse en función de los controles y registros estatales pertinentes, en los que intervengan SENASA y ANMAT.

En cuanto al **transporte**, es deseable un garaje o espacio de carga cerrado anexo a los depósitos, donde los vehículos puedan ser cargados. Esta área debe someterse a desinfecciones periódicas registradas, asimismo los vehículos. El transporte de productos alimenticios debe estar habilitado e idealmente dedicarse exclusivamente a este tipo de mercadería. Por ejemplo, trasportes propios de la empresa. En caso de realizar transportes de mercaderías de otra índole, debe informarse al productor previo a la carga, pudiendo ser causal de suspensión y cambio del móvil. Una inspección de la caja donde se acomodará la mercadería debe mostrar un estado higiénico, seco, sin olor y correctamente mantenido. No debe haber materiales contraindicados para el transporte de sustancias alimenticias. Las temperaturas de transporte pueden variar de congelado (-18°C), frío (0-

7°C) o temperatura ambiente (15-25°C)¹⁰, en relación a las temperaturas de almacenamiento y los tiempos de viaje. Un aceitado control simultáneo entre productor y comprador es imprescindible sobre todo en la mercadería usada como sustrato de la industria alimentaria o la mercadería despachada congelada, evitando romper las cadenas de frío.

7 – Manejo de los descartes. Abono.

Desde la década del '80, la industria de cría de insectos para mascotas derivaba los desperdicios para abono. Tal el caso de Gahnn's cricket farm (Estados Unidos, figura 9). Esto nos plantea la



posibilidad de abonar una huerta experimental anexa al criadero para autoabastecimiento experimental sustentable de alimentos de origen vegetal.

Figura 9- Cricket pool. La excretas secas de grillo pueden utilizarse sin más tratamiento ni compost intermedio, para abono. Solo un tamizado que separe restos de alimentos no consumidos. Esto se debe a que son excretas deshidratadas, inoloras y fácilmente biodegradables.

Este no es sin embargo el caso de todos los insectos, ya que en el caso de coleópteros (tenebrios y zophobas), los desperdicios, resultado de la degradación del afrechillo y otros sustratos derivados principalmente del trigo, son ácidos y necesitan un procesamiento en compost para su reciclado. Otros residuos son los cartones de maple, que luego de ser reutilizados varias veces deben ser descartados, al menos hasta que se desarrolle algún soporte más perdurable. Puede ser picado y agregado al compost. Otra posibilidad es la generación de biocombustibles como se realiza en porcinos (cita, bio metanos del sur). Esto podría ser una solución al problema de la calefacción. Sin embargo, la menor relación de desechos/producción en grillos haría menos eficiente el proceso. De cualquier forma, debe preverse un paso de tamizado de la “cama del grillo” y destinarse un área aislada, de estacionamiento de los desechos y containers separados para compost o abono directo. Un mes de estacionamiento, en condiciones secas, es un tiempo aconsejable para bajar la carga microbiana y eliminar cualquier resto de insecto vivo o sus huevos, al menos en las especies comúnmente criadas en cautiverio. En los casos que su tratamiento in situ no pueda ser realizado (tal como bioterios urbanos) contratarse una empresa recolectora especial que pueda realizar su tratamiento, tal como realizan algunos establecimientos de pollo parrillero. De hecho, las diferentes modalidades para el tratamiento de la cama del pollo son aplicables a “camas de insectos” (cita, manual cama de pollo).

Los residuos plásticos, bebederos y comederos, pueden ser lavados y desinfectados para reciclaje.

8 – Automatización industrial

¹⁰ Es de notar, que incluso a temperatura ambiente, es necesario un sistema de refrigeración en el transporte.

La ingeniería industrial que se aplique en el diseño de dispositivos, manejo de colonias y líneas de producción de insectos puede hacer la diferencia, en un futuro cercano, para establecer un alimento de bajo costo en el mercado. Automatización y aumento de la escala, son las premisas para bajar el costo / tonelada. Como ejemplo, la holandesa Protix que acaba de inaugurar su planta de 14.000m² operada por tan solo 32 técnicos (cita). Existen varios procesos susceptibles de automatización: control de temperatura y humedad; hidratación y alimentación; renovación de las “camas”; separación de los insectos por tamaño (sobre todo en algunas especies de cucarachas); embalaje, faenado, empaques, ... La figura 10 muestra un ejemplo de automatización simple para separar larvas de coleópteros (zophobas) de su sustrato. Se puede aprovechar la experiencia lograda en nuestro país a partir de la cría de pollo, donde funcionan galpones totalmente automatizados (Fig. 6 D). También tecnologías de la industria alimentaria (fig...).



Figura 10 – Cinta transportadora-tamizadora para separación de larvas de su sustrato (Protifarm, Holanda).

9 - Procesamientos: deshidratación, molienda, fraccionamiento.

Enunciaremos a modo de ejemplo solo algunos protocolos de deshidratación de insectos. Otros métodos tales como cocción por hervor, microondas o conservación ácida también son posibles.

Aire forzado a baja temperatura, 60 a 110°C (Rumpold and Schluter 2013a). Deshidratación a 90°C durante 5hrs es una práctica común, lo que asegura una eficiente pasteurización, a la vez que son cocinados. Se recomienda descongelar los insectos a 4°C y eliminar los exudados antes de introducirlos al horno.

Liofilización. Consiste en sublimar el agua de los insectos congelados. Antes de colocar los insectos en el liofilizador (figura 11), el operador debe asegurarse de prevenir cualquier contaminación en el traspaso del material faenado congelado. Las temperaturas de congelación deben mantenerse durante todo el proceso. El equipo debe ser cuidadosamente limpiado entre tandas.



Photo: Freezer-dryer. Courtesy of Protifarm.

Figura 11 – Liofilizador.

Tostado al horno o estufa. Este es el método más utilizado desde las preparaciones caseras de snacks con grillos que suelen aparecer en youtube, ensayos de laboratorio y preparaciones industriales (Fig. 12 A y B). Cualquier combinación de temperatura/tiempo capaz de eliminar salmonella es suficiente para determinar el protocolo. Por ejemplo, en pollo parrillero, se utiliza 60 a 65°C durante 10 a 50min. En las preparaciones de snacks con grillos de Exo protein (US), se utilizan 150°, 20-30min (Serena Harrington, Exo Protein, comunicación personal). Con esto se logra un $A_w < 0.65$, evitando el crecimiento posterior de moho y alargando la fecha de vencimiento. El tiempo de cocción puede depender de la especie de grillo y del estadio de cosecha.



Figura 12- Tostado de grillo en estufa (A) o en cinta transportadora de alta temperatura (B).

Si el objetivo era sintetizar harina o polvo de grillo, luego de la deshidratación continúa la molienda. A tal efecto se debe decidir el grado de molienda, i.e., un picado simple dejando a propósito enteros pedazos de insectos tales como patas, antenas, cabeza o molido a polvo. Existen diferentes tipos de polvos que se pueden lograr con diferentes equipos o mayor velocidad/tiempo en el mismo equipo. También se pueden realizar tamizados para separar harinas de diferente granulometría según necesidad o estándares de la industria alimentaria. En la figura 13 fotos de la harina sintetizada en colaboración con el INTI.

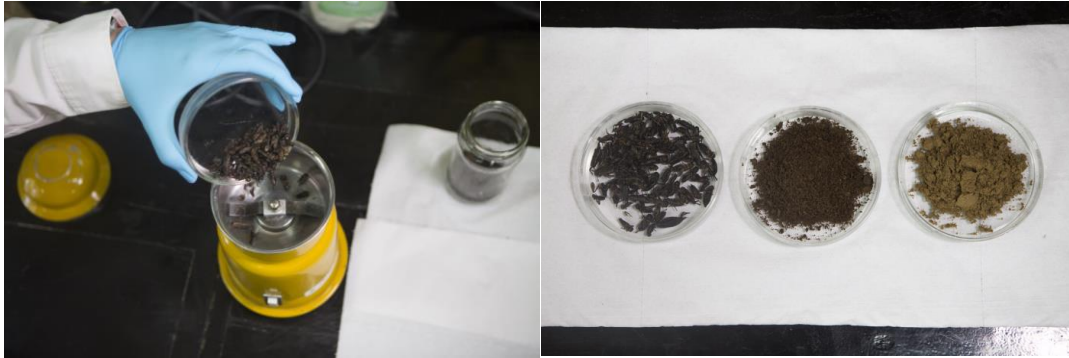


Figura 13- Proyecto en colaboración INTI- INTA-Grillos Capos: harina de grillos como fuente de proteína no convencional.

Finalmente, existen diversos métodos físicos, químicos o bioquímicos por los que se pueden obtener fracciones deseadas para diferentes fines: proteína, ácidos grasos, quitina o derivados (quitosano, glucosamina). Una de las más comunes es la obtención de aceite por pensado físico y centrifugación (figura 14).

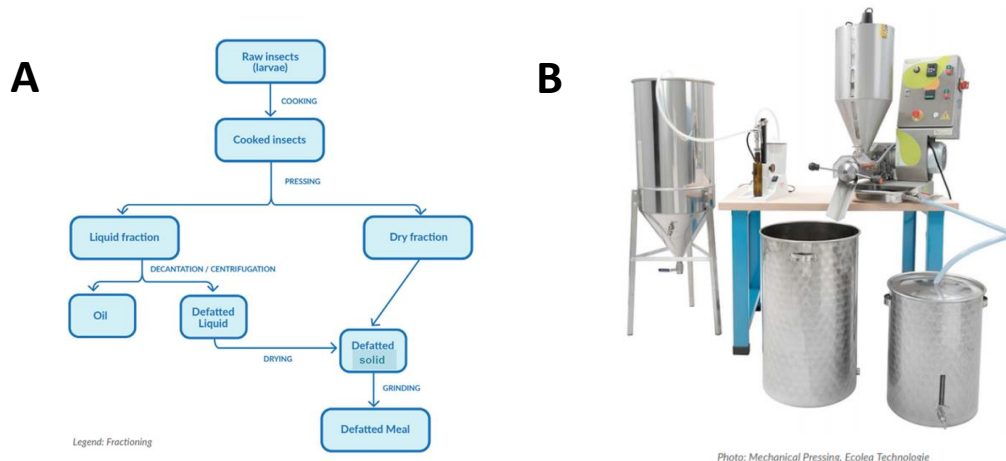


Figura 14 – (A) Esquema de la separación de fracciones enriquecidas proteína (desgrasado) y fracción grasa (aceite), (B) prensa mecánica.

10 - Salud del personal y medidas preventivas.

Se deberán desarrollar guías de normas internas tendientes al cuidado de la salud del personal, la prevención del ingreso y dispersión de microorganismos en las instalaciones. Estas normas serán periódicamente revisadas, discutidas y optimizadas en colaboración con el personal y consultores externos. Y respetadas bajo apereamiento. A tal fin, puede designarse un responsable en seguridad e higiene.

Muchas de las normas recomendadas son las que se aplican en el manejo de bioterios (cita manual de bioterio). Es deseable la certificación de “Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control” (HACCP) que un proceso sistemático preventivo desarrollado para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva (cita, HACCP contrains in insects).

No hay actualmente en Argentina especialidades en manejo de insectos. Sin embargo es deseable personal con formación afín, tal como biología, veterinaria, agronomía o tecnicaturas en bioterio o conservación de la biodiversidad. En caso de procesamientos posteriores, un ingeniero en seguridad e higiene en un equipo multidisciplinario aportaría su experiencia. De todas maneras todas las personas recién ingresadas deben ser sometidas a adecuado entrenamiento, que incluya la lectura de las guías en el primer día de trabajo. Un test de manejo de insectos vivos previo, es recomendable para detectar fobias.

Recomendamos

- Evitar la presencia de personas ajenas y visitantes más que proveedores dentro de la zona restringida.
- Cambio de indumentaria (ambo, calzado) y ducha a la entrada. Esto para prevenir sobre todo el ingreso de nuevos virus comunes en poblaciones de cría a gran escala que, sin embargo, no afectan humanos (cita insect disease).
- Utilización de guantes, barbijo (o máscara), cofia, antiparras y delantal plástico en los puntos críticos: embalaje, lavado de materiales, manipulación de insectos vivos. Se han descrito alergias respiratorias y cutáneas, consecuencia de la exposición al polvillo durante los tamizados de embalaje y faena, probablemente debido a poblaciones de ácaros presentes en las heces (cita). Estas alergias contrastan con la escasa información e incidencia de alergias a los insectos resultado de su consumo, al menos hasta la fecha (cita).
- Desarrollo de test específicos para control periódico de calidad de higiene en puntos críticos.
- Destinar áreas específicas para almuerzo y aperitivos con lugar de deposición provisoria de indumentaria (delantal, guantes,...) incluso cambio parcial. Área de fumadores. Baños independientes anexos a las habitaciones de cría y zonas “sucias” o “verdes”, y vestuarios anexos a las zonas “limpias” o “blancas”. Lavaderos exclusivos para indumentaria de uso interno.

Al tratarse de producción alimentos, un problema particular se presenta en personal portador de alguna enfermedad crónica transmisible por vía oral. Por supuesto, como en cualquier ambiente laboral, pero con un mayor nivel de rigurosidad, el personal no deberá trabajar con gripe o tos. Controles periódicos de salud, sobre todo en aquellas personas susceptibles de alergias, son recomendables, para tomar medidas particulares y adecuadas de resguardo o prevención.

11 - Labs: puesta a punto y manejo de plagas

El incremento de la producción de insectos a gran escala conducirá a nuevos desafíos. Entre ellos se incluyen la necesidad de dietas específicas y eficientes por especie. Se logran en algunos casos duplicar los rendimientos con dietas optimizadas, medidos como tamaño promedio de insectos o kg/unidad de cría (cajón o recipiente estándar). En otros es la diferencia entre lograr la siguiente generación o no. Proveer al equipo de trabajo de herramientas estadísticas para análisis de registros periódicos o instrumentos de laboratorios tales como balanzas de precisión, lupa (para observación de huevos u ácaros contaminantes) o cuartos de cultivo microbiológico es esencial para un proyecto a largo plazo.

Diferentes entomopatógenos pueden encontrar en estos cultivos a gran escala el nicho evolutivo ideal para adaptarse. La apicultura y la cría ancestral de gusano de seda nos enseñan de cómo es posible la aparición de nuevos microorganismos perniciosos para los sistemas productivos. Virus, bacterias, hongos, protistas, nematodos, ácaros e incluso otras especies de insectos fueron descritos como contaminantes, parásitos o en algunos casos generando devastadores efectos sobre la población de insectos para consumo (cit diseases in ins, cpv, cpv). De toda manera poca información relativa hay sobre estas enfermedades en relación al gran volumen que hay referente a especies animales de ganadería tradicional. Por otra parte, los patógenos de insectos son generalmente específicos de invertebrados, inocuos para vertebrados. Incluso muchos entomopatógenos son liberados en cultivos de consumo humanos para control de plagas.

Medidas para el manejo de posibles nuevas están siendo previstas en la UE, proponiéndose una fluida inter relación entre productores, científicos y el estado para el análisis y respuesta a esta problemática (cita manage disease). En Argentina tenemos la suerte de tener un activo sistema científico con una alta formación y experiencia diversos aspectos de la industria agroalimentaria y la entomología. La participación, recepción y predisposición de institutos y universidades para colaborar en estos desarrollos suele ser óptima. Entre los mencionados se encuentra el Instituto de Tecnología en Alimentos (ITA-INTA), el IMyZA- INTA, especialistas en entomología, el INTI y la UADE. Asimismo se recibió apoyo de SENASA, ANMAT y Ministerio de Agroindustria.

Sin embargo, y más allá de las inter consultas con profesionales autorizados, la primera barrera contra una enfermedad en el cultivo es el análisis *in situ*. Herramientas recomendadas:

- Lupa, microscopio común y de contraste de fases.
- Campana y sector para cultivo micro biológico. Idealmente, un flujo laminar.
- Balanzas de diferente precisión para el pesaje de diferentes instar.
- Freezers específicos para muestras, estufas de cultivo, y material básico de laboratorio.

Una habitación de proporciones adecuadas dentro de las mismas instalaciones disponible para tal fin.

12 - Aplicación de normas HACCP

13 - Insectos permitidos por la UE

Otropteros : *Gryllus assimilis*, *Grylloides sigilatus*, *Acheta domestica*.

Coleopteros: *Tenebrio molitor*, *Zophoba morio*, *Alphitobius diaperinus*.

Dipteros: *Musca domestica*, *Hermetia illucens*

14 - Breve nota sobre la legislación UE (cuadro). FDA? Thai?

Producers of insects and products thereof that are intended for human consumption must comply with the 'general' requirements contained in Regulation (EC) 852/2004 on the hygiene of foodstuffs.

The European Commission has proposed to amend Annex III of Regulation 853/2004 in order to include a specific section (i.e. section XVII) which specifies the substrates for feeding insects and the authorized species of insects intended for human consumption.

The Guide is in line with Regulation (EC) No 1831/2003 and Regulation (EC) No 853/2004 which encourage the development of Guides of Good Hygiene Practices and the application of HACCP principles in order to attain a high standard of food and feed safety.

Future authorizations of insects as food at EU level - under Regulation (EU) 2015/2283 on novel foods are expected.

They may also refer to the general recommendations contained in chapter 1 and annex 1 regarding food and feed safety management systems.

Bibliografía

14mil m2 <https://www.reuters.com/article/us-netherlands-insect-farm/dutch-firm-generates-buzz-with-big-fly-larvae-farm-idUSKCN1TC20Q>

<http://www.afsca.be/foodstuffs/insects/>

BPA. (2019). *Red de Buenas Prácticas Agropecuarias*. Obtenido de <http://www.redbpa.org.ar/>

FAO. (2012). *The FAO/IAEA Spreadsheet for Designing and Operation of Insect Mass Rearing Facilities*. <http://www.fao.org/>.

Huis, A. v. (2013). Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annual Review of Entomology 2013* , 58:1, 563-583 .

INTA. (2019). *Acerca de las buenas prácticas agrícolas*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-acerca_de_las_bpa.pdf

Ministerio de Agroindustria. (2019). Obtenido de Buenas Practicas Agrícolas (BPA): <https://www.argentina.gob.ar/agroindustria/buenas-practicas-agricolas-bpa>

Protix. (2019). Obtenido de Food in balance with nature: <https://protix.eu/#productsbyprotix>

(falta completar bibliografía)