Conceptual design of a coleopterans catcher: basic requirements for developing capture systems of edible beetles

Adolfo Oyarzún Ruiz
Marketing y Desarrollo Aislapol, Grupo BASF en Chile, adolfo.oyarzun@basf.com

Abstract. Given the explosive growth of world population and the persistent famine in some regions, concern for food and nutrition becomes relevant. In this regard, different sources to satisfy this growing demand are studied, implying some cultural changes. Industrial designers want to provide products that improve the quality of life, care the environment and make a positive contribution to cultural changes. In this context, arthropods in general and beetles in particular, today should be considered as a natural resource available, especially regarding their role along the history. The purpose of this work is to have a friendly look to the arthropods resource, which in near future should provide part of the proteins, minerals and vitamins that people need to survive. Arthropods have higher protein content than other species, such as beef, pork or poultry; the latter being resources that have uncontrollably raised the amount of methane in the atmosphere. Since the oldest known insect that resembles species of coleopteran date back to the 270 million year ago, beetles have been able to survive three massive extinctions, so they became an interesting source of food for facing scarcity from environment. The tools designed allow to capture of edible beetles in ergonomic way. This capture system takes advantage of anatomy and physiology of coleopterans. In fact, these devices are designed based on the weaknesses of beetles. Once inside the containers, the insects can be directly assigned to human food or breeding.

Keys words: arthropods, beetles, catchers, enthomophagy, insects as food, hunger and food deficiency.

1.- Problema

En el mundo habitan siete mil millones de personas y existe una razonable preocupación frente a la escasez de recursos alimenticios que se ha venido registrando en África y otras partes del mundo, como también frente a un probable déficit global que podría derivarse de algún cambio climático.

Sin embargo, el Hombre como sujeto de cambio tiene la posibilidad de intervenir en la naturaleza y gracias a su iniciativa encuentra ventajas frente a situaciones adversas. Así el desarrollo que han alcanzado las tecnologías puede asegurar las proteínas necesarias que necesita el mundo a partir del grupo animal mayoritario en cantidad y biomasa (665 millones de toneladas): los artrópodos [1].

Estos invertebrados de cuerpo segmentado con extremidades articuladas y esqueleto externo han conquistado todos los lugares del planeta desde hace más de tres mil millones de años, resistiendo extinciones masivas y probablemente, fueron una de las fuentes de alimentación del hombre durante gran parte del Paleolítico.

Hoy en día sin embargo, el foco normal frente a la mayoría de los artrópodos ha sido su eliminación. Esta práctica ha traído consigo el uso indiscriminado de insecticidas, causando daños no sólo a las especies objetivo, sino también a especies benéficas, práctica que ha terminado afectando la salud humana [2].

Dentro de los artrópodos, un orden lo conforman los coleópteros también llamados escarabajos, insectos masticadores que tal como su etimología

lo indica (alas enfundadas), poseen sus dos alas membranosas protegidas por un par de alas evolutivamente endurecidas. Este orden es el más diverso y abundante de todo el Reino Animal, contabilizándose más de 400 mil especies y más del 25% de toda criatura que se clasifica como insecto.

Este notable éxito biológico hace que Los coleópteros habiten los mismos ecosistemas que los humanos e invitan a reflexionar respecto a su aprovechamiento como alimento para personas, como también respecto a una vía para combatir enfermedades y otros males ambientales.

En efecto, la alimentación y nutrición como parte de la calidad de vida serán las megas tendencias de investigación mundial y en tal contexto el recurso coleóptero puede ser una alternativa para enfrentar las pronosticadas carencias de los siguientes años [3].

Sin embargo, tal desafío requiere de herramientas tecnológicas que permitan capturar, mantener y/o criar coleópteros.

2.- Objetivo

El objetivo general del presente trabajo es establecer requerimientos básicos para el diseño de herramientas que permitan la captura de coleópteros como bien alimenticio.

3.- Estado del Arte

Existen en uso artefactos que capturan insectos cuyo propósito preferencial es la eliminación de éstos sin darle un destino como bienes finales.

Los elementos de captura usados son mayoritariamente envases de productos tales como botellas, frascos de vidrio o plástico, cajones y redes. A éstos se le agregan algunas trampas tecnológicas que incluyen insecticidas para asegurar la ya mencionada eliminación.

No se han desarrollado elementos tecnológicos para capturar coleópteros para ser utilizados dentro de la dieta humana considerando por una parte los hábitos de vida de estos omnipresentes insectos y por otro un contexto ergonómico [4].

Esta ausencia artefactual para enriquecer la alimentación humana con insectos es sólo una ausencia contemporánea tal como lo plantea Tomazeo-Ponzetta [5], estableciendo que éstos habrían jugado un rol importante en la dieta prehistórica, incluyendo las primeras etapas de la evolución humana. Tal función ha sido subestimada por la arqueología, quizás en consideración a la difícil preservación de los artefactos que los primeros humanos usaron para capturar insectos.

Sin embargo, el mejor testimonio lo constituyen los estudios de “arqueología entomológica”, donde evidencias detectadas en ADN por ejemplo, refuerzan la hipótesis de insectos en la dieta humana.

4.- Método

El diseño de los artefactos de captura resultará de una combinación de consideraciones ecosistémicas y de eficiencia productiva. En tal sentido, metodológicamente a través de un examen bibliográfico se caracterizará los flujos de materia, energía e información entre coleópteros y su entorno; de tal forma de disponer en este ambiente los dispositivos que mejor cumplan la tarea de captura.

Ante ello resulta clave establecer para los coleópteros sus hábitos y preferencias alimentarias, trazar ciclos de vida y duración de metamorfosis, registrar sus desplazamiento, revisar el comportamiento ante colores y formas, establecer el desempeño frente a ciertos aromas, temperatura, humedad y otras capacidades sensoriales.

También mediante el examen a la bibliografía se investiga respecto al

recurso coleóptero como parte de la dieta de humanos, tanto actual como potencial.

5.- Resultados

5.1- Biología de los coleópteros

- Éxito biológico

Durante la presente década, varios países latinoamericanos cumplen doscientos años de vida independiente y tal recuento de eventos pretéritos ha relevado la trascendencia de la Historia como la ciencia que permite conocer el pasado para comprender el presente y proyectarse al futuro. Este nuevo peso científico de la Historia en varios ámbitos culturales ha provocado que el estudio se proyecte a períodos lejanos a través de una mirada holística con frecuentes inquietudes de la manera de aprovechar tal conocimiento para responder de mejor manera ante desafíos presentes y futuros.

En este contexto, el conocimiento de este pasado ha develado que la vida en la Tierra ha sido afectada por fenómenos de tal magnitud que se han eliminado gran cantidad de especies de manera generalmente violenta y/o acelerada en términos de tiempos geológicos. Puesto que los eventos que han provocado estas Extinciones Masivas obedecen a causas astronómicas y tectónicas de difícil control, deben proponerse vías para enfrentarlos en atención a que ellos pueden ocurrir nuevamente en un futuro cercano y arriesgar la existencia de la Humanidad.

Una manera para encarar estos eventos es proveer una fuente de nutrientes que en cantidad y variedad sirva para enfrentar déficit de fuentes de alimentos, una de las causas ambientales que afecta la existencia de animales.

Al examinar el registro fósil se identifica al primer coleóptero en la Tierra hace 270 millones de años [6]. Desde aquel entonces hasta el presente, estos insectos han sobrevivido a grandes trastornos ecosistémicos, capacidad que evolutivamente conservan haciendo suponer que también tendrán un desempeño exitoso ante catástrofes naturales venideras.

Esta prolongada permanencia espacio-temporal en el ecosistema afectado hace que los coleópteros se transformen en una fuente relativamente atractiva de alimentos para el Hombre cuando otras escaseen.

- Morfología

Los coleópteros presentan gran diversidad de formas, tamaños (3 mm - 60 mm) y colores, siendo todos de cuerpos robustos, con notorias mandíbulas y alas protegidas.

Para propósitos alimenticios, resultan preferentes de captura aquellos de tamaño mayor debido a que las especies más pequeñas aportan menos materia.

Además, el peso de los coleópteros grandes puede facilitar la obturación de trampas con dispositivos selectivos.

- Diversidad

Los coleópteros han conquistado todas las regiones del planeta a excepción de las polares y como todo insecto, no colonizan los mares.

Considerando la escasa densidad humana en los polos y la oferta abundante de alimento desde los mares, tal ausencia de escarabajos en dichos hábitats no constituye una desventaja para el aprovechamiento como alimento que es tema del presente trabajo.

- Alimentación

Los coleópteros de acuerdo a sus hábitos alimenticios se clasifican en fitófagos y zoófagos [7]. Los fitófagos o herbívoros, pueden ser monófagos (prefieren una sola especie vegetal), oligófagos se alimentan de varias especies) o polífagos (consumen una amplia variedad de plantas). Los zoófagos o carnívoros por su parte se denominan entomófagos si se alimentan de otros insectos o saprófagos si obtienen los nutrientes a partir de materia orgánica en descomposición.

El sistema digestivo de los coleópteros está diseñado para procesar gran variedad de plantas. Tal amplio menú es quizás una de las condiciones que le permiten alcanzar el éxito biológico ya comentado en el presente trabajo.

Por otra parte, considerando la variedad de la dieta de estos escarabajos, donde la mayoría son omnivóros, para su captura se tiene también un diverso espectro de carnadas.

- Ciclos de vida

Se aparean semanas antes del comienzo de las altas temperaturas, liberando cada hembra una gran cantidad de huevos, los que a las semanas ya se pueden visualizar como ejemplares adultos. Las larvas cambian a pupas, sin alimentación con una reorganización marcada de órganos y sistemas orientados a la conformación de lo que será el individuo adulto. El adulto, que surge de la pupa mediante una transformación adicional, no crece ni se transforma más, a excepción del endurecimiento y un oscurecimiento en la coloración de su cuerpo. Los adultos adquieren pronto su madurez sexual y en esta etapa cumplen el apareamiento y la reproducción.

El ciclo completo, de huevo a adulto, puede variar desde unos pocos meses hasta dos o tres años.

Para fines de alimentación humana, el estado adulto es el mejor en cuanto a oferta nutricional pese a que individuos en estados primarios son de más fácil recolección y de más simple trato culinario.

- Locomoción

Existen especies de coleópteros nadadoras, trepadoras y voladoras. Este vuelo es torpe y difiere mucho de las características del vuelo de abejas y/o moscas.

No tienen la capacidad de retroceder, sólo avanzan, para cambiar de dirección deben girar en 180°. Pueden ascender hasta en 90° sin ninguna dificultad en substratos con cierta porosidad, sin embargo descender en ángulo recto les es prácticamente imposible y normalmente caen en forma libre pues no son capaces de sustentar su propio peso.

Estas limitaciones en su locomoción son ventajas para propósitos de captura.

- Defensa

Estos insectos poseen también amplia diversidad de maneras de defenderse que van desde el camuflaje hasta la huída. Estas estrategias son eficientes antes sus depredadores naturales tales como reptiles, aves y algunos mamíferos. Sin embargo una vez entre los dedos de un humano, generalmente entre el pulgar y el índice; no tienen medios físicos y químicos para liberarse.

- Olfato

Los coleópteros perciben aromas por medio de los conos y pelos olfatorios en las antenas, cabeza y palpos, y las fosas olfatorias. Las feromonas son mensajeros químicos volátiles que influyen a distancia en el comportamiento de los individuos de la misma especie. Son segregadas por glándulas exocrinas en cantidades minúsculas y se liberan al exterior, actuando como agentes de comunicación entre individuos de la misma especie a través del olfato.

Las feromonas de agrupamiento inducen a la formación de grupos de individuos en un determinado lugar, atraídos por la emitida por los primeros que llegaron y encontraron dicho lugar favorable para la colonización.

Las de dispersión o disuasivas tienen un efecto contrario a las anteriores porque tienen función repulsiva.

Las trazadoras o de pista son usadas por ciertos insectos sociales, para trazar el camino que lleva a una fuente de alimento o al lugar de la colonia.

Las de alarma son emitidas cuando un individuo de la especie detecta un peligro y

sirve para avisar a otros próximos, también de la misma especie.

Las feromonas sexuales son las más conocidas y las más utilizadas en la lucha contra insectos. Se precisan para asegurar el contacto entre los sexos, siendo de enorme importancia en poblaciones poco densas pues su poder de atracción es impresionante. Suelen ser producidas por las hembras.

Este conocimiento de los mensajes químicos es de particular interés para atrapar coleópteros pues en algunos casos señuelos sexuales sintetizados pueden ser irresistibles para ellos, mientras que especies en apuros pueden dar la señal de alarma a sus semejantes, haciendo fracasar el sistema de captura.

- Visión

En general la gran mayoría de los insectos dispone de algún grado de visión y muchos han desarrollado un sistema muy sofisticado para detectar las formas, tamaños y movimiento de los objetos que se encuentran a su alrededor. El rango visual de los insectos en general va desde los 2540 Aº (ultravioleta) hasta los 7000 Aº (antes de rojo), por lo cual los insectos que incluyen a los escarabajos son ciegos al color rojo [8].

La rapidez con la cual opera el sistema de visión le permite al organismo ejecutar acciones de carácter instintivo de gran importancia para sobrevivir en un medio hostil, las cuales se traducen en respuestas que involucran fracciones de segundos, tales como: huir del peligro y buscar refugio, dejarse caer al suelo ante la menor provocación, acercarse a una fuente de alimento y localizar patrones específicos de color en una flor entre otras.

Por lo tanto, para fines de captura se recomienda evitar hacerlo mientras vuelan. Por el contrario, dada su afinidad con el color amarillo, se recomienda emplearlo a manera de atractor tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1: Superior izquierdo: coleóptero tenebrionidae (*Heliotaurus ruficollis*), superior derecho: coleóptero chrysomelidae (*Exosoma lusitanica*), inferior izquierdo: coleóptero cleridae (*Opilo lencinai*) e inferior derecho: coleóptero meloide (*Lagorina serícea*).

5.2.- Escarabajos en la dieta humana

- Una vieja práctica

Al margen de una situación contingente generada por una amenaza planetaria futura como la descrita en párrafos precedentes; el recurso coleóptero como alimento común no debe descartarse en atención a que en la actualidad éste forma parte de la dieta regular en varias culturas. Más aun considerando que en el mundo existen cerca de 1600 especies de estos insectos aptos para la alimentación.

Por ejemplo, la entomofagia en México es una práctica que se remonta a la época prehispánica en que se describen 96 especies de insectos comestibles, muchos de las cuales aún se consumen [9].

La doctora Julieta Ramos-Elorduy, investigadora del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México hace 25 años comenzó a estudiar diversos lugares de México que eran considerados de alimentación deficiente, bajo la premisa de que los pobladores consumían insectos como último recurso. Pero no era así: “la gente los consume por gusto, por tradición, por su abundancia y porque los califican de limpios, sabrosos y nutritivos”. El grillo prieto de Veracruz por ejemplo, se

usa para combatir la avitaminosis; las hormigas melíferas para la fiebre, y jumiles (especie de chinches hemípteros) se utilizan como anestésicas y analgésicas. A la fecha, en México se tienen registradas 252 especies para curar enfermedades en el área rural [10].

- Aporte nutricional de escarabajos

Los insectos contienen sales minerales y son muy ricos en calcio, albergan vitaminas del grupo B y son una fuente importante de magnesio. Además, en estado de larva proporcionan calorías de gran calidad, ya que están conformadas por ácidos grasos poliinsaturados que no hacen daño al Hombre.

Según la doctora Ramos-Elorduy, la deficiencia más preocupante en la dieta del mexicano son las proteínas, y son éstas la principal aportación de los insectos a la alimentación: 100 gramos de carne contienen de 27,4% de proteínas y 100 gramos grillos domésticos, contienen 64,9%. “Los insectos aportan no sólo una gran cantidad de proteínas, sino que incluso pueden llegar a superar la calidad de las que proporcionan el pescado, el pollo y cualquier otra fuente proteica".

En la Tabla 1 se listan los aportes nutricionales unitarios de algunos artrópodos donde se aprecia la menor oferta de hierro de la carne ante un escarabajo.

Tabla 1: Aporte nutricional por cada 100 g.

Recurso	Proteína [g]	Grasa [g]	Calcio [mg]	Hierro [mg]
Escarabajo de agua	19,8	8,3	43,5	13,6
Hormiga roja	13,9	3,5	47,8	5,7
Gusano de seda	9,6	5,6	41,7	1,8
Escarabajo	17,2	4,3	30,9	7,7
Grillo	12,9	5,5	75,8	9,5
Saltamontes pequeño	20,6	6,1	35,2	5,0
Saltamontes grande	14,3	3,3	27,5	3,0
Carne de vacuno	27,4	N/A	N/A	3,5

Fuente: Brayshaw, D, “Put pest on the menu”, 68 (6) Pest Control, 2000.

En la cultura occidental, cangrejos y langostas son considerados como un manjar siendo criados con intensidad en viveros y se llevan al mercado a precios elevados. En cambio se rechaza como repugnante una alimentación a base de arañas, saltamontes u hormigas, siendo que todos ellos forman parten de los artrópodos.

En Nueva York en 1992, la Sociedad Entomológica de esa ciudad celebró su centenario con un banquete de larvas de tenebriónidos (coleóptero abundante en Chile) y grillos. Anualmente desde 1993 el insectarium de Montreal realiza algo similar bajo la dirección del experto cocinero Jean Louis Thémis.

Por lo menos existen más de mil grupos étnicos alrededor del mundo que actualmente se alimentan de insectos. La mayor parte de ellos son comidos en los estados de larvas y pupas, aunque algunos sean buenos hasta en la edad adulta.

El Dr. Frank Franklin, director de Nutrición Pediátrica en la Universidad de Alabama, Birmingham, ha escrito varias publicaciones referidas a la alimentación de niños, diabéticos, alcohólicos y personas con deficiencias alimentarias. Él propone crear una pasta alimenticia a partir de insectos para alimentar a niños que, de otra manera, sucumbirían al hambre en muchas partes del mundo [11].

Ciertamente tal como se muestra en la Tabla 2, algunos valores nutricionales de un escarabajo, son muy superiores al de otras especies, incluso a los colados para bebés.

Tabla 2: Aporte nutricional comparado

Grupo	Proteína **[%]**	Grasas **[%]**	Calcio **[%]**	[Kcal/g]
Escarabajo	22,3	14,9	0,26	2,74
Huevo de gallina	12,3	10,9	0,05	1,47
Comida perro en lata	13,5	6,6	0,75	2,42
Comida gato en lata	16	16,8	0,61	2,42
Papilla de cereales	35	6,2	0,66	3,72

Fuente: Melissa Kaplan, anapsida.org

Franklin agrega: "Las cifras de la entomofagia no dejan lugar a dudas. Si la mayor parte del mundo adoptara este tipo de dieta, las emisiones de dióxido de carbono, óxido nitroso y metano a la atmósfera asociadas a la ganadería tradicional, se reduciría la liberación de estos gases contaminantes si se tiene en cuenta que las explotaciones ganaderas son las responsables del 37% de las emisiones de metano y del 65% de las de óxido nitroso".

¿ Son todos los coleópteros sanos ?. Una regla práctica para comer insectos indica que se debe optar por los de color negro, verde y marrón y que se debe mantener distancia con los insectos de color rojo, naranja y amarillo (son portadores de toxinas).

Con todas estas consideraciones es probable que en un futuro cercano imágenes como las mostradas en la Figura 2, no sean una rareza cultural.

Figura 2: Diversos platos con escarabajos

5.2.- Diseño

Considerando la información de la anatomía, fisiología y comportamiento de coleópteros resumida en las secciones anteriores, es posible establecer algunos requerimientos que deriven en apropiados diseños.

- Captura de coleópteros con hábitos diurnos

En la Figura 3 se muestra el diseño de un grupo artefactual ergonómico que persigue alta eficiencia, el cual ha sido concebido para coleópteros de hábitos diurnos. Las directrices generales de diseño para este dispositivo son las siguientes:

A) Debe poder colgarse a una altura entre 80 cm y 140 cm. del nivel de piso.
B) Debe tener un elemento tridimensional de color amarillo que atraiga a los coleópteros para posarse en él.
C) La superficie del objeto tridimensional debe ser lisa y con pendientes negativas que favorezcan la caída del coleóptero.
D) Debajo del objeto para el planeo de los coleópteros, debe ubicarse una bolsa contenedora, que también debe tener pendientes negativas.
E) El herramental debe ser fácil de colgar en la rama de un árbol.
F) Debe poseer una boca ancha para la entrada de coleópteros.
G) En caso necesario deberá ser factible el pintar las paredes con feromonas para agrupar individuos.
H) Debe ser fácil de montar en terreno.

La Figura 3 muestra el elemento central del artefacto, el cual consiste en un molinete rotatorio amarillo y liso donde se posan los insectos y en virtud del torque que ocasionan a las aspas, éstas giran entorno al eje horizontal, precipitando al coleóptero hacia el fondo del recipiente. Una vez en su interior, debido a las paredes lisas con pendiente negativa, sumado a que las aspas actúan como cierre, el coleóptero no podrá escapar.

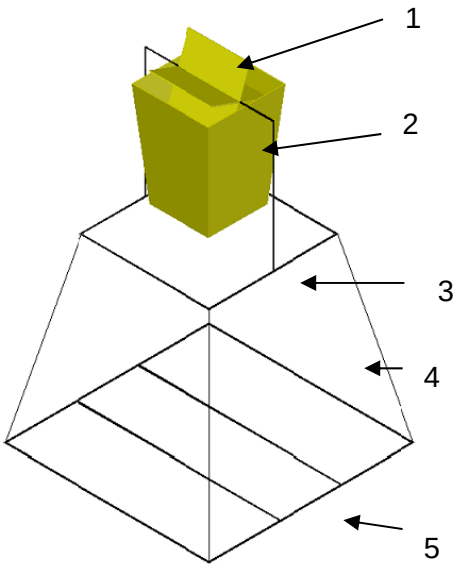

Figura 3: Vista general capturador de coleópteros, actividad diurna.

1 Molinete de PE color amarillo, con eje pasante, toda vez que un coleóptero se pose en una aspa, caerá hasta el fondo de la bolsa.
2 Envolvente de PE color amarillo, con forma de pirámide truncada en ambas bocas, con pendiente de 5%, hace imposible el ascenso positivo, paredes absolutamente lisas. Cuando coleóptero se pose en las paredes caerá, sin alcanzar a levantar vuelo.
3 Marco de alambrón, porta molinete y pirámide invertida y truncada. Además sirve para anclar la bolsa de PE colectora de escarabajos.
4 Bolsa de PE transparente, capacidad 1 kilo, con pendiente negativa de ascenso, coleóptero al volar chocará con las paredes y caerá.
5 Marco de alambrón, porta que da forma al fondo de la bolsa y sirve de sostén a los coleópteros.

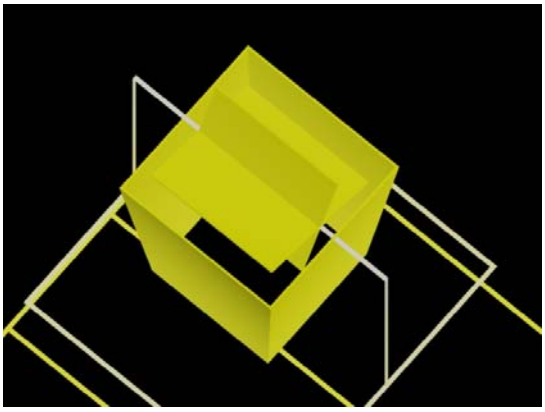

Figura 4: Detalle visto desde arriba del molinete de planeo para escarabajos, asemejando a una atractiva flor amarilla.

- Coleópteros con hábitos crepusculares y nocturnos.

En la Figura 5 se muestra en perspectiva el diseño de un grupo artefactual ergonómico que también persigue alta eficiencia, el cual ha sido concebido para coleópteros de hábitos nocturnos. Las directrices de diseño son las siguientes:

A) Debe tener paredes lisas, los colores pueden ser verdes o pardos.
B) Se debe instalar enterrado, con entradas perimetrales que faciliten la entrada de coleópteros específicos.
C) Debe se capaz de contener al menos un kilo de coleópteros.
D) Debe poseer una abertura superior amplia, la que al momento de la captura debe estar cerrada por ramas y pasto.
E) Debe poseer boca de entrada de acuerdo al coleóptero que se desea capturar.
F) En caso necesario deberá ser factible el pintar las paredes con feromonas atractoras, para agrupar individuos.
G) Debe ser fácil montar en terreno.

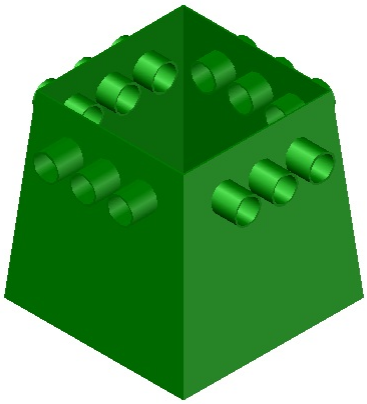

Figura 5: Vista general de capturador coleópteros con hábitos nocturnos

Esta herramienta tecnológica de plástico para capturar coleópteros con hábitos crepusculares-nocturnos posee sus paredes lisas y doce accesos perimetrales que permiten la entrada de coleópteros de hasta 12 mm.

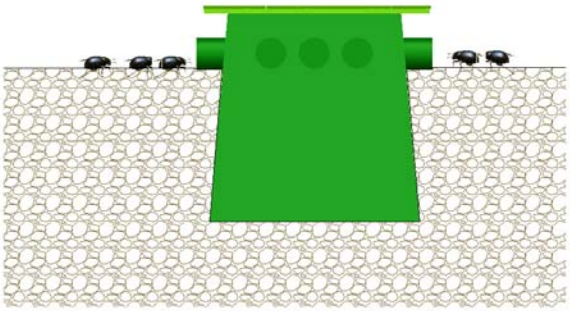

Figura 6: Vista de capturador enterrado, y con la bocas de entrada abiertas.

La herramienta tecnológica se debe instalar enterrada dejando libres las entradas del capturador, así el coleóptero curioso entrará al tubo y atraído por del aroma del candy, ingresará sin poder retroceder y caerá. Debido al diseño de pirámide truncada, le será imposible salir.

Dependiendo de las características climáticas del momento de captura, en el fondo se deberá instalar una esponja bien húmeda y además en otro sector instalar un candy artificial adecuado a los coleópteros, para la alimentación temporal de las especies que se desea mantener vivas.

Con los coleópteros capturados se puede optar por destinarlos a alimentación inmediata, mantención en viveros hasta el momento de alimentación requerida o para iniciar centros de cultivo y obtención de larvas y/o pupas.

Para mantener de coleópteros antes del consumo se necesitará de un cajón de vidrio, tipo acuario, el cual se puede asear periódicamente sin problemas, sobre el cajón se debe colocar una malla de trama fina fijada en un marco de aluminio, para mantener bajo control los posibles materiales que pudiesen portar vectores que afecten a los escarabajos, y terminen enfermando a una población hacinada en un corto tiempo.

Dentro de cajón se debe colocar un depósito con agua, ojala una esponja empapada, más una adecuada proporción de candy alimenticio.

5.3 Viveros para crianza o cultivo de coleópteros

Estas instalaciones permitirán el cultivo en un ambiente controlado y con cosechas abundantes y constantes. Existe ya una gran tecnología desarrollada, referida a la cría de aves, peces, porcinos y vegetales entre otros, que facilitará la implementación de estos viveros, sobre todo ya conociendo los requerimientos específicos de los coleópteros.

Una de las ventajas es que al conocer los tiempos de desarrollo de los ejemplares, se puede disponer de ellos en estado de larvas, pupas y adultos; según la preferencia alimenticia.

En estos viveros se puede replicar los ambientes necesarios para el desarrollo y mantenimiento de especies como los escarabajos en forma natural, considerando sus condiciones de temperatura, humedad, hábitos alimenticios y ciclos de vida. También es relevante conocer los riesgos inherentes al cultivo, las posibles infecciones, la desecación, el canibalismo y otros riesgos emanados de mecanismos fisiológicos desconocidos.

La calidad del sustrato es muy importante, el cual se puede montar con platabandas a una altura ergonómica que permita el trabajo humano en un cierto nivel de confort. Por ejemplo, la platabanda puede estar separada del nivel de piso unos 40 cm, para luego colocar una capa de sustrato de unos 30 cm.

El sustrato base debe contener madera en estado de descomposición y humus forestal. El tipo de madera debe ser blanda y de especies vegetales que minimicen el contenido de resina.

La temperatura del sustrato debe ser mantenida en un promedio de 23°C-29 °C. A esta temperatura los escarabajos realizan sus funciones confortablemente. La iluminación directa no es necesaria y es mejor minimizarla para el mantenimiento

de los adultos, ya que son principalmente activos durante la noche.

El sustrato debe estar constantemente húmedo manteniendo una humedad relativa promedio del 70% al 85%. Para esto es aconsejable rociar el sustrato con agua semanalmente ya que el sustrato tiene la propiedad de secarse, lo que ocasiona deshidratación en las larvas, la pérdida de peso, y en el peor de los casos la muerte.

6.- Conclusiones Generales

Este estudio permite establecer que existe una real posibilidad para incrementar el consumo de insectos en la dieta humana; interviniendo de manera focalizada la naturaleza y así aportando nutrientes para atender los requerimientos de la población mundial.

El Hombre ha sido capaz de desarrollar sistemas y tecnologías apropiadas, para cambiar el rumbo de los designios, pronosticado y profetizado por otros hombres con visiones dramáticamente pesimistas. Durante muchos años el crecimiento poblacional versus la disponibilidad de recursos alimenticios, ha sido una sentencia objetiva, postulando hambruna y guerras fratricidas.

Los artrópodos disponibles como fuente proteica según muchos científicos, sitúan una cantidad de al menos una tonelada de artrópodos por habitante; biomasa imposible de superar, por otras especies.

El cultivo o crianza controlada de estas especies es perfectamente posible en la actualidad.

Los insectos en su mayoría se alimentan mayoritariamente de vegetales, por lo que es un recurso muy sano, que aporta grasas poliinsaturadas recomendadas en la dieta humana.

La crianza de coleópteros no libera por ejemplo, la cantidad de metano y CO_2 que emiten a la atmósfera, aves, porcinos y vacunos.

Los insectos, además de su consumo directo, se pueden trasformar en aceites, esencias y harinas que aportan a otros alimentos, ya sea para seres humanos y/o animales.

El Hombre es parte de la naturaleza, su creatividad y experiencia trasformadora, le permite intervenir en los fenómenos globales y posibilitar reales oportunidades de desarrollo. Es capaz de modificar y reorientar los vaticinios, explicados como comportamientos de la naturaleza, en beneficio, de rescatar las potencialidades del conocimiento adquirido, para estructurar fuerzas hacia objetivos positivos.

Este trabajo es una invitación, para consolidar equipos que puedan dar respuestas objetivas a un problema global e impedir que miles de seres humanos mueran diariamente a causa de la hambruna y/o enfermedades relacionadas con el hambre.

Los diseños formales deben acoger la experiencia de muchos especialistas, frente a lo cual los resultados de este trabajo y la experiencia del autor pueden contribuir objetivamente.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por el mundo que nos mandó compartir, a mi familia por el profundo amor a todos los animales y a todos en general, para que juntos contribuyamos a una mejor calidad de vida.

Referencias

[1] Uned, Entomología Aplicada, 2011, capítulo Artrópodos.

[2] Pesticidas, salud y ambiente, Silvia Olivera Bravo y Daniel Rodríguez-Ithurralde. Departamento de Neuromiología, Instituto Clemente Estable, Uruguay, 2008.

[3] Informe anual BASF 2010, 08 Junio 2011.

[4] Pierre-Henri Dejean y Lina Bonapace. “Ergonomics in Design: accomplishments, directions and future challenges”, Meeting Diversity in Ergonomics, 2007, Oxford, Elsevier..

[5] Mila Tommaseo-Ponzetta, “Insects: Food for Human Evolution”, Ecological Implications Minilivestock Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails, 2005, New Hampshire, Science Publisher Inc.

[6] Oliver Béthoux, "The earliest beetle identified", Journal of Paleontology volumen 83 (6), 2009,

[7] Germán Amat García, “Escarabajos, Cucarrones y Gorgojos”, Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia, 2007, Bogotá, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

[8] Antonio Torralba Burrial y Sergio Pérez Ortega, “La visión de los insectos desde un punto de vista óptico”, Sociedad Entomológica Aragonesa, volumen 8, 1997, ISSN 1134-6094.

[9] Documentado en el Códice Florentino, escrito por Fray Bernandino de Sahagún,1528.

[10] Fuente www.conabio.gob.mx, con información proporcionada por la doctora Julieta Ramos-Elorduy Blasqiez.

[11] José Armando Aguilar, “Insectos Comestibles”, E Entrevista con la doctora Julieta Ramos - Elorduy Blasqiez, investigadora del Instituto de Biología de la UNAM, 2003

Autor Principal

Don Adolfo Oyarzún Ruíz es Diseñador Industrial de Productos, Universidad de Valparaíso. Treinta años de experiencia en Desarrollo de Productos Moldeados Industriales, siempre ligado al área de plástico y en particular al poliestireno expandido. Uno de sus trabajos innovadores por su temática fue premiado el 2011 por la Facultad Tecnológica en el taller “Tecnologías para enfrentar Cambios Climáticos”. Gusta trabajar en equipo integrando grupos interdisciplinarios.

Paper Info

Fecha de recepción: marzo 2012.
Fecha de aceptación: marzo 2012.
Revisores: 3.
Cantidad de revisiones consolidadas: 3.
Total de observaciones: 18.
Índice de Novedad: 0,67.
Índice de Utilidad: 0,91.