



UNIVERSIDAD DE SOTAVENTO A. C.
ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA EN LA IMPLEMENTACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE HARINA A BASE DE SPHENARIUM
PURPURASCENS (CHAPULÍN) COMESTIBLE PARA CONSUMO
HUMANO EN LA CAPITAL DE OAXACA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

MIL GUZMÁN JUAN DANIEL

ASESOR DE TESIS:

ING. RAÚL ORTEGA DANTES

COATZACOALCOS, VER.

JULIO 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a la vida y a mis padres, por mostrarme el camino del bien, darme la educación necesaria para llegar a este día, por tenerme paciencia y siempre apoyarme en cada paso y enseñarme a no rendirme, por siempre estar cuando los necesite, a mi familia en general a mis hermanos, a mi hermano mayor por estar siempre presente, a ti mi esposa por apoyarme en cada momento y nunca dejar de motivarme, porque cuando me caía tú me ayudabas a ponerme de pie a tu hermosa familia por apoyarme siempre de corazón y que ahora son mi familia su apoyo es muy valioso para mí, al deporte que más amo al judo por enseñarme la disciplina y humildad, a mis maestros que siempre me brindaron su apoyo y aprendí mucho de ellos gracias en general a las personas que siempre me brindaron lo más valioso de su vida su tiempo. Gracias

TÍTULO:

Propuesta en la implementación tecnológica para la producción de harina a base de *Sphenarium Purpurascens* (chapulín) comestible para consumo humano en la capital de Oaxaca.

HIPOTÉISIS

La línea de producción actualizara el proceso de manufactura de harina de chapulín en México, con mejoras en el rendimiento de los recursos, producción y mejoras en la calidad del alimento.

JUSTIFICACIÓN

México es uno de los principales países que cuenta con la mayor cantidad de insectos comestibles abarca una cantidad de 549 especies tan sólo en México. Sin embargo, no existe un Modelo que pueda ser utilizado por los productores que sirva como base o referencia para la manufactura del producto se reduce únicamente a un negocio de distribución para el consumo del producto de forma rudimentaria, sin poder tener alguna clase de proceso, o las técnicas utilizadas por los recolectores puede tener mejoras de acuerdo al almacén y crecimiento de las granjas. Como productos, también se desaprovecha la materia prima que pueden ser generadas para tener un producto terciario. Un alimento fortificado y alcanzable para la comunidad que no puede costearse alimentos como res, pollo o pescados.

Los macro nutrientes contenidos en la harina de chapulín se compara a las encontradas en los otros tipos de alimentos, con la diferencia que conseguir 10 g de proteínas de los insectos consume mucho menos recursos económicos y físicos que los requeridos para 10 g de proteína de carne de pollo, res o mariscos.

Además, los productores ya buscan nuevas formas de aumentar la producción de estos productos. La creación de productos a base de insectos es un campo nuevo, pero sin duda será la industria del futuro debido al crecimiento exponencial de la población. Según una investigación por el Centro de Investigación en Sistemas de Salud y el Instituto Nacional de Salud Pública determinaron que unas de las necesidades de salud en áreas urbanas marginadas de México es el desmedro, que es una desnutrición por falta de macro nutrientes esenciales en la dieta de los niños.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una línea de producción que permita la manufactura del chapulín a harina de consumo humano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar investigación de los materiales y equipos actuales para el procesamiento del chapulín.
- ✓ Investigación de los beneficios nutrimentales del chapulín
- ✓ Desarrollo de mejoras en la línea de producción
- ✓ Diseñar el flujo de trabajos y materiales que conforman la manufactura del producto.
- ✓ Investigación sobre las normas de alimentos en México.
- ✓ Definir el costo beneficio del equipo tecnológico y el sistema de producción.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I Generalidades	2
1.1 Descripción histórica	3
1.2 El consumo de insectos en México	6
1.3. Valor nutritivo de los insectos.....	14
1.4 Lugares de producción del chapulin en méxico	34
1.5 Valor nutricional y composición de los nutrimentos presentes en el sphenarium purpurascens (chapulín).....	36
1.6 Normas y legislaciones del proceso	40
CAPÍTULO II Sistemas de producción	41
2.1 Planteamiento del problema	42
2.2 Localización optima de la planta	43
2.3 Materia prima sustentable: criadero de chapulines	55
2.4 Descripción de la propuesta.....	57
CAPÍTULO III Selección y descripción del proceso tecnologico ..	71
3.1 Presentación del proceso de manufactura.....	72
3.2 Descripción del proceso	73
3.3 Selección de maquinaria y equipo tecnologico	79
3.4 Plan de mantenimiento.....	85
3.5 Capacidad de planta	88
CONCLUSIÓN	
BIBLIOGRAFÍA	
GLOSARIO	

INTRODUCCIÓN

El chapulín es un alimento extraordinario es por ello que se ha decidió implementar un proceso tecnológico para su transformación a un alimento más “común” ya procesado en un producto terminado conocido como **HARINA** que es a lo que se dirige esta propuesta de línea de producción, es un proceso diseñado especialmente para la elaboración de harina de chapulín el cual es la materia prima de este producto siendo este un alimento con un alto valor proteico encontrado en su mayoría en Oaxaca.

La entomofagia es tan antigua que en el Antiguo Testamento (Cfr. 1997) ya aparece información al respecto: en el Levítico y el Éxodo se menciona el consumo de abejas, escarabajos, langostas y langostines. En el Nuevo Testamento Juan el Bautista sobrevivió en el desierto comiendo langostas (chapulines) y miel (Cfr. 1997). Es tal la riqueza de esta fuente de alimento que los insectos son el grupo de animales más abundante en el planeta; tres cuartas partes de todas las especies animales a nivel mundial son insectos.

Es por ello que se ha decidido iniciar con esta propuesta de un proceso productivo para su fácil consumo ya que este insecto es consumido de una forma ortodoxa y en bruto es decir no se ha encontrado una manera que nos ofrezca un alimento gourmet es por ello que en la línea de producción podremos encontrar equipos especializados para la elaboración de la harina. Y ofrecer un producto que conserve todos sus nutrientes pero que sea más comercial y definitivamente más atractivo para su consumo.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN HISTÓRICA

Desde hace miles de años el hombre ha consumido insectos para satisfacer sus necesidades alimenticias, pero en algún momento de la historia este hábito desapareció en determinadas culturas por razones no muy claras. En México esta costumbre se ha registrado desde antes de la llegada de los conquistadores en la figura 1. se muestra el mapa general de los insectos comestibles y concentración, con el sabio aprovechamiento que los nativos hacían de estas especies animales encontradas generosamente tanto en medios acuáticos como terrestres; con ellos se elaboraban muy variados, sabrosos y nutritivos platillos que constituían verdaderos banquetes para los gobernantes.

A su llegada, los españoles se sorprendieron de la vasta cocina prehispánica y particularmente del uso de los insectos comestibles, el cual ha sobrevivido hasta la fecha, sobre todo en algunas zonas del país y en algunas culturas indígenas del centro y sur, pueblos que con la influencia de los ingredientes traídos de Europa han enriquecido esta gastronomía que hoy en día se considera como exótica, de lujo y restaurantes exclusivos, pero que siempre ha estado presente, sólo que ignorada.

Históricamente la cocina mexicana se comienza a gestar con la cocina prehispánica; posteriormente, con la llegada de los españoles arriban también los esclavos africanos, con lo que la cocina se transforma debido a la introducción de nuevas técnicas e ingredientes provenientes de ambas culturas. A la postre, con los movimientos migratorios de franceses, italianos y alemanes, entre otros, se fueron ampliando las influencias culinarias y se conforma la actual cocina mexicana.

A nivel nacional hay ingredientes que se han empleado y compartido por centurias y cohesionado a la gastronomía mexicana, como el uso del chile, frijol y maíz; pero también hay condiciones climáticas, de altitud y suelo que originan recursos naturales (ingredientes), que, aunados a los efectos culturales, distinguen a la alimentación de cada región para crear las cocinas regionales dentro del territorio nacional. Así es cómo la cocina del norte del país es completamente distinta a la del sur, oaxaqueña o del centro. Aunque en nuestros días el consumo de insectos se ve como comida exótica, lujosa y cara en muchos restaurantes, realmente su origen es prehispánico y durante siglos fue un alimento de indígenas y campesinos mestizos.

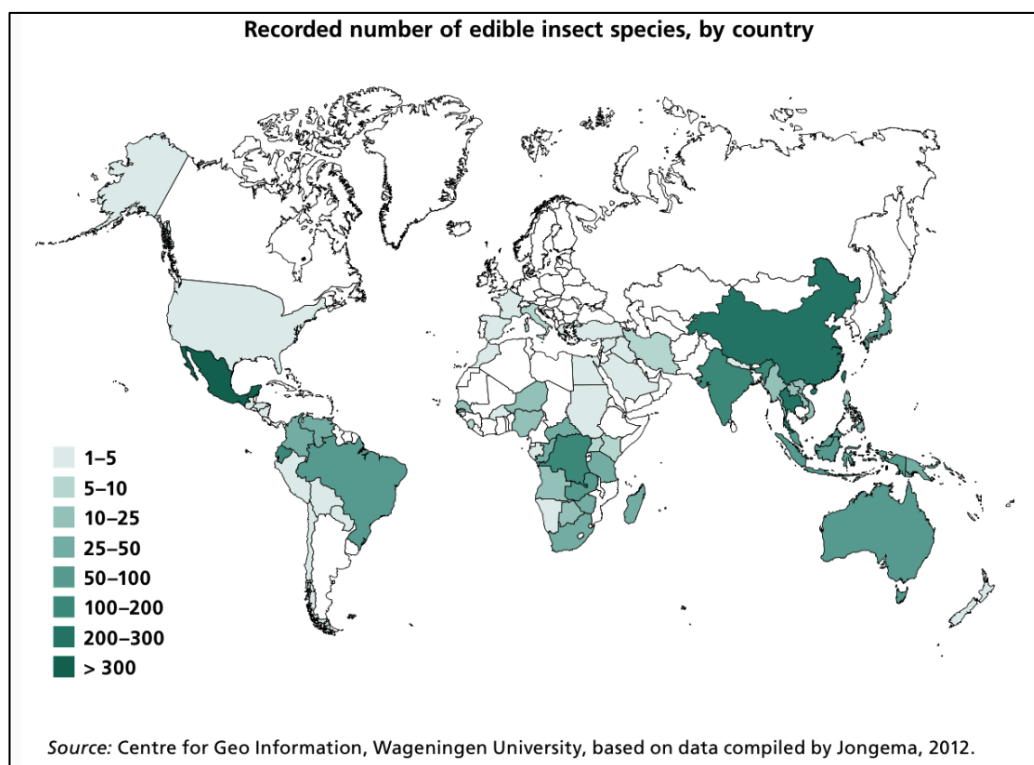


Figura 1 Insectos comestibles y su concentración

Existen varias investigaciones sobre la distribución geográfica y propiedades nutrimentales de los insectos comestibles en varias regiones del país que han evidenciado su importancia en la alimentación de varios grupos indígenas, y en general, de pocos recursos económicos.

En el municipio de Toluca y varios municipios aledaños del Estado de México se sigue practicando la antropofagia, pero el conocimiento sobre las especies de insectos que consumen los habitantes, lugares específicos en que se pueden encontrar, proceso de recolección, venta y formas de prepararlos para su consumo se ha heredado por generaciones de forma oral sin que se conozca un registro tangible y preciso de ello, por lo que el presente trabajo de investigación busca realizar una descripción de la situación actual de la entomofagia tradicional en la zona para generar una evidencia sobre dicho conocimiento.

Con esta investigación se contribuye a revalorar el patrimonio gastronómico del valle de Toluca y particularmente el de origen campesino; como se evidencia más adelante, este valioso recurso gastronómico está desapareciendo y se deben realizar esfuerzos a todos niveles para preservarlo e impulsarlo en beneficio de las comunidades que lo han cuidado desde hace siglos, las cuales ven en él una fuente alimenticia y económica.

El objetivo general de esta investigación fue documentar la forma cómo se lleva a cabo el proceso de recolección, venta y preparación de los insectos comestibles en algunas localidades y ciudades de México.

1.2 EL CONSUMO DE INSECTOS EN MÉXICO

Probablemente para muchas personas el hecho de que el hombre consuma insectos (entomofagia, o recientemente antroponentomofagia) es algo extraño y hasta exótico, por decir lo menos; sin embargo, al revisar algunos hechos, se podría concluir que no es algo tan ajeno al género humano. De acuerdo con Harris (2002: 193), el hombre desciende de una gran estirpe de insectívoros, muy probablemente el orden de los primates surgió a partir de una musaraña primitiva que pertenecía al orden de los mamíferos insectívoros. Muchas especies de grandes simios consumen grandes cantidades de insectos; los monos los comen de manera intencionada o accidental junto con otro alimento, como algunas frutas, e incluso se quitan los piojos unos a otros y se los comen, asegurándose de que ya no ocasionarán más problemas en la piel de sus hospederos. Para los chimpancés estas especies llegan a ser tan importantes que su alimentación se basa en hormigas y termitas, e incluso utilizan herramientas y tácticas especiales para extraerlas de sus nidos y consumirlas.

La entomofagia es tan antigua que en el Antiguo Testamento (Cfr. 1997) ya aparece información al respecto: en el Levítico y el Éxodo se menciona el consumo de abejas, escarabajos, langostas y langostines. En el Nuevo Testamento Juan el Bautista sobrevivió en el desierto comiendo langostas (chapulines) y miel (Cfr. 1997). Es tal la riqueza de esta fuente de alimento que los insectos son el grupo de animales más abundante en el planeta; tres cuartas partes de todas las especies animales a nivel mundial son insectos.

Luego entonces, no debe sorprender que antes de la colonización europea, aun en Estados Unidos (particularmente en California) se reporta que los pueblos que no conocían la agricultura y tampoco disponían de animales domésticos, se alimentaban en buena medida de insectos (Harris, 2002:195 - 196). Sin embargo, la entomofagia no se restringe a tales grupos poblacionales; por ejemplo, se ha encontrado que hasta hace no muchos años en China comían crisálidas de gusanos de seda, cigarras, grillos, chinches, cucarachas y larvas de mosca; los principales consumidores de estas

especies eran los pertenecientes a las clases pobres e indigentes, quienes no tenían acceso a las proteínas y grasas de origen animal más comunes. En el sureste asiático los vietnamitas, laosianos y thais eran asiduos consumidores de bichos como las chinches acuáticas; particularmente los laosianos comían huevos de cucaracha, escarabajos, grillos, saltamontes, termitas, cigarras, y otras especies que no son insectos propiamente pero que con frecuencia se asocian a ellos, como arañas grandes y escorpiones.

En México la antropoentomofagia se practica desde la época prehispánica en la figura 2 se muestra la concentración de insectos comestibles en México, los insectos fueron un alimento sabroso, nutritivo, abundante y fácil de conseguir (RAMOS-ELORDUY Y PINO, 1989), con los cuales se constituían verdaderos banquetes. Ya en la época colonial, los mercados siguieron teniendo gran importancia. Desde el siglo XVI en Toluca, por ejemplo, el tianguis se establece los días viernes (LEÓN, 2002); los habitantes de la cuenca del alto Lerma llegaban allí para vender sus mercancías extraídas de los cuerpos de agua, y entre los peces y ranas se mencionaban ciertos tipos de insectos como los gusanillos, moscos y el ahuautille, que son los huevecillos de un tipo de mosco lacustre. Entre los productos lacustres que se vendían en el tianguis de Toluca: “Los preferidos de los españoles eran el pescado, las ranas y los patos y, cosa que puede sorprendernos, los huevos del insecto Axayácatl, llamados ahuautille, que se preparaban con huevo en tortitas como las del revoltijo, en días de vigilia” (Gibson y Rojas, citados por LEÓN, 2002, sp)

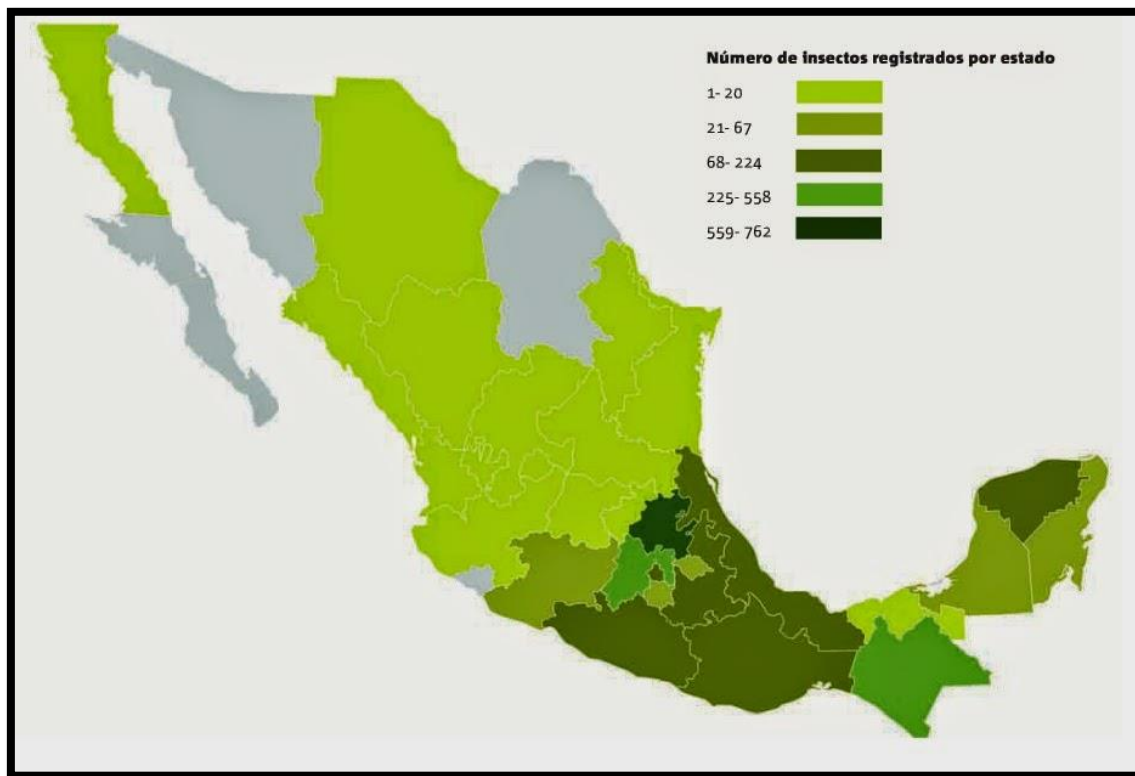


Figura 2 Densidad de insectos comestibles en México

No todos los insectos fueron rechazados como alimento por los españoles, pero los grupos indígenas eran quienes los comían más profusamente y en mayor variedad, siendo los campesinos en general quienes principalmente han preservado la antropofagia en México. Existen escasas referencias de los insectos consumidos después de la independencia de México y durante el siglo XIX, ya que eran alimento de los indígenas y clases bajas, principalmente, quienes eran mayormente analfabetas y transmitían sus conocimientos de forma oral a las nuevas generaciones. Fue de esta manera que lograron trascender hasta nuestros días.

A principios del siglo XX la alimentación rural de tintes indígenas siguió siendo atacada y despreciada, incluso se le consideró el origen de problemas sociales como el índice de criminalidad o el retraso social y cultural. Para fines del siglo, Ramos-Elorduy (1989) realizó una investigación de la antropofagia de México entre

pueblos indígenas; los siguientes son algunos ejemplos de las etnias que practicaban la entomofagia en diversos estados: en Chiapas: tzetzales y lacandones; en Oaxaca: ñähñus, nahuas, mixtecos, mazatecos, chochos, cuicatecas, chinantecas, chontales, huaves, zoques, triques, zapotecos y amuchas; en Puebla: mazatecas, popolacas, nahuas, totonacas y ñähñus; en la región de Milpa Alta en el DF: mestizos; en Guerrero: tlapanecas y náhuas; en Hidalgo: ñähñus; en Michoacán: purépechas; en el Estado de México: náhuas, mazahuas y ñähñus. Actualmente, como resultado de la demanda creciente de algunas especies de insectos comestibles, se han realizado proyectos para su cultivo, en especial de gusanos de maguey, intentando reducir el impacto de la recolección de organismos silvestres sobre las plantaciones del agave e incrementar el ingreso económico de los campesinos temporaleros del noreste del Estado de México (COMISIÓN NACIONAL DE LAS ZONAS ÁRIDAS, 2001).

Insectos comestibles en el estado de México - De las entidades del país, el Estado de México es uno de los que cuentan con una mayor variedad de insectos comestibles (en la figura 3 se muestra uno de los principales platillos degustados en el estado) con 105 especies registradas, sólo superado por Chiapas con 178 y seguido por Hidalgo con 99. (PINO et al., 2006). Entre las referencias contemporáneas sobre insectos comestibles en la entidad, Almazán (1987) clasifica a los insectos y otras clases de animales comestibles dentro de apartado de alimentos exóticos y se hace mención de los sacamiches, mariposas monarca, gusanos de maguey, escamoles, gusanos de nopal y jumiles.



Figura 3 Gastronomía de insectos presentes en el Edo. De México

Ramos-Elorduy et al. (1998) realizaron una investigación en 68 localidades del Estado de México para identificar los insectos comestibles de la entidad y determinar su valor nutritivo. La mayoría de las zonas estudiadas son localidades rurales donde se mantiene una economía de subsistencia y se preservan los recursos naturales, por lo que hacen mejor uso de los productos a su alcance; allí la gente no tiene prejuicios contra el consumo de insectos; para ellos, son “animalitos limpios, abundantes y sabrosos” que solo tienen que recolectar para poderlos consumir. Entre los hallazgos de la investigación resalta la diversidad de especies reportadas (58), el aprovechamiento con fines alimenticios de algunas especies que se consideran como plagas de cultivos (por ejemplo, el gusano elotero y la gallina ciega) y otras como la abeja en fases tempranas de desarrollo; la cantidad de proteínas que tienen los insectos varía de 9.45 % hasta 77.13%; la energía que aportan es significativa, varía desde 216.94 hasta 776.8 kcal por cada 100 gramos. Esto constituye una evidencia más de lo reportado en estudios similares: los insectos son un recurso alimenticio nutricionalmente valioso.

Para el caso particular de Toluca, en dicha investigación se reportan diez insectos comestibles: el gusano verde (*Diptera ephydriade*), escamoles (*Liometopum apiculatum*), padrecitos (*Anax sp.*), chapulines (*Sphenarium histro*), axayácatl (fam. *Corixidae*), botijas (*Curculionidae seymphophorus*), cucarachas de agua (*Dyticidae cybisterflavocinctus*), cucarachitas (*Rhantus atricolor*), gusanos rojos de maguey (*Comadia redtembacheri*) y gusanos blancos de maguey (*Aegiale hesperiaris*); de estas especies, cuatro se reportan en la delegación de Tlachaloya: *Diptera ephydriade* (el axayácatl), *Cybister flavocinctus* y *Rhantus atricolor*.

Sobre la forma actual de consumir los insectos en el estado de México, Sánchez (2006) refiere que el gusano de nopal también se utiliza para la alimentación, es una larva blanca de mariposa que vive en las pencas de la planta. El gusano elotero, cinocuil o cuili se tuesta en comal o se fríe para comerse; tiene un sabor parecido al elote cocido en mazorca o en esquite. Los escamoles son huevecillos de la hormiga chicatana y contienen 96% de proteína; la forma más común de prepararlos actualmente es fritos en mantequilla para realzar el sabor tan delicado que poseen. Los chapulines se encuentran en diversos tamaños, de acuerdo con el medio en que habitan; los más pequeños y finos son los de alfalfa, los de milpa son más grandes.

El jumil es una especie de chinche de monte que vive en los encinos, se les considera un alimento de alto poder nutritivo y algunos prefieren comerlos vivos, pues consideran que es un buen remedio para curar ciertas enfermedades y que tienen poderes afrodisíacos; se les presiona entre las manos para que no puedan volar y se ponen en una tortilla, aunque también se asan y machacan en molcajete para prepararlos en forma de salsa. Los mixiotes de escamoles y las tortas de chapulines, se elaboran en los municipios de Axapusco y Chiautla, respectivamente (GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO, 2007).

El Municipio de Toluca - El Valle de Toluca ha sido hogar de los hablantes de las lenguas náhuatl, matlatzinca, otomí, ocuilteco y mazahua (en la figura 4 se muestra una imagen de los insectos comerciales de la región). El municipio de Toluca es uno de las 125 que conforman el Estado de México y aloja a la capital estatal, cuyas coordenadas van de los 18o59'2" a los 19o27'9" de latitud norte, y de los 99o31'43" a los 99o46'58" de longitud oeste (INEGI, 2003); la ciudad de Toluca se encuentra a 72 kilómetros de la capital del país, está a 2,650 msnm. Los municipios colindantes son al norte Temoaya y Otzolotepec; al noroeste con Almoloya de Juárez; al sur con Villa Guerrero, Coatepec Harinas, Calimaya y Tenango del Valle; al sureste con Metepec; al este con Lerma y San Mateo Atenco y al oeste con Zinacantepec (INEGI, 2003). La superficie municipal es de 420.14 kilómetros cuadrados, que corresponde al 1.87 % del territorio estatal. El municipio de Toluca está conformado por 24 pueblos o delegaciones y una cabecera municipal (SÁNCHEZ Y GARCÍA, 2005).



Figura 4 Insectos comerciales en mercado de Toluca

El clima del municipio está clasificado como templado sub-húmedo, la temperatura media anual es de 13.7° centígrados. La precipitación media anual varía de 1,000 a 1,200 mm. Las heladas son de 80 a 140 días en la época fría (Sánchez y García, 2005). Por su cercanía a la línea del ecuador, el clima dominante en Toluca debería ser tropical; sin embargo, las elevaciones orográficas causan los climas templados y fríos preponderantes del municipio.

1.3. VALOR NUTRITIVO DE LOS INSECTOS

Las propiedades nutrimentales de los insectos comestibles de México se han estudiado intensamente, proporciona una descripción muy detallada de ello: en resumen, los insectos constituyen una excelente fuente alimenticia, ya que poseen una gran riqueza proteínica y vitamínica (sobre todo del grupo B), tienen buenas cantidades minerales como sodio, potasio, fósforo y calcio y en algunos casos son ricos en grasas, como el gusano de maguey. Los chapulines contienen entre el 70 y 77% de proteínas, más que el 50- 57% de la carne de res, y 14 de 40 especies de insectos estudiadas la superaron; los gusanos tienen entre el 20 y el 40%, habiendo 16 especies con más del 50% de proteínas. El 80% de las especies se consumen en etapas inmaduras. De esta manera se evidencia la importancia que tienen estas especies en la alimentación de algunos grupos poblacionales como los étnicos, al constituir una fuente de nutrientes a su disposición en los ecosistemas naturales y a bajo costo, sólo el de recolección.

El valor nutritivo de los insectos es elevado, y su componente más importante son las proteínas que, en general, forman la mayor parte de su cuerpo y que se pueden calificar de buena calidad. Por ejemplo, según datos publicados por la Montana State University, 100 gramos de saltamontes pequeños contienen 20,6 gramos de proteínas, un poco menos que 100 gramos de carne de buey, que contiene 27,4 gramos de este nutriente. Por otro lado, las grasas son muy abundantes, sobre todo en los estados larvarios y en las pupas que, en general, muestran un buen balance de aminoácidos esenciales (componentes elementales de las proteínas) que hace que su digestibilidad sea elevada.

Las larvas proporcionan calorías de gran calidad, ya que están conformadas por ácidos grasos poliinsaturados beneficiosos para la salud. Además, los insectos en general contienen sales minerales, algunos son muy ricos en calcio, albergan vitaminas del grupo B y son una fuente importante de magnesio.

Según los estudios liderados por la doctora Julieta Ramos-Elorduy, investigadora del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), pionera en el estudio de estos animales, el contenido nutricional de algunos coleópteros (escarabajos) como el "C. barbatum", con 42,3 g/100 g de aminoácidos esenciales. Según los propios investigadores mexicanos, no hay que olvidar que "las proteínas son las reparadoras y constructoras de las células, tejidos y órganos del cuerpo; además, intervienen en el funcionamiento del sistema inmunológico que nos protege de las enfermedades. 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 proteínica".

A muchas personas los insectos les causan repulsión y asco. Esto resulta paradójico si tenemos en cuenta que tal vez los insectos son las criaturas que mejor se alimentan: son los consumidores primarios de la cadena alimenticia animal, ya que se sustentan de las plantas (las primeras formadoras de energía a través de la fotosíntesis) y después sirven de alimento para otras especies, es decir, comen el alimento de primera mano, algo que no podemos decir de las reses, los puercos o las aves, tan comunes en nuestra alimentación diaria.

Los insectos contienen sales minerales, algunos 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: mientras que 100 gramos de carne de res contienen de 54 a 57% de proteínas, 100 gramos de chapulines, por ejemplo, contienen de 62 a 75%.

"Las proteínas son las reparadoras y constructoras de las células, tejidos y órganos del cuerpo; además, intervienen en el funcionamiento del sistema inmunológico que nos protege de las enfermedades... 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 proteínica", señala la doctora Julieta Ramos-Elorduy. Las proteínas son el principal elemento de que se constituyen los músculos, la piel, el pelo, las uñas y los órganos internos; en contraparte, la deficiencia proteica provoca anomalías del crecimiento y desarrollo de los niños; en los adultos da lugar a la pérdida de resistencia, debilidad, depresión, mala cicatrización y una recuperación lenta de las enfermedades. Por tanto, los insectos pueden constituir una muy buena opción alimentaria no solamente por su contenido de proteínas y abundancia en la naturaleza, sino por otras tantas ventajas: su digestibilidad es elevada, son fáciles de capturar y sin necesidad de refrigerarlos se conservan en buen estado. Además, no pierden su valor nutritivo, puesto que por sí mismos generan sustancias antibióticas que los protegen mientras están vivos y, una vez capturados, no permiten su descomposición si se conservan en seco.

PROTEÍNAS

El contenido de proteína de los insectos es quizás el nutrimento de mayor interés; pues estudios referencian que contienen aminoácidos esenciales como lisina, treonina y metionina, que son aminoácidos limitantes en algunas leguminosas o cereales (Van Huis, 2011). Cuando se compara el contenido de aminoácidos de algunos insectos estudiados con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud, se observa que en la mayoría de las especies cubren los requerimientos. La digestibilidad de la proteína de insectos es de 76 a 98%, en comparación la proteína del huevo es de 97% y la de la leche que es del 95%. Se ha sugerido que los insectos se pueden utilizar para mejorar la calidad de las proteínas de diversos cereales y enriquecer la dieta.

Insecto	Agua	Proteína cruda	Grasas	Fibra	Ceniza cruda
Cantidad por 100 g	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr
Pinkies Topinsect	69,6	15,4	11,3	NC	1,6
Gusanos búfalo Topinsect	72,5	17,6	7,7	NC	1,0
Larvas del gusano de la harina Topinsect	60,0	22,4	5,2	2,7	2,1
Larvas de polilla de la cera Topinsect	58,5	14,0	23,7	3,3	0,5
Grillo doméstico adulto Topinsect	69,2	20,0	6,6	3,1	1,1
Saltamontes Topinsect	64,3	20,5	11,7	NC	1,1
Redrunners Topinsect	57,0	28,7	10,9	NC	2,4
Mosca de otoño o de la cara – crisálidas	59,0	19,2	4,7	6,3	11,8
Mosca doméstica – crisálidas	61,0	23,9	3,6	6,9	4,6

En
la

Mosca doméstica de alas rizadas	68,9	19,6	3,8	NC	1,7
Mosca de la fruta	74,2	19,4	3,0	NC	1,8
Escarabajo del gusano de la harina	63,7	23,0	5,1	7,1	1,2

tabla 1 se muestra la información de los macro nutrientes contenidos en los diferentes tipos de insectos por ejemplo, los saltamontes, las larvas de polilla entre otros:

Tabla 1 Información de macro nutrientes en insectos.

En la tabla de 2 se hace una comparativa con otros alimentos: En donde principalmente se compara con los nutrientes más esenciales para el ser humano como lo es el agua la fibra en donde las iniciales NC significan **no contiene** en donde podemos hacer una comparación de la coliflor con el pollo y observamos que la primera contiene fibra y el pollo no.

Otros alimentos a modo de comparación	Agua	Proteína cruda	Grasas	Fibra	Ceniza cruda
Manzana	83,0	0,3	nc	2,3	nc
Coliflor	90,0	2,0	nc	2,9	nc
Leche entera	87,0	3,3	3,5	nc	nc
Bacalao	81,0	16,6	0,6	nc	nc
Carne de ternera magra	72	19,5	6,5	nc	nc

Pollo	70	19,2	9,3	nc	nc

Tabla 2 Comparación de macro nutrientes con otros alimentos

GRASAS Y ÁCIDOS GRASOS

Los lípidos representan el segundo nutrimento en la composición de los insectos con un rango promedio de 13.4 a 33.4%. Los insectos comestibles con mayor contenido de grasa son las termitas, los gusanos o los huevos de hormigas. La composición lipídica de los insectos es similar a la de carne de aves o pescados y se caracteriza por un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (ácido graso linoleico y -linolénico) lo que representa una fuente alternativa a los alimentos marinos en lugares donde se tiene poco acceso a estos alimentos o una fuente adicional cuando se busca mejorar el consumo de ácidos grasos polinsaturados.

Las grasas han adquirido, especialmente en los últimos años, mala fama. Las grasas se componen de ácidos grasos. Debemos evitar las grasas saturadas en la medida que sea posible y consumir mejor ácidos grasos insaturados. En cualquier caso, las grasas y los ácidos grasos tienen funciones importantes para la salud de seres

humanos y los animales. Sin grasas ni ácidos grasos no podríamos vivir. Las grasas se componen, entre otras cosas, de ácidos grasos. Los ácidos grasos se componen de diversas sustancias químicas, como carbono, hidrógeno y oxígeno. En caso de consumir ácidos grasos saturados en exceso, los niveles de colesterol en sangre aumentan, lo que supone el riesgo de desarrollar una enfermedad cardiovascular. Un alto contenido de ácidos grasos insaturados genera precisamente lo contrario: un nivel bajo de colesterol. Son los ácidos grasos esenciales los que nuestro cuerpo no puede producir. Los ácidos grasos esenciales son el ácido linoleico y linolénico, ácidos grasos insaturados. Los ácidos grasos esenciales desempeñan un papel fundamental para nuestro cuerpo.

Funciones de las grasas

Las grasas tienen por lo tanto funciones importantes; podríamos decir que son el material de construcción, combustible, aislamiento, protección, componente de vitaminas y hormonas, y disolvente de vitaminas.

- Grasas como material de construcción: las grasas son parte de las células del cuerpo y, como tales, un material de construcción.
- Las grasas como combustible: las grasas son una importante fuente de energía. Las grasas proporcionan más energía que las proteínas o los hidratos de carbono.
- Las grasas que no se utilizan se almacenan en el tejido adiposo y forman la reserva de energía de la que podemos servirnos en caso de necesidad.

- Las grasas como aislante: las grasas se almacenan en el tejido adiposo por debajo de la piel y evitan la pérdida de calor.
- Las grasas como componente de vitaminas y hormonas: dado que las grasas constituyen componentes de vitaminas y hormonas, juegan un papel básico en el metabolismo de los nutrientes.
- Las grasas como disolvente: las grasas disuelven las vitaminas A, D, E y K, y a través de ellas el cuerpo puede disponer de estas vitaminas. En una dieta baja en grasas puede producirse un déficit de estas vitaminas.

Necesidad de grasas

El porcentaje de grasas en la alimentación no debe superar el 30-35% de la ingesta energética total. Probablemente sería suficiente con un 20% pero esto depende de la dosis de movimiento diario. Las aves en jaulas pequeñas queman poca grasa, pero las aves en grandes pajareras queman mucha; de hecho, pocas veces están gordas.

En cuanto al tipo de grasas, existen grasas animales y grasas vegetales. En términos de ácidos grasos hay ácidos grasos saturados y ácidos grasos insaturados (simples y múltiples). Las grasas animales contienen más ácidos grasos saturados, mientras que las grasas vegetales presentan más ácidos grasos insaturados. Los insectos contienen (véase tabla 3), en gran medida, tanto ácidos grasos saturados como insaturados. Véase el siguiente análisis a modo de comparación.

En la tabla 3 se muestra el contenido de grasas y ácidos grasos contenidos en algunos insectos comestibles. En los cuales destaca los omegas-3-6 y ácido linoleico. Principalmente y en comparación de otros alimentos

Insecto	Grasa cruda	Ácidos grasos saturados	Simples insaturadas saturados	Múltiples insaturado saturados	Omega-3 saturados	Omega-6 saturados	Ácido linoleico
Cantidad por 100 g	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr
Gusano Pinkies	11,3	4,33	4,77	2,19	0,20	0,02	1,98
Gusanos búfalo	7,7	1,90	3,35	2,45	0,25	0,03	2,33
Larvas del gusano de la harina	14,8	3,29	6,37	4,05	0,16	0,03	3,86
Larvas de polilla de la cera	23,7	7,94	12,29	1,58	0,11	0,03	1,45
Grillo doméstico	6,6	2,11	1,58	2,32	0,06	0,04	2,22

Tabla 3 Se muestra la comparativa de grasas en diversos insectos comestible

En la tabla 4 se muestra a modo de comparación el porcentaje de grasas en otros alimentos donde se compara con los alimentos habitualmente consumidos por el ser humano los cuales son la leche el pollo etc. Por mencionar algunos.

Donde NC significa **no contiene**

Otros alimentos a modo de comparación	Grasa cruda	Ácidos grasos saturados	Simples insaturadas saturados	Múltiples insaturado saturados	Omega-3 saturados	Omega-6 saturados	Ácido linoleico
Leche entera	3,5	2,2	1,0	0,1	0,0	0,1	0,1
Bacalao	0,6	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	Nc
Carne de ternera magra	6,5	2,2	2,9	1,00	nc	nc	nc
Aceite de maíz	100	13	30	56	1	nc	55
Pollo	9	2,4	4,2	1,90	0,30	1,70	1,60

Tabla 4 Información de grasas en otros alimentos

MICRONUTRIMENTOS

Se han encontrado altos contenidos de micronutrientes como hierro y zinc en ciertas especies de insectos; además, algunas prácticas de cultivo de insectos pueden modificar la composición del insecto para lograr incrementar el aporte de nutrimentos como el calcio. El hábitat en el que se desarrollan también afecta en gran parte la composición de los insectos.

Minerales y oligoelementos.

Por lo general los insectos contienen poco calcio y mucho fósforo. Los insectos en la naturaleza solo contienen un poco más de calcio que los insectos de cría. Esto se debe generalmente al hecho de que en la naturaleza los insectos suelen encontrarse en el suelo. El contenido de calcio de los insectos de cría para alimento, como las larvas de polilla de la cera, los gusanos búfalo, los gusanos de la harina y los grillos domésticos, puede aumentarse fácilmente hasta diez veces mediante una dieta rica en calcio. Tras diferentes estudios se ha comprobado que el calcio administrado solo se encuentra en el sistema digestivo y apenas en el cuerpo del insecto.

El alto contenido de fósforo en los insectos está 100% disponible, mientras que el fósforo vegetal sólo en un 30%.

La mayoría de los insectos poseen también una cantidad significativa de macro minerales, como magnesio, sal, potasio y compuestos de cloro. Los oligoelementos, como el hierro, zinc, cobre, manganeso y selenio, también están disponibles en cantidades considerables y absorbibles.

En la tabla 5 se muestra los minerales presentes en diversos tipos de insectos comestibles los cuales aportan una gran cantidad de nutrientes los principales y más conocidos minerales que necesitamos los encontramos en esta tabla lo cuales son potasio sodio y el calcio por hacer una mención. **TOPINSECT** (insecto que se encuentran en un top más consumidos por personas y animales)

Insecto	CALCIO	FÓSFORO	MAGNESIO	POTASIO	SODIO	CLORO
Cantidad por 100 g	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Pinkies Topinsect	20	205	30	250	50.6	nc
Gusanos búfalo Topinsect	56	196	30	280	129	nc
Larvas del gusano de la harina Topinsect	17	285	80	341	54	187
Larvas de polilla de la cera Topinsect	24	195	32	221	17	64
Grillo doméstico adulto Topinsect	41	295	34	347	134	227
Saltamontes Topinsect	18	178	37	288	61	155
Redrunners Topinsect	231	211	61	439	232	188
Escarabajo del gusano de la harina	23	277	61	340	63	191
Larvas del gusano rey	18	237	50	316	48	152
Termitas (trabajador)	49	99	32	151	59	Nc
Mosca de la fruta	21	245	46	370	98	166
Mosca de otoño o de la cara – crisálidas	1017	1123	472	226	74	Nc
Mosca doméstica de alas rizadas	26	313	58	304	108	166
Mosca doméstica – crisálidas	363	558	Nc	343	218	Nc

Tabla 5 Minerales presentes en insectos

En la tabla 6 se muestra los minerales presentes en otros productos comestibles que no son insectos y en este caso muy parecida a la tabla anterior en donde se hace la comparación con alimentos de consumo cotidiano donde de igual manera encontramos los minerales necesarios donde destaca nuestro producto alimenticio. Donde ninguno de los alimentos aquí mostrados contiene cloro.**NC.**

Otros alimentos a modo de comparación	CALCIO	FÓSFORO	MAGNESIO	POTASIO	SODIO	COLORO
Manzana	3	10	4	108	1	Nc
Coliflor	30	30	16	349	10	Nc
Leche entera	118	88	nc	156	44	Nc
Bacalao	16	218	30	380	73	Nc
Carne de ternera magra	4	230	24	350	59	Nc
Pollo	10	156	25	287	92	Nc

Tabla 6 Minerales presentes en insectos

En la tabla 7 se muestra los minerales presentes en diversos tipos de insectos se hace la comparación de distintos insectos más comunes comestibles.

Insecto	HIERRO	ZINC	COBRE	MANGANESO	SELENIO
Cantidad por 100 g	mg	mg	mg	Mg	mg
Pinkies Topinsect	1.18	2.92	0.38	0.14	8
Gusanos búfalo Topinsect	2	2.67	0.2	0.24	10
Larvas del gusano de la harina Topinsect	2.1	5.2	0.6	0.5	27
Larvas de polilla de la cera Topinsect	2.1	2.5	0.4	0.1	12
Grillo doméstico adulto Topinsect	1.9	6.7	0.6	1.1	18
Saltamontes Topinsect	2.9	2.8	1.3	1.9	60
Chapulín Topinsect	4.1	11.8	0.8	1	250
Escarabajo del gusano de la harina	2.2	4.6	0.8	0.4	15
Larvas del gusano rey	1.6	3.1	0.4	0.4	13
Termitas (trabajador)	9.7	0.6	1.3	0.8	12
Mosca de la fruta	6.2	6.6	0.8	0.8	50
Mosca de otoño o de la cara – crisálidas	6.9	6	6.2	1.3	50
Mosca doméstica de alas rizadas	10.3	11.1	0.6	27.1	NC
Mosca doméstica – crisálidas	18.1	10.7	1.3	14.4	NC

Tabla 7 Minerales presentes en insectos

En la tabla 8 se muestra los minerales presentes en diversos productos comestibles como frutos y alimentos altos en proteínas como son las carnes y productos lácteos comparando su aporte en minerales más necesarios para el hombre. Donde **nc. Significa no contiene.**

Otros alimentos a modo de comparación	HIERRO	ZINC	COBRE	MANGANESO	SELENIO
Manzana	0.1	NC	NC	NC	NC
Coliflor	0.5	0.3	NC	NC	NC
Leche entera	0.2	0.5	NC	NC	5
Bacalao	0.4	0.4	NC	NC	28
Carne de ternera magra	0.6	0.4	0.3	NC	9
Pollo	0.8	2.4	NC	NC	18

Tabla 8 Minerales presentes en insectos

Vitaminas

Que las vitaminas son importantes ya no es necesario demostrarlo. Cada vitamina tiene su función en el cuerpo de los seres humanos y los animales.

Funciones de la vitamina A

- La vitamina A desempeña su papel en la transmisión de estímulos de la luz contribuye al mantenimiento de la piel y las mucosas.
- Combate infecciones y fortalece el sistema inmunológico.
- Tiene un efecto protector contra el cáncer, especialmente el cáncer de pulmón y el cáncer de piel.

Funciones de la vitamina D

- Ayuda en la absorción del calcio en el intestino
- Proporciona la fijación del calcio en los huesos y dientes fortaleciéndolos de esa manera.

Funciones de la vitamina E:

- Promueve la absorción de la vitamina A y los beta-carotenos.
- Juega un papel importante, junto con los ácidos grasos insaturados, en la construcción de las células del cuerpo.
- Protege a los ácidos grasos insaturados del ataque del oxígeno y se utiliza por tanto como conservante.

Funciones de la vitamina K

- Juega un papel importante en la coagulación de la sangre.
- Sin la vitamina K no podríamos detener las hemorragias.

Funciones de la vitamina B:

- Desempeña un papel necesario en el metabolismo de proteínas, grasas e hidratos de carbono.

Funciones de la vitamina C:

- Es un componente de las hormonas y las enzimas
- Juega un papel importante en la absorción del hierro
- Actúa en la formación de tejido conectivo
- Protege a otras vitaminas frente al ataque del oxígeno y se utiliza por tanto como antioxidante.

Los insectos tienen una composición de vitaminas muy característica. Esta puede variar mucho en función del tipo de insecto. La tabla 9 muestra comparaciones de los tipos de insectos. En relación a las vitaminas requeridas

Insecto	Bit A	β-caroteno	Bit E	Bit B1	Bit B2	Bit B3
Cantidad por 100 g	mg de retino	mg	mg de atocoferol	mg de tiamina	mg de riboflavina	mg de niacina
Pinkies Topinsect	< 21	422	0,43	0,057	0,255	2,2
Gusanos búfalo Topinsect	< 21	<5	0,742	0,22	0,386	2,46
Larvas de polilla de la cera	4	nc	2,1	0,56	1,76	9,0
Escarabajo del gusano de la harina	nc	nc	nc	0,27	2,34	15,5
Larvas del gusano de la harina	24	nc	2,0	0,63	2,13	10,7
Larvas del gusano rey	29	nc	2,1	0,15	1,78	7,7

Tabla 9 Vitaminas presentes en los insectos

La tabla 10 muestra comparaciones de otros tipos de alimentos y el aporte de vitaminas que presentan entre ellos frutas legumbres y lácteos los cuales son los alimentos más consumidos por el ser humano.

Otros alimentos a modo de comparación	vit B5	vit B6	vit B9 (=B11)	vit H	vit B12	vit B4
Manzana	0,06	0,05	0,003	nc	nc	nc
Coliflor	Nc	0,2	0,044	nc	nc	nc
Leche entera	Nc	0,04	0,004	nc	0,47	168
Bacalao	Nc	0,15	0,008	nc	0,20	335
Carne de ternera magra	Nc	0,3	0,004	nc	3,20	513
Pollo	Nc	0,7	0,008	nc	0,20	326

Tabla 10 vitaminas presentes en otros aliment

OTROS COMPUESTOS

La quitina forma parte del exoesqueleto de algunos insectos y en ocasiones se considera una desventaja debido a la incapacidad del cuerpo humano para digerirlo, sin embargo, estudios recientes han observado que la quitina ayuda a fortalecer el sistema inmune al inhibir el crecimiento y actividad de algunos patógenos, además de promover el desarrollo de la microbiota intestinal.

1.4 LUGARES DE PRODUCCIÓN DEL CHAPULIN EN MÉXICO

Actualmente, en las zonas urbanas de nuestro país es difícil encontrar lugares que ofrezcan insectos como parte del menú, y ni hablar de encontrarlos en las tiendas de autoservicio o centros comerciales. Para los habitantes de las ciudades, los insectos se han convertido en un platillo de lujo que se encuentra en restaurantes especializados que los ofrecen como una atracción turística. Quien desee deleitarse con tan minúsculos manjares tendrá que estar dispuesto a pagar \$ 800.00 por un kilo de gusanos blancos de maguey o por un kilo de escamoles (el caviar mexicano), o de \$180.00 a \$ 250.00 por un kilo de chapulines. Para que un alimento sea consumido por la mayoría de la población, se necesita que éste se halle al alcance de todos.

“Esto podría lograrse si los insectos se cultivaran y comercializaran en grandes cantidades”, opina la doctora Ramos- Elorduy, creadora. Sin embargo, en los mercados populares de casi todo el país, aún podemos encontrar insectos comestibles a precios muy accesibles, que varían entre \$ 20.00 y \$ 50.00 pesos la "medida”.

En la tabla 11 se clasifican los principales tipos de insectos comestibles en México, así como su distribución en la república: por ejemplo las mariposas o escarabajos.

INSECTOS COMESTIBLES EN MÉXICO Y SU DISTRIBUCIÓN	
INSECTOS	LUGAR DE CONSUMO
ROJOS	OAXACA
CHINCHES	MORELOS, EDO. DE MÉXICO, HIDALGO, VERACRUZ, GUERRERO, PUEBLA, SAN LUIS POTOSÍ, JALISCO, OAXACA, QUERÉTARO.
PULGONES	PUEBLA, MORELOS, HIDALGO
ESCARABAJOS	HIDALGO, TABASCO, GUERRERO, VERACRUZ, EDO. DE MÉXICO, OAXACA, PUEBLA, CHIAPAS, NAYARIT, CIUDAD DE MÉXICO
MARIPOSAS	OAXACA, PUEBLA, HIDALGO, CIUDAD DE MÉXICO
MOSCAS	CIUDAD DE MÉXICO Y NAYARIT.
HORMIGAS, ABEJAS Y AVISPAS	Oaxaca, Puebla, Edo. De México, CDMX, Chiapas, Hidalgo, Guerrero, Michoacán, Veracruz, Yucatán, ente otros.
TERMITAS	Michoacán.
LIBÉLULAS	Sonora y Edo. De México.
CHAPULINES	Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Morelos, Puebla, Guerrero, Michoacán, CDMX.
GUSANO ROJO DE MAGUEY, “CHINICUIL”	Oaxaca, Edo. De México, Hidalgo, CDMX, entre otros.
JUMILES	Guerreros, Oaxaca, Morelos, Tlaxcala, Hidalgo.
ESCAMOLES	Hidalgo, Edo, De México, CDMX, Tlaxcala, Nuevo León, Michoacán.

Tabla 11 Insectos y su localización en México

1.5 VALOR NUTRICIONAL Y COMPOSICIÓN DE LOS NUTRIMENTOS PRESENTES EN EL SPHENARIUM PURPURASCENS (CHAPULÍN)

A los chapulines del estado adulto, se les corren diversos estudios de tipo genético, nutricional y organoléptico para garantizar generaciones subsecuentes fértiles, homogéneas y controladas que prorrogarán y conservarán dichas características.

Los resultados de estos estudios se muestran en las siguientes tablas:

MACRONUTRIENTES

Valor Nutritivo del Chapulín *Sphenarium Purpurascens* Ch. Macro elementos de chapulines comestibles del Genero *Sphenarium* (g/100g producto) se muestran en la tabla 12:

Chapulín	Proteínas	Minerales	Grasas	Fibra	Carbohidratos
S. Purpurascens	58.33	16.49	7.46	8.68	9.02
Sphenarium spp.	71-35	2.41	6.52	11.58	8.11
S. Spp	77.13	4.22	2.44	12.17	4.01
S. Spp	67.8	11.47	4.87	10.51	4.65
S. Histrio=bolivari	77.13	4.22	2.44	12.17	4.01
S. Purpurascens	56.19	10.78	2.95	9.41	20.63

Tabla 12 Macros nutrientes presentes en el chapulín

AMINOÁCIDOS

Contenido de Aminoácidos de Chapulines comestibles de México en (mg/16 mg) se muestran en la tabla 13.

Total, aminoácidos de 20 a 22 donde solo 10 se consideran esenciales por ejemplo la leucina isoleucina y valina etc.

Aminoácidos indispensables	Sphenarium Purpurascens
Isoleucina	4.2 gr
Leucina	8.9 gr
Lisina	5.7 gr
Metionina+	2.5 gr
Cisterna	1.8 gr
Total, de aminoácidos sulfurados	4.3 gr
Fenilalanina+	10.3 gr
Tirosina	6.3 gr
Total, de aminoácidos aromáticos	16.8 gr
Treonina	3.8 gr
Valina	0.65 gr
Total, de aminoácidos indispensables	5.7 gr
Histidina	49.85 gr
Ácido Aspárticos	1.8 gr
Serina	8.5 gr
Ac. Glutámico	6.1 gr
Prolina	11 gr
Glicina	7.2 gr
Alinita	7.8 gr
Arginina	10.4 gr

Tabla 13 Aminoácidos presentes en el chapulín

CONTENIDO ENERGÉTICO Y VALOR BIOLÓGICO DEL CHAPULÍN

Valor energético de Chapulines comestibles del Estado de Oaxaca se muestran en la tabla 14

Chapulín	Calorías/100 g
Sphenarium histrio	363
Sphenarium Purpurascens	404
S. Histrio y S. Purpurascens	336
Sphenarium spp.	377
Sphenarium spp.	362

Tabla 14 Contenido energético del chapulín

Valor biológico de Chapulines comestibles de México se muestra en la tabla 15

Chapulín	Materia seca	Proteína
Shenarium histrio	83.15	85.63

Tabla 15 Valor biológico del chapulín

MINERALES

Contenido de los principales minerales en Chapulines comestibles de México (g/100g) se presenta en la tabla 16:

Chapulín	Minerales	Na	K	Ca	Zn	Fe	Mg
Sphenarium sp.	2.4	0.109	0.044	0.051	0.06	0.028	0.728
S. Histro	4.79	0.426	0.422	0.096	0.021	0.023	0.744
S. Histro, S. Purpurascens	8.33	7.049	0.25	0.115	0.017	0.016	0.354
Purpurascens	2.14	0.609	0.377	0.112	0.042	0.018	0.424
S.spp	5.56	0.915	0.068	0.12	0.032	0.044	0.824

Tabla 16 Principales minerales presentes en el chapulín

VITAMINAS

Contenido de vitaminas de chapulines comestibles de México se muestran en la tabla 17:

Chapulín	DU: I/100g	Tiamina (Mg/100g)	Riboflavina (Mg/100g)	Niacina (mg/100g)
Sphenarium spp	164.91	0.5	0.66	5.04
S. Purpurascens		0.27	0.59	1.56

Tabla 17 Contenido de vitaminas en chapulín

1.6 NORMAS Y LEGISLACIONES DEL PROCESO

Los procesos de producción de alimentos son controlados por normas y legislaciones necesarias para su producción en la tabla 18 se muestra una lista de normas vigentes en México para la producción harina:

<i>NORMAS</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
NOM-093-SSA1-1994	Prácticas de Higiene y Sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.
NOM-001-STPS-1993	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo.
NOM-006-STPS-1993	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para la estiba y desestiba de los materiales en los centros de trabajo.
NOM-011-STPS-1993	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
NOM-016-STPS-1993	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo referente a ventilación.
NOM-025-STPS-1993	Relativa a los niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.
NOM-028-STPS-1993	Seguridad-código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías.

Tabla 18 Normas vigentes para el proceso de la harina

CAPÍTULO II

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

México es uno de los principales países que cuenta con la mayor cantidad de insectos comestibles abarca una cantidad de 549 de especies tan sólo en México. Sin embargo, no existe un Modelo que pueda ser utilizado por los productores que sirva como base o referencia para la manufactura del producto se reduce únicamente a un negocio de distribución para el consumo del producto de forma rudimentaria, sin poder tener alguna clase de proceso, o las técnicas utilizadas por los recolectores puede tener mejoras de acuerdo al almacén y crecimiento de las granjas. Como productos, también se desaprovecha la materia prima que pueden ser generadas para tener un producto terciario. Un alimento fortificado y alcanzable para la comunidad que no puede costearse alimentos como res, pollo o pescados.

Los macro nutrientes contenidos en la harina de chapulín se compara a las encontradas en los otros tipos de alimentos, con la diferencia que conseguir 10 gr de proteínas de los insectos consume mucho menos recursos económicos y físicos que los requeridos para 10 gr de proteína de carne de pollo, res o mariscos.

Además, los productores ya buscan nuevas formas de aumentar la producción de estos productos. La creación de productos a base de insectos es un campo nuevo, pero sin duda será la industria del futuro debido al crecimiento exponencial de la población. Según una investigación por el Centro de Investigación en Sistemas de Salud y el Instituto Nacional de Salud Pública determinaron que unas de las necesidades de salud en áreas urbanas marginadas de México es el desmedro, que es una desnutrición por falta de macro nutrientes esenciales en la dieta de los niños.

2.2 LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LA PLANTA

Para el siguiente punto se realizó un análisis de factibilidad en la cual se realizó una investigación de tres posibles lugares en cada uno de ellos se analizan los aspectos socioeconómicos, infraestructura y sistema social. Aspectos fundamentales que implican o son necesarios para la disposición de la planta.

Posteriormente se realizará una comparación empleando puntos ponderados, se formularán cuestiones indispensables que debe contar el lugar, a cada punto se le asignará un porcentaje de importancia respecto a las demás cuestiones, se multiplicará la densidad de este porcentaje a la calificación que le otorguemos a cada lugar en su cuestión correspondiente. El resultado será sumado y obtendremos el peso de cada lugar y se elegirá el más alto.

PUEBLA

Puebla se considera una de las opciones fuertes al ser una ciudad que ha registrado mejoras en los aspectos económicos en el sector industrial, aunado a la aceptación que hay por cuestiones sociales a la idea de consumir alimentos a base de insectos. A continuación, se describirán los aspectos más representativos del lugar:

➤ Panorama político-administrativo

Gobernador: Rafael Moreno Valle Rosas (2011-2017)

Secretario de Desarrollo Económico: Ingeniero Pablo Rodríguez Regordosa

Municipios: 217

Congreso Local: 41 Diputados (14 PAN, 14 PRI, 5 PANAL, 3 PVEM, 2 PRD, 1 PT, 1 Movimiento Ciudadano, 1 Independiente).

➤ **Situación Empresarial**

Principales empresas. Volkswagen México, Autotek, FFT Mexico, Benteler de Mexico, Abarrotera Rivera, Productos Internacionales Mabe, Maquila y Confecciones Cavi, El Calvario, Rassini Frenos, Molino Harinero San Blas.

Principales cámaras empresariales: CANACO, CANA CINTRA, Cámara Nacional de Alimentos Condimentados, COPARME, CANAIVE, Cámara Nacional de la Industria Textil, CCE, Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

Principales exportaciones 2012: industria automotriz (81.65%); electrónica (8.32%); herramientas y fundición de metales (2.49%); textiles y manufacturas (2.27%); alimentos y bebidas (1.39%).

Principales importaciones 2012: autopartes (37.62%); electrónica (24.41%); herramientas y fundición de metales (14.19%); plásticos (7.15%); textiles y manufacturas (5.10%).

➤ **Vocación Regional:**

Los análisis realizados con base en criterios de competitividad nacional e internacional, identificaron tres sectores estratégicos en el estado de Puebla: equipo de transporte terrestre y marítimo y sus partes; maquinaria y equipo y textiles y prendas y accesorios de vestir.

La Secretaría de Economía solicitó a la Secretaría de Desarrollo Económico de Puebla que validaran los sectores identificados y/o sugirieran la incorporación de sectores adicionales, sin embargo, hasta el momento no se ha recibido respuesta

➤ **Situación Empresarial**

Principales empresas. Volkswagen México, Autotek, FFT Mexico, Benteler de Mexico, Abarrotera Rivera, Productos Internacionales Mabe, Maquila y Confecciones Cavi, El Calvario, Rassini Frenos, Molino Harinero San Blas.

Principales cámaras empresariales: CANACO, CANACINTRA, Cámara Nacional de Alimentos Condimentados, COPARMEX, CANAIVE, Cámara Nacional de la Industria Textil, CCE, Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

Principales exportaciones 2012: industria automotriz (81.65%); electrónica (8.32%); herramientas y fundición de metales (2.49%); textiles y manufacturas (2.27%); alimentos y bebidas (1.39%).

Principales importaciones 2012: autopartes (37.62%); electrónica (24.41%); herramientas y fundición de metales (14.19%); plásticos (7.15%); textiles y manufacturas (5.10%).

➤ **Vocación Regional:**

Los análisis realizados con base en criterios de competitividad nacional e internacional, identificaron tres sectores estratégicos en el estado de Puebla: equipo de transporte terrestre y marítimo y sus partes; maquinaria y equipo y textiles y prendas y accesorios de vestir.

La Secretaría de Economía solicitó a la Secretaría de Desarrollo Económico de Puebla que validaran los sectores identificados y/o sugirieran la incorporación de sectores adicionales, sin embargo, hasta el momento no se ha recibido respuesta.

➤ Oportunidades de Inversión Extranjera Directa (ProMéxico)

De acuerdo a la vocación del Estado de Veracruz, ProMéxico ha detectado 30 oportunidades de negocio para la Inversión Extranjera Directa (leads) los cuales principalmente se distribuyen por sector de la siguiente manera:

CVO.	AREA DE INVERSIONES
1	Agro negocios y biotecnología
2	Alimentos procesados
3	Automotriz y autopartes
4	Eléctrico
5	Electrónico
6	Energía
7	Logística
8	Turismo
9	Textil
10	Otros

Tabla 19 Oportunidades de inversión extranjera directa ProMéxico.

VERACRUZ:

La región cuenta con una biodiversidad y las condiciones óptimas para la implementación de la planta, cuenta con el clima necesario para poder producir la materia prima, sin embargo, en condiciones socio económica muestra situaciones que comprometen la estabilidad de nuestra planta, los aspectos políticos y sociales también realzan la incosteabilidad de la región. Se consideró por ser la región de pertenencia. Los factores más representativos se en listan a continuación:

➤ **Panorama político-administrativo:**

Gobernador: Lic. Javier Duarte de Ochoa (PRI)

Secretario de Desarrollo Económico: Lic. Erik Juan Antonio Porres Blesa

Municipios: 212 municipios

Congreso Local: 50 diputados (PRI 29, PAN 13, Nueva Alianza 4, PRD-Movimiento Ciudadano 3, Independiente 1)

➤ **Situación Empresarial:**

Principales Empresas: Grupo Comercial Chedraui, Cervecería Cuauhtémoc, Tubos de Acero de México, Nestlé de México, Kimberly-Clark de México, Agroindustrias Unidas, Asociaciones Agroindustriales, Café tostado de exportación, Gran Prideco, Talleres Navales del Golfo.

Principales Cámaras Empresariales: CANACINTRA, Consejo Coordinador Empresarial, Asociación de Industriales del Estado de Veracruz, CANIRAC, CANACO, FEDECANACO, CMIC, Cámara Regional de Productores de Tortillas de los Estados de Veracruz, Tlaxcala y Puebla.

Principales Exportaciones 2011: \$3,041,666,684.00 de dólares, realizadas por 237 empresas exportadoras veracruzanas, hacia los estados unidos de Norteamérica, principalmente del sector de material para la construcción, alimentos, bebidas y tabaco, y químico.

Principales Importaciones 2011: \$3,624,814,687.00 de dólares, realizadas por 276 empresas veracruzanas, provenientes de los estados unidos de Norteamérica, principalmente del sector químico, agricultura y siderurgia.

➤ **Vocación Regional:**

Los análisis realizados con base en criterios de competitividad nacional e internacional, identificaron tres sectores estratégicos en el estado de Veracruz: Servicios de salud; Energías renovables y Turismo.

A solicitud de la Secretaría de Economía, la Secretaría de Desarrollo Económico del estado de Veracruz validó todos los sectores identificados por los estudios antes mencionados y sugirió la incorporación de dos sectores adicionales: Medios físicos y software; Industria alimentaria.

➤ **Oportunidades de Inversión Extranjera Directa (ProMéxico):**

De acuerdo a la vocación del Estado de Oaxaca, ProMéxico ha detectado 29 oportunidades de negocio para la Inversión Extranjera Directa (leads) los cuales principalmente se distribuyen por sectores de la siguiente manera:

1. Agro negocios y Biotecnología (6 oportunidades)
2. Alimentos Procesados (4 oportunidades)
3. Energía (12 oportunidades)
4. Tecnologías de la Información (5 oportunidades)
5. Turismo (2 oportunidades)

OAXACA:

La región más factible de los tres, debido a la región se observa un lugar en la cual ya están consolidadas industrias del giro de alimentos, productos como el mezcal tienen una influencia importante en la región, sin mencionar que el consumo es visto como una práctica normal en la sociedad. En la actualidad ya existe importación de insectos comestibles a regiones europeas. Algunos de los aspectos económicos, sociales y políticos serán enlistados a continuación:

➤ **Panorama político-administrativo:**

Gobernador: Gabino Cué Monteagudo (2010-2016)

Secretario de Desarrollo Económico: José Zorrilla de San Martín Diego

Municipios: 570

Congreso Local: 42 diputados (PRI 16, PAN 11, PRD 9, PCD 3, PT 2 y Partido de Unidad Popular 1)

➤ **Situación Empresarial:**

Principales Empresas: Mezcal Beneva, Casa Guillermo Prieto, Cía. Cervecera del Trópico, Cooperativa Cruz Azul, Plásticos Cimapas, Aguas y Refrescos Gugar, Puertas finas de madera Monte Alban, Pueblos Mancomunados, Intercafe, Agrobong S.A de C.V.

Principales Cámaras Empresariales: CANAINVES, CANACINTRA, Cámara Mexicana de la Industria de La Construcción (CMIC), CANACO.

Principales Exportaciones 2011: cerveza, café, cascara de limón y aceite esencial de limón, mezcal, peptonas (bioquímicos) y artesanías.

Principales Importaciones 2011: maquinaria para la industria minera, aerogeneradores para energía eléctrica, maquinaria para la industria del café.

➤ **Vocación Regional:**

Los análisis realizados con base en criterios de competitividad nacional e internacional, identificaron dos sectores estratégicos en el estado de Oaxaca: alimentos, bebidas, tabaco y confitería y servicios turísticos.

La Secretaria de Economía solicitó a la Secretaria de Desarrollo Económico de Oaxaca que validaran los sectores identificados y/o sugirieran la incorporación de sectores adicionales. Sin embargo, hasta el momento no se ha recibido respuesta.

Oaxaca tiene productividad laboral superior al promedio nacional en fabricación de maquinaria y equipo, según el Censo Económico de INEGI, 2009.

➤ Oportunidades de Inversión Extranjera Directa:

De acuerdo a la vocación del Estado, ProMéxico ha detectado 18 oportunidades para la Inversión Extranjera Directa (leads) mismos que de acuerdo a su sector se han categorizado de la siguiente manera:

1. Minería(2oportunidades)
2. Alimentos procesados(2oportunidades)
3. Agro negocios y biotecnología(3oportunidades)
4. Turismo(3oportunidades)
5. Energía(5oportunidades)
6. Logística e Infraestructura (3 oportunidades)

MÉTODO DE LOCALIZACIÓN POR PUNTOS PONDERADOS

En el siguiente sistema se establecen factores que requerimos para nuestra planta presentada en la tabla 20, una lista de factores que a los cuales asignamos un porcentaje de importancia respecto a los demás factores. Cada factor multiplicará la puntuación que le asignemos (tabla 21) a cada lugar que presentemos entonces tendremos un sistema de puntos que nos permitirá evaluar de forma más analítica el lugar.

Nº	FACTOR	PESO
1	CERCANÍA DE LOS PRINCIPALES CENTROS DE CONSUMO	0.25
2	DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA	0.05
3	INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL	0.3
4	NIVEL ESCOLAR DE LA MANO DE OBRA	0.15
5	CLIMA	0.1
6	ESTÍMULOS FISCALES	0.15

Tabla 20 Lista de los factores necesarios para el terreno

FACTOR	PESO	CALIFICACIÓN			CALIFICACIÓN PONDERADA		
		PUEBLA	OAXACA	VERACRUZ	PUEBLA	OAXACA	VERACRUZ
1	0.25	7	9	7	1.75	2.25	1.75
2	0.05	9	9	10	0.45	0.45	0.5
3	0.3	8	10	7	2.4	3	2.1
4	0.15	8	10	7	1.2	1.5	1.05
5	0.1	10	10	10	1	1	1
6	0.15	9	7	9	1.35	1.05	1.35
TOTAL	1				8.15	9.25	7.75

Tabla 21 Ponderación por factores de los lugares propuestos

NOTA: La calificación de 10 se asigna si la satisfacción de un factor es total y disminuye proporcionalmente con base en este criterio.

2.2.1. MACRO LOCALIZACIÓN

Nuestro terreno se encuentra en la ciudad de Oaxaca tomando encuentra los factores que influyeron en la elección del mismo. Se considera en un área que permite el desarrollo de la industria. Así que está localizado en el área donde existe aceptación de industrias alimentarias.

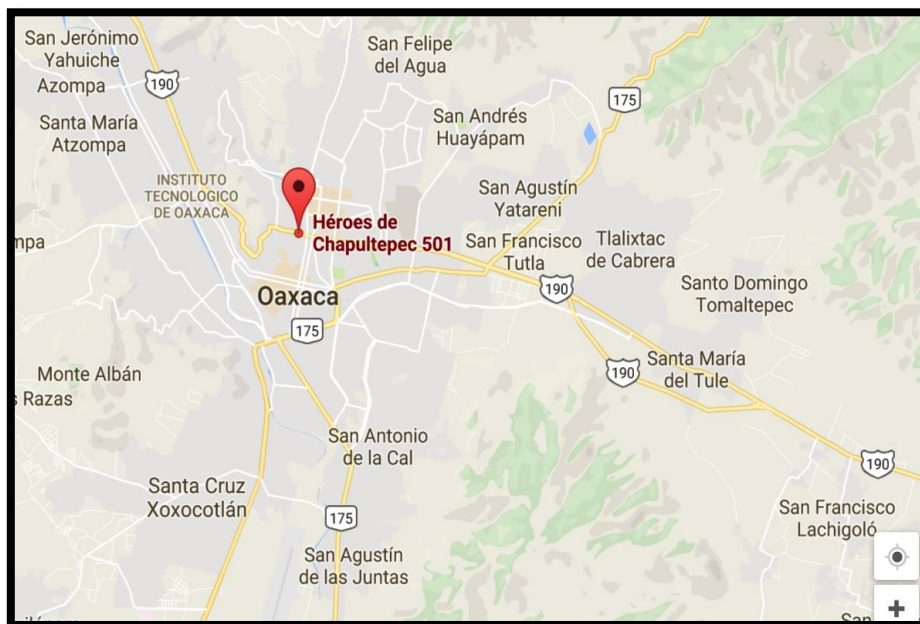


Figura 5 Macrolocalización de la planta.

En la figura 5 se muestra la ubicación de la planta a nivel de macro localización. Las localidades que las rodean son al norte: San Felipe del Agua, al este con Atzompa, al oeste con San Francisco Tutla, y al sur con San Antonio de Cal.

2.2.2. MICROLOCALIZACIÓN

A continuación, se menciona las calles que rodean la dirección de la planta como se muestran las calles que rodean a la planta al norte con la calle Santo Tomas, al este con la calle Macedonio Alcalá, al oeste con la avenida Benito Juárez, y al sur con la calle Margarita Maza de Juárez, como se muestra en la figura 6.

La dirección actual en donde estará implantada nuestra empresa es en la calle HÉROES DE CHAPULTEPEC NUMERO 501,

COLONIA, SAN JUAN CHAPULTEPEC, OAXACA.

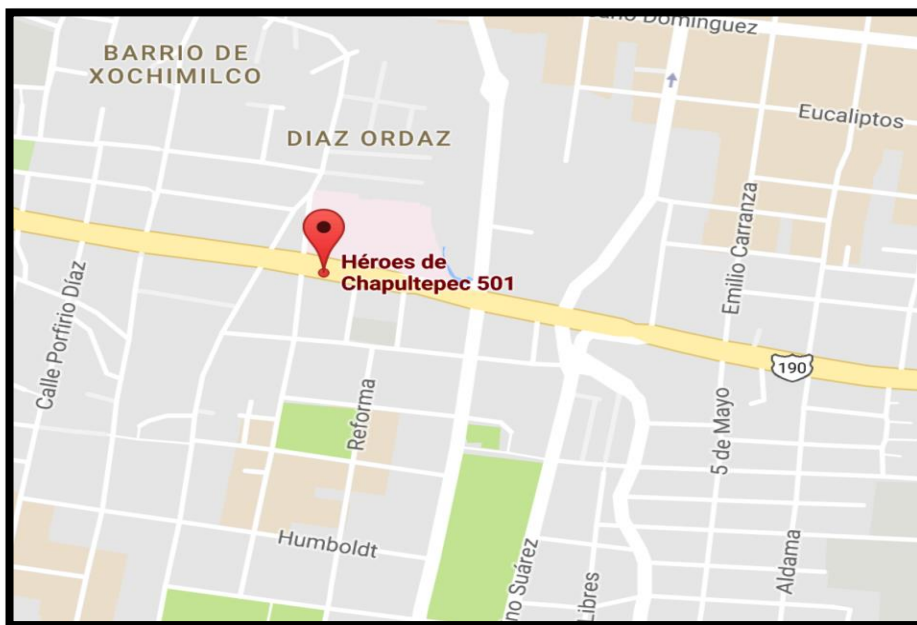


Figura 6 Microlocalización de la planta

2.3 MATERIA PRIMA SUSTENTABLE: CRIADERO DE CHAPULINES

En relación con la costumbre de coleccionar y consumir chapulines, el método tradicional original consistía en la recolecta de estos organismos en la naturaleza, separándolos manualmente, enjuagándolos para eliminar los residuos vegetales y cociéndolos a fuego lento en una olla de barro con jugo de limón, sal y raíz de carrizo, hasta que el líquido se evaporaba. Sin embargo, con la transformación y merma de la naturaleza, el advenimiento de los monocultivos y el surgimiento y uso de los agroquímicos, este método original de recolección de chapulines para el consumo humano se orientó hacia las áreas cultivadas, donde las poblaciones de chapulines incrementaron considerablemente, sin embargo, estos especímenes tienen la desventaja de que acumulan los compuestos tóxicos de los agroquímicos utilizados en los campos de cultivo.

En el estado del arte se ha encontrado que la Universidad de Arizona tiene un instructivo para mantener vivos chapulines en un terrario como mascotas dirigido a estudiantes de primaria y secundaria y con el que se pueden mantener los chapulines vivos durante corto tiempo. Este instructivo no considera las condiciones para la reproducción de los organismos ni tiene indicaciones ni preferencias acerca de las plantas para el sustento de los mismos. Tampoco está orientado al cultivo de chapulines con características específicas para el consumo humano.

Asimismo, en el estado, también existe una publicación de la Empresa INALIM industria alimentaria s.p.r. de r.i., la cual describe un proceso relacionado con la colecta y producción de chapulines para consumo humano. Sin embargo, la información se trata de un proceso general que para un técnico en la materia no es suficiente para reproducir el proceso. El proceso de producción que describe esta empresa se refiere a un proceso basado en la recolección de los chapulines en campos de cultivo para después procesarlos en una planta industrial y comercializarlos. El proceso descrito por esta empresa no considera que los chapulines estén libres de contaminantes, ni que tengan el valor nutritivo adecuado, ni las características físicas y organolépticas deseables para el consumo humano. Este proceso no se basa en el cultivo de chapulines, ni en la obtención de la cepa, ni en el cultivo de los organismos reproductores seleccionados para el mantenimiento del germoplasma.

Todas estas características hacen que el proceso que describe esta empresa no pueda llegar a ser un proceso en el que se puedan controlar las variables con las que se puedan obtener productos libres de contaminantes seguros para consumo humano ni con control de calidad, por lo cual, se considera que es un proceso con serias limitaciones y que tiene grandes diferencias con la presente invención. En el estado del arte también se ha encontrado una patente CN 1385064, que consiste de un método para elaborar varios productos de forraje mediante el cultivo de langostas *Locusta sp.* Este proceso difiere de la presente propuesta por varias razones: No se trata de los mismos acrididos, ya que utilizan especies de langostas y cultivarlas para producir forraje mientras que el proceso de la presente invención, consiste en el cultivo de chapulines y sus derivados libres de contaminantes para el consumo humano.

2.4 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Esta invención consiste en un proceso para el cultivo intensivo de chapulines y sus derivados, libres de contaminantes para consumo humano que consta de las etapas que se describen a continuación:

a) Colecta de chapulines

Se colectan del campo, chapulines hembras y machos de tamaño grande, preferentemente con una relación de 3 hembras por macho, en un radio sexual de 2:1 y seleccionando el tamaño de los especímenes de 2.5 a 3 cm de largo x 0.5 a 1 cm de ancho y 0.5 a 0.8 cm de alto, en promedio de 2.8 cm. \pm 0.5 para las hembras y 2.5 ± 0.5 para los machos. Los chapulines adultos deben ser sanos, vigorosos y de coloración uniforme pudiendo, sobre un fondo verde, presentar áreas de color amarillo, café o negro, la actividad de los chapulines es de alerta, que se reconoce, por las respuestas rápidas y vigorosas a distintos estímulos, como luz, sonido, contacto, calor, alimentación y agua.

b) Obtención del germoplasma de chapulines

La obtención del germoplasma del proceso de esta invención se obtiene de la siguiente manera: Los chapulines colectados en el paso anterior se colocan en contenedores como jaulas o cámaras que contengan plantas cultivadas bajo control, sin agroquímicos y cuidando que la combinación de las plantas sea tal, que tenga una buena combinación de nutrientes y que posean los precursores hormonales necesarios para que los insectos puedan acoplarse y desarrollarse adecuadamente. Las plantas que se prefieren son girasol, chaya, hierbabuena, thitonia, entre otras.

Las jaulas o cámaras a las que se transfieren los chapulines, deberán tener cajas de ovoposición además de las plantas. Las cajas de ovoposición deben ser de algún material transparente y estar previamente rellenas con tierra o arena esterilizada y/o mezclada con vermiculita, en una proporción de 1 parte de vermiculita por dos partes

de arena y en caso de que la mezcla sea con tierra, la proporción deberá ser de 1 parte de vermiculita por tres partes de tierra. Se debe mantener la tierra o arena floja, y controlar la humedad relativa manteniéndola de 60 a 65%.

Desde que los chapulines se transfieren a las jaulas o cámaras sucede el acoplamiento de los especímenes y tras el 4º o 5º día, inicia la ovoposición, que consiste en la introducción del abdomen de las hembras en la tierra floja y húmeda depositando las ootecas que son las estructuras que alojan a los huevecillos. Una vez que las hembras han ovipositado, se cuenta el número de ootecas por caja y se observa que no existan perforaciones recientes en la arena o tierra, lo que indica que es momento de iniciar la etapa de incubación de los huevecillos.

Para iniciar la etapa de incubación de los huevecillos, se sacan las cajas que contienen las ootecas y se colocan en una estufa calibrada para incubarse a una temperatura de $15-34^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, preferentemente manteniéndola a $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa que, concomitantemente variará, de 30 a 87% HR., preferentemente manteniéndola a 70% HR. El periodo de incubación es de alrededor de 150 días, durante los cuales, se debe mantener una vigilancia diaria de las condiciones de humedad y temperatura para evitar el desecamiento de las ootecas o la formación de hongos y detectar el momento de los nacimientos de las primeras ninfas, conocidas como Ninfa 1, que se puede detectar por el obscurecimiento de las ootecas cuando está cerca el nacimiento. Una vez que nacen los chapulines se les empieza a alimentar con diversas plantas que pueden diferir dependiendo del estadio de las ninfas y que se cultivan en áreas de terreno confinadas como se explica en la siguiente sección.

Antes de transferir a las Ninfa 1 al área de terreno confinado que les corresponde, se deben adaptar a la temperatura ambiente, controlando la temperatura paulatinamente.

El cuidado de esta parte del proceso es fundamental para garantizar las características adecuadas de los especímenes que constituirán la materia prima para el consumo humano y para mantener los que en una etapa posterior, se seleccionarán como el pie de cría de las próximas generaciones y a los que denominaremos "Cepa A".

Posteriormente a los chapulines de esa cepa se les corren diversos estudios de tipo genético, nutricional y organoléptico que permitirán contar con generaciones subsecuentes fértiles, homogéneas y controladas que prorrogarán y conservarán dichas características.

c) Cultivo de chapulines en terrenos confinados.

El cultivo de los cinco estados de los chapulines que se conocen como Ninfa 1, Ninfa 2, Ninfa 3, Ninfa 4 y Ninfa 5, e inclusive el estado adulto, se lleva a cabo en terrenos confinados y cultivados con las especies alimenticias previamente cultivadas en un vivero, pudiendo variar de un área a otra del terreno, dependiendo del estadio de los chapulines. Para conseguir una biomasa adecuada la dimensión del terreno debe ser mínimo de una hectárea.

El terreno se divide en cuatro zonas cuyo tamaño puede diferir y en las cuales se albergan los diversos estados de desarrollo de los chapulines. Estas áreas deben estar cubiertas con tela de mosquitero, a diversas alturas para que los especímenes no se escapen, ni puedan incrementar su territorio y que sólo emigren a la siguiente área cuando se les permita, una vez que se encuentren en las condiciones adecuadas de crecimiento. Las áreas se comunicarán entre ellas, por medio de marcos removibles a manera de bastidores, hechas de la misma tela de mosquitero, las cuales se remueven en su oportunidad. Cada área debe contar con bioprotectores para la noche, distribuidos uniformemente, hechos de materiales como estropajo, pedazos de carrizos " u otros materiales. En el área 1 se colocan jaulas que albergan a las ninfas 1, una vez que han pasado por el periodo de adaptación de la temperatura de incubación a la temperatura ambiente. Las jaulas pueden ser de diversos tamaños, aunque se recomienda que midan 40x40x40 cm., las paredes deben ser de madera o de

aluminio forradas de marquiset o tela de mosquitero. Se abren deslizando la cara removible de las jaulas para que las Ninfa 1 salgan por si solas al cultivo donde encuentran su nicho, se alimentan y continúan su desarrollo hasta el estadio de Ninfa 2. Estas ninfas se dejan en esa área aproximadamente 28 ± 5.8 días, hasta que mudan al siguiente estadio de desarrollo, la Ninfa 3. En ese momento se remueven los bastidores que dividen las áreas del terreno para que las Ninfa 3 pasen al área 2, en la cual permanecerán durante un lapso de 13.9 ± 6 días, aproximadamente. Una vez que ha transcurrido este periodo y que las Ninfas han alcanzado el estadio de Ninfa 4, se remueve el siguiente bastidor para dejarlas pasar al área 3, en la cual permanecen por un periodo de 21 ± 5 días cuando mudan al estadio de Ninfa 5. En ese momento se remueve el último bastidor para permitirles que pasen al área 4 hacia la cual, las Ninfa 5 son atraídas naturalmente por las nuevas plantas alimenticias para nutrirse mejor y en donde permanecen por un lapso de 23.5 ± 4.8 días, periodo en el que mudarán al estado adulto.

Los adultos se distinguen por las siguientes características: de 2.5 a 3 cm de largo x 0.5 a 1 cm de ancho y 0.5 a 0.8 cm de alto, en promedio de 2.8 cm. ± 0.5 para las hembras y 2.5 ± 0.5 para los machos, la coloración debe ser uniforme pudiendo, sobre un fondo verde, presentar áreas de color amarillo, café o negro, la actividad de los especímenes debe ser de alerta, que se reconoce, por las respuestas rápidas y vigorosas a distintos estímulos, como luz, sonido, contacto, calor, alimentación y agua, entre otros.

La calidad nutricional de estos especímenes es alta en proteínas, conteniendo de 62 a 67% de proteína en base seca, lo cual se verifica realizando análisis bromatológicos a muestras aleatorias de los especímenes de este grupo. La madurez sexual de los chapulines, acontece de 3 a 6 días después de haber alcanzado el estado adulto, momento en el que pueden comenzar los acoplamientos o cópulas, aunque los adultos tienen una longevidad de 86 a 104 días. Los chapulines se dejan en el área 4 hasta que se acoplan y ovipositan en la tierra y/o en las cajas para la ovoposición que se colocan previamente. Una vez que se observa que los chapulines ya no se acoplan más y que las hembras han dejado de ovipositar, se recolectan los chapulines de ambos sexos, para ser procesados como producto final y se seleccionan los individuos para el cultivo de los reproductores.

La recolección se realiza utilizando redes de rastreo hechas de tela de algodón, que se almacenan en jaulas para ser procesados posteriormente. Las otacas opositadas en la tierra se dejan en el área 4 que, para el ciclo que comienza será el área 1, y permanecen en ella hasta que las Ninfas alcanzan el estadio de Ninfa 3. Para alimentarlas adecuadamente, se introducen las plantas necesarias para esos estadios, introduciendo macetas con una base metálica y patas pequeñas, de tal forma que no lastimen las otacas que se opositan en la tierra. En este ciclo para el área 4, se deben mantener los cuidados y el control de las condiciones previstas para el área 1 descritas en el ciclo anterior.

Una vez que las Ninfas alcanzan el estadio de Ninfa 3, en estos ciclos se repiten los pasos que se describen en el inciso c), e inicia el siguiente ciclo utilizando las áreas del terreno en sentido contrario, es decir, como se ha descrito para el primer ciclo. Las cuatro áreas de terreno se utilizan cíclicamente, empezando como área 1, 2, 3 y 4 para el primer ciclo y los ciclos impares y en sentido contrario para los ciclos pares, de tal manera que cuando termina el primer ciclo con en el área 4, esa área se utiliza como área 1 para el ciclo 2, en el que se utilizan las áreas 3, 2, y 1 como 2, 3 y 4, respectivamente.

En virtud de que los chapulines se pueden comercializar desde el estadio de Ninfa 1 hasta el estado adulto porque existe mercado para ello, las Ninfas o chapulines que se comercialicen de acuerdo con el programa de producción y ventas que se establezca, se recolectan utilizando el mismo método de las redes.

d) Cultivo de reproductores en jaulas.

Como se menciona en el apartado de Obtención del Germoplasma, esta invención prevé la obtención, selección y conservación del material genético de los chapulines para conservar y mejorar la calidad genética de la población, basado en la selección cíclica de los mejores individuos en cuanto a sus características físicas y de aptitudes como reproductores. Para garantizar las características de esta especie y evitar a largo plazo alteraciones genéticas, en cada ciclo se introducen a los reproductores, una proporción de nuevos chapulines colectados en campo.

A continuación, se describe cómo se realiza el cultivo de los reproductores

Se seleccionan un número determinado de otacas de las que ovipositaron los chapulines adultos capturados en el campo y tratados como se describe en el inciso b), para formar el grupo de reproductores para lo siguientes ciclos. Las otacas seleccionadas se incuban en las mismas condiciones descritas en el inciso b) y al nacimiento de las Ninfa 1, se cultivan en cautiverio, utilizando jaulas de diferentes dimensiones, las cuales se construyen de madera ligera o aluminio, recubriendo las caras laterales con tela de mosquitero o de marquista, y doble piso. El primero de malla de cobre que permite el paso de las excretas al segundo, las que se pueden recolectar para utilizarlo como fertilizante y dejar libre de contaminación el resto de la jaula. Los marcos de la parte basal y el techo, deben ser también de madera ligera, dejando en el techo una apertura de unos 25 cm de diámetro con tapa removible, para hacer observaciones, tomar fotografías y cambiar el alimento ad libitum.

En la parte basal de las jaulas, se colocan cajas de plástico con las plantas alimenticias conteniendo algún material que mantenga la humedad, en el cual se encuentren los tallos sumergidos en agua, con el objeto de que los chapulines dispongan de alimento en buenas condiciones. Una de las caras de las jaulas será corrediza para permitir que los chapulines se vayan distribuyendo, conforme se vayan desarrollando juntando estas caras con las de otras jaulas vacías, de manera que puedan estar en cada jaula el número óptimo de especímenes según el estadio de desarrollo en que se encuentren. Una vez que los chapulines se hayan distribuido por sí mismos y que se encuentran en proporciones parecidas en las diferentes jaulas, se cierran las caras corredizas de las jaulas.

Cuando los organismos se encuentren en estadio de Ninfa 5 hacia el final de su término, se preparan las condiciones para la oviposición, una vez que suceden los acoplamientos o cópulas. Para ello, se introducen cajas de oviposición rellenas de arena de río, previamente esterilizada y/o mezclada con vermiculita, en la misma proporción mencionada en el inciso b) y en una de sus esquinas se coloca un tubo delgado o un embudo en el que se verterá el agua necesaria que permita que la humedad del medio vaya de abajo hacia arriba para mantener a las otacas en las condiciones requeridas, pero evitando el exceso de humedad o que les penetre agua. Estas cajas deben ser transparentes para monitorear las otacas y su desarrollo, a través de las caras laterales.

Una vez que las hembras han realizado la oviposición, se sacan las cajas que contienen las otacas y se pasan a la etapa de incubación. Una vez que transcurre el periodo de incubación y que nacen las primeras ninfas de ese ciclo, se seleccionan las Ninfas más grandes y activas, y se transfieren a las jaulas que albergarán a la futura primera generación de reproductores, a la que denominará F1 , y el resto, se colocarán en el área del cultivo en tierra y luego en las áreas subsecuentes para continuar con el desarrollo de los chapulines tal como se explica en el inciso c). Esto se repite constantemente en cada ciclo.

e) Cultivos y alimentación de chapulines.

La alimentación de los estados inmaduros del desarrollo o ninfas de los chapulines, se basa en germinados para los primeros estadios y en plantas cultivadas en tierra bajo condiciones controladas para los estadios posteriores, que deben poseer los precursores hormonales que permitan un mayor grado de reproducción de los chapulines.

Las Ninfa 1 y 2, se alimentan preferentemente, con germinados de maíz o de trigo provenientes de semillas certificadas, o con otras plantas de hojas suaves como *Matricaria chamomilla* o *Bidens pilosa*.

Las Ninfa 3, se nutre de acuerdo a las plantas localizadas en la región en donde se va a desarrollar el cultivo de los chapulines, de preferencia con alfalfa y plantas de *Bidens* de diversas especies, en particular *B. pilosa*, *B. bicolor*, *B. squamosa* y/o *S. oaxacana* y también con las plantas conocidas como Santa María, *Chrysanthemum parthenium* (Crisantemo), *Piper sanctus* (Hoja santa), *Salvia leucantha* (Pluma de Santa Teresa) *Taxetes lucida* (Zempaxuchitl) y *Crotalaria longirostrata* (Chipilin).

Las Ninfa 4, se alimentan con plantas cultivables de la región, preferentemente con alfalfa, *Taraxacum officinalis* (Diente de León), *Caléndula officinalis* (Caléndula) y con diversas especies nativas de Oaxaca del género *Solanum*. Las Ninfa 5 y los adultos, se alimentan con mezclas de plantas cultivables en la región, preferentemente con alfalfa mezclada con *Helianthus annuus* (Girasol Silvestre), Gigantón, *Tithonia* spp., *Cnidocolus chayamansa* (Chaya de Castilla) y con *Rumex crispus* (Lengua de Vaca).

Para evitar el uso de agroquímicos de los cultivos de las plantas en tierra que servirán como alimento de los chapulines, se manejarán policultivos de manera que los enemigos naturales actúen en caso de que surja alguna especie competidora de los chapulines. Además, se deben procurar todos los cuidados necesarios para mantener plantas vigorosas, con características que les permitan reaccionar ante la presencia de otro tipo de insecto

f) Obtención del germoplasma de plantas silvestres.

Para contar con los cultivos de plantas alimenticias, libres de agroquímicos para los chapulines, se implementa un vivero en el que se siembran las plantas silvestres mencionadas en la sección anterior. Una vez que se obtienen las semillas, se pasan por un rápido baño de agua clorada y se secan en una cámara de secado a baja temperatura de 16 a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, preferentemente a 18°C . Una parte de las semillas se almacena para obtener el germoplasma de ciclos futuros y otra parte se siembra.

Para el cultivo de las plantas se prepara el terreno para sembrarlo, cuidando el tipo de tierra, las prácticas requeridas para su remoción, volteado, homogeneización, profundidad, humedad, fertilización orgánica, etc, factores que son determinantes para la germinación y el crecimiento de diversas plantas, a partir de semillas, como: plantas de hoja suave como las diferentes especies de Bidens, alfalfa, Santa María, Diente de León, Caléndula y Chaya. También se necesitan girasol silvestre, girasol cultivado, Zempaxuchitl y Tithonia entre otras.

g) Elaboración de los germinados.

La elaboración de los germinados se realiza en una cámara o área en la que se deben mantener controladas las siguientes variables: temperatura de 23 a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y preferentemente a 28°C , humedad relativa de 34% a 87% , preferentemente de 65% y foto período de 12hrs. Se colocan charolas, a distintos niveles, que contienen un sustrato húmedo, en donde se ponen las semillas de maíz o de trigo, rodándolas para mantener la humedad constante del cultivo y permitir el desarrollo hasta una altura de 15 a 20 cm. Se separan los germinados de las charolas y se fraccionan para alimentar a las primeras ninfas.

h) Preparación de chapulines para su venta.

Con esta invención, los chapulines que se colectan para ser procesados para el consumo, serán homogéneos en tamaño, coloración, propiedades nutrimentales y estarán libres de contaminantes y compuestos tóxicos. El proceso para la preparación consta de los siguientes pasos: recolección, primera selección, ayuno, enfriado, segunda selección, lavado, cocción, secado, tercera selección, preparación, condimentación, envasado, y embalaje.

La recolección se realiza utilizando, preferentemente redes de rastreo, aunque se puede realizar manualmente o cortando y sacudiendo la planta. La recolección se debe realizar durante las horas más frías del día, ya que los chapulines son animales poiquilotermos, es decir que rigen su actividad por la temperatura del ambiente y están menos activos cuanto más frío el ambiente. Una vez recolectados se almacenan en una jaula y se dejan en ayuno durante un día, con el fin de eliminar el contenido del tubo digestivo y evitar sabores desagradables y amargos.

Tras el día de ayuno, los chapulines se colocan en una cámara de enfriamiento para inmovilizarlos y desechar a los chapulines que no cumplan con las características deseables. Posteriormente se les da ligero lavado con agua para eliminar restos de heces o de hojas y dejarlos listos para la cocción que puede ser en agua, asados o fritos. La cocción se realiza vertiendo los chapulines en recipientes de cualquier material, pero se prefiere utilizar los de acero inoxidable, con agua salada hirviendo y se remueven constantemente manteniendo el fuego bajo, hasta que viran a color rojo, cuestión que sucede de 3 a 10 minutos, generalmente a los 5 minutos. En ese momento se retiran utilizando coladores grandes de tela metálica con un diámetro amplio y se transfieren a bastidores rectangulares de 80 x 40 cm con malla de 1 mm de diámetro, en donde se distribuyen con movimientos suaves sobre la superficie para eliminar el agua restante y pasarlos posteriormente a una estufa de secado con una temperatura de a 35 a 60 °C \pm 3°C, preferentemente a 50 °C, para no desnaturalizar sus proteínas. Se mantienen en estas condiciones durante dos o tres días.

Una vez transcurrido el tiempo de secado, se transfieren los chapulines a una mesa para separarlos manualmente, agruparlos por tamaños y formar lotes homogéneos, desechando los especímenes que no cumplan con los estándares de calidad y se procede a su preparación y condimentación, que consiste en agregarles condimentos como jugo de limón, ajo molido, chiles de diferentes variedades, pimentón, pimienta, entre otros. Los condimentos pueden variar en proporción, en función del producto terminado que se requiere. Los chapulines ya preparados están listos para ser envasados y comercializados.

El procesamiento de los chapulines de la presente propuesta está concebido para que el procedimiento sea homogéneo, pueda ser repetible y confiable con cualquier cosecha de chapulines. Para lograrlo se deben establecer estándares de las variables involucradas en cada uno de los pasos para determinar la norma de elaboración del producto.

EJEMPLO:

Se recolectan chapulines adultos, 100 machos y 300 hembras en el campo utilizando una red de rastreo y se seleccionan los especímenes que tengan un tamaño aproximado a de 2.5 a 3 cm de largo x 0.5 a 1 cm de ancho y 0.5 a 0.8 cm de alto, en promedio de 2.8 cm. \pm 0.5 para las hembras y 2.5 ± 0.5 para los machos, cuya coloración sea uniforme pudiendo, sobre un fondo verde, presentar áreas de color amarillo, café o negro y con una actividad de alerta, que se reconoce, por las respuestas rápidas y vigorosas a distintos estímulos, como luz, sonido, contacto, calor, alimentación y agua, entre otros. El mismo día, los chapulines seleccionados se pasan a jaulas que contienen diversas plantas alimenticias, cultivadas bajo control y libres de agroquímicos, mediante la implementación de policultivos. Las plantas son: alfalfa mezclada con *Helianthus annuus* (Girasol Silvestre), Gigantón, Titono spp., *Cnidocolus chaya mansa* (Chaya de Castilla) y con *Rumex crispas* (Lengua de Vaca). Antes de transferir a los chapulines, se colocan en las jaulas las cajas de oviposición que son de material transparente y rellenas con tierra o arena de río esterilizadas y/o mezcladas con vermiculita, en una proporción de 1 parte de vermiculita por dos partes

arena y en caso de que la mezcla sea con tierra, la proporción deberá ser de 1 parte de vermiculita por tres partes de tierra. Se mantiene la tierra o arena floja, y se mantiene la humedad relativa de 60 a 65%.

El acoplamiento de los chapulines empieza desde que son transferidos a las jaulas y, tras 4 o 5 días inicia la oviposición con el depósito de las ootecas en la tierra floja y húmeda. Cada ooteca aloja alrededor de 30 huevecillos y una vez que las hembras han ovipositado, se sacan las cajas que contienen las ootecas, se verifica que no haya perforaciones recientes de oviposición en la arena o tierra y se cuentan las ootecas por caja. Las cajas de oviposición se colocan charolas para incubarlas en una estufa calibrada a una temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa de 70% HR. El periodo de incubación es de alrededor de 150 días ya que pasan por una diapausa (detenimiento del desarrollo), durante los cuales, se debe mantener una vigilancia diaria de las condiciones de humedad y temperatura para evitar el desecamiento de las ootecas o la formación de hongos y detectar el momento de los nacimientos de las Ninfa 1. Este momento se puede detectar por el oscurecimiento en el color de las ootecas, cuestión que sucede cuando está cerca el nacimiento.

Como producto de la incubación de esos huevecillos se obtienen aproximadamente 7200 Ninfa 1, de los cuales, se debe calcular un 20 % de mortalidad por distintas causas naturales cuando alcanzan el estado adulto. Los chapulines se alimentan con diversas plantas que pueden diferir dependiendo del estadio de las ninfas y que se cultivan en áreas de terreno confinadas como se explica en la siguiente sección. Antes de transferir a las Ninfa 1 al área de terreno confinado que les corresponde, se pasan por un periodo de adaptación paulatino a la temperatura ambiente, mediante cambios de temperatura controlados. Una vez que los chapulines se han desarrollado y cuando llegan al estado adulto, se seleccionan 300 hembras y 100 machos como el pie de cría de las próximas generaciones, que denominaremos "Cepa A". Estos chapulines se llevan al cultivo de reproductores en laboratorio y se les practican diversos estudios de tipo genético, nutricional y organoléptico para garantizar generaciones subsecuentes fértiles, homogéneas y controladas que prorrogarán y conservarán dichas características.

Para continuar con el desarrollo adecuado de los chapulines en cultivo, la alimentación de las Ninfas 1 y 2 se basa en germinados de semillas certificadas de maíz o trigo, o en plantas de hoja suave, y en plantas cultivadas en tierra bajo condiciones controladas para los estadios posteriores. Se cuida que las plantas alimenticias posean los precursores hormonales necesarios para lograr el mayor grado de reproducción de los chapulines.

Una vez que las Ninfas 1 se han adaptado a la temperatura ambiente, se trasladan al área de terreno confinado que les corresponde y se les alimenta con germinados de maíz o de trigo provenientes de semillas certificadas, o con otras plantas de hojas suaves como *Matricaria chamomilla* o *Bidens pilosa*, durante 15.5 ± 7 días las primeras ninfas y 12.5 ± 4.7 las segundas.

Pasado este periodo, los chapulines han mudado al estadio de Ninfa 3 y se les deja pasar al área contigua de terreno confinado en el que permanecerán $13.9 + 6$ días, se alimentan con alfalfa y plantas de *Bidens* de diversas especies, en particular *B. pilosa*, *B. bicolor*, *B. squamosa* y/o *S. oaxacana* y también con las plantas conocidas como Santa María, *Chrysanthemum parthenium* (Crisantemo), *Piper sanctus* (Hoja santa), *Salvia leucantha* (Pluma de Santa Teresa) *Taxetes lucida* (Zempaxuchitl) y *Crotalaria longirostrata* (Chipilin). Una vez que han mudado al estadio de Ninfa 4, se dejan pasar a la siguiente área del terreno confinado para alimentarlas con alfalfa, *Taraxacum officinalis* (Diente de León), *Caléndula officinalis* (Caléndula) y con diversas especies nativas de Oaxaca del género *Solanum*, durante un periodo de 21 ± 5 días, tras el cual, los chapulines en desarrollo mudan al estadio de Ninfa 5, momento en el que se les deja pasar a la última de las áreas del terreno confinado, en la que se les deja por $23 + 5$ días y se alimentan con mezclas de plantas cultivables en la región, como alfalfa mezclada con *Helianthus annuus* (Girasol Silvestre), Gigantón, *Tithonia* spp., *Cnidioscolus chayamansa* (Chaya de Castilla) y con *Rumex crispus* (Lengua de Vaca). De 3 a 5 días después de que los chapulines alcanzan el estado adulto empiezan a acoplarse, por lo que en esta área se preparan las condiciones para la oviposición, manteniendo la tierra floja y húmeda y colocando cajas para oviposición como las descritas anteriormente.

Una vez que la oviposición concluye, se inicia un nuevo ciclo. De las cajas de oviposición que se recolectan, se seleccionan 100 ootecas que representan aproximadamente 3,000 huevecillos, de los que restarán 2,400 una vez descontada la mortalidad del 20% para el cultivo de los reproductores en el laboratorio. Los chapulines se pueden comercializar desde el estadio de Ninfa 1 y hasta el estado adulto, sin embargo, en este ejemplo se cultivan los chapulines hasta el estado adulto, obteniendo 70,600 chapulines y se consigue una biomasa en peso fresco de 42.360 Kg, una vez descontada la mortalidad del 20%.

A los chapulines del estado adulto, se les corren diversos estudios de tipo genético, nutricional y organoléptico para garantizar generaciones subsecuentes fértiles, homogéneas y controladas que prorrogarán y conservarán dichas características.

CAPÍTULO III

SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO

3.1 PRESENTACIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA.

Se explica el proceso de manufactura propuesta, la adaptación e implementación de equipos y tecnologías que permitirán que nuestro producto mantenga todos los nutrientes que son aportados por el insecto de forma natural, con el beneficio de industrialización disponible en el mercado actual.

En el diagrama 1 se muestra el proceso productivo de la harina a base de chapulín, se presenta las partes representativas de las cadenas de producción que nos permitirá obtener harina de calidad.

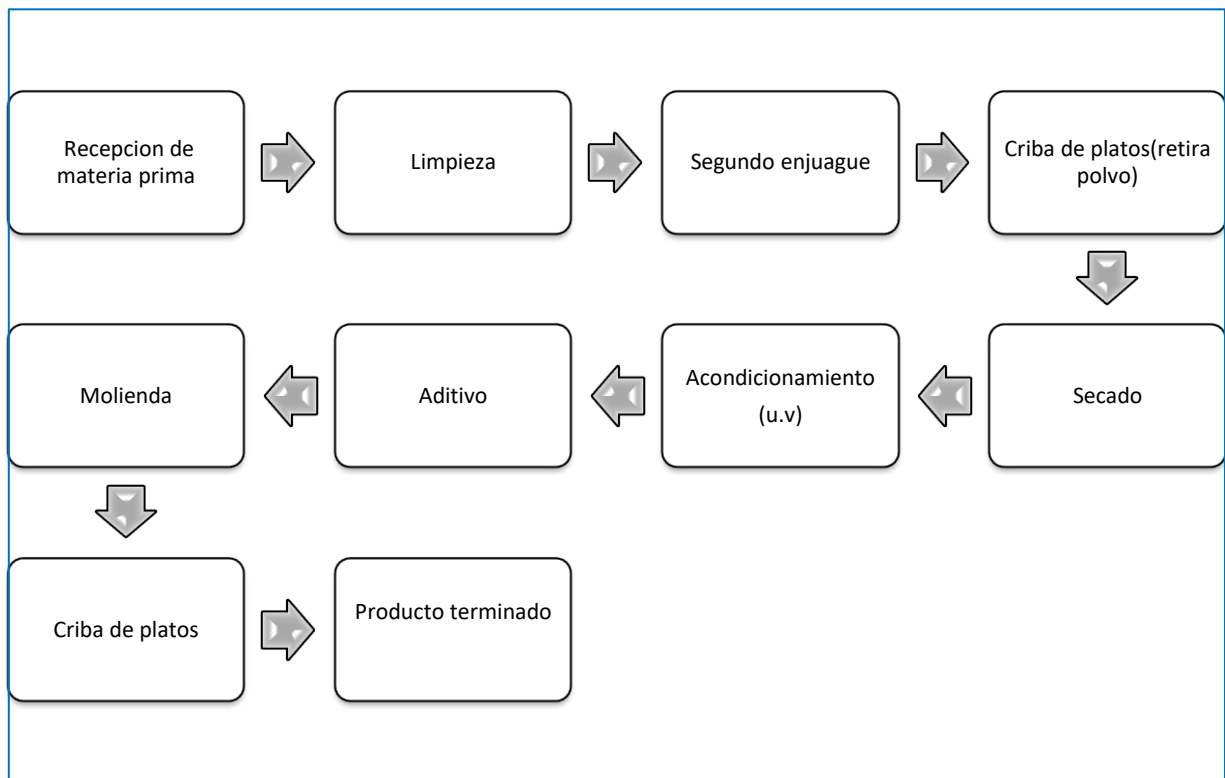


Diagrama 1 Proceso de Producción

En el diagrama 1 se observa el proceso paso a paso y continuo para la elaboración de harina de chapulín en cada proceso se cuenta con maquinaria específica para el cuidado ideal del producto.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Para obtener una harina de chapulín consistente y con una calidad específica, el molinero debe realizar un análisis de todos los lotes de chapulín que dispone y almacenarlos en condiciones óptimas. Según la calidad deseada, los chapulines se limpian, acondicionan y muelen.

El objetivo de la molienda es extraer la mayor cantidad de harina blanca posible. Esto se logra por medio de una molienda gradual, que se divide en procesos de trituración, cernido, purificación y compresión.

Esto no resulta nada fácil debido a la forma irregular del chapulín y sin importar cual tipo de molienda se lleve a cabo, la harina siempre termina con trazas de insectos.

1. Control del producto

Cuando se recibe el chapulín en el molino se debe someter a una serie de pruebas de laboratorio, para verificar que cumpla con las condiciones correctas para su almacenamiento, molienda y consumo. De acuerdo a los resultados, se almacena y se clasifica por lotes, para ser posteriormente usado según el producto final requerido.

2. Almacenamiento

El chapulín se almacena en silos. Para completar este paso correctamente, es necesario fijarse atentamente en las características descritas en el recibo, para evitar mezclar los lotes. También es de gran importancia tener presente la temperatura y la humedad de almacenamiento, ya que de esto depende su buena conservación, y los efectos que pueden generar las plagas, hongos u otras enfermedades.

3. Proceso de limpieza

El chapulín debe pasar por diferentes etapas de limpieza antes de empezar con el proceso de molienda. Los equipos de limpieza retiran los elementos ajenos al chapulín sano —como las piedras, otros cereales, tallos, piezas metálicas, entre otros—, de acuerdo con el peso específico, el

comportamiento con el aire, la forma, la longitud, el espesor, el comportamiento magnético o el color.

4. Acondicionamiento

El acondicionamiento es el tratamiento de humedad (14,5 – 17,5%) y tiempo (4 – 48 horas), que atraviesa el chapulín antes de entrar a la molienda. El objetivo principal de este proceso consiste en mejorar el estado físico del insecto, para lo cual se endurece el insecto hasta su máximo de elasticidad y se ablanda el endospermo.

Por medio del ajuste del porcentaje de humedad del insecto durante el acondicionamiento, el molinero logra una molienda óptima, que consiste en obtener la mayor cantidad de harina, con la mínima contaminación de restos.

Al realizar cualquier tipo de variación en el acondicionamiento, principalmente se produce un efecto en el porcentaje de ceniza, en la cantidad de almidón dañado y en la humedad de la harina.

5. Trituración

La trituración consiste en fragmentar el insecto para después limpiarlo y con esto retirar la mayor cantidad de harina blanca que se encuentra adherida al insecto. La ruptura se realiza con cilindros de acero estriados de giro opuesto, a distinta velocidad uno del otro. El producto de la primera trituración pasa a la etapa de cernido y el producto rechazado, más grueso, pasa a la siguiente trituración, para que se pueda seguir limpiando. Estos procesos de trituración y clasificación se repiten tantas veces cuanto sea necesario, para lograr obtener un salvado libre de harina.

Hay que tener en cuenta que los cilindros de trituración, a medida que avanza la molienda, deben tener más estrías y el cernido, que clasifica el producto molido, debe ser cada vez más cerrado.

6. **Cernido**

Todo el producto que pasa por los cilindros de trituración o compresión pasa a los cernedores. Estas máquinas tienen varias secciones y cada sección, a su vez, tiene varias cribas de cernido revestidas con mallas de nylon o de acero inoxidable, que sirven como coladores.

El trabajo de los cernedores consiste en realizar una clasificación por tamaño: durante la sección de la primera trituración el producto que se muele se clasifica en producto grueso, partes gruesas, partes finas y harina.

El producto grueso pasa para el siguiente paso de trituración; las partes avanzan hacia un paso de purificación y la harina se lleva a un tornillo sin fin, donde se mezcla con las harinas separadas en cada sección. Esta separación se logra por la acción del movimiento circular del cernedor, que permite a las partículas finas pasar a través de la abertura de la malla y, a las gruesas, seguir el recorrido hacia el siguiente paso de molienda.

7. **Purificación**

Las partes producidas en la primera trituración, tanto las finas como las gruesas, que son clasificadas durante el cernido, pasan a los purificadores. La función principal del purificador es separar las partículas del insecto y restos no comestibles por medio de corrientes de aire. Esto es posible porque las partículas del insecto tienen mayor resistencia al aire que los restos, por lo que corren por la parte inferior del flujo, mientras que las partículas de basura flotan hacia la salida del purificador.

La segunda función consiste en clasificar los productos en varios rangos de tamaño de partícula por medio de una criba recíproca ligeramente inclinada en forma descendente. La criba está revestida con una serie de telas de nylon, cuyas aperturas son relativamente pequeñas en la cabeza y se van agrandando progresivamente hacia el extremo opuesto de la criba.

Las partes limpias, que representan el producto más pesado y que se han clasificado en partes de diferentes tamaños, pasan a los cilindros de compresión de acuerdo con su granulometría. El producto restante debe ser llevado a un paso de trituración para finalizar su limpieza.

8. Compresión

Con las primeras compresiones se busca producir fragmentos más pequeños del insecto, que fueron previamente separados en el proceso de purificación. El producto derivado de esta etapa pasa al cernido para ser clasificado por tamaño y después continuar con los siguientes pasos de compresión. Con este proceso se obtiene un producto de mayor pureza y, la parte más frágil que del insecto, se desintegra de forma más rápida que este, lo que permite separarla posteriormente, en el cernido.

Otro banco de compresión recibe un producto clasificado y al pasar por los cilindros lisos, que luego será separado en otra sección del cernido.

9. Mezclado

En cada sección de los cernedores se extrae harina de una parte diferente del insecto. Para no tener variaciones en la harina final, se debe mezclar para obtener una harina uniforme y consistente.

Si el molinero lo desea, puede retirar o hacer mezclas de corrientes seleccionadas, con el objetivo de crear harinas con características específicas, como puede ser una harina muy blanca de bajo contenido de ceniza que proviene del centro del insecto o una harina oscura que se obtiene a partir del exterior del insecto.

10. Tratamientos

En la mayoría de los casos, los tratamientos para la harina se realizan y deben agregarse en este momento del proceso. Deben completarse con gran precisión para asegurarse de que se mezclen correctamente con la harina.

11. Empacado

El proceso de producción de un molino termina cuando se envía la harina a la sección de empacado o a los silos de almacenamiento a granel. Cada uno de los lotes se marca con un código que sirve de referencia en el caso de encontrar una falla o una inconformidad del producto terminado.

Para la venta al por menor, la harina puede empacarse en presentación familiar de 500 gr. o 1 kg; para los despachos a las panaderías son comunes las bolsas de 25 a 50 kg o, también, a granel directamente en los camiones.

A continuación, se muestra el diagrama de proceso de la elaboración de harina de chapulín. Diagrama 2 .

DIAGRAMA DE PROCESO

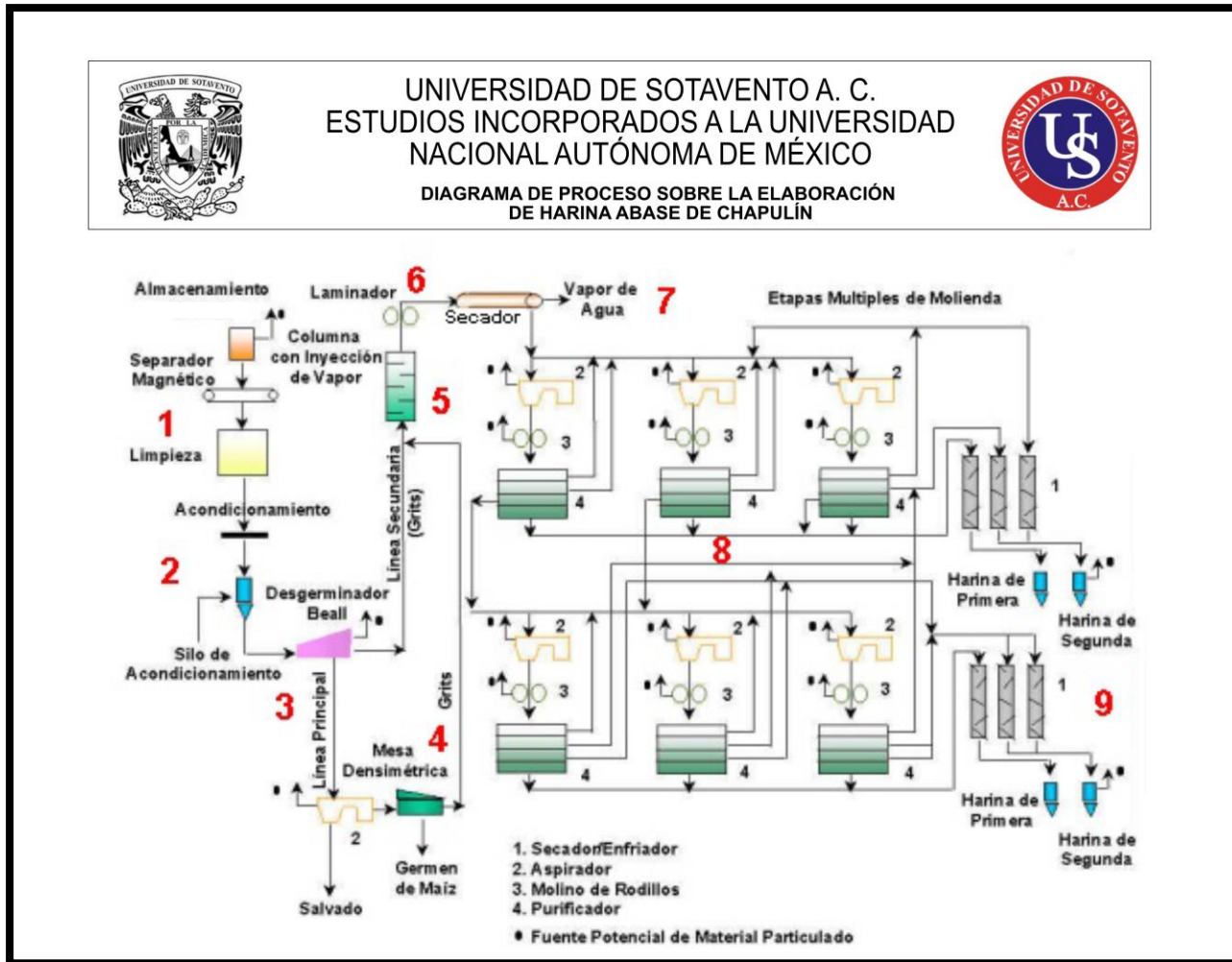


Diagrama 2 Diagrama de proceso de la elaboración de harina de chapulín

3.3 SELECCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO TECNOLÓGICO

Comenzaremos por describir equipos y máquinas a utilizar en el proceso de producción el cual es en el que nos adentramos



Figura 5 Contenedor de acero inoxidable

Descripción del equipo: contenedor de acero inoxidable (figura7) con una capacidad de 400 kg. De materia prima reforzada y fácil de maniobrar

Costo: \$ 4,000.00 mn.



Figura 6 Olla industrial

Descripción del equipo: Una olla industrial (figura 8) con capacidad de 200 L. Su material es de acero inoxidable y cuenta con una llave de nariz para retirar el líquido y así reiniciar el proceso.

Costo: \$ 4,950.00 mn.



Figura 7 Marmita de tipo industrial

Descripción del equipo: Una marmita de tipo industrial (figura 9) fabricada de acero inoxidable con una base fija y un mecanismo de movimiento para reitar la materia en proceso.

Costo: \$50,000.00 mn.



Figura 8 Malla de acero inoxidable

Descripción del equipo: Una malla elaborada de acero inoxidable (figura 10) para colocarse en una olla de 200 lt.

Costo: \$ 1,300.00 mn.



Figura 9 Olla de acero inoxidable

Descripción del equipo: una olla de 200 lt. De acero inoxidable (figura 11) con un base soldada en la parte inferior con ruedas giratorias a 360° para su mayor movilidad

Costo: \$ 3,000.00 mn.



Figura 10 Secadora Industrial

Descripción del equipo: una secadora industrial (figura 12) con una capacidad de 50kg. De producto utilizando la energía eléctrica para generar vapor y de este modo secar el producto eliminando así bacterias.

Costo: \$ 17,300.00 mn.



Figura 11 LAMPARA U.V.

Descripción del equipo: una lámpara u.v (figura 13) utilizando la luz tipo led con 192 leds. Para una mejor limpieza y una potente luz ultra violeta.

Costo: \$ 1,200.00 mn.

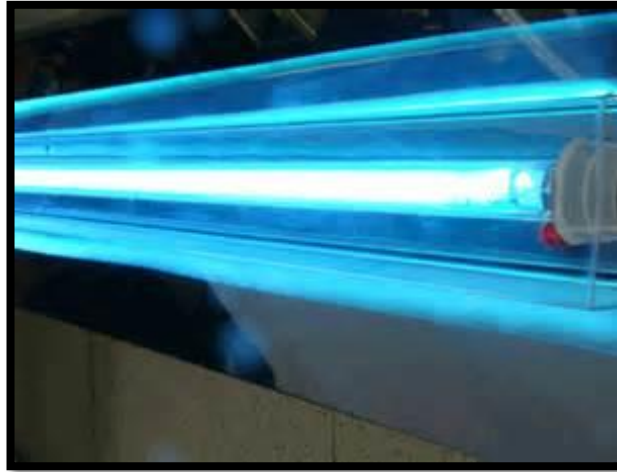


Figura 12 Lámpara tipo barra U.V.

Descripción del equipo: Lámpara tipo de barra U.V. (figura 14) fija en donde pasara el producto y utilizara la luz ultravioleta para una mayor limpieza.

Costo: \$ 900.00 mn.



Figura 15 Molino Industrial

Descripción del producto: un molino industrial (figura 15) automatizado para la elaboración de harina accionado por fuerza neumática.

Costo: \$ 23,000.00 mn.

A continuación, en la tabla 22 se presenta la lista de materiales y equipo indispensable en el área de producción de la industria de harina de chapulín, también se presenta las características de los equipos, las unidades requeridas y el costo aproximado de los productos recomendados. Cabe mencionar que estos costos están dispuestos a cambio dependiendo la inflación y el valor del dólar.

EQUIPOS PARA EL PROCESO DE MANUFACTURA DEL CHAPULÍN PARA ELABORACIÓN DE HARINA.					
EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	CAPACIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
OLLA INDUSTRIAL	Elaborada de acero inoxidable	Capacidad de 200kg.	2	\$4,950	\$9,900.00
CONTENEDOR	Elaborada de acero inoxidable	Capacidad de 400kg.	3	\$4,000.00	\$12,000.00
MARMITA INDUSTRIAL	Elaborada de acero inoxidable	Capacidad de 200kg.	1	\$50,000.00	\$50,000.00
MALLA PARA OLLA INDUSTRIAL	Elaborada de acero inoxidable	Capacidad de 200kg.	4	\$1,300.00	\$5,200.00
OLLA INDUSTRIAL MOVIBLE	Elaborada de acero inoxidable	Capacidad de 200kg.	2	\$3,000.00	\$6,000.00
SECADORA INDUSTRIAL	acero inoxidable	Capacidad de secado 200kg.	1	\$17,300.00	\$17,300.00
LAMPARA U.V MOVIBLE	Focos tipo led. Y base de plasticoplástico	rango de 200 nm	1	\$1,200.00	\$1,200.00
LAMPARA UV. DE BARRA	fluorescentes lineales	rango de 200 nm	2	\$3,000.00	\$6,000.00
MOLINO INDUSTRIAL	acero inoxidable partes de acero al carbón	20 kg. Hasta 4000 kg p/h.	1	\$23,000.00	\$23,000.00
BANDA TRANSPORTADORA	de silicón y hule	altas temperaturas	2	\$48,000.00	\$96,000.00
CRIBA DE PLATOS	acero inoxidable y base de acero al carbón	60" de dos mallas	1	\$20,000.00	\$20,000.00
Tubería de PVC.	PVC. Hidráulico	1 y 1/2 pulgada P/tramo	3	\$220.00	\$660.00
tubería de metal	acero inoxidable	1 y 1/2 pulgada	3	\$500.00	\$1,500.00
válvula de paso	acero inoxidable	1 y 1/2 pulgada	6	\$100.00	\$600.00
válvula	PVC. Hidráulico	1 y 1/2 pulgada	6	\$120.00	\$720.00
conexiones p/tuberías	Acero inoxidable y PVC. Hidráulico	1 y 1/2 pulgada	10	\$35.50	\$355
Bomba	acero a carbón y plástico hidráulico	1hp	2	\$3,000	\$6,000.00
Montacargas		Capacidad 100kg.	1	\$70,000.00	\$70,000.00
diablo de plataforma	acero templado y partes de plástico	Capacidad de 300kg.	2	\$2,000.00	\$4,000.00
				TOTAL	\$630,435.00

Tabla 22 Lista de maquinaria y equipo necesarias para el proceso

3.4 PLAN DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

PUNTOS PARA REALIZAR UN MANTENIMIENTO:

1. Levantamiento de equipos, listado de maquinaria, equipos o sistemas involucrados.
2. N° de operación. Se refiere al número de hoja y corresponde una hoja por máquina o equipo.
3. Actividad. Especifica las revisiones, servicios, limpiezas, etc.
4. Realizo. Indica el encargado de realizar el trabajo.
5. Frecuencia. Con que frecuencia se realizan los trabajos, semanales, mensuales, trimestrales, etc.
6. Periodo. Marca el día inicial y el final del trabajo que regularmente es en periodos mensuales.
7. Observaciones. Espacio destinado para anotaciones de eventualidades o reprogramaciones.
8. Elaboró. Nombre del operador.
9. Nombre del encargado.

Descripción de la tabla de mantenimiento: En la tabla 25 se observa en la primera columna el nombre de **equipos** a los cuales se les dará un mantenimiento de tipo preventivo se identificarán por números. Para evitar errores y tener una exactitud en cuanto a realizar el mantenimiento para el equipo.

En la segunda columna se observa **realizo** aquí se colocará el nombre o puesto de la persona que realice el mantenimiento.

En la tercer columna se observa **m, b, s** las cuales por su iniciales van colocadas de la siguiente manera en donde **m=mensual, b=bimestral, s=semestral**

En la cuarta columna es **día** en donde se especificará el día del mes en curso del día 1 al día 30 señalando en que día se realizó el mantenimiento.

En la última columna se encuentra **horas** donde se señala cuantas horas se ocuparon para realizar este mantenimiento. En la tabla 23 se muestra una propuesta al plan de mantenimiento de la planta.

EQUIPO	REALIZO	PERIODO (D,M, B, S)	DIA	MES Y AÑO	TIEMPO(hrs.)
OLLA INDUSTRIAL		DIARIO	1	ene-17	1
CONTENEDOR		DIARIO	1	ene-17	1
MARMITA INDUSTRIAL		DIARIO	1	ene-17	1
MALLA PARA OLLA INDUSTRIAL		DIARIO	1	feb-17	1
OLLA INDUSTRIAL MOVIBLE		DIARIO	1	feb-17	1
SECADORA INDUSTRIAL		BIMESTRAL	4	feb-17	3
LAMPARA U.V MOVIBLE		BIMESTRAL	3	may-17	1
LAMPARA UV. DE BARRA		BIMESTRAL	2	abr-17	1
MOLINO INDUSTRIAL		BIMESTRAL	2	jun-17	3
BANDA TRANSPORTADORA		SEMESTRAL	2	mar-17	4
CRIBA DE PLATOS		MENSUAL	4	jul-17	3
TUBERÍA DE PVC.		SEMESTRAL	6	ago-17	6
TUBERIA DE METAL		SEMESTRAL	7	oct-17	6
VALVULA DE PASO		SEMESTRAL	8	sep-17	6
VALVULA		SEMESTRAL	12	sep-17	6
CONEXIONES P/TUBERIAS		SEMESTRAL	12	sep-17	6
BOMBA		MENSUAL	15	may-17	2
MONTACARGAS		SEMESTRAL	22	nov-17	4
DIABLO DE PLATAFORMA		SEMESTRAL	15	nov-17	1

Tabla 23 Plan de mantenimiento de la planta.

3.5 CAPACIDAD DE PLANTA

PRIMER PARÁMETRO

El primer parámetro se obtiene de nuestro estudio de mercado en él se analizan los resultados de nuestra pregunta para evaluar el nivel de aceptación del producto (harina de chapulín) en la población que puede variar entre la población, es por eso, que se divide por fines prácticos y objetivos. En la tabla 24 se muestra los resultados obtenidos en donde la población se divide en hombres y mujeres que a la vez se subdividen en si es joven, adulto, anciano.

Número de compradores posibles para el mismo tipo de producto en un determinado mercado.

<i>ESTARÍA DISPUESTO AL CONSUMO DE ALIMENTOS A BASE DE INSECTOS</i>				
PERSONAS		SI	NO	TOTALES
HOMBRES	JOVEN	84	33	117
	ADULTO	145	55	200
	ANCIANO	63	33	96
MUJERES	JOVEN	66	78	144
	ADULTA	74	66	140
	ANCIANA	69	33	102
TOTAL		<u>501</u>	298	799

Tabla 24 La tabla muestra los resultados del estudio de mercado

SEGUNDO PARÁMETRO

En el segundo parámetro a considerar se hace una evaluación de los precios los precios son considerados uno a través del estudio de mercado, y el otro considerando los precios de los productos similares o sustitutos en el mercado. Como nuestro producto no cuenta con competencia directa se considera los productos sustitutos, productos que, si bien no son competencia directa, son productos que pueden ser elegidos por el mismo comprador.

En la tabla 25 se tiene la interpretación de los resultados del estudio de mercado donde los encuestados fueron interrogados acerca del precio que estaría dispuestos a pagar por el producto sabiendo que el producto es novedoso y pretende a satisfacer una necesidad social. En la tabla 26 se presenta los resultados del estudio económico de la competencia, productos similares sustitutos y su precio en su presentación de 1 kg.

Precio promedio del producto en el mercado

PREGUNTA 7	¿CUÁNTOS ESTARÍAS DISPUESTO A PAGAR POR HARINA DE 1 KG?	
PRECIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
\$21.50	55	11%
\$22.00	320	64%
\$33.50	105	21%
\$35.00 a mas	21	4%
TOTAL	501	100%

Tabla 25 Muestra las respuestas al estudio del mercado

En la tabla 26 se presenta los resultados del estudio económico de la competencia, productos similares sustitutos y su precio en su presentación de 1 kg. Se muestra la lista de precios en la economía actual, con precios promedios de los productos en diversos mercados:

ENTIDADES	PRECIO 1 KG DE HARINA
MASECA	\$21.50
SELECTA	\$26.50
TRES ESTRELLAS INTEGRAL	\$35.50
SAN BLAS	\$30.00
MINSA	\$33.00
ENCUESTA realizada por el estudio	\$35.00
PRECIO	<u>\$35.00</u>

Tabla 26 Lista de precios de los principales competidores

TERCER PARÁMETRO

El tercer parámetro se centra en conocer la cantidad de insumo consumida por el usuario promedio en una determinada unidad de tiempo. Se construye una tabla en donde se agrupan las respuestas que se obtengan este parámetro se obtiene del estudio del mercado. Donde todos los resultados obtenidos son evaluados y clasificados para implementar métodos estadísticos que nos permita conocer el consumo promedio de la población a la semana. En la tabla 27 se muestra los resultados del estudio del trabajo

Cantidad promedio de consumo per cápita en el mercado.

PREGUNTA	¿APROXIMADAMENTE QUE CANTIDAD DE HARINA DE 1 KG COMPRA SEMANALMENTE					
	FRECUENCIA OBSERVADA	PROMEDIO	FRECUENCIA ACUMULADA	PROMEDIO ACUMULADO	X= MARCA DE CLASE	X*FO
CANTIDAD						
0 A 1	70	29%	70	29%	0.5	35
1 A 3	87	37%	157	66%	2	174
3 A 5	48	20%	205	86%	4	192
5 A 7	33	14%	238	100%	6	198
TOTAL	<u>238</u>	100%				<u>599</u>

Tabla 27 Tabla de correlación para obtener tercer parámetro.

PRODUCCIÓN (CAPACIDAD INSTALADA)

En la tabla 28 se muestran la inversión inicial contemplando los conceptos económicos de inversión inicial, por ejemplo: costos fijos y costos variables.

CONCEPTO	INVERCION INICIAL
COSTOS FIJOS	\$990,660.00
COSTOS VARIABLES	\$1,783,400.00
EQUIPO DE PRODUCCION	\$630,435.00
COSTO DE VENTAS	\$68,000.00
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$2,774,060.00
ADAPTACIONES	\$572,420.00
TOTAL. INVERSION	\$6,818,975.00

Tabla 28 INVERSION

RENTABILIDAD:

La inversión inicial es de \$6,818,975.00 considerando algunos conceptos como ejemplo, costos variables, costos fijos, y costos de producción etc....en la tabla 29 a continuación se muestra el resultado de la rentabilidad económica en cuanto a inversión obteniendo una ganancia de recuperación de la inversión del primer año generando \$9,932,673.00 Dejando una ganancia de \$3,113,698.00

PRODUCCION	480000
INGRESO	16800000
COSTO DE PRODUCCION	2774060
COSTO DE ADMINISTRACION	42500
COSTO DE VENTAS	68000
SUMA	2884560
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	13915440
IMPUESTOS 30%	4174632
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	9740808
DEPRECIACION	191865.7
FLUJO NETO DE EFECTIVOS SIN GASTOS FINANCIEROS	9932673.7

Tabla 29 RELACION COSTO BENEFICIO.

Conclusión

El chapulín originario de la ciudad de Oaxaca y abundante es un insecto comestible muy rico en nutrientes sobresaliendo la proteína las grasas saludables etc. Es por ello que actualmente ocurre un incremento en el consumo de los mismos o distintos productos elaborados siendo el chapulín su base principal es por ello que se decidió implementar una propuesta tecnológica de una línea de producción para la elaboración de harina de chapulín

La implementación de este modelo propuesto de una línea de producción para la manufactura de harina de chapulín puede ser valorada como útil para casos futuros de su venta y o comercialización dependiendo los objetivos de cada individuo.

En este libro se dan las especificaciones necesarias como lo son las tecnológicas las físicas y el cultivo para mantener una materia prima suficiente para la elaboración del producto el cual se explica el proceso desde la recolección hasta la llegada a la línea de producción

Se implementan algunas tecnologías conocidas y algunas adaptaciones para el proceso ya que como se sabe el chapulín es un alimento muy delicado y es por ello que se cuidan los detalles para que pudiera elaborarse un producto de gran calidad.

Bibliografía

Título: La entomofagia en México (algunos aspectos culturales)

Autores: Felipe Carlos Viesca Gonzales y Alejandro Tonatiuh Romero Contreras

Título: entomofagia alimentación con insectos

Autor: Lizama Juan

Título: entomofagia: insectos iconos de la gastronomía mexicana

Autores: Julio Cesar Díaz Aguilar y Carlos Alberto Moreno Sánchez

Velázquez Soto, Indolina, "Flores e insectos en la dieta prehispánica y actual de México", <http://www.alberto-peralta.com/e_books/Flores_insectos_dieta_prehispanica.pdf>, (octubre 2014)

García Vera, Irma Argentina, "Entomofagia, ¿costumbre, locura o nutrición al 100%?", <http://www.uaemex.mx/Culinaria/primer_numero/entomofagia.html>, (octubre 2014)

Título: fundamentos de manufactura moderna: materiales procesos y sistemas

Autor: Groover, Mikell P.

Título: manufactura, ingeniería y tecnología 5ta, edición

Autor: S. Kalpakjian y S. Schmidt

Título: la gestión en la producción

Autor: Raúl Vilcarromero Ruiz

Título: el sistema de producción y operaciones pdf.

Autores: Roberto Carro Paz y Daniel González Gómez

GLOSARIO:

- **Antropoentomofagia:** El consumo de insectos.
- **Desmedro:** El desmedro nutricional es cuando los niños han padecido desnutrición por años y su recuperación al 100% no es posible.
- **Entomofagia:** ingesta de insectos y arácnidos, o artrópodos en general, como alimento para los humanos y los animales, un hábito alimenticio muy extendido en algunas culturas de la Tierra.
- **Germinados:** Los germinados son uno de los pocos alimentos que ingerimos cuando aún están vivos, lo cual aumenta enormemente su valor nutricional.
- **Germoplasma:** El germoplasma es el conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras.
- **Manufactura:** Consiste en la transformación de materias primas en productos manufacturados, productos elaborados o productos terminados para su distribución y consumo.
- **Marginadas:** Que esta socialmente aislado o en situación de inferioridad.
- **Oligoelementos:** son bioelementos presentes en pequeñas cantidades en los seres vivos y tanto su ausencia como su exceso puede ser perjudicial para el organismo.
- **Organoléptico:** son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general.
- **Ovoposición:** Es un órgano usado por las hembras de muchos insectos para depositar huevos.
- **Paradójico:** se considera paradoja a una proposición en apariencia falsa o que infringe el sentido común.
- **ProMéxico:** es el organismo del gobierno federal encargado de coordinar las estrategias dirigidas al fortalecimiento de la participación de México en la economía internacional.
- **Rudimentaria:** Que se limita a los aspectos más básicos y elementales un método rudimentario de cultivo.
- **Terrario:** es un recipiente en el que se reproducen fielmente las condiciones ambientales necesarias para distintos seres de vida total o parcialmente terrestre.
- **Vermiculita:** Es un mineral formado por silicatos de hierro o magnesio, del grupo de las micas.