



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA
ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Uso de jarabes a base de frutas tropicales
sobre la aceptación y actividad de pecoreo de
abejas melíferas (*Apis mellifera spp.*), Finca
Santa Rosa, Managua 2024**

Autores

Br. Rosa Lidia Ruíz Solorzano

Br. Jayson Jassiel Ruíz Rivas

Asesor

M.Sc. Josue Daniel Rocha Espinoza

Managua, Nicaragua
Octubre, 2024



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA
ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Uso de jarabes a base de frutas tropicales
sobre la aceptación y actividad de pecoreo de
abejas melíferas (*Apis mellifera spp.*), Finca
Santa Rosa, Managua 2024**

Autores

Br. Rosa Lidia Ruíz Solorzano

Br. Jayson Jassiel Ruíz Rivas

Asesor

M.Sc. Josue Daniel Rocha Espinoza

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero en Zootecnia

Managua, Nicaragua
Octubre, 2024

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la dirección de ciencia animal como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia

Miembros del Comité Evaluador

Ing. Javier Silva MS. c
Presidente

Ing. Jorge Luis Aguilar
Secretario

Ing. Marcos Jiménez Ms.c
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, Lunes, 28 de octubre de 2024

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza y sabiduría durante todo este tiempo. A mis padres Miguel Angel Ruiz Moran y Carla Marilen Solorzano Castellanos, quienes me formaron con valores y me apoyaron siempre en todo el trayecto de mi carrera. A mis abuelos (Q.E.P.D) Ricardo Ruiz y Rosalpina Castellanos por guiarme para ser mejor persona. A todos los docentes que me enseñaron con dedicación y esmero, en especial al Ing. Josué Daniel Rocha Espinoza quien no dudo de mis capacidades y me guío hasta el final de este trabajo.

Rosa Lidia Ruiz Solorzano

Dedico primeramente a mis abuelas Rita Benavides, Teresa y Hayde Castellón. Sin ellas no podría llegar a este punto de mi vida. A mis padres por haberme traído a este mundo y apoyarme económicamente en la culminación de este objetivo. A mis hermanos, que me impulsaron a mejorar como ser humano y me han apoyado en este largo viaje, por haber estado ahí en mis momentos de debilidad sabiendo que decir para ponerme de pie una vez más. A los docentes que se involucraron en mi educación a lo largo de la carrera, siempre con un consejo para desarrollarme mejor como profesional, impulsándome a siempre querer saber más, a mis sobrinas la razón para seguir en este viaje que es la vida.

Jayson Jassiel Ruiz Rivas

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos culminar esta etapa de formación profesional. A la Universidad Nacional Agraria por ser el centro de estudios que nos guió y brindó las herramientas necesarias para llevar a cabo este trabajo. A cada una de las personas que nos brindaron de su ayuda en todo este trayecto.

Rosa Lidia Ruiz Solorzano

Agradezco este trabajo de investigación en primera instancia a nuestro señor padre celestial, segundo a nuestras familias que han estado en todo momento apoyándonos incondicionalmente en este camino para la culminación de nuestra carrera universitaria, nuestra alma mater, siendo una segunda casa y a todo el personal docente involucrado en el crecimiento como profesionales al servicio de la patria. Por último, a los amigos que llevaremos en el corazón en la senda de nuestras vidas. También al M.Sc. Josue Daniel Rocha Espinoza por el apoyo en la elaboración de este documento y a lo largo de mi carrera siendo una de las personas que me apoyaron a llegar hasta aquí. por último

Jayson Jassiel Ruiz Rivas

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PAGÍNA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. MARCO DE REFERENCIA	3
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.1 Ubicación del estudio	18
4.2 Manejo del ensayo y metodología	18
4.3 Manejo de los tratamientos	19
4.4 Tratamientos	19
4.5 Datos y variables evaluados	20
4.5.1 Medición de los grados Brix de los jarabes de frutas	20
4.5.2 Prueba de aceptación	20
4.5.3 Actividad de pecoreo	20
4.6 Análisis de datos	21
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
VI. CONCLUSIONES	32
VII. LITERATURA CITADA	33
VIII. ANEXOS	38

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Principales países productores de miel en el mundo	4
2. Datos disponibles de producción de miel en Centroamérica	6
3. Indicadores de productividad y densidad de colmenas en Centroamérica	7
4. Contenido de azúcares en frutas tropicales usadas en el estudio	16
5. Diferentes porcentajes de humedad y grados brix de la miel de abeja	17
6. Contenido del porcentaje de grados Brix en las muestras de Jarabes de Frutas Tropicales de Piña, Mango, Banano y Naranja	22
7. Ranking de aceptabilidad de los jarabes a base de frutas tropicales (Piña, Naranja banano y mango) sobre la <i>Apis mellifera</i> .	24
8. Análisis descriptivo de la actividad de pecoreo de <i>apis mellifera</i> con dos tipos de jarabes de incentivo.	26
9. Tabla de costos de preparación de jarabes de frutas tropicales	31

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Localizacion del ensayo, Direccion especifica de ciencia animal	18
2.	Gráfico lineal del número de abeja que salen a pecorear a lo largo del tiempo	30
3.	Gráfico boxplot de comparación del número de abejas por día y tratamiento	30

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Inicio de la prueba de aceptación	39
2. Consumo de la prueba de aceptación	39
3. Revisión de la prueba de aceptación	40
4. Prueba de jarabes de frutas	40
5. Pasos a seguir para elaborar los jarabes a base de frutas tropicales.	41

RESUMEN

Se realizó una investigación en la Finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria, para evaluar el efecto sobre la aceptación y actividad de pecoreo de abejas melíferas con la formulación de jarabes a base de frutas tropicales, evaluándose también los costos de producción. Se realizó un diseño cruzado con medias repetidas empleando un ANOVA para comparar el consumo de los diferentes jarabes entre las colmenas, seguido de la prueba post hoc de Tukey al 5% para identificar diferencias significativas en las medias de consumo entre los jarabes, los jarabes de frutas evaluados fueron de piña, banano, naranja, y mango. El análisis estadístico se realizó con el programa de software R, además se utilizaron los paquetes *dplyr* para la manipulación de datos, *agricolae* para la prueba de Tukey con la función *HSD.test()*, *ggplot2* para la visualización de los resultados con gráficos, y *multcompView* para facilitar la representación de las letras de separación de medias. Los resultados mostraron que el jarabe que tuvo mayor aceptación fue el de piña ($p>0.05$), seguido del jarabe de banano, mango y por último naranja; con respecto a la actividad de pecoreo el análisis muestra diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) en el número de abejas entre los tratamientos de jarabe de piña (T1) y jarabe de azúcar (T2) en la mayoría de los días presentando una tendencia central para el tratamiento con jarabe de azúcar es mayor que la del jarabe de piña, lo que indica que más abejas salen a pecorear cuando se utiliza jarabe de azúcar mientras que la dispersión es ligeramente mayor en el tratamiento con azúcar, lo que sugiere una mayor variabilidad en la actividad de las pecoreadoras comparado con el jarabe de piña, la variabilidad en el número de abejas es más alta en algunos días, lo que podría indicar que factores adicionales están influyendo en el comportamiento de pecoreo. Los costos de preparación de jarabes de frutas dan evidencia que estos jarabes son más económicos que el tradicional elaborado con azúcar, mostrando una reducción de costos entre un 34.19% a un 46.29% presentando un mayor ahorro para el apicultor.

Palabras clave: Producción Apícola; jarabe de mantenimiento, pecoreo, frutas tropicales, preferencia.

ABSTRACT

Research was conducted at Finca Santa Rosa to evaluate the effect on the acceptance and foraging activity of honeybees with the formulation of tropical fruit-based syrups, as well as production costs. A crossed design with repeated measures was carried out using an ANOVA to compare the consumption of the different syrups among the hives, followed by a 5% Tukey's post hoc test to identify significant differences in the means of consumption among the syrups. Statistical analysis was performed with the R program. The packages *dplyr* was used for data manipulation, *agricolae* for Tukey's test with the *HSD.test()* function, *ggplot2* for visualization of the results with graphs, and *multcompView* to facilitate the representation of the letters separating the means. The results showed that the syrup that had the highest acceptance was pineapple ($p>0.05$), followed by banana, mango and orange syrup; with respect to the foraging activity, the analysis shows statistically significant differences ($p>0.05$) in the number of bees between the pineapple syrup (T1) and sugar syrup (T2) treatments on most days presenting a central tendency for the sugar syrup treatment is greater than that of the pineapple syrup, indicating that more bees go out to forage when sugar syrup is used while the dispersion is slightly greater in the sugar treatment, suggesting greater variability in foraging activity compared to pineapple syrup, variability in the number of bees is higher on some days, which may indicate that additional factors are influencing foraging behavior. The costs of preparation of fruit syrups give evidence that all fruit syrups are cheaper than the control by 34.19 to 46.29% presenting a greater saving.

Key words: *Beekeeping production, maintenance syrup, grazing, tropical fruits, preference.*

I. INTRODUCCIÓN

La finalidad de una alimentación artificial basada en jarabes realizados a través de frutos tropicales es complementar a la colmena con carbohidratos, es decir, tratar de cumplir con las necesidades nutritivas básicas en tiempos de escasez o insuficiencia de alimento producido por el medio ambiente o en tiempos de preproducción. (Desdeelsurco, 2016).

En la finca santa rosa de la dirección de ciencia animal surge la iniciativa de una alimentación artificial en este caso a base de jarabes realizados con frutos tropicales, tratando de evaluar y mejorar la producción y calidad de la miel, tanto como de los jarabes realizados.

Estos jarabes son utilizados como estímulos para activar la libación en la abeja e igual para apoyar los mismos grupos cuando existe un déficit de floración, debido a etapas invernales severas o condiciones adversas donde no pudieran encontrar flores disponibles (FAO, 2021)

Los apicultores pueden realizar esta técnica de alimentación cuando requieran mantener colmenas en circunstancias regulares, ya sea por escasez de polen o néctar, todo con el objetivo de no decaer en población y productividad (Bonilla, 2020).

La alimentación artificial es el suministro de alimentos que les damos a las abejas en la temporada en que la necesitan, aunque los alimentos no necesariamente tienen que ser artificiales. (SAGARPA, 2004).

Las abejas naturalmente no requieren del apoyo humano para suplir sus necesidades alimenticias. Sin embargo, en las explotaciones comerciales, los apicultores quitamos a las abejas la mayor parte de sus reservas, dejándolas en condiciones no aptas para enfrentar las temporadas críticas, por lo tanto, los productores debemos de auxiliar a las colonias de abejas con alimentación suplementaria. (Davidson, G. 2020).

El objetivo de esta investigación es conocer alternativas al jarabe tradicional con azúcar a través del uso de frutas tropicales para la suplementación energética de las abejas en aceptación y comportamiento de pecoreo como una alternativa al jarabe de incentivo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar jarabes a base de frutas tropicales sobre la aceptación y actividad de pecoreo en las colmenas de la Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2024.

2.2 Objetivos específicos

- 1.- Valorar la aceptación de diferentes jarabes hechos a base de frutas tropicales (piña, naranja, banano y mango) en las colmenas de la Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2024.
- 2.- Comparar la actividad de pecoreo sobre el jarabe a base de fruta tropical con mayor aceptación en las colmenas de la Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2024.
- 3.- Calcular los costos de producción de jarabes de frutas tropicales en las colmenas de la Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2024.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Situación mundial de la apicultura

La apicultura representa una actividad agrícola con características propias que la distinguen de otros productos ganaderos. Su trabajo principal es mantener el ecosistema y la biodiversidad a través de la polinización de insectos por las colmenas. La contribución del sector al medio ambiente se explica por la mejora de la cantidad y calidad final de la producción agrícola, así como su contribución al mantenimiento de la biodiversidad y equilibrio ecológico. (Garcia. A, 2023).

El modo de producción está estrechamente relacionado con la producción ganadera, por lo que la casa de abejas utiliza diferentes flores, ningún otro sector ganadero utiliza los recursos naturales de forma tan sostenible, creando zonas rurales y beneficiando al medio ambiente, Por lo tanto, la apicultura genera empleos decentes que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente. (Corona, A. 2017)

Asia es el principal continente en producción de miel con un porcentaje del 41.8% del total mundial seguidos de Europa y américa con el 23.4% y el 21% respectivamente, la producción actual de miel de 1,496 millones de toneladas (Roa, 2023).

Durante el periodo 2001-2005 la producción mundial aumento un 10% posteriormente, se observó una reducción significativa de la producción de miel a escala mundial durante el año 2007 respecto al año anterior valorado en un 25%. En 2008 volvió a aumentar la producción, aunque los volúmenes aún quedan lejos de los valores alcanzados en 2006, la unión europea junto a los Estados Unidos y Japón constituye los principales mercados de importación, mientras que Argentina, China y otros países de América del sur lo son de exportaciones (Roa, 2023).

Cuadro 1. Principales países productores de miel en el mundo

Principales productores	Cantidad (Toneladas)
China	650,000
Turquía	115,000
Estados Unidos	75,000
Irán	79,000
Rusia	95,000
India	38,177
México	62,000
Brasil	41,660
Ucrania	75,000
Nueva Zelanda	20,000

Fuente: (Roa, 2023).

Desde el 2004 con la expansión de la unión europea se convirtió en el segundo mayor productor de miel natural. La producción de miel europea en 2008 fue de 196.464 toneladas, lo que represente el 13,12% de la producción mundial. El país asiático representa el 39,6% de las exportaciones y los países sudamericanos el 31.1%. La UE absorbió el 42.2% de las importaciones mundiales de miel. (Corona, A. 2017).

Sin embargo, en los últimos seis años, el problema de salud detectados en la miel de los principales países exportadores ha provocado cambio de los flujos comerciales, consolidando así el estado de un país que hasta entonces no se había convertido en un importante mercado de exportación, desde finales de la década de 1970, debido al aumento del consumo de los productos naturales y dietéticos, la vitalidad de ciertos operadores e introducir miel especial y bajar los precios (Corona, A. 2017).

3.2. Situación de la apicultura en Nicaragua

En Nicaragua el bosque seco tiene potencial melífero, ya que según encuestas en algunas regiones donde la vegetación es abundante se han llegado a obtener hasta 85 kilos de miel por colmena en cada temporada de producción existen zonas en donde la producción promedio oscila entre 60 y 65 kilos por colmena (Gutiérrez *et.al*; 1995).

Los apicultores clasificados como grandes generalmente participan en el mercado internacional del mercado nacional, según no se tiene problema en cuanto a la venta del producto por lo que se considera que existe un mercado potencial, la actividad apícola es considerada como una actividad complementaria a la ganadería y la agricultura (Gutiérrez *et.al*; 1995).

El mercado potencial de la miel se encuentra en la región de Managua ya que según las encuestas es aquí donde hay una mayor demanda, la presencia de vendedores ambulantes en ciertos periodos del año ocasiona que la miel baje en ciertos lugares como en León, las farmacias en León y Chinandega no se abastecen de los productores del sauce (León) (Luna & Romero, 2019).

La información sobre la apicultura está dispersa y la que se refiere al desarrollo de la apicultura en Nicaragua es insuficiente, participar en el mercado internacional es un importante avance para el desarrollo de la apicultura en Nicaragua, ya que existen convenios de compras entre los importadores y los apicultores que tienen mayor cantidad de colmenas y por ende mayor producción, los precios internacionales han demostrado una tendencia estable y han sido utilizado para regular los precios en el mercado nacional (Mccoy & Salazar, 2020).

3.3. Factores que favorecen el fenómeno de la apicultura en Nicaragua

Para que el sector apícola de Nicaragua se desarrolle se debe incluir a todos los agentes involucrados en la cadena de valor, promover el desarrollo empresarial, la identificación de productos e identificar nuevos mercados, afectando así para mejor el nivel de vida de las personas involucrados en los diferentes procesos, se necesitan planes largos. (Mccoy & Salazar, 2020).

Se espera que la promoción de este evento ayude a mejorar notoriamente las condiciones económicas y la sociedad del país. Mejoras relativas que pueden realizar las familias de bajos ingresos son de gran importancia. (Luna & Romero, 2019).

3.4. Indicadores de Centro América

A nivel regional en Centro américa no existen muchos indicadores para analizar las condiciones regionales del mercado de miel, esto se debe a que está en un área marginal debido al mercado, debido a la caída de la producción y comercio, el valor producido por centro américa equivale al 2.1% de lo producido por 3 países que encabezan el ranking sin contar a china. (López & Cerrato, 2021)

Cuadro 2. Datos disponibles de número de colmenas en Centroamérica

Países	Colmenas
El Salvador	215,000*
Costa Rica	38,000
Guatemala	52,000
Nicaragua	23,000**
Honduras	10,600

Fuente: (Roa, M. 2023).

(*) Estos datos reportados a FAO difieren de los obtenidos por la CNAN, que da cuenta de 75,000 colmenas.

(**) Estos datos corresponden al Censo Nacional Apícola de 2006.

Cuadro 3. Indicadores de productividad y densidad de colmenas en Centroamérica

Países	Rendimiento (kg/col)	Carga de colmenas (col/km)
El Salvador	9.8	10.2
Costa Rica	35.1	0.7
Guatemala	24.7	0.5
Nicaragua	13.6**	0.2
Honduras	18.9	0.1

Fuente: (Orus, A. 2022)

3.5. Anatomía y fisiología de la abeja domestica (obrero *Apis mellífera* L.)

En la cabeza los animales poseen dos ojos compuestos, tres simples, dos antenas y los apéndices que rodean la boca que constituyen un aparato bucal, las mandíbulas son usadas para comer polen, trabajar la cera y realizar cualquier labor en la que se necesite agarrar algo, cuando tienen que ingerir líquidos forman una estructura no permanente con el nombre de probóscide, esta estructura es un tubo que resulta de juntar las partes libres de las maxilas y el labio. Además las mandíbulas contienen un sistema de glándulas formado por: glándulas mandibulares, el sistema salival, las glándulas hipofaríngeas. (Perez, L., Martinez, J., & Cetzal-Ix, W, 2017).

El tórax soporta las patas y las alas, contiene principalmente los músculos que mueven los apéndices. Así como la cabeza y el abdomen y este compuesto por cuatro segmentos infinitamente unidos. Los tres primeros poseen un par de patas y además el 2 y 3 poseen cada uno un par de alas, siendo las anteriores de mayor tamaño que las posteriores; las dos alas de un mismo lado se pueden unir gracias a un gancho situado en el borde superior del ala posterior, la pata tiene 5 artejos, el tarso a su vez está compuesto por un artejo grande y 4 pequeños, finalizando en ultimo en 2 uñas y una especie de ventosa, aunque las patas son básicamente órganos de locomoción. (Perez, L., Martinez, J., & Cetzal-Ix, W, 2017).

El primer par de patas está dotado con una escotadura o concavidad y un pequeño lóbulo parecido a un espolón, situados en el borde interno y debajo de la articulación tibio-tarsal, que se utiliza para la limpieza de las antenas, la tibia en el segundo par cuenta con una espina que se

emplea para desprender bolas de polen, el tercer par poseen la cara externa de la tibia una depresión o foceta empleada para el transporte de polen, así mismo en el borde inferior hay una fila de pelos empleados para recoger polen. (Larsen, A., Reynaldi, F. J., & Guzmán-Novoa, E, 2019).

El abdomen contiene las principales viseras del animal, está constituido por 9 segmentos de los que 6 son visibles, cada segmento está formado por una placa dorsal llamada terguito y una llamada estermiteo, conectadas gracias a membranas intersegmentales el aparato defensivo consta de tres partes: una vesícula que es el receptáculo del veneno, dos glándulas productoras de este producto y un aguijón, el aguijón de las abejas se puede considerar como un ovipositor modificado y adaptado a la inyección del veneno, se encuentra situado en una cámara localizada en el extremo del abdomen y exteriormente solo sale su extremo filoso denominado lanceta. (Larsen, A., Reynaldi, F. J., & Guzmán-Novoa, E, 2019).

La lanceta o aguijón está formado por tres piezas; la superior se denomina estilete y las inferiores lancetas en el centro se origina una cavidad que es el conducto del veneno, las sustancias que componen el veneno de las abejas se sintetizan en dos glándulas diferentes, una de ellas recibe el nombre de glándula de veneno, tiene una estructura alargada y fina y las secreciones se almacenan en el saco de veneno, la otra glándula es tubular y gruesa abriéndose directamente al aguijón. (Ramirez-Esquivel, F & Ravi, S, 2023).

3.5.1. El aparato digestivo

Comienza en la boca y se continua por la faringe posteriormente se encuentra el esófago que es delgado y llega hasta el abdomen, el buche o el estómago de miel donde se almacena la miel, es una estructura en forma de saco muy elástico que finaliza en una angostura llamada proventrículo que regula la entrada de alimento en el estómago, El estómago o ventrículo se localiza a continuación y tiene forma de saco grueso y cilíndrico, detrás está el intestino posterior o delgado, el recto grande en forma de pera y el ano que se abre adentro de la cavidad en la que se sitúa el aguijón. (Ramirez-Esquivel, F & Ravi, S, 2023).

3.5.2. El sistema respiratorio

Es de tipo traqueal y bastante complicado, la mayor parte del sistema está constituido por los sacos aéreos, que son expansiones traqueales de finas paredes, con capacidades para contraerse y dilatarse; las tráqueas se ramifican por todo el cuerpo y se abren al exterior 10 pares de orificios denominados estigmas o espiráculos, el primer espiráculo es el más grande se encuentra entre el protórax y el mesotórax y es la vía empleada por el acaro parasito *acarapis woodi* para entrar al cuerpo de la abeja. (Food4Farmers, 2012).

3.5.3. El aparato circulatorio

Es abierto con un vaso dorsal largo y delgado que recorre todo el cuerpo del animal; la parte torácica recibe el nombre de aorta y la abdominal el de corazón, en la zona de los segmentos abdominales 2 y 4, los costados del vaso están perforados por 5 aberturas que reciben el nombre de ostias o u ostiolos, por los que la hemolinfa penetra el vaso, el corazón empuja la sangre en dirección cefálica mediante pulsaciones rítmicas de las paredes musculares. (Quigley, T., & Amdam, G, 2024)

3.5.4. El aparato excretor

Está constituido por los tubos del malpigio que recorren la cavidad corporal y se abren al aparato digestivo en la zona de unión entre el ventrículo y el intestino, los órganos olfato y gusto se localizan en las antenas y zonas próximas a la boca, el tacto se encuentra en los pelos que recubren el cuerpo y que se encuentran unidos a las terminaciones nerviosas. (Mattila, H. R, *et al*, 2024)

El sistema nervioso central consta de un ganglio supra esofágico o cerebro, un anillo peri esofágico y un ganglio subesofagico formado por la unión de tres ganglios, del que una parte una doble cadena ganglionar situada en la posición ventral y que recorre todo el cuerpo la cadena cuenta con 7 ganglios, dos torácicos y cinco abdominales. (Mercer, A. R, 2019).

3.5.5. El aparato reproductor

El aparato reproductor de las obreras está poco desarrollado tiene unos ovarios rudimentarios, que solamente en determinadas condiciones pueden producir huevos, el que llega a su completo desarrollo es el de la Reyna y este comprende dos ovarios con forma de pera formados entre 160 y 180 tubos denominados ovariolas; las ovariolas de cada ovario se unen en un conducto u ducto lateral y los dos conductos se unen a un oviducto común, a continuación se localiza una vagina, que posee una pared dorsal un receptáculo seminal y un par de glándulas de la espermateca, la espermateca se une a la vagina mediante un conducto. (Mercer, A. R, 2019).

La vagina se abre al exterior en la base del aguijón a los costados de este orificio genital hay aberturas que corresponden a dos sacos grandes que abrazan a los costados de la vagina, en el apareamiento del espermatozoide del macho pasa a los sacos vaginales de la hembra, posteriormente el espermatozoide es dirigido a la vagina gracias a contracciones musculares y desde aquí hasta la espermateca. (Mercer, A. R, 2019).

3.5.6. El aparato reproductor masculino

Los poseen los zánganos, consta de los testículos de forma achatada y localizados a los lados del abdomen. Dos conductos deferentes que cuentan con dilataciones o vesículas seminales y que finalizan en un par de glándulas mucosas; de las dos glándulas y de forma conjunta, sale un tubo que es el conducto eyaculador. Finalmente, el conducto se abre dentro de una estructura bastante completa llamado pene y formado por tres partes: bulbo, cérvix y bursa. Los espermatozoides maduros salen de los testículos y se van almacenando en las vesículas seminales. En las temporadas de apareamiento son enviados a la parte final del aparato reproductor y almacenan junto a un mucus segregado por las glándulas en el bulbo del pene, cuando finaliza el acoplamiento macho-hembra, el aparato reproductor del macho se rompe de su punto más débil, entre bulbo y cérvix. (UCO, 2012).

Los zánganos realizan su primer vuelo fuera de la colonia a la edad de 9-12 días alcanzando la plena madurez sexual cuando tienen 30-40 días de edad, los primeros vuelos suelen ser cortos y duran algunos minutos, posteriormente realizan vuelos más largos, pueden alcanzar una duración de casi una hora. (Baez, R., Benitez, A., Valle, A., & Valencia, I, 2022)

Las fecundaciones de la reina se realizan en las salidas del exterior denominadas como vuelos nupciales, que se efectúa aproximadamente entre el 5 y el 15 día después del nacimiento, durante los vuelos de apareamiento la reina es fecundada por varios machos procedentes de otras colmenas y almacena el espermatozoides en el receptáculo seminal o espermateca, posteriormente el animal va a liberar los gametos masculinos a voluntad para fecundar o no sus óvulos, la reina y las obreras proceden del desarrollo de los óvulos fecundados y los zánganos de óvulos sin fecundar. (Baez, R., Benitez, A., Valle, A., & Valencia, I, 2022)

El tiempo que transcurre desde la puesta del huevo hasta el nacimiento de una abeja es de 21 días para el caso de las obreras, 16 para las reinas y 24 para los zánganos, la temperatura óptima está comprendida entre 34 y 35 grados Celsius, y se admite que bajo condiciones favorables o desfavorables se acortan o alargan los periodos de tiempo, los tres primeros días de desarrollo larvario todas las larvas son alimentadas con jalea real, a partir de ese día las obreras y los zánganos son alimentados con una mezcla de polen y miel denominada pan de abeja mientras que la abeja es alimentada durante todo su desarrollo con jalea real. (Baez, R., Benitez, A., Valle, A., & Valencia, I, 2022)

Las reinas son criadas en celdas especiales que reciben la denominación de reales, las realeras se colocan en salientes bordes laterales o partes bajas de los panales, se abren hacia abajo y en su interior se desarrolla una larva pegada a la parte superior mediante jalea real, la larva alcanza su total desarrollo en unos 5 días, en este momento el maestril es operculado por obreras y pasado unos 8 días emerge de la celda real una reina, en el curso de su desarrollo la larva pasa por 5 mudas, que ocurren a las 12 horas, con un día y medio de edad, a los 2 días y medios y a los 3 días y medios y a los 11 días de la eclosión del huevo. (Baez, R., Benitez, A., Valle, A., & Valencia, I, 2022).

3.6. Nutrición y alimentación

Es la ciencia encargada del estudio y mantenimiento del equilibrio homeostático del organismo a nivel molecular y macro sistemático, garantizando que todos los eventos fisiológicos se efectúen de manera correcta, logrando una salud adecuada y previniendo enfermedades. (Arguello, N.2010).

Es la acción de proporcionar alimentos a un ser vivo. La alimentación consiste en la obtención, preparación e ingestión de alimentos. En cambio, la nutrición es el conjunto de procesos fisiológicos mediante el cual los alimentos ingeridos son transformados y asimilados. (Arguello, N.2010).

3.6.1. Fuentes de alimentación natural

natural

Las abejas consumen miel y polen, alimentos ricos en azúcar y proteínas, a fin de proporcionarles las sustancias necesarias para la producción de energía y los elementos esenciales para el crecimiento. Por tanto, la miel y el polen son alimentos naturales para las abejas. (MEFCA.2023)

miel

Es un producto dulce extraído por las abejas del néctar y exudado de otras partes vivas de la planta. Las abejas recolectan estos componentes, los transforman y combinan con otras sustancias específicas, y luego almacenan la miel en la colmena. La miel se compone básicamente de diferentes azúcares, principalmente glucosa y fructosa. Su rendimiento depende de la flora melífera de la zona. (NTON 03 030 - 00).

polen

Es el elemento fecundante masculino de las flores. Fue encontrado en forma de granito, recogido por abejas y transportado a la colmena. Estos insectos lo utilizan para preparar una papilla, y su composición incluye miel, agua, néctar y la saliva de las propias abejas. Esta papilla se puede utilizar como alimento durante un cierto período de desarrollo larvario. El polen es una fuente

de alimento muy variable componiéndose generalmente de: agua (7%–16%); proteína cruda (6%–30%); extracto de éter (1%–14%); carbohidratos, incluidos azúcares reductores (19%–41%), azúcares no reductores (0%–9 %) y almidón (0%–11%); lípidos (5%); ceniza (1%–6%); y sustancias desconocidas (22%–36%). (Ellis, A. 2021).

3.6.2. Fuente de alimentación artificial

Las abejas se han adaptado para obtener las fuentes de proteínas y energía necesarias para el desarrollo de sus larvas y adultos mediante la recolección de néctar, polen y agua, labor también realizada por hembras especializadas en esta función. La miel producida y almacenada es la fuente más directa de carbohidratos y energía para las abejas. El polen almacenado en el panal generalmente cumple con los requisitos de proteínas, lípidos, minerales y vitaminas. (Ortega, 2021).

La alimentación artificial es una técnica apícola generalmente utilizada para cubrir las necesidades provocadas por las condiciones climáticas o la propia manipulación del apicultor, así como para estimular el desarrollo en un período determinado, con el objetivo de disponer de colmenas fuertes para la polinización de frutales. Desde el punto de vista de la biología de la abeja, se puede alimentar artificialmente cuando la colmena lo necesite; sin embargo, la demanda actual del mercado requiere regulaciones para evitar azúcares poco comunes en la miel concentrada y cualquier residuo de medicamentos que controle enfermedades. (Ortega, 2021).

3.7. Formas y presentaciones de alimentar abeja

Alimentar artificialmente como es sabido es la mejor forma de alimentar a las abejas durante la época invernal proveyéndoles panales con miel en cantidad suficiente para evitar mortandad por hambre durante ese periodo, pero ya sea por haber tenido una baja cosecha o haber cosechado en forma exagerada, y por tal motivo, no disponer de la suficiente reserva de miel en panales el apicultor se ve precisado a recurrir a alimentar en forma artificial sus colmenas para compensar dicha falencia. Cabe de destacar que el que el suministro de alimento artificial llamado jarabe es conveniente comenzar a proveerlo durante el otoño, así las abejas pueden darle el punto justo de conservación y el apicultor evita esta tarea se evita esta tarea cuando está avanzando el invierno (Rodríguez, G., & Moja, J, 2021).

El jarabe para invemar debe ser denso, 2 partes de azúcar en 1 parte de agua, con estas proporciones se evita a las abejas gastos energéticos para su concentración. El tipo de alimentador a utilizar por el apicultor es aquel que le resulte más práctico y conveniente, esto debido a una cuestión de tiempo para su atención y distancias a recorrer para atender a las colmenas, por tales motivos el agricultor está obligado a adecuar el sistema de alimentación. (Rodríguez, G., & Moja, J, 2021).

3.7.1. Tipos de alimentadores

Los alimentadores son utensilios que se emplean para poner el elemento al alcance de las abejas. Sus características deben responder a las necesidades básicas son:

- Fácil de llenar
- Distribución lenta y segura

Si los alimentadores no cumplen estos requisitos se puede convertir fácilmente en una trampa para las abejas. El suministro de alimentos líquidos puede hacerse en alimentadores internos o externos (Arguello, N.2010).

internos

Entre los alimentadores internos encontramos al tipo Doolittle, que tiene la forma y medidas de un bastidor, pero en lugar de panal tiene dos paredes que forman un hueco al centro donde se colocarán los alimentos líquidos, principalmente jarabes (Arguello, N; 2010).

Otros tipos de alimentadores internos son los recipientes que el apicultor introduce en la colmena, como botes, platos y vasos. Cualquiera que sea el tipo de alimentador que se use, en el que las abejas tengan acceso directo al jarabe, siempre debe ponerse flotador, para evitar que las abejas mueran ahogadas. Algunos apicultores también usan frecuentemente bolsas de plástico, para dar jarabe a sus colmenas, y consiste en llenar esas bolsas con la ración de jarabe, se coloca en el interior de la colmena y luego se le hacen algunos agujeros con una aguja o una espina, por los cuales las abejas succionarán el alimento (Arguello, N; 2010).

externos

Son los que se colocan fuera de la colmena, pero con alguna conexión al interior, para que las abejas sólo accedan al alimentador por el interior de la colmena. Entre Tipos de alimentadores ellos tenemos el tipo Boardman, el cual consiste en un recipiente (frasco), contenedor del jarabe, cuya tapa tiene algunos agujeros por los que se liberará el alimento (Inversiones de la Red Apícola de Chile, 2015)

Este recipiente se inserta sobre una base, la cual a su vez estará conectada al interior de la colmena a través de la piquera o entrada de las abejas. Otro alimentador externo que a veces se usa en Centroamérica es el alimentador común, que consiste en recipientes como cubetas, donde se pone el alimento y se coloca en el centro del apiario. Este tipo de alimentador es muy fácil de rellenarlo, pero tiene muchas desventajas, por lo que no es recomendable usarlo. La principal desventaja de estos alimentadores comunes es el riesgo de transmisión de enfermedades de colmenas enfermas a colmenas sanas, también aumenta el pillaje entre las colmenas, y generalmente las colmenas más fuertes se quedan con la mayoría del alimento (Inversiones de la Red Apícola de Chile, 2015)

Para el suministro de alimentos sólidos o pastas, se pueden usar bolsas plásticas, papel encerado o papel de arroz, los cuales pueden colocarse sobre los cabezales de los bastidores del nido de cría. Cualquiera que sea el alimentador que el apicultor elija tendrá ventajas y desventajas, pero siempre será mejor el que más se adapte a nuestras necesidades. Los alimentos deberán envasarse y transportarse en recipientes limpios e inocuos para las abejas y cerrados herméticamente (SAGARPA, 2004).

3.8. Jarabes

El jarabe de azúcar es uno de los alimentos más utilizados en la apicultura mundial, por su conveniente valor y facilidad de preparación, la abeja en su etapa adulta principalmente se alimenta a base de carbohidratos obtenidos de la miel, en su defecto, de jarabes suministrados por el apicultor. Los carbohidratos presentes en la miel de un jarabe son utilizados por la abeja para poder caminar, volar, ventilar, llamar, atacar, etc. (Inversiones de la Red Apícola de Chile, 2015)

3.9. Grados brix

Esta variable se utiliza para evaluar el porcentaje de azúcares totales en la miel según Espina y Ordertx (1984) citado por Lino, 2002), la densidad de la miel está en relación directa a su contenido de humedad y este también está relacionado con los grados brix y viceversa, estos autores tienen una tabla donde establecen grados de humedad y sus valores correspondientes de grados brix. (Lino, F. 2002).

Cuadro 4. Contenido de azúcares en frutas tropicales usadas en el estudio

Fruta	Nombre científico	Temporada de cosecha	de Contenido de Azúcares /100g
Piña	<i>Ananas comosus</i>	Abril y mayo	11.5g
Banano	<i>Musa paradisiaca</i>	Todo el año	16.9g
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Marzo y abril	13.8g
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Mayo a octubre	8.6g

Fuente: Ramirez *et al* (2021); Montero *et al* (2022); USDA (2019).

Cuadro 5. Diferentes porcentajes de humedad y grados brix de la miel de abeja

% de humedad	Grados brix a 20 °C
13.0	85.66
13.5	85.13
14.0	84.61
14.5	84.07
15.0	83.55
15.5	83.02
16.0	82.50
16.5	81.97
17.0	81.45
17.5	80.93
18.0	80.42
18.5	79.90
19.0	79.39
19.5	78.87
20.0	78.35
20.5	77.84
21.0	77.31

Fuente: (Lino, F. 2002).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El experimento fue realizado durante el mes de septiembre en la finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria. La ubicación del área experimental se rastrea en las coordenadas geográficas, 12.138° longitud norte y 86.168° longitud oeste, a una altitud de 56 msnm, con una temperatura promedio de 27.35 °C y una precipitación anual de 1,132.07 mm (INETER, 2022).

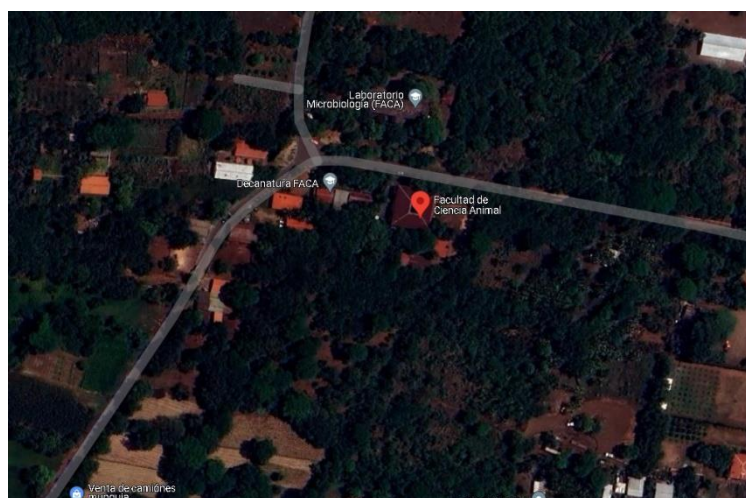


Figura 1. Localización del ensayo, Dirección específica de ciencia animal.

4.2 Manejo del ensayo y metodología

El estudio consiste en evaluar tratamientos diferentes de jarabes realizados con frutas tropicales con un alto contenido de fructosa y de un alcance accesible, dichas evaluaciones consistirán en conocer las aceptaciones de las abejas hacia los tratamientos, con el fin de que dichos tratamientos puedan ser aprovechados en un futuro como una alimentación de mantenimiento para dichas colmenas y además evaluar la actividad de pecoreo luego de la suministración de estos.

4.3 Manejo de los tratamientos

Para este estudio se elaboraron cuatro jarabes a base de frutas tropicales las cuales fueron piña, banano, naranja y mango. El proceso de elaboración fue el siguiente: una vez ya lavadas todas las frutas se procedió a retirar cada una de sus cascaras, se cortaron en trozos, luego se pesaron para obtener 200 gr de producto por cada fruta, posteriormente se colocaron los 200 gr de fruta con 100 gr de azúcar, 20 gr de miel y 500 ml de agua en una licuadora, ya incorporados cada uno de los ingredientes se procedió a licuar por 30 segundos aproximadamente, una vez ya licuados se coló el producto final y se depositó el jarabe en una botella plástica (este procedimiento se hizo con cada una de las frutas por separado) seguido de esto todos los jarabes se sometieron a un proceso de pasteurización de 65°C durante 30 minutos para finalmente ser refrigerados a 4°C.

Como tratamiento testigo se elaboró el jarabe tradicional de azúcar con relación 1:1, para su elaboración se usó 1 kilogramo de azúcar y 1000 ml de agua. En una olla de aluminios vierte el agua, calentando a fuego lento, transcurrido 10 minutos se añade el azúcar mientras se mezcla hasta que diluya por completo el azúcar en el agua. Cuando estos dos ingredientes ya estén incorporados por completo esperamos a que se enfrié.

4.4 Tratamientos

Testigo: Jarabe de azúcar (agua + azúcar) (1:1)

T1: 200g de piña + 20g miel + azúcar 100g + agua

T2: 200g de banano + 20g miel + azúcar 100g + agua

T3: 200g de mango + 20g miel + azúcar 100g + agua

T4: 200g de naranja + 20g miel + azúcar 100g + agua

4.5 Datos y variables evaluados

4.5.1 Medición de los grados Brix de los jarabes de frutas

Para la medición de los grados Brix se utilizó un refractómetro PCE-5890 con una precisión de $\pm 1 \%$ contenido de agua, $\pm 0,5 \%$ brix, y $\pm 0,5$ baumé.

4.5.2 Prueba de aceptación

Para la aceptación de los jarabes de frutas se usó un rack de madera donde se colocarán jeringas de 10 ml cada una conteniendo diferentes tipos de jarabes y un control a una distancia de 1 m de la piquera durante 5 días para conocer el consumo de preferencia de las abejas, luego se seleccionaron a través de un ranking los jarabes de mayor aceptación y se alimentarán artificialmente a las abejas para conocer la repuesta de pecoreo.

4.5.3 Actividad de pecoreo

La actividad de pecoreo fue estimado antes de la inclusión de los jarabes de frutas y durante el periodo experimental, contando el número de obreras que salen de la entrada de la colmena por un minuto en intervalos de tiempo cada 2 horas de 10:00 am hasta las 4:00 pm (Srivastava *et.al* 2004, citado por Pande y Karnatak.2013).

El diseño estadístico que se uso fue un diseño cruzado con medidas repetidas.

El modelo lineal general utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + D_j + (T_i \times D_j) + \varepsilon_{ijk}$$

Donde

Y_{ij} = es el consumo observado para el jarabe i y la colmena j

μ = es la media general del consumo.

T_i = es el efecto del tratamiento i

D_j = es el efecto del día

ε = es el término del error aleatorio

4.6 Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó utilizando el software R, empleando un ANOVA para comparar el consumo de los diferentes jarabes entre las colmenas, seguido de la prueba *post hoc* de Tukey al 5% para identificar diferencias en las medias de consumo entre los jarabes. Se utilizaron los paquetes *dplyr* para la manipulación de datos, *agricolae* para la prueba de Tukey con la función *HSD.test()*, *ggplot2* para la visualización de los resultados con gráficos, y *multcompView* para facilitar la representación de las letras de separación de medias.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis de azúcares de los jarabes a base de fruta

Se estimó el contenido de azúcares o sólidos solubles totales (SST) en grados brix ($^{\circ}\text{Bx}$), según la NTON 03 076-08 (2010) los grados brix son la unidad de medida de sólidos solubles presentes en una solución expresados en porcentaje en peso de sacarosa siendo una escala fiable para las mediciones del ensayo.

En el cuadro cinco se muestran cuatro tipos de frutas tropicales para la realización de jarabes de incentivo, para luego estimar sus contenidos de SST, los resultados se ven reflejados muestran que el jarabe de banano era el de mayor contenido de SST (21°Bx) y el más bajo el jarabe de piña (12°Bx). Estos valores son similares a los presentados por Montero *et al* (2022) donde los valores de SST para las variedades de banano fueron de 22.4 ± 0.1 y de piña 15.4 ± 0.3 .

Los SST no siempre se mantiene estable, dándose cambios debido al estado de maduración de las frutas al momento de su cosecha, como reporta Godoy *et al* (2017) donde se evaluaba influencia del índice de madurez en la calidad de la piña (*ananas comosus l. merr*) mínimamente procesada, teniendo un efecto del índice de madurez y su relación con los SST, no se evidenció diferencias significativas ($P \geq 0,05$), sin embargo hubo una tendencia a mayor contenido de SST en las rodajas de frutos completamente maduros.

Cuadro 6. Contenido del porcentaje de grados Brix en las muestras de Jarabes de Frutas Tropicales de Piña, Mango, Banano y Naranja

Jarabe	$^{\circ}\text{Brix}$
Piña	12
Mango	19
Banano	21
Naranja	17

5.2. Aceptación de los jarabes a base de fruta

La aceptación es la respuesta alimentaria cuando un alimento, es ofrecido por primera vez a animales sin experiencia en su consumo; por tanto, la aceptación de los alimentos es el resultado de la interacción de los alimentos y el sistema sensorial olor, olfato y gusto del animal, mientras que la preferencia es el grado de agrado o desagrado relativo cuando dos o más alimentos son ofrecidos simultáneamente a un grupo de animales (Delgado, G., Aguirre, L., y Mariazza, R. F., 2022).

La alimentación artificial por parte de las abejas implica el uso de diversas fuentes de carbohidratos, así como formas de presentación como líquidos, sólidos, o pastosos, sin embargo, las abejas suelen optar por la sacarosa refinada como preferencia primaria, luego la glucosa, seguido los jarabes de glucosa y fructosa, en tercer lugar, la maltosa y por último la fructosa (Buñay, 2018).

En el cuadro siete se muestra los jarabes de frutas tropicales que tuvieron menor y mayor aceptación y preferencia por parte de las abejas, la colmena uno, la piña y banano comparten el primer lugar en la preferencia, ambos con un consumo promedio de 4.0 ml, los superíndices indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre estos dos jarabes, seguido del jarabe de Naranja con un consumo de 3.4 ml y jarabe de mango de 2.8 ml ambos difieren estadísticamente ($p > 0.05$) con respecto a la piña y banano.

El jarabe de banano fue el preferido en la colmena dos, con un consumo promedio de 3.4 ml, ocupando el primer lugar, la piña se ubica en segundo lugar con un consumo promedio de 3.0 ml, jarabe de mango en tercer lugar (2.8 ml) y por último el jarabe de naranja (4.2 ml) todos difieren estadísticamente ($p > 0.05$) lo que sugiere que su diferencia de consumo es estadísticamente significativa respecto a los otros tres jarabes.

La colmena uno muestra que los jarabes de piña y banano son igualmente aceptados (sin diferencia significativa), seguidos de naranja y finalmente mango. Mientras que la colmena dos tiene una preferencia más clara por el jarabe de banano, con un consumo significativamente mayor que los demás. Piña ocupa un segundo lugar, mientras que el de naranja muestra un

consumo mayor, pero su diferencia con los otros jarabes es significativa, sugiriendo que las abejas de la colmena dos prefieren otros jarabes por encima de naranja a pesar de su mayor consumo promedio en este caso; este análisis sugiere que aunque las abejas de ambas colmenas muestran variaciones en el consumo de jarabes, las preferencias pueden variar, y las pruebas estadísticas (como el superíndice en este caso) nos permiten identificar cuándo estas diferencias son importantes desde un punto de vista estadístico.

Estos resultados pueden ser debido a la composición de ambas frutas, aunque ambas presentan contenidos de carbohidratos varían en los componentes de estas, ya que la piña posee contenidos de sacarosa que destaca entre los otros monosacáridos predominantes que son fructosa y glucosa (Ibarra, *et.al*; 2021); mientras que el banano durante la maduración los carbohidratos de los frutos de banano principalmente el almidón es degradado rápidamente acumulándose azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa (Marriott *et al.*, 1981; Hubbard *et al.*, 1990). Cuantitativamente, el cambio más importante asociado a la maduración de frutos es la degradación de los carbohidratos poliméricos; estas transformaciones tienen el doble efecto al alterar tanto el gusto como la textura del producto (Wills *et al*, 1984) lo que podría modificar el grado de aceptación por parte de las abejas.

Cuadro 7. Ranking de aceptabilidad de los jarabes a base de frutas tropicales (Piña, Naranja banano y mango) sobre la *Apis mellifera*.

Colmena	Jarabe	Consumo promedio (ml)	Ranking*
1	Piña	4.1	1 ^a
	Banano	4.0	1 ^a
	Mango	2.8	3 ^c
	Naranja	3.4	2 ^b
2	Piña	3.0	2 ^b
	Banano	3.4	1 ^a
	Mango	2.8	3 ^c
	Naranja	4.2	4 ^d

*Ranking con Superíndice: Un menor número indica un mayor consumo promedio, y las letras indican la significancia de las diferencias según la prueba T de Student. Diferentes letras indican diferencias significativas entre los consumos

5.3. Actividad de pecoreo

En el cuadro ocho muestra el comportamiento de los datos de pecoreo de las abejas en presencia de dos tipos de jarabes de incentivo. En promedio la media del tiempo fue de 3 ± 1.472 minutos lo que indica que la duración de los tiempos de medición no varía mucho, teniendo en cuenta que la mitad central de los tiempos (IQR-Q3-Q1) se encuentran entre 2 y 4 minutos, con un sesgo que sugiere que la distribución del tiempo es simétrica y con menos valores extremos (curtosis).

Con respecto al número de abejas que salen a pecorear por minuto fue de 12.347 ± 4.612 abejas/min. y 15.857 ± 4.730 abejas/min para los jarabes de piña y azúcar respectivamente. Donde la mitad central de los tiempos fue de 9 y 15 abejas/minuto para el jarabe de piña y 13 y 19 abejas/minuto para el jarabe de azúcar con un sesgo positivo indicando una distribución ligeramente inclinada a la derecha con valores concentrados en la parte alta y baja de la distribución, mientras que con jarabe de azúcar es casi simétrica.

La tendencia central para el tratamiento con jarabe de azúcar es mayor que la del jarabe de piña, lo que indica que más abejas salen a pecorear cuando se utiliza jarabe de azúcar. Mientras que la dispersión es ligeramente mayor en el tratamiento con azúcar, lo que sugiere una mayor variabilidad en la actividad pecoreadora comparado con el jarabe de piña. ambos tratamientos presentan distribuciones casi simétricas y con curtosis cercanas a la normal, lo que sugiere que las abejas tienen un comportamiento predecible bajo ambos tratamientos, con algunos valores extremos en el caso del jarabe de piña.

Cuadro 8. Análisis descriptivo de la actividad de pecoreo de *apis melifera* con dos tipos de jarabes de incentivo.

Variable	N	μ	EE.M	DS	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Asimetría	Curtosis
Tiempo	49	3.000	0.210	1.472	1.0	2.00	3.0	4.0	6.0	0.12	-1.17
Jarabe Piña	49	12.347	0.659	4.612	4.0	9.00	12.0	15.50	23.0	0.47	-0.19
Jarabe Azúcar	49	15.857	0.676	4.730	5.0	13.0	16.0	19.0	27.0	0.03	-0.05

*N = número de valores; μ = media estándar; EE.M = error estándar de la media; DS = desviación estándar; Q1 = cuartil uno; Q3 = cuartil tres.

Con respecto a la actividad de pecoreo de las abejas se muestra en la figura dos la tendencia en horas del número de abejas después de la aplicación del jarabe describiendo la actividad de vuelo de abejas alimentadas con jarabe azúcar y jarabe de piña, encontrándose que el jarabe de azúcar presento una actividad de vuelo de 15.857 abejas/min en comparación al jarabe de piña con 12.347 abejas/min, sin embargo, estos valores son mayores a los presentados por Pande *et al* (2015) donde la media más alta de abejas que realizaron la actividad de pecoreo fue de 7.333 en los primeros 15 días implementando un jarabe de papaya.

El análisis muestra diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en el número de abejas entre los tratamientos de jarabe de piña (T1) y jarabe de azúcar (T2) en la mayoría de los días, excepto del día 6 al 10, donde las diferencias no fueron significativas ($p < 0.05$). Visualizando tendencias a lo largo del tiempo, indicando que las poblaciones de abejas divergieron al principio, pero convergieron hacia el final.

La variación en el número de abejas que salen a pecorear a lo largo del tiempo, con dos tratamientos: presentan una tendencia inicial (cerca de las 06:00 am) el T2 comienza con un mayor número de abejas saliendo a pecorear en comparación con el T1 el T2 muestra un aumento sostenido en el número de abejas, mientras que T1 parece mantenerse estable y con pocas abejas saliendo a pecorear. Aproximadamente a las 09:00 horas en ambos tratamientos ocurre un cambio drástico el T2 disminuye abruptamente y comienza a fluctuar mientras que el

T1 muestra un incremento significativo después de un periodo de estabilidad. Luego, el comportamiento se vuelve mucho más dinámico con fluctuaciones notables en el número de abejas.

Después de las 09:00 se observa un comportamiento errático en ambos tratamientos, con muchas subidas y bajadas en el número de abejas que salen a pecorear. Esto puede sugerir que existen factores externos o internos que están afectando la actividad de las abejas en este periodo. El T2 muestra una tendencia más alta en general, con picos que alcanzan valores superiores al T1. Sin embargo, también tiene mayores fluctuaciones y descensos repentinos. Durante el periodo de mediodía (11:00 - 15:00) durante este periodo, el comportamiento de las abejas es bastante variable en ambos tratamientos. A veces, T1 muestra más abejas pecoreando y en otras ocasiones T2 predomina. Parece que las abejas bajo el tratamiento de jarabe de azúcar tienen picos más elevados, pero su número también cae abruptamente en ciertos momentos, mientras que el tratamiento de jarabe de piña presenta una curva más moderada, aunque también fluctúa.

En la tendencia final (cerca de las 15:00), ambos tratamientos muestran una caída abrupta en el número de abejas saliendo a pecorear, lo que podría indicar un descenso en la actividad de pecoreo general debido a la hora del día o agotamiento de recursos.

El T2 parece atraer a más abejas, con mayores picos en el número de abejas que salen a pecorear, aunque con una mayor variabilidad en los datos mientras que el T1 tiene un inicio más estable, pero con menos abejas pecoreando en comparación con T2. No obstante, a medida que avanza el tiempo, también muestra más fluctuaciones y eventualmente se equipara en actividad con T2 en algunos puntos. Las fluctuaciones en ambos tratamientos a lo largo del tiempo podrían ser influenciadas por factores ambientales o comportamientos intrínsecos de las abejas que no están claramente visibles en la gráfica.

En la figura tres se comparan el número de abejas que salen a pecorear bajo los dos tratamientos (jarabe de piña y jarabe de azúcar) a lo largo de 10 días. En el día uno el T2 muestra un número mayor de abejas que el T1. La dispersión es baja para ambos tratamientos, pero el promedio de abejas es más alto con el jarabe de azúcar. Para el día dos, aunque ambos tratamientos tienen

una dispersión pequeña, el jarabe de azúcar nuevamente presenta una mayor mediana en el número de abejas, lo que indica que más abejas prefieren este tratamiento. Al día tres el comportamiento es similar a los días anteriores, aunque la diferencia entre tratamiento no es muy amplia.

En el día cuatro se observa un aumento significativo en la dispersión y en el número de abejas con ambos tratamientos, el día cinco ambos tratamientos muestran un número elevado de abejas, pero el jarabe de azúcar alcanza un valor máximo más alto, con una ligera ventaja en comparación con el jarabe de piña.

El día seis el jarabe de piña presenta una mayor mediana y una dispersión mayor, superando al jarabe de azúcar en el número de abejas por primera vez en este periodo mejorando su desempeño en el día siete mostrando una mediana más alta y un rango intercuartil más amplio en comparación con el jarabe de azúcar.

El jarabe de azúcar vuelve a dominar en el día ocho, con una mediana más alta y un rango intercuartil más estrecho, lo que indica consistencia en el número de abejas que salen a pecorear bajo este tratamiento. Ya en el día 9 ambos tratamientos tienen un desempeño muy similar, aunque el jarabe de azúcar tiene una ligera ventaja en términos de mediana. Finalmente, el número de abejas es comparable para ambos tratamientos, aunque el jarabe de azúcar muestra una mayor dispersión.

A lo largo de la mayoría de los días, el tratamiento con jarabe de azúcar parece atraer a más abejas en promedio, con una menor dispersión en la mayoría de los casos. Sin embargo, en los días 6 y 7, el jarabe de piña tuvo un mejor rendimiento, superando al jarabe de azúcar en términos de la mediana de abejas que salieron a pecorear. La variabilidad en el número de abejas es más alta en algunos días, lo que podría indicar que factores adicionales están influyendo en el comportamiento de pecoreo.

La actividad de vuelo se puede ver condicionada a diversos factores no solo por aquellos inherentes a las condiciones de la colmena, sino que el clima de cada región y época del año puede afectarlo, Núñez (1979) relaciona esto a la actividad de vuelo que *“... entre los primeros el ciclo día-noche es el primero y más importante por ser el más regular y predecible y que de manera decisiva condiciona la actividad de vuelo; sin luz las abejas no vuelan. En segundo término, debe mencionarse el ciclo térmico que directa o indirectamente es resultado del primero. Su máximo térmico se presenta durante las primeras horas de la tarde y es condicionante de la actividad de vuelo ya que por debajo de una cierta temperatura las abejas no vuelan...”*

Sobre el ciclo térmico se entiende que la actividad de las abejas está relacionada con cualquier aumento de las temperaturas y temporadas de precipitaciones, Kuhlmann *et.al* (2012) menciona que las temperaturas alteradas y los regímenes de precipitaciones alterados pueden tener un gran impacto en los rasgos del ciclo de vida de las abejas.

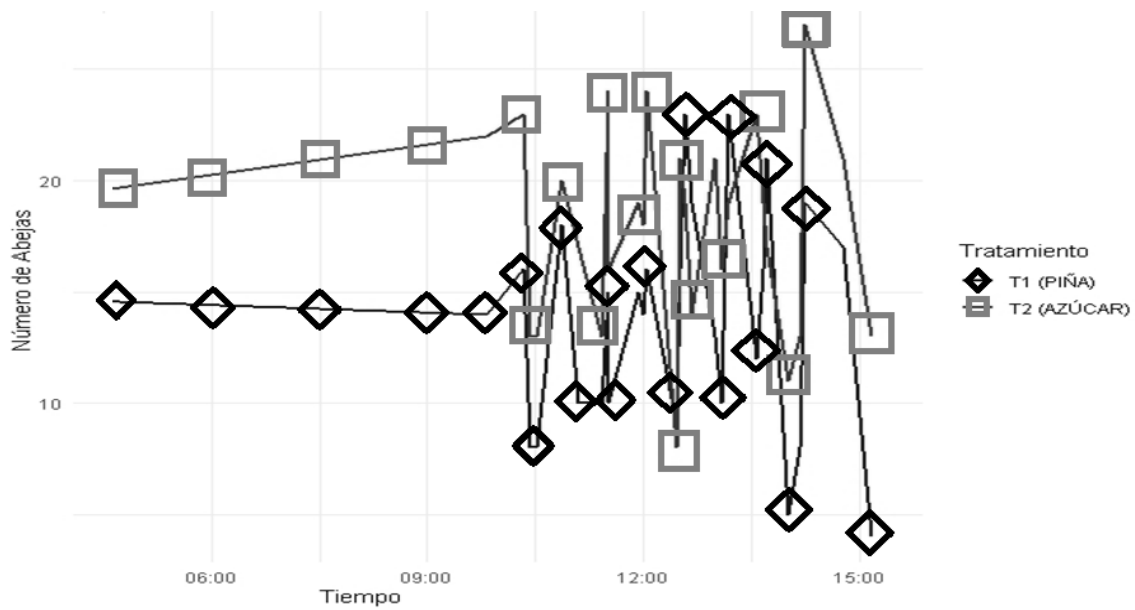


Figura 2. Gráfico lineal del número de abeja que salen a pecorear a lo largo del tiempo

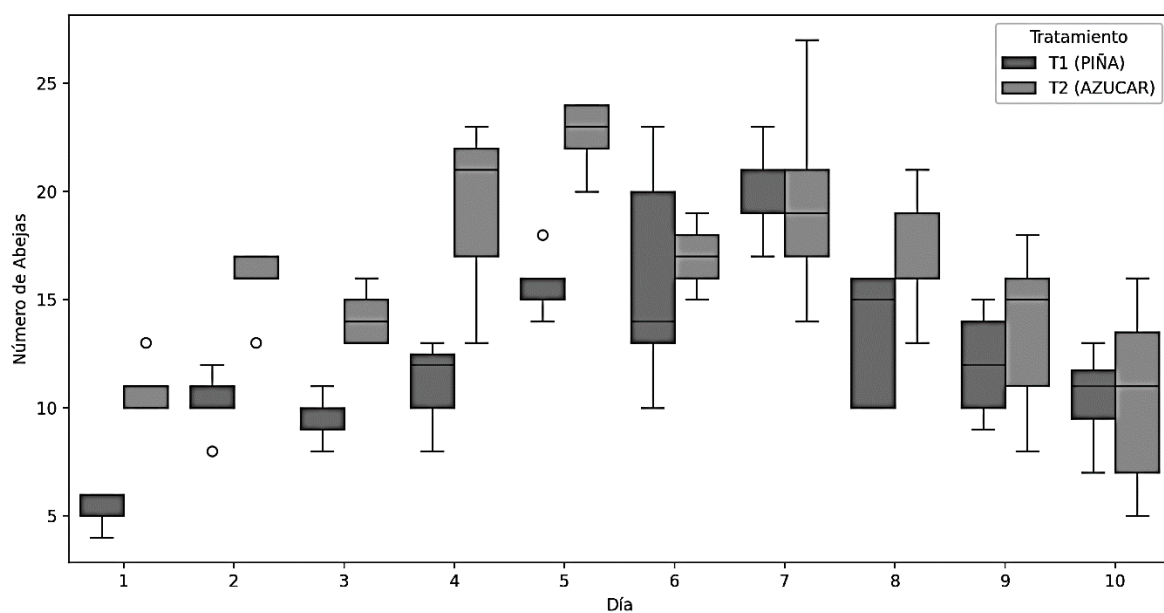


Figura 3. Gráfico boxplot de comparación del número de abejas por día y tratamiento

5.4. Costos de Producción de los jarabes de frutas tropicales

El cuadro nueve indica los costos incurridos en la elaboración de los distintos jarabes de frutas, evidenciando que todos los jarabes de frutas son más económicos en comparación al jarabe tradicional elaborado con azúcar, el uso de frutas reduce los costos a diferencia del jarabe de azúcar puro. El jarabe de banano presenta la mayor reducción en el costo total con un 46.29%, mientras que el jarabe de piña tiene la menor reducción de un 34.19%.

El uso de frutas, junto con azúcar y miel, da un resultado de una reducción de costos significativa frente al uso exclusivo de azúcar (jarabe de control). El tratamiento de banano ofrece el mayor ahorro, seguido por los tratamientos de naranja, mango y piña.

Cuadro 9. Tabla de costos de preparación de jarabes de frutas tropicales

Tratamiento	Material requerido	Cantidad (g)	Costo del material Crudo(C\$/kg)	Costo del material Crudo usado para 1/2 litro de jarabe de sustitución (C\$)	Costo total (C\$)	Reducción (%)
Piña	Jugo	200	20	4	10.88	34.19
	Azúcar	100	30	3.45		
	Miel	20	240	3.43		
Mango	Jugo	200	13.33	2.67	9.55	42.23
	Azúcar	100	30	3.45		
	Miel	20	240	3.43		
Naranja	Jugo	200	12	2.4	9.28	43.87
	Azúcar	100	30	3.45		
	Miel	20	240	3.43		
Banano	Jugo	200	10	2	8.88	46.29
	Azúcar	100	30	3.45		
	Miel	20	240	3.43		
Azúcar 1:1 (Control)	Azúcar	500	33.06	16.53	16.53	0

VI. CONCLUSIONES

- Se logro identificar los niveles de aceptación para cuatro tipos de jarabes a base de frutas tropicales (piña, banano, mango y naranja) siendo el jarabe de piña que tuvo mayor aceptación por las abejas, seguido del jarabe de banano, el jarabe de mango en tercer lugar y por último el jarabe de naranja.
- La actividad de pecoreo por efecto del jarabe de piña fue menor en comparación al jarabe de azúcar, pero teniendo una consistencia en el número de abejas que salen a pecorear y una menor dispersión a lo largo del tiempo.
- Todos lo jarabes de frutas tropicales provocan una reducción en los costos de producción de un jarabe de mantenimiento tradicional realizado con azúcar entre un 34.19% a un 46.29% presentando un mayor ahorro.

VII. LITERATURA CITADA

Apícola, P. (2020, septiembre 25). *Nutrición de las abejas*. Portal Apícola. <https://api-portal.com.ar/nutricion-de-las-abejas-2/>

Arguello, N. (2010). *GUÍA TÉCNICA DE NUTRICION APICOLA*. OSIAP. <https://osiap.org.mx/senasica/sites/default/files/nutricion%20apicola.pdf>

Baez, R., Benitez, A., Valle, A., & Valencia, I. (2022). *Cria reinas (apis mellifera L.)*. Unam.mx. https://papimes.fmvz.unam.mx/proyectos/cria_reinas/Cria_Reinas.pdf

Bonilla, J. (2020). *MANUAL BASICO PARA LA PRODUCCION DE MIEL. PROGRAMA DE DIVERSIFICACION APICOLA Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN101B715.pdf>

Buñay Pinguil, M. P. (2018). Efecto de la alimentación artificial en abejas *Apis mellifera* mediante la utilización de leche en polvo desnatada y jarabe de azúcar (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Corona, A. (2017). *CORONA APICULTORES*. Blogspot.com. <https://coronaapicultura.blogspot.com/search?q=situacion>

Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. (2023, junio 19). *Alimentación artificial de abejas por falta de néctar en época lluviosa*. CENTA. <https://centa.gob.sv/alimentacion-artificial-de-abejas-por-falta-de-nectar-en-epoca-lluviosa/>

Comisión Nacional de Promoción y Exportaciones. (2020). *Norma Técnica de Miel de Abeja N° 03 030-00*. La Gaceta Diario Oficial. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/bbe90a5bb646d50906257265005d21f8/272824cda8f0be7c062572fb005fcd28?OpenDocument>

Davidson, G. (2020). *SP Honey Bee Husbandry Basics- Manejo básico de las abejas melíferas*. Páginas de especies de FARAD. <http://www.usfarad.org/sp-honey-bee-husbandry-basics--manejo-básico-de-las-abejas-melíferas.html>

Delgado, G. R., Aguirre, L., & Mariazza, E. R. F. (2022). Aceptación y preferencia animal de leguminosas (*Archis pintoii*, *Stylosanthes guianensis* y *Centrocema macrocarpum*) en el trópico. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(5).

DesdeelSurco. (2016, mayo 6). *Alimentación Artificial para Abejas: Complemento de Carbohidratos en Épocas de Escasez y Estímulo para el Desarrollo de la Población*. Desde el Surco. <https://desdeelsurco.com.ec/2016/05/alimentacion-artificial-abejas-carbohidratos-escasez-estimulo-desarrollo-poblacion/>

Ellis, A., Ellis, J. D., & O'Malley, M.K.; Zettel Nalen, C.M. (2021). *Los beneficios del polen para las abejas melíferas*. Askifas. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN1415>

FAO. (2021). Preparación de alimentos para abejas. TECA – Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrícolas. <https://teca.apps.fao.org/fr/technologies/8393/>

Food4farmers. (2012). *La Abeja de la Miel Apis mellifera*. Food4farmers.org. <https://food4farmers.org/wp-content/uploads/2012/08/abeja.pdf>

Godoy, Y; Rojas, B. S; Perez M; Gimenez, A; Petit-Jimenez, D; Alvarado, Q. (2017). INFLUENCIA DEL ÍNDICE DE MADUREZ EN LA CALIDAD DE LA PIÑA (*Ananas comosus* L. Merr) MÍNIMAMENTE PROCESADA. *Revista Científica Agroindustria, Sociedad, Ambiente (ASA)*, 39-50. https://www.researchgate.net/publication/320172567_INFLUENCIA_DEL_INDICE_DE_MADUREZ_EN_LA_CALIDAD_DE_LA_PINA_Ananas_comosus_L_Merr_MINIMAMENTE_PROCESADA

García, G. (2023, agosto 21). *¿Cuál es la importancia de las abejas en la alimentación?* THE FOOD TECH. <https://thefoodtech.com/>

Hubbard, N.L.; Pharr, D.M.; Huber, S.C. 1990. Role of sucrose phosphate syntase in sucrose biosynthesis in ripening bananas and its relationship to the respiratory climacteric. *Plant Physiology* 94: 201-208.

Ibarra, E. O., Ramírez, G. H., & Ibarra, I. H. O. (2021). Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 7(14), 24-28.

INETER (2022). Coordenadas geográficas, finca Santa Rosa. Septiembre 2022. <https://www.ineter.gob.ni/#mapas>

Inversiones de la Red Apícola de Chile. (2015). *Preparación de alimentos para abejas*. Fao.org. <https://teca.apps.fao.org/fr/technologies/8393/>

Kuhlmann, M., Guo, D., Veldtman, R. y Donaldson, J. (Eds.). (2012). Consecuencias del calentamiento de un punto crítico: cambio de distribución de especies dentro de un centro de diversidad de abejas. Blackwell Publishing Ltd. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1472-4642.2011.00877.x>

La apicultura y agricultura, sectores clave para la seguridad alimentaria. (2023, noviembre 22). Abejas en la agricultura. <https://abejasenagricultura.org/la-apicultura-y-agricultura-sectores-clave-para-la-seguridad-alimentaria/>

Larsen, A., Reynaldi, F. J., & Guzmán-Novoa, E. (2019). Bases del sistema inmune de la abeja melífera (*Apis mellifera*). Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(3), 705–728. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4785>

Lino, F. E. (2002). *Estudio de la calidad de la miel de abeja Apis mellifera L. comercializada en Tegucigalpa, Honduras* [Universidad Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c4426506-bd60-46a5-87ff-4d6dcfab51c/content>

Luna Rodas, J. D., & Romero Álvarez, K. S. (2019). Estudio de la producción y comercialización de miel de abeja en el municipio de El Viejo departamento de Chinandega para el período marzo-abril 2019.

López, M. A., & Cerrato, A. D. C. (2021). Análisis de competitividad frente al comercio exterior para el mercado de cacao, miel natural y cebolla en Honduras 2006-2019. *Economía y Administración (E&A)*, 12(2), 33-58.

Mattila, H. R., Otis, G. W., Nguyen, L. T. P., Pham, H. D., Knight, O. M., & Phan, N. T. (2020). Honey bees (*Apis cerana*) use animal feces as a tool to defend colonies against group attack by giant hornets (*Vespa soror*). *PloS One*, 15(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242668>

Marriott, J., Robinson, m., Karikary, S.K. 1981. Transformación del almidón y el azúcar durante la maduración de plátanos y bananos. *Journal of Food and Agriculture*. 32: 1021-1026 p.

Mccoy Bodden, H., & Salazar Cano, H. S. (2020). *Mercado de la producción de miel de abeja (Apis mellifera L.) en la Cooperativa 22 de mayo, San Juan de Río Coco, Madriz* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).

Mercer, A. R. (2019). The effects of amines on behavior and neural activity in the honey bee. En *The Biology of Social Insects* (pp. 360–363). CRC Press.

Ministerio de Economía Familia Comunitaria Cooperativa y Asosiativa, M. (2023). *MANUAL DE APICULTURA*. MEFCCA.gob.ni. <https://mapaapicultura.economiafamiliar.gob.ni/doc/Manualapicultura.pdf>

Montero, M. L; Garbanzo, C.R; Usaga, J; Perez, A. M. (2022). Composicion nutricional, contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante hidrofílica de frutas costarricenses seleccionadas. *Agronomía mesoamericana*, 33, (2), 46-75. <https://www.researchgate.net/publication/358740106>

Nuñez, J.A. (1979). ACTIVIDAD DE VUELO DE ABEJAS DOMESTICAS Y FACTORES CONDICIONANTES. Recuperado de

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=actividad+de+vuelo+de+abejas&oeq=#d=gs_qabs&t=1727564388495&u=%23p%3DsYlvLW-SxJ4J

O'Malley y Catherine M. Zettel Nalen, A. E. J. D. E. M. K. (2021). *Los beneficios del polen para las abejas melíferas*. Askifas. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN1415>

Ortega Morocho, C. M. (2021). La alimentación artificial para la cría de las abejas.

Orús, A. (2022). Apicultura orgánica: ranking mundial colmenas en 2022. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/544193/paises-con-la-mayor-cantidad-de-colmenas-organicas-en-el-mundo/>

Pande, R & Karnatak, A.K. (2013). Utilization of temperate fruits for off-season dietary management of honey bees. *Indian Journal of Horticulture*, 70, (3), 345-349. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijh&volume=70&issue=3&article=006>

Perez, L., Martinez, J., & Cetzal-Ix, W. (2017). APICULTURA: MANEJO, NUTRICION, SANIDAD Y FLORA APICOLA. Cloudfront.net. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55714539/2017_Martinez-Ayala_et_al.-_Apicultura-libre.pdf?1517776586=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DApicultura_Manejo_Nutricion_Sanidad_y_Fl.pdf&Expires=1729896827&Signature=XRCf9rZH4BOI2iZpLGzSe~MzHxdgRhyBdkNhmQDL9agyvTHtYG0EoPWTsBKP4BgIKGY4spmWeGVMZ12XnmLN1Ko-XKo3IqKg2dwDYPQD8nhUvKpvEBD9iYksVcLuECea8t6jCMvyoR~zFhj8raVngCufgTf5croWvN2OJbIA8Q7hZZa5F5~Y-9a5BCPE95S38KgUXLkaB9ZMs2UsEH1I8Fz3QvT2FH~6WrEARFRNBz-2Nv1hKhfyfO5-vmldqL5i-w8QXnP4bMzsgPLOOsbfXYBCANMXvO6kZ83PJH5vXRtzFOSinXZ7H0GncFQf1lmexMJGTtj0wnV2kYkUZpTNA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=17

Quigley, T., & Amdam, G. (2024). Effect of aging and Varroa parasitism on the paracellular and transcellular permeability of the honeybee blood-brain barrier. En *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2024.09.27.615259>

Ramirez-Esquivel, F., & Ravi, S. (2023). Functional anatomy of the worker honeybee stinger (*Apis mellifera*). *iScience*, 26(7), 103–107. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107103>

Roa, M. M. (2023, mayo 22). China, el principal productor de miel del mundo. Statista. <https://es.statista.com/grafico/30038/paises-con-el-mayor-volumen-de-produccion-de-miel-natural/>

Rodriguez, G., & Moja, J. (2021). Alimentación Artificial Estratégica. *Portal Apicola*. <https://api-portal.com.ar/alimentacion-artificial-estrategica/>

SAGARPA 2004: Manual de Buenas Prácticas de Producción de Miel. Programa de inocuidad de alimentos. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africanizada. Pp. 17-23.

Secretaria Ejecutiva De La Comision Nacional De Normalizacion Tecnica Y Calidad. (2010). Alimentos Y Bebidas Procesados. Nectares De Frutas Especificaciones. (NTON 03 076-08). <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/lex-faoco98416>

United State Department of Agriculture. (2019). *FoodData central*. Usda.gov. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169910/nutrients>

Universidad de Cordoba. (2012). *Biologia de las abejas*. Uco.es. https://www.uco.es/dptos/zoologia/Apicultura/Biologia_abejas/Imagen_video_main.html

Verly, V., Gómez-Bravo, C., Altamirano, M. E., Quispe-Coila, E., & Ruiz-Camacho, W. (2022). Prueba de aceptabilidad y preferencia de alpacas en condiciones altoandinas del Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 11(1), 11-21.

Wills, R.; Lee, T.; Mc Glasson, B.; Graham, D. 1984. Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas Post-Recolección. Zaragoza, España. Acribia. p.1 8-22, 43-46, 81-83.

VIII. ANEXOS



Anexo 1. Inicio de la prueba de aceptación



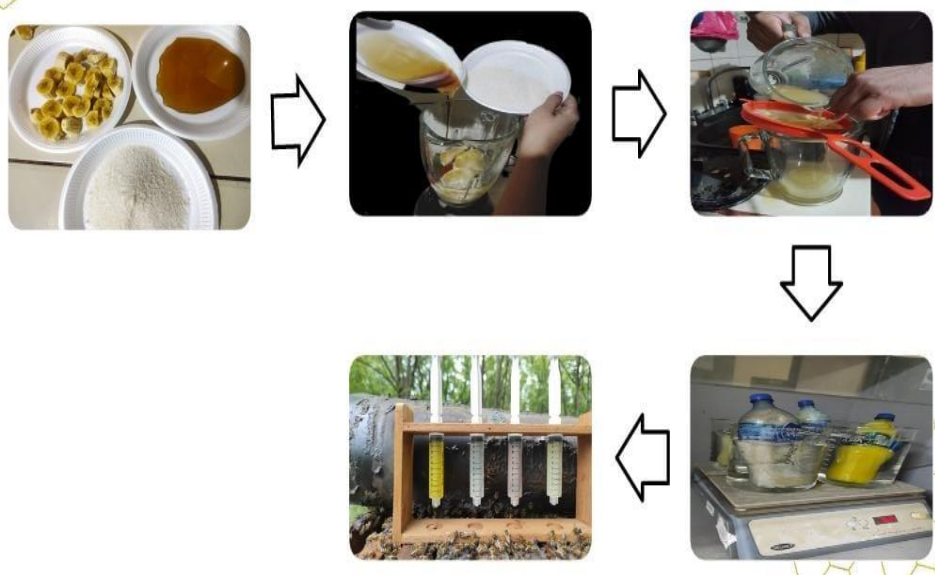
Anexo 2. Consumo de la prueba de aceptación



Anexo 3. Revisión de la prueba de aceptación



Anexo 4. Prueba de jarabes de frutas



Anexo 5. Pasos a seguir para elaborar los jarabes a base de frutas tropicales.