

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS PARA CONTRARRESTAR
LOS EFECTOS DE LA HUMEDAD SOBRE EL POLEN DURANTE LA
ÉPOCA DE LLUVIA, SUCRE, COLOMBIA**

**YUDYS DEL SOCORRO DÍAZ ALDANA
OMAIRA ISABEL DÍAZ NUÑEZ**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SINCELEJO
2005**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS PARA CONTRARRESTAR
LOS EFECTOS DE LA HUMEDAD SOBRE EL POLEN DURANTE LA
ÉPOCA DE LLUVIA, SUCRE, COLOMBIA**

**Línea de investigación: Manejo de Bovinos en el Sistema Doble
Propósito y Sistemas Promisorios Ganaderos**

**YUDYS DEL SOCORRO DÍAZ ALDANA
OMAIRA ISABEL DÍAZ NUÑEZ**

**Directora
LUZ MERCEDES BOTERO
Zootecnista**

**Codirector
ERIC SANTAMARÍA
Ing. de Sistemas y Apicultor**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
SINCELEJO
2005**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Jurado

Jurado

Jurado

Sincelejo, Noviembre 30 de 2005

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

- A Dios, por darnos la capacidad y entusiasmo de alcanzar nuestras metas
- Universidad de Sucre, por ser nuestro ente educador
- Luz Mercedes Botero, Director y gran amiga por sus valiosas orientaciones y gran colaboración
- Erick Santamaría Urrea, Codirector por su colaboración, disposición y gran apoyo
- Tito Santamaría, por su colaboración incondicional
- Víctor Peroza Coronado, Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuaria

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi mejor guía y darme la suficiente fortaleza y sabiduría para alcanzar esta meta

A la memoria de mi madre Maritza Isabel, quien me ayudó a cumplir este sueño con su gran esfuerzo y apoyo incondicional

A mi padre Álvaro, por su apoyo y colaboración

A mis hermanas Yohana y Yulfi, por apoyarme en todo momento

A mis amigos Alfonso, David, Yojadis, Reynaldo, José, quienes me colaboraron y animaron para seguir adelante

A Anuar Menesses, por respaldarme, colaborarme y darme su cariño en todo momento

A Omaira Díaz, por ser tan buena compañera y excelente amiga

Yudys

A Dios, por darme todo el amor y la capacidad de alcanzar esta meta, por darme la suficiente fuerza y el suficiente entusiasmo para salir siempre adelante

A mis padres, por hacer de mí una persona de bien, por brindarme todo su amor y apoyo

A mis hermanos, por su cariño y compañía en los momentos más difíciles

A Yudys Díaz, por ofrecirme su sincera amistad, tolerancia y cariño

A Eduar, por brindarme cada día su apoyo incondicional, todo su amor y paciencia

A mis amigos Alfonso, David y Reynaldo, y demás compañeros que de cierta forma colaboraron para alcanzar este sueño

Omaira

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS	15
1.1 Objetivo general	15
1.2 Objetivos específicos	15
2. ESTADO DEL ARTE	16
2.1 Descripción de la abeja y de la actividad apícola	16
2.2 Clasificación taxonómica de la abeja	17
2.3 Productos generados por la actividad apícola	18
2.4 Polen	19
2.4.1 Importancia del polen	21
2.4.2 Características físicas del polen	21
2.4.3 Cosecha y beneficio del polen	24
2.4.4 Trampa caza polen	25
2.4.5 Recolección de polen	26
2.4.6 Usos del polen	28
3. METODOLOGÍA	29
3.1 Ubicación	29
3.2 Aspectos geográficos y agro climáticos	29
3.3 Manejo experimental	30
3.4 Diseño experimental	34
3.5 Análisis estadístico	37
4. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	38
4.1 Influencia de los diferentes métodos empleados para disminuir el porcentaje de humedad en el polen	38
5. CONCLUSIONES	45
6. RECOMENDACIONES	46
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	52

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición química y nutricional del polen y sus unidades respectivas	23
Cuadro 2. Estadígrafos de los diferentes tratamientos empleados para disminuir el porcentaje de humedad en el polen cosechado	39
Cuadro 3. Análisis de varianza de un factor al evaluar los cinco tratamientos (datos normalizados) para disminuir el porcentaje de humedad en el polen cosechado	39
Cuadro 4. Prueba de Tukey para comparar los cinco tratamientos (datos normalizados) empleados para disminuir el porcentaje de humedad en el polen cosechado	40

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Productos apícolas y su clasificación según el origen	18
Figura 2. Sistema de producción de polen según Franky (2005)	20
Figura 3. Apiario El Mirador durante la fase experimental, Morroa, Sucre	29
Figura 4. Colmena tipo Langstroth con todos sus elementos constitutivos, incluyendo la trampa caza polen utilizada en la investigación	31
Figura 5. Cosecha y toma de muestra de polen en el apiario El Mirador	32
Figura 6. Representación de las diez muestras cosechadas cada tres días en el apiario El Mirador	33
Figura 7. Tratamiento 2: trampa caza polen mas cloruro de sodio	34
Figura 8. Tratamiento 3: trampa caza polen mas cloruro de calcio	35
Figura 9. Tratamiento 3: trampa caza polen mas papel absorbente	35
Figura 10. Tratamiento 4: trampa caza polen sin base	36
Figura 11. Distribución de los tratamientos en las colmenas en el Apiario El Mirador, Morroa, Sucre	36
Figura 12. Curvas T_1 vs. T_2 para el porcentaje de humedad en el polen cosechado a lo largo del periodo de experimentación	41
Figura 13. Frecuencia de precipitaciones durante la época de experimentación	41
Figura 14. Curvas T_1 vs. T_3 para el porcentaje de humedad en el polen cosechado a lo largo del periodo de experimentación	42
Figura 15. Curvas T_1 vs. T_4 para el porcentaje de humedad en el polen cosechado a lo largo del periodo de experimentación	43
Figura 16. Curvas T_1 vs. T_5 para el porcentaje de humedad en el polen cosechado a lo largo del periodo de experimentación	44

RESUMEN

La apicultura genera una serie de productos de alto valor comercial, destacándose el polen por su alto valor nutritivo, sin embargo dadas las condiciones climáticas del trópico bajo: alta temperatura y alta humedad relativa, se produce una fermentación y deterioro del producto en la colmena, lo que obliga a cosecharlo diariamente ocasionando incremento en los costos de producción. Buscando solucionar esta problemática en el apiario El Mirador, ubicado en Morroa-Sucre, Colombia, se evaluaron diferentes métodos para contrarrestar los efectos de la humedad sobre el polen durante la época de lluvias, año 2004; se trabajó con cinco tratamientos, tres de los cuales introducen por primera vez en la colmena el material higroscópico en el cajón de la “trampa caza polen” y sobre él se coloca una malla de fibra de vidrio para evitar el contacto directo entre el polen y el material higroscópico; los tratamientos fueron: T1-control (trampa caza polen tradicional sin sustancia higroscópica), T2-cloruro de sodio, T3-cloruro de calcio, T4-papel absorbente, T5-colmena sin base ni material absorbente; con dos réplicas cada uno, rotándolos entre cosechas. Una vez cosechado el polen, actividad realizada cada 3 días, se llevó al laboratorio donde se sometió al secado en una estufa con regulación de temperatura a 60°C durante 48 horas, transcurrido este periodo se pesaban las muestras ya deshidratadas para obtener por diferencia de peso en gramos el porcentaje de humedad respecto a la muestra inicial. Los datos obtenidos fueron sometidos a una prueba Kolmogorov-Smirnov y normalizados; se realizó un análisis de varianza para un factor, y una prueba de Tukey. Se halló significancia estadística, determinándose que $T1 = T3 = T4$; que $T1 = T5$; $T2 = T3 = T4$; y $T1 \neq T2$, siendo T2 el método más eficiente con un promedio de 21.7% de humedad, y el menos adecuado T5, llegando a estar la humedad del polen en 29.5%, aun por encima del tratamiento control.

ABSTRACT

The beekeeping generates a series of products of high commercial value, standing out the pollen for its high nutritious value, however given the climatic conditions of the low tropic: high temperature and high relative humidity, take place a fermentation and deterioration of the product in the beehive, what forces to harvest it daily causing increment in the production costs. Looking for to solve this problem in the honey farm El Mirador, located in Morroa-Sucre, Colombia, different methods were evaluated to counteract the effects of the humidity on the pollen during the rainy season, year 2004; one worked with five treatments, three of those which introduce for the first time in the beehive the hygroscopic material in the drawer of the trap hunt pollen and on him a mesh of glass fiber is placed to avoid the direct contact between the pollen and the hygroscopic material; the treatments were: T1-control (trap hunts traditional pollen without hygroscopic substance), T2-chloride of sodium, T3-chloride of calcium, T4-absorbent paper, T5-beehive without base neither absorbent material; with two replicas each one, rotating them among crops. Once harvested the pollen, carried out activity every 3 days, it was dried oven at 60°C during 48 hours, measuring the % of humidity for difference of weight among sample initial and final. The obtained data were subjected to a test Kolmogorov-Smirnov and normalized; it was carried out a variance analysis for a factor, and a test of Tukey. He/she was difference statistical, being determined that $T1 = T3 = T4$; that $T1 = T5$; $T2 = T3 = T4$; and $T1 \neq T2$, being T2 the most efficient method with an average of 21.7% of humidity, and the less appropriate T5, ending up being the humidity of the pollen in 29.5%, even above the treatment control.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la práctica de la apicultura se ha diseminado en todo el mundo, exceptuando las regiones polares extremas, hasta el punto de cubrir una gran extensión territorial, además de que algunas actividades agrícolas dependen de ella para obtener unos resultados satisfactorios. Londoño (2003), afirma que las abejas melíferas son las responsables de realizar la polinización de gran cantidad de plantas, incrementando la calidad y cantidad de frutos y semillas, a la vez que contribuyen al mantenimiento de la seguridad alimentaria de las poblaciones humanas.

Para Tello (2003), en países como Colombia ésta es una de las actividades del campo más promisorias y de gran importancia ecológica que permite un desarrollo económico y social sostenible. Los consumidores de los países desarrollados con el incremento de la conciencia ambiental y su capacidad de compra han abierto crecientes mercados de productos naturales y orgánicos como miel, polen, jalea real y otros productos como los propóleos y la apitoxina; que podrían ingresar a los mercados internacionales de agricultura limpia.

La apicultura es una actividad poco desarrollada en nuestro país y en el departamento de Sucre desde el punto de vista tecnológico lo que provoca su atraso tecnológico, constatándose una escasa o nula participación de universidades o entidades que generen tecnología o aportes investigativos en el ámbito de dicha actividad.

Santamaría (2003) afirma que nuestro departamento posee un gran potencial apícola y humano, pero hasta ahora solo una pequeña fracción se ha aprovechado, de la cual se producen y comercializan diversos productos como miel, propóleos, cera y polen, destacándose la miel como el principal

producto apícola. Para Castillo (2004), durante muchos años la miel ha sido la producción principal en esta actividad y por lo tanto la ganancia del apicultor. Actualmente se ignora que sea posible obtener abundantes cosechas de polen que puedan fácilmente incrementar los ingresos anuales de los apicultores, sobre todo considerando los altos precios de este producto en el mercado. De acuerdo con este planteamiento y el de Goodman (1979), citado por Marie (1990), el polen registra una mayor rentabilidad que la miel, puesto que se considera como una excepcional fuente de vitaminas y proteínas que reúne todos los elementos de la vida; de allí su importancia, puesto que sirve como complemento alimenticio para el hombre e igualmente para la alimentación animal.

Aún cuando se presenten todas estas ventajas, el polen exhibe un marcado efecto higroscópico, siendo además rico en diversas sustancias que contienen enlaces físico-químicos muy endebles (Díaz, 2003), éste es seriamente afectado por las altas temperaturas y a su vez por la humedad relativa, condiciones reinantes en nuestra región, lo cual provoca una fermentación muy acelerada, deteriorando así seriamente el producto; este hecho, sumado a los bajos niveles tecnológicos, provoca que su recolección sea requerida de manera muy seguida, por lo cual aumentan los costos de dicho proceso (Franky, 2004). El mismo autor afirma que esta situación es diferente en las zonas más frías, donde el polen se puede mantener en buenas condiciones más tiempo, pudiendo alargar las visitas y recogiendo más cantidad en cada una.

En base a esta problemática, se evaluó el efecto de diferentes métodos para contrarrestar la humedad en el polen obtenido por *Apis mellifera* en época de lluvias en la subregión Montes de María, para así lograr conocer el método de mayor efectividad que permita conservar el polen por más tiempo.

Una solución a esta problemática es la utilización de diferentes sustancias higroscópicas e igualmente una modificación en la trampa caza polen, empleando una malla adicional que impide el contacto directo entre el polen y las sustancias higroscópicas, como también la utilización de un mecanismo para airear la colmena (sin base), para así mejorar las prácticas que contribuyan con el incremento en el intervalo de recolección del polen por el apicultor (Santamaría, E., 2004).

Esta investigación se convierte en una directriz importante para establecer el método de cosecha del polen por el apicultor, cuando las condiciones de humedad ambiental dificultan dicho proceso.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes métodos para contrarrestar la humedad en el polen obtenido por *Apis mellifera* en época de lluvia en subregión Montes de María.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir estadísticamente el efecto de los métodos propuestos sobre el porcentaje de humedad del polen.
- Evaluar la modificación de la trampa caza polen al introducir una malla adicional que albergue la sustancia higroscópica.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ABEJA Y DE LA ACTIVIDAD APÍCOLA

Según Aguilar *et al.* (2000), la actividad apícola hace parte de la zootecnia: estudia la vida, costumbres y trabajos de las abejas y enseña los métodos más prácticos para explotar en forma racional los productos que estos insectos proveen; para él, es una empresa sencilla que exige poco capital y puede producir un alto rendimiento económico. En Colombia, debería interesar a todos los agricultores, no solo por el aspecto económico, sino para ayudar a la alimentación, especialmente de los niños, pues la miel y el polen, contienen un alto porcentaje de azúcares, proteínas y minerales necesarios para el organismo humano.

De acuerdo con Tello y Londoño (2003), la abeja *Apis mellifera* es la especie más comúnmente conocida y ciertamente la más estudiada, tanto en su biología como en los aspectos productivos. Originaria de Europa y África, pero en la actualidad se encuentra distribuida prácticamente en todos los continentes; sin embargo, existen más de 20.000 especies de abejas descritas, pero muy pocas son utilizadas de manera racional por el hombre, de éstas solo el 5% son abejas con comportamiento social y con posibilidades de ser explotadas zootécnicamente.

Las abejas que hoy tenemos en Colombia son híbridos: entre alemanas (*Apis mellifera mellifera*), italianas (*Apis mellifera ligustica*), caucásicas (*Apis mellifera caucasica*) y africanas (*Apis mellifera escutelata*); debido a que estas abejas híbridas presentan características más similares a las africanas que a las europeas han sido denominadas africanizadas (Root, 1976; Gentry, 1982; Mantilla, 1997; Tello, 2003).

Para Aguilar (2000) y Nates (2001), a razón de las grandes diferencias que existen en el modo de hacer nidos, las abejas se han clasificado así:

- Abejas solitarias: en este grupo la reina se encuentra sola y carece de ayuda en el cuidado de su familia; la abeja madre construye su nido, generalmente con barro, para una generación y pone dentro de él una provisión de alimentos suficiente para criar los hijos mientras son larvas. En estas abejas solo existen dos castas: el macho y la hembra ponedora; como ejemplo se tiene: abejas carpinteras, abejas corta hojas, abeja albañil, abeja minera y abejas parásitas.
- Abejas sociales: es un insecto social que construye y ocupa un nido común construido en cera; está regido por un sistema matriarcal en donde una reina (hembra fecunda) es la única madre de toda la progenie, allí existe división del trabajo de acuerdo a la casta (reina, zángano, obrera), la edad y el estado fisiológico. Existen tres grupos principales: abejorros, abejas sin aguijón y abejas domésticas.

De todas estas abejas la más común es la abeja doméstica o abeja melífera y a su vez la más explotada con fines comerciales (Londoño, 2003).

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ABEJA

Según Mantilla (1997) la clasificación taxonómica de la abeja es la siguiente:

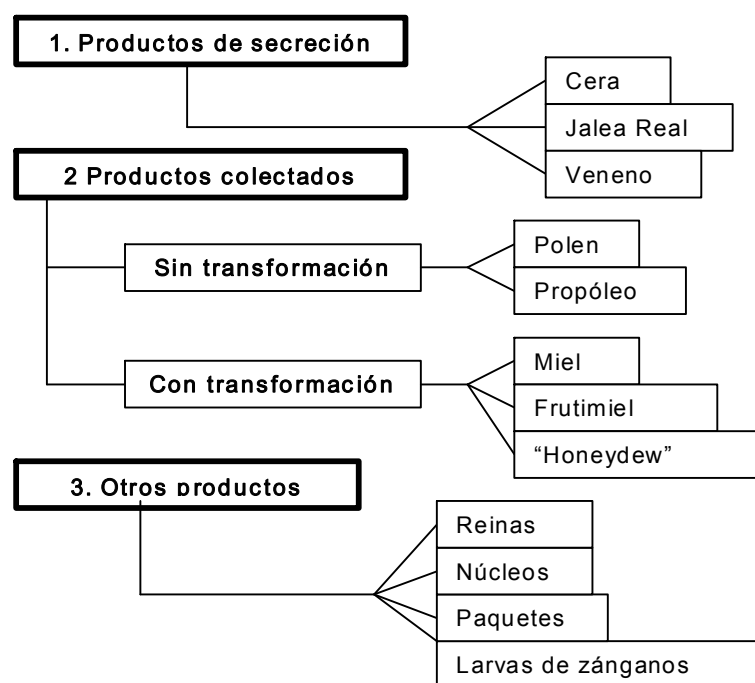
Reino	Animal
Clase	Insecta
Orden	Hymenóptera
Suborden	Apocrita
Súper familia	Apoidea

Familia	Apidae
Subfamilia	Apinae
Tribu	Apini
Género	Apis
Especie	<i>Apis mellifera</i>

2.3 PRODUCTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD APÍCOLA

Hay una gran variedad de productos apícolas, que se clasifican en productos de secreción de las abejas y colectados por ellas o los mismos insectos que se convierten en un bien final como se puede observar en fig. 1

Figura 1. Productos apícolas y su clasificación según el origen



Fuente: Vásquez (1995)

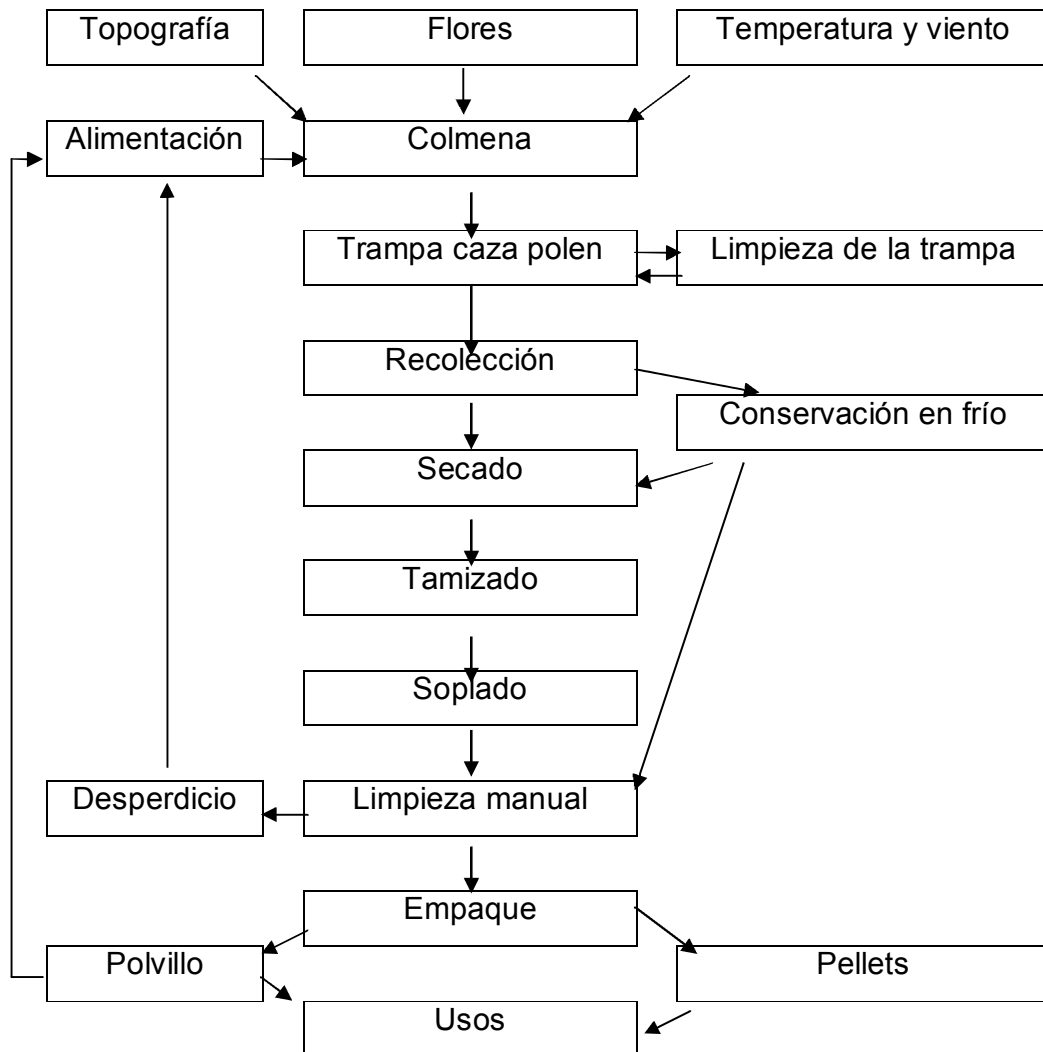
2.4 POLEN

La palabra polen se deriva del latín *pollen* que significa flor de la harina, esta es una unidad biológica de componentes complejos como la vida misma (Lexis 22, 1976).

En las plantas fanerógamas el polen representa el elemento fecundante masculino de las flores se originan en gran cantidad en la porción terminal de los estambres (antera), donde queda contenido en los sacos polínicos (Espina, 1984 y Díaz, 2003). En este sentido Marie (1990), afirma que cada antera libera una multitud de granos de polen que serán llevados por el viento y por los insectos.

Para Franky (2005), alrededor de la cadena de producción del polen ocurre una serie de proceso que interactúan hasta el producto final. A continuación, fig. 2 se observan estas interacciones:

Figura 2. Sistema de producción de polen según Franky (2005)



El apicultor cosecha el polen con trampas caza polen que están situadas en la base o en la piquera de la colmena, esto es posible porque las abejas al atravesar la trampa pasan por una malla. Esta arranca el polen de las patas de las abejas, y el polen cae dentro de un cajón cubierto por otra malla más fina en que las abejas no pueden entrar (Gentry, 1982; Ravelo, 2003).

2.4.1 Importancia del polen. Considerando las necesidades nutricionales de todo ser vivo y el alto costo que representa un alimento de excelente calidad, que contenga todos los elementos esenciales para la vida y además que sean de muy fácil absorción y asimilación para el organismo, el polen constituye una alternativa como alimento de excelente calidad, debido a que goza de una extraordinaria composición química que lo hace ser el alimento más completo y puede ser utilizada o incorporadas en las dietas como suplemento alimenticio en humanos y animales (Díaz, 2003).

Hoy en día, el polen recolectado por las abejas ha dejado de ser un subproducto de la colmena, para pasar a un plano mucho más importante en los ingresos del apicultor, e incluso para algunos es el producto principal, pues existe gran demanda por parte de los distribuidores de alimentos naturales o vegetarianos (Mantilla, 1997).

2.4.2 Características físicas del polen. El grano de polen o gametofito masculino es una estructura bi o tricelular con una cubierta formada por dos capas, una interna denominada intina y otra externa, la exina (Domínguez y Heredia, 2002). El polen posee las siguientes características:

- Constitución del grano de polen: está constituido por una sola célula provista de una pared muy compleja denominada esporodermis. Esta pared polínica o esporodermis consta de dos capas concéntricas que rodean y protegen los granos de polen. En el interior la intina que suele ser delicada y químicamente poco resistente. Muchas veces se encuentran en ella dos o tres estratos, de los cuales el externo contiene a menudo abundante pectina que facilita la separación entre intina y exina; en el estrato interior los elementos fundamentales son fibrillas de celulosa. Al germinar el grano de polen solamente la intina se desarrolla para dar origen al tubo polínico. En el exterior, la exina que es gruesa constituida por esporopolenina, siendo esta

una de las sustancias vegetales químicamente muy resistentes y degradables solo por oxidación.

- Características organolépticas: se presenta como un polvo cuyo color varía en relación con la especie de que procede su tonalidad cromática tiene una amplia gama de colores que presenta desde el blanco hasta el negro, pero el mas frecuente es el amarillo o marrón claro con diferentes matices. Se pueden encontrar rosa, anaranjado, rojo, violáceo y verdes.

Al igual que el color del polen, el sabor y el olor del mismo varía según su procedencia. El sabor va del dulce al amargo, del picante al semidulzón de acuerdo a la diversidad de plantas. El olor resulta característico de acuerdo a la flor visitada por la abeja.

- Ornamentación: es enormemente variada, a continuación se indican los tipos más frecuentes: circular, estriado, reticulado, espinoso, regulada, equinulada, equinada, clavada, pilada, baculada, gemada, verrugada, granulada, perforada, escabrida, faveolada y psilada.
- Tamaño: varía de una planta a otra y sobre todo de un género a otro, dando granos microscópicos de forma y tamaño diversos, sus dimensiones pueden variar desde 4 micras, el mas pequeño, hasta 250 micras los más grandes (Espina y Ordetx, 1984; Fuentes, 1998; Tello, 2003).

- Composición química: como se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química y nutricional del polen y sus unidades respectivas

Vitamina	μ/gr. polen
Vitamina D	0,2 a 0,3
Vitamina E	0,1 a 0,3
Vitamina B1	5,7 a 10,8
Vitamina B2	16,3 a 19,2
Vitamina B3	3,0 a 5,1
Vitamina B6	0,0 a 3,0
Vitamina D	3,4 a 6,8
Vitamina E	0,1 a 0,3
Vitamina	μ/gr. polen
Vitamina H	0,1 a 0,25
Vitamina P	1,0 a 17,0
Vitamina PP	98,0 a 210,0
Vitamina C	152,0 a 640,0
Inositol	30,0 a 40,0
Provitamina A	Trazos
Aminoácidos	μ/100 gr. polen
Arginina	4,4 a 5,7
Histidina	2,0 a 3,5
Isoleucina	4,5 a 4,8
Leucina	6,7 a 7,5
Lisina	5,9 a 7,0
Metionina	1,7 a 2,4
Fonilalanina	3,7 a 4,4
Triptófano	1,2 a 1,6
Treonina	2,3 a 4,0
Valina	5,5 a 6,0
Aminoácidos	Porcentaje (%)
Aminoácidos libres	10
Cenizas	1 a 7
Oligoelementos	Porcentaje (%)
Cantidad de agua	3 a 4
Azucares reductores	6,5 a 40
Azucares no reductores	0,1 a 19
Almidón y otros HC	0 a 22
Extracto etéreo	0,9 a 14
Proteínas	7 a 35

Minerales	Porcentaje (%)
Potasio	20 a 45
Magnesio	1 a 12
Calcio	1 a 15
Silicio	0,01 a 0,3
Azufre	1
Cloro	0,8
Magnesio	1,4
Minerales	UI
Cobre	0,05 a 0,08
Hierro	0,1 a 0,3

Fuente: Finagro (2004)

2.4.3 Cosecha y beneficio del polen. Este proceso cumple el siguiente protocolo: la abeja melífera recolecta el polen de las flores con el auxilio de sus piezas bucales, los tres pares de patas y la densa capa de pelos largos y plumosos. Las piezas bucales le son especialmente útiles en el caso de flores muy finas o que contengan muy poco polen; las mandíbulas son utilizadas muy activamente para roer y raspar las anteras de las flores con el objeto de poner en libertad al polen, una vez conseguido es raspado por maxilares y la delgada lengua y acopiado por las piezas bucales; este es humedecido con miel o néctar que la abeja lleva en su boca, quedando tan húmedo que al pasarlo a las celdillas se humedecen los pelos del pecho y las escobillas de las patas, lo que a su vez permite humedecer fácilmente todo el polen seco adherido al cuerpo de la abeja. Es decir el polen es pasado hasta los cestillos o corbículas de las patas traseras luego de ser comprimido en pelotitas; para esto la abeja tiene activo movimiento que puede tener lugar mientras esta se encuentra en pleno vuelo desde el campo hacia su colmena, en donde entran en actividad simultáneamente las seis patas y las piezas bucales donde se limpia el polen con todas las patas una después de otras, para ir llevándolo sucesivamente a la boca, las patas delanteras, las del medio y finalmente a las de atrás (Root, 1976).

Además Tello (2003) afirma que cada par de patas cumple con funciones específicas, pero vale la pena resaltar la importancia de las patas traseras o posteriores cuando se recolecta el polen. Las patas traseras presentan estructuras modificadas que cumplen funciones de transporte de él y de otros productos. La más importante de estas estructuras es la corbícula o cestillo del polen, localizada en la superficie externa de la tibia; es una pequeña concavidad de pelos erizados que le permiten la adherencia a las bolitas de polen.

Para Castillo (2004) es muy importante tener en cuenta que para la producción del polen las colmenas deben contar con lo siguiente:

- Reina joven de buena procedencia genética.
- Buena productora.
- Muy buena capacidad de aove.
- Buena viabilidad de sus huevos.
- Buena recolectora de polen.
- Mansedumbre.
- Buen comportamiento higiénico.
- Una colonia vigorosa o fuerte.

Además es necesario llevar un estricto control del estado de la colmena o de la colonia a través de los registros.

2.4.4 Trampa caza polen. Existen muchos modelos de trampas, la mejor es aquella que permite pasar cierta cantidad de polen que será utilizada para el desarrollo de la cría, así mismo el peor modelo de trampa es aquel que da el 100% de eficiencia (Vásquez, 1995). Las trampas caza polen son el implemento necesario para la recolección de éste, se fabrican tradicionalmente en madera, pero en la actualidad se prefiere el plástico de alto impacto por su duración, resistencia y especialmente por la facilidad de

limpieza. Existen diversos tipos de trampas caza polen: de piquera, intermedias, intermedias de tipo americano, tipo australiano y de piso. De todas ellas se deberá elegir la que permita una mayor recolección de polen con el menor riesgo de daño para las abejas, también deben ser fáciles de desarmar, especialmente el cajón recolector para poder mantenerlas en óptimas condiciones higiénicas (Castillo, 2004).

Las más utilizadas en el departamento de Sucre son las trampas de piquera y se ubican en la piquera sobre la planchada de vuelo, con algunas variantes, poseen mallas de retención con agujeros circulares o alambre tejido; en este tipo de trampas y en general en todas es importante proporcionar un escape de zánganos con el fin de no provocar aglomeraciones en la piquera que pueden producir falta de ventilación sobre todo en colonias muy pobladas (Castillo, 2005).

Continúa el autor recomendando que los apicultores deben colocarla en la piquera y esperar que las abejas se acostumbren a pasar por la malla de retención, en un principio se observara un gran desorden ya que las abejas realizaran reconocimientos, inspecciones hasta que finalmente aceptaran este obstáculo; sin embargo Castillo (2004) sugiere que para obtener buenos rendimientos con un manejo razonable las trampas deben considerarse como una parte más de la colmena, esto quiere decir que deberán permanecer instaladas desde principio a fines de temporadas, esto no quiere decir que la malla de retención deberá estar en forma constante, eso quedará a criterio del apicultor.

2.4.5 Recolección de polen. La periodicidad depende del tipo de trampa o sea su capacidad, del tipo de polen (considerando que a mayor humedad de éste debe recolectarse con mayor frecuencia), y el clima el cual incide en la humedad de él, obligando en periodos lluviosos a recogerlo diariamente (Vásquez, 1995).

El polen es recolectado por la abeja en forma de pellets corbiculares; estos son retirados de las abejas antes de que entren a la colmena por medio de las “trampas caza polen”. El polen debe ser retirado diariamente en climas cálidos y con menor frecuencia en climas fríos, dependiendo además del ingreso de polen, es decir de las cantidades recolectadas en cada trampa y sugiere intervalos de recolección para clima cálido seco cada dos días y en clima frío máximo cada diez días (Franky, 2004).

Es importante un buen manejo durante la recolección, sobre todo considerando que el contenido de humedad en el polen fresco presenta gran variabilidad según sean las condiciones climáticas predominantes en el entorno, esto es la humedad relativa y temperatura. Para Guerra *et al.*, (2004) el producto en sí mismo es higroscópico aun deshidratado, esto hace que sea susceptible al deterioro causado por diferentes tipos de microorganismos, especialmente hongos; para esto puede utilizarse diferentes elementos accesorios en la trampa, como son: papel absorbente, cloruro de calcio y cloruro de sodio, igualmente puede optarse por aumentar la superficie de ventilación.

El cloruro de calcio y el cloruro de sodio son compuestos químicos que actúan como sustancias higroscópicas debido a que tienen la propiedad de absorber la humedad del medio al ser expuestos al aire. El cloruro de calcio (CaCl_2) tiene la particularidad de disolverse con la humedad y a este fenómeno se le conoce como deliquesencia que suele ocurrir en algunos cuerpos sólidos por absorción de agua atmosférica (Ríos, 2000). En el mismo sentido Brian y Sellwood (1978) afirman que al absorber vapor de agua de la atmósfera ésta se disuelve en él para formar soluciones acuosas. Debido a esta propiedad es utilizado como agente secante o deshidratante de semillas. Mora *et al.* (1980), señala la utilización de esta sustancia para conservar el polen “en su estudio de polinización”. En el que, para la conservación del polen se coloca en pequeños frascos, sin taparlos dentro

de una campana herméticamente cerrada que contiene cloruro de calcio como agente secante, durante 24–48 horas. Igualmente, el papel absorbente se embebe de agua, esta cualidad se la confiere la fracción de pulpa virgen de celulosa respecto a la pulpa secundaria; sin embargo, la conformación y el diseño que presente el papel (patrón de embozo) influye en la capacidad de absorción, así como el grosor de la película de celulosa (peso base) y la disposición de ésta en la hoja de papel (Restrepo, 2005).

2.4.6 Usos del polen. El polen recolectado por las abejas tiene variados usos, que van desde ser un valioso complemento alimenticio para el hombre, pasando a la alimentación animal, empleado en apiterapia y en la fabricación de cosméticos. Entre sus múltiples acciones para el ser humano se destaca:

- Regulación del equilibrio orgánico y estimulación del crecimiento.
- Regulación de las funciones intestinales y del sistema nervioso.
- Prevención de los problemas de próstata y resistencia a las infecciones.
- Actúa como cicatrizante en afecciones de la piel.
- Útil en el tratamiento de la osteoporosis y de la anemia.
- Utilizado como tratamiento para la vista.
- Es empleado en muchas cremas de belleza, ya que está demostrado que suaviza y afina la piel.
- Es utilizado como tratamiento para diabéticos (Castillo, 2004).

El polen por contener bajísimas cantidades de grasa y al ser un alimento de origen vegetal hace disminuir a los animales esencialmente el colesterol y triglicéridos (Díaz, 2003). También se utiliza básicamente en la preparación de pienso animal y aunque es una práctica innovadora y en cierta forma desconocida se están realizando numerosos estudios al respecto (Vida Apícola, 1998).

3. METODOLOGÍA

3.1 UBICACIÓN

La fase experimental del estudio se llevo a cabo en el Apiario El Mirador, ubicado en el municipio de Morroa que dista a dos kilómetros del perímetro urbano, el cual se encuentra localizado a los 09° 20' 12" de latitud Norte y 75° 18' 31" de longitud Oeste. El municipio corresponde a la caracterización fisiográfica Montes de Maria (IGAC, 1996).

Figura 3. Apiario El Mirador durante la fase experimental, Morroa, Sucre



Fuente: Botero (2004)

3.2 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y AGROCLIMÁTICOS

De acuerdo con la clasificación ecológica de Holdridge (1967), se encuentra dentro de la zona de vida correspondiente a bosque seco tropical (bs-T), con temperatura media de 27°C y precipitación promedio anual de 1000 mm, la humedad relativa presenta valores promedios de 75% con variaciones, al igual que la precipitación, debida a la influencia de los vientos alisios que

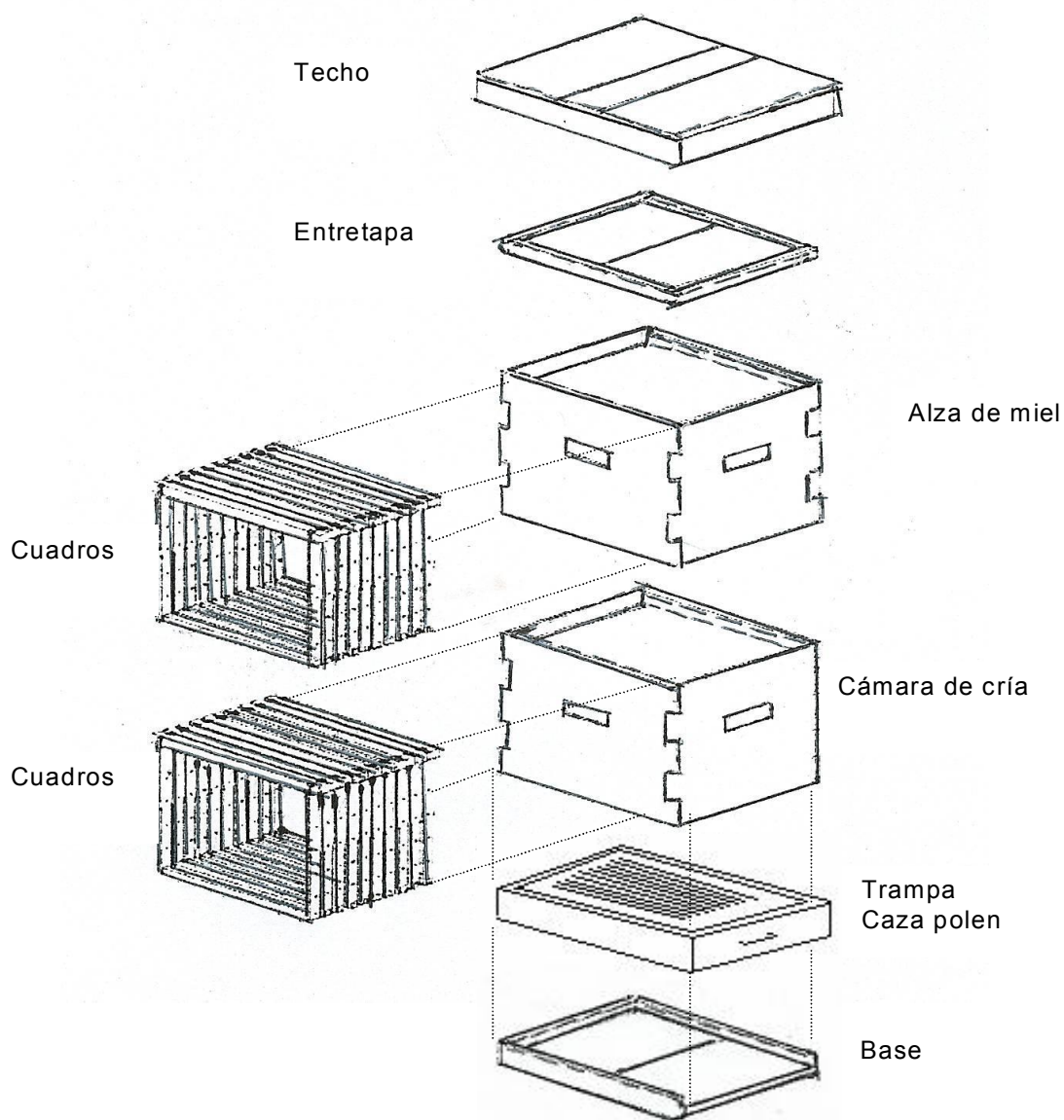
predominan durante algunos meses del año. Los datos meteorológicos registran, que los meses más lluviosos se dan en 2 períodos: el primero está comprendido entre principios de abril y finales de junio y el segundo desde mediados de julio a finales de noviembre; correspondiendo la época de sequía los meses de diciembre a marzo (IGAC, 1996).

El lugar donde se realizó el estudio posee un área de 10 hectáreas, el apiario ocupa una extensión de 43 m², en él se encuentran distribuidas 15 colmenas cada una de ellas en cámara de cría a una distancia entre colmenas de 1.0–1.5 metros, y están orientadas 5 hacia el este y 5 hacia oeste.

3.3 MANEJO EXPERIMENTAL

Las unidades experimentales las constituían 10 colmenas de las 15 existentes en el apiario, en ellas se distribuyeron los tratamientos; cada una se encontraba a una altura del piso de 0.3 m utilizando bloques de cemento como soporte. Cada colmena estaba constituida por: base, “trampa caza polen”, cámara de cría, entretecho, techo y alimentador externo; cada “trampa caza polen” está compuesta por un cajón recolector el cual para este experimento albergó la sustancia higroscópica, y por primera vez se le adicionó una malla fina de fibra de vidrio para recibir el polen recolectado, seguido de una malla de retención de pellets, finalmente una tapa detenedora que impide que la abeja lleve todo el polen a los panales o celdas, reteniendo una parte de él que va al cajón recolector, como se observa en fig. 4.

Figura 4. Colmena tipo Langstroth con todos sus elementos constitutivos, incluyendo la trampa caza polen utilizada en la investigación



Fuente: Apis Dei (2005)

Para identificar y diferenciar las colmenas se marcaron externamente con un número del 1 al 10 en pintura de aceite.

La cosecha del polen se realizó en intervalos de 3 días, determinándose en este momento por pruebas organolépticas (olor, sabor, textura y forma del grano) el buen estado del polen, en dos periodos con una duración de 15 días cada uno: del 5 al 20 de septiembre y del 20 de septiembre hasta el 5 de octubre del 2004; para obtener un mayor número de datos y lograr minimizar el error que permitiera obtener mayor confiabilidad y precisión en los resultados.

Figura 5. Cosecha y toma de muestra de polen en el apiario El Mirador



Fuente: Botero (2004)

Se empleó una cuchara plástica y un cepillo previamente desinfectados con agua caliente, que permitieron la cosecha directamente de la “trampa caza polen” para verter el contenido en un recipiente de vidrio transparente desinfectado y rotulado con tapa hermética. Además para evitar la radiación solar directa sobre los frascos se colocaron en bolsas plásticas negras.

Figura 6. Representación de las diez muestras cosechadas cada tres días en el apiario El Mirador



Fuente: Díaz y Díaz (2004)

Con el objeto de determinar el porcentaje de humedad del polen recolectado en cada uno de los tratamientos, éste fue llevado inmediatamente al laboratorio de la Universidad de Sucre, donde se tomaba una muestra de 40 gr. por cada una de las colmenas de los diferentes tratamientos, las cuales se vertían en cápsulas previamente pesadas y rotuladas, para luego ser llevadas a la estufa con regulación de temperatura a 60°C durante 48 horas. Transcurrido este tiempo se pesaban las muestras ya deshidratadas para obtener por diferencia de peso en gramos el porcentaje de humedad:

$$\% \text{ Humedad} = (\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100 / \text{peso inicial}$$

Durante toda la investigación se llevó registro de precipitación para poder identificar la relación entre días lluviosos y el incremento en la humedad contenida en el polen, lo que permitió en la discusión tener en cuenta este aspecto; además se respetaron las labores zootécnicas comunes que se llevaban a cabo en el apiario por parte de los operarios.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron 5 tratamientos con dos repeticiones cada uno, los cuales fueron asignados a las colmenas siguiendo un diseño completamente al azar. Cada tratamiento recibió condiciones homogéneas de temperatura, brillo solar, luminosidad y espacio, y se distribuyeron como se describe en fig. 11. La rotación de éstos se realizó en el mismo momento de la cosecha del polen, es decir cada 3 días para disminuir el estrés de la colonia e igualmente para que todos los tratamientos pasaran por cada una de las colmenas, disminuyéndose a la vez el efecto de las mismas. Los tratamientos se describen a continuación:

T_1 = “trampa caza polen” tradicional. Sin utilizar ninguna modificación respecto a las trampas utilizadas por la empresa Abejas y Miel Ltda., que contienen: cajón recolector, malla de retención de pellets y tapa detenedora, y sin agregar ninguna sustancia higroscópica.

T_2 = “trampa caza polen” más cloruro de sodio. Se esparció un (1) Kg. de cloruro de sodio homogéneamente en el fondo del cajón recolector, encima se colocó una malla para separar el polen del cloruro de sodio, como se observa en fig. 7.

Figura 7. Tratamiento 2: trampa caza polen mas cloruro de sodio



Fuente: Botero (2004)

T_3 = “trampa caza polen” más cloruro de calcio.

Se esparció 1 Kg. de cloruro de calcio homogéneamente en el fondo del cajón recolector, encima se colocó una malla para separar el polen del cloruro de calcio, ver fig. 8.

Figura 8. Tratamiento 3: trampa caza polen mas cloruro de calcio



Fuente: Díaz y Díaz (2004)

T_4 = “trampa caza polen” más papel absorbente en el fondo del cajón recolector, ver fig. 9.

Figura 9. Tratamiento 4: trampa caza polen mas papel absorbente



Fuente: Botero (2004)

T_5 = “trampa caza polen” sin accesorio alguno, pero para facilitar la ventilación, ésta no conservó la base.

Figura 10. Tratamiento 5: trampa caza polen sin base y sin sustancia higroscópica



Fuente: Botero (2004)

Figura 11. Distribución de los tratamientos en las colmenas en el Apiario El Mirador, Morroa, Sucre

COLMENA	PERIODO 1					PERIODO 2				
1	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_2	T_1	T_5	T_3	T_4
2	T_5	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4	T_3	T_2	T_5	T_1
3	T_4	T_3	T_2	T_5	T_1	T_3	T_5	T_4	T_1	T_2
4	T_3	T_5	T_4	T_1	T_2	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
5	T_2	T_1	T_5	T_3	T_4	T_5	T_4	T_1	T_2	T_3
6	T_3	T_5	T_4	T_1	T_2	T_4	T_3	T_2	T_5	T_1
7	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_3	T_5	T_4	T_1	T_2
8	T_5	T_4	T_1	T_2	T_3	T_2	T_1	T_5	T_3	T_4
9	T_2	T_1	T_5	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
10	T_4	T_3	T_2	T_5	T_1	T_5	T_4	T_1	T_2	T_3

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Mediante una prueba de Kolmogorov Smirnov (anexo B) se comprobó que los datos para la variable porcentaje de humedad con relación al método control de los tratamientos no presentó una distribución normal, por lo que fue necesario normalizar los datos dividiendo todas las observaciones entre el valor del método control correspondiente a la misma fecha; luego de esto se compararon los valores promedios mediante un análisis de varianza para un factor, y las diferencias entre las medias se determinaron mediante una prueba de Tukey. Para realizar el análisis de varianza se empleó la herramienta de Microsoft Excel 2000: Análisis de Datos.

4. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1 INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES MÉTODOS EMPLEADOS PARA DISMINUIR EL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN EL POLEN

Cuadro 2. Estadígrafos de los diferentes tratamientos empleados para disminuir el porcentaje de humedad en el polen cosechado

Tratamiento		Media (%H)	S
T ₁	Control	28.15	4.77
T ₂	Cloruro de sodio	21.75	5.91
T ₃	Cloruro de calcio	23.96	3.80
T ₄	Papel absorbente	24.63	6.19
T ₅	Sin base ni sustancia higroscópica	29.51	3.31

Cuadro 3. Análisis de varianza de un factor al evaluar los cinco tratamientos (datos normalizados) para disminuir el porcentaje de humedad en el polen cosechado

<i>Factores de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,596	4	0,149	5,536	0,001	2,579
Dentro de los grupos	1,211	45	0,027			
Total	1,807	49				

Luego de normalizar los datos el análisis de varianza para un factor mostró diferencias significativas ($p < 0,001$) para el porcentaje de humedad de acuerdo a los diferentes métodos utilizados para disminuirlo.

Cuadro 4. Prueba de Tukey para comparar los cinco tratamientos (datos normalizados) empleados para disminuir el porcentaje de humedad en el polen cosechado

Tratamiento		μ
T ₁	Control	28.15 a
T ₂	Cloruro de sodio	21.75 b
T ₃	Cloruro de calcio	23.96 a
T ₄	Papel absorbente	24.63 a
T ₅	Sin base ni sustancia higroscópica	29.51 a

Letras iguales significan igualdad estadística

La prueba de Tukey muestra que T₁ es diferente a T₂, pero igual al resto de tratamientos; es de resaltar el hecho que sin emplear base en la colmena (T₅) generalmente la humedad aumentó de tal forma que al momento de cosechar el producto, éste presentaba algún grado de fermentación.

En este sentido, Cornejo (1994) afirma que pólenes bajo condiciones de humedad entre 25-30% representan mayor riesgo de proliferación de microorganismos favorables a la fermentación, lo cual lo deteriora, dándole cualidades organolépticas desagradables y una acidez fuerte tanto en el aroma como en el sabor quedando el polen sin posibilidad de comercialización.

Se evidenció que con cloruro de sodio hubo una disminución en la humedad de 6.4 puntos, representado en un 22.7% de variación respecto al porcentaje de humedad con relación al método control de los tratamientos, que representa la forma tradicional de cosechar el polen, lográndose ampliar a la vez el tiempo entre una cosecha y otra, sin que se pierdan las cualidades físicas y propiedades organolépticas del producto. Esto representa para el apicultor una disminución del orden del 49.1% de los costos incurridos en mano de obra y transporte de personal; de acuerdo a la estructura de costos de producción que se maneja en Abejas y Miel, Ltda. (Santamaría, E., 2005).

Aspectos climáticos como temperatura y humedad relativa, se relacionan fuertemente con la calidad del polen, debido a que influyen notablemente en el porcentaje y en su presentación (Franky, 2004). En este sentido cabe mencionar que el comportamiento de la variable evaluada estuvo directamente relacionado con el hecho que haya habido precipitaciones o no, como lo muestran las figuras 12 y 13, que se presentan a continuación.

Figura 12. Curvas T_1 vs. T_2 para el porcentaje de humedad en el polen cosechado a lo largo del periodo de experimentación

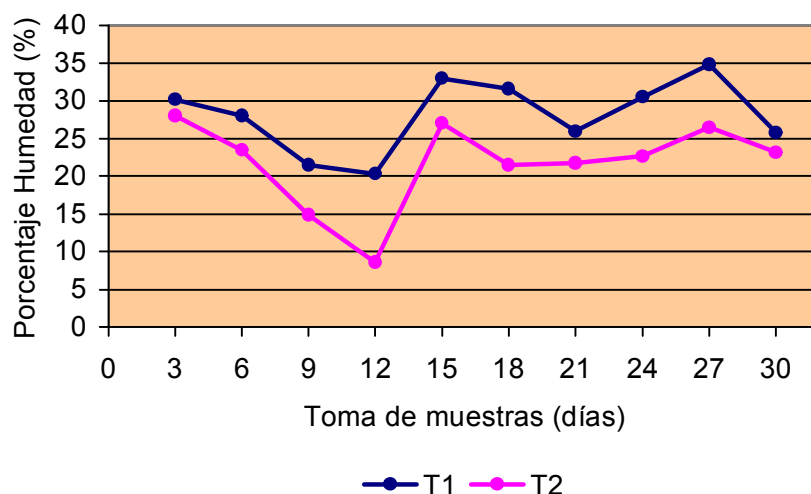
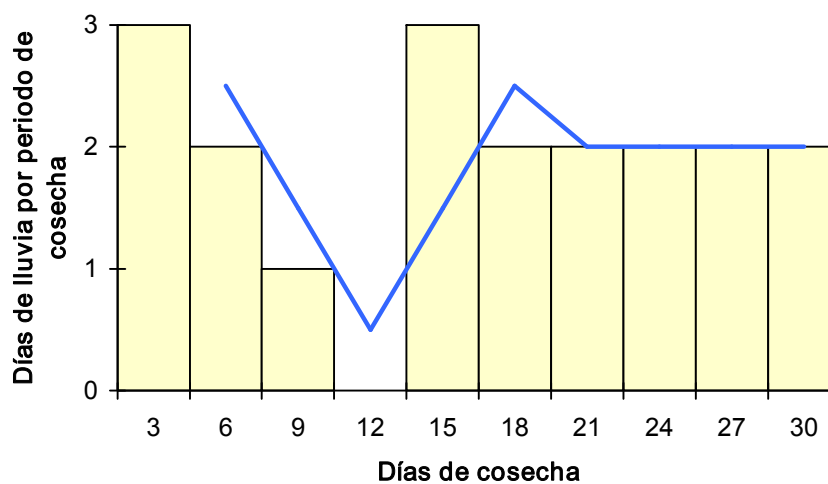
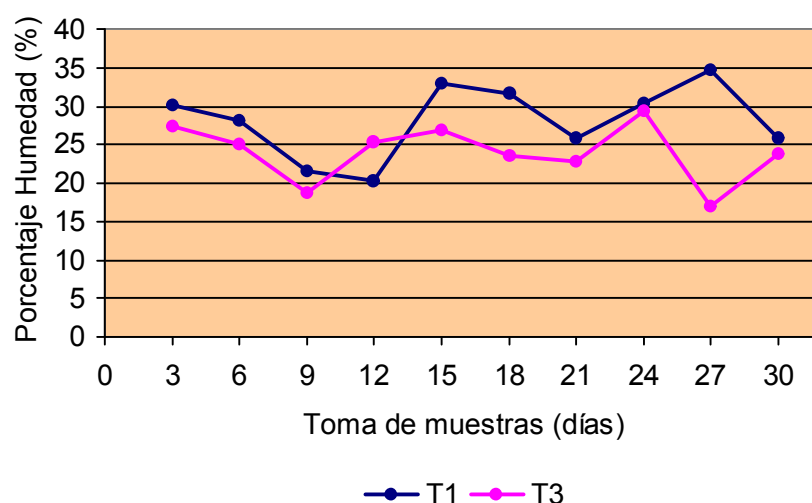


Figura 13. Frecuencia de precipitaciones durante la época de experimentación



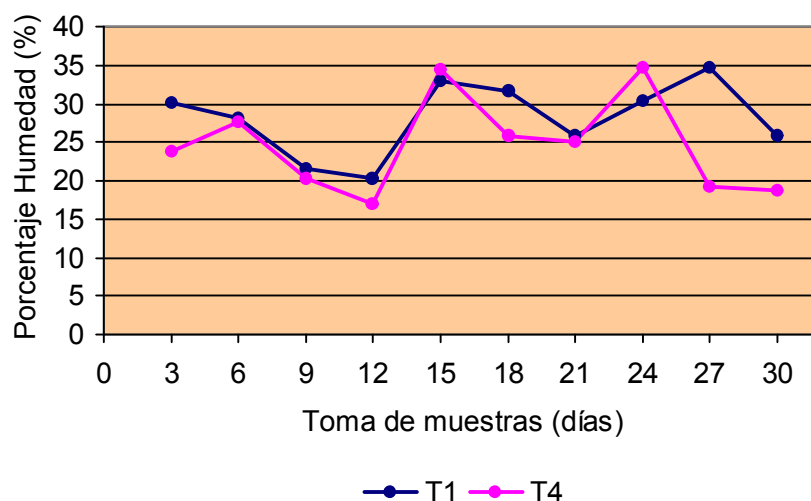
La figura 12 muestra la tendencia del porcentaje de humedad en el polen entre los dos tratamientos, notándose que el método cloruro de sodio siempre estuvo por debajo del método control a pesar de la variación entre los datos; dicha variabilidad es atribuida a oscilaciones en las humedades relativas al registrarse lluvias en cero, uno, dos o tres días del intervalo de cosecha, como se puede observar en fig. 13.

Figura 14. Curvas T_1 vs. T_3 para el porcentaje de humedad en el polen cosechado a lo largo del periodo de experimentación



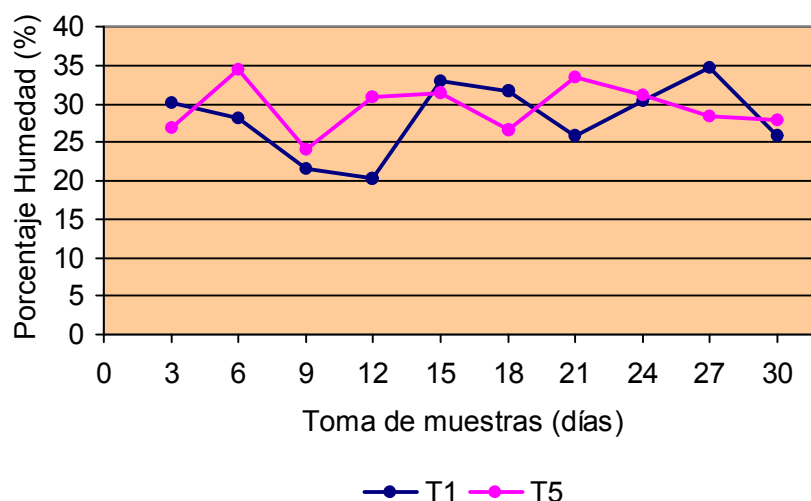
El comportamiento de la curva del método con cloruro de calcio respecto al control se mantiene casi constantemente por debajo del control; sin embargo no se diferencian estadísticamente según la prueba de Tukey, hecho que se puede atribuir a que el cloruro de calcio es una sustancia higroscópica que al estar expuesta a la humedad la absorbe rápidamente, saturándose y convirtiéndose en una sustancia acuosa, perdiendo su capacidad higroscópica; por tanto deja de actuar sobre la humedad del polen que las abejas siguen recolectando.

Figura 15. Curvas T_1 vs. T_4 para el porcentaje de humedad en el polen cosechado a lo largo del periodo de experimentación



El comportamiento de los datos es variable el cual muestra que no existe una diferencia marcada entre los dos tratamientos, notándose el entrecruzamiento de varios rangos; esto posiblemente es atribuido a que al estar en contacto con la humedad el papel absorbente se embebe de agua, y siendo los dos higroscópicos, permite que en el momento que el papel pierda su capacidad de absorción, el polen vuelva a absorber humedad. Esto representa desventaja al emplear papel como mecanismo para disminuir la humedad del polen en la trampa.

Figura 16. Curvas T_1 vs. T_5 para el porcentaje de humedad en el polen cosechado a lo largo del periodo de experimentación



La fig. 16 muestra que el método sin base en la colmena generalmente estuvo por encima del método control, es decir este aumentó la humedad contenida en el polen; incluso resultó ser diferente a todos los demás hasta el punto que no funcionó para disminuirla.

Es de destacar el hecho que al no emplear base en la colmena, las pérdidas aumentaron no solo por deterioro del producto, sino también por disminución de la cantidad del mismo, asumiendo esto, como el resultado de estar bajo cierta intemperie, comparado a los demás tratamientos, permitiendo que algunos insectos consumidores de polen como hormigas, polillas, moscas y ciertos meliponinos consumieran el producto, como se pudo observar en el polen de las colmenas que recibieron este tratamiento.

En general, los anteriores resultados corroboran lo dicho por Franky (2004) quien afirma que una zona tropical de baja altura a nivel del mar, normalmente existe en gran parte del año alta humedad y alta temperatura. En estas condiciones crecen muchos organismos como plagas que

deterioran el polen al igual que los hongos y las bacterias, por lo tanto a diario debe recolectarse el polen, a diferencia de lo que ocurre en zonas tropicales muy frías como los páramos donde la humedad es baja y la temperatura también, y las larvas de los insectos no pueden nacer, ni se reproducen tan fácil los hongos ni las bacterias, así que el polen se puede recolectar con intervalos de 7-10 días, sin que se deteriore.

En este sentido lo encontrado por Guerra *et al.* (2004), en su estudio Características físico-químicas comparativas de cargas de polen colectadas y almacenadas por *Apis mellifera* en algunas zonas biogeográficas de los departamento de Boyacá y Tolima, afirma que el porcentaje de humedad es variable de acuerdo a las zonas biogeográficas valores que fluctúan acorde a las condiciones de temperatura y humedad relativa propias de cada zona y su exposición a estos ambientes, hecho que valida los resultados de esta investigación donde en los días lluviosos la humedad en el polen se incrementa en todos los tratamientos con respecto a los días secos.

Es de resaltar la efectividad de la malla adicional en fibra de vidrio en la trampa caza polen, puesto que cumplió una doble función, tanto la de separar la sustancia higroscópica del polen, impidiendo que estas entraran en contacto directo, lo cual evitó que se alteraran las propiedades físico-química del producto; como la de permitir que las sustancias higroscópicas actuaran sobre la humedad contenida en el polen y así reducir esta, como lo demuestra la humedad alcanzada en los tratamientos dos y tres.

5. CONCLUSIONES

Al implementar sustancias higroscópicas en la trampa caza polen de la colmena se logra disminuir la humedad contenida en el polen, posibilitando su permanencia por un tiempo mayor en la trampa.

La introducción de la malla en fibra de vidrio como accesorio en la trampa caza polen, se convierte en un elemento importante que permite que la sustancia higroscópica actúe contrarrestando la humedad contenida en el polen, sin contaminar el producto.

Al emplear cloruro de sodio como sustancia higroscópica demostró ser el más eficiente y permitió, respecto al método tradicional conservar el producto durante más tiempo dentro de la trampa, ya que no mostró fermentación a diferencia de T1, T4 y T5.

Las condiciones climáticas en el trópico bajo, como humedad relativa y temperatura se constituyen en uno de los factores que afectan el tiempo de cosecha del polen considerando que es un producto perecedero, dadas sus cualidades físico-químicas, entre ellas su capacidad higroscópica.

6. RECOMENDACIONES

La literatura de países de zona templada reporta métodos que no dieron buenos resultados en este trabajo, por ejemplo permitir mayor ventilación en la colmena a través de retirar la base de la misma, con el objeto de disminuir la humedad del producto, de donde se infiere que debemos construir nuestras propias metodologías a partir de investigaciones realizadas en la zona.

Recomendamos que los productores de polen de la zona implementen la utilización de cloruro de sodio y la malla de fibra de vidrio en la trampa caza polen como una alternativa para disminuir la humedad del polen y alargar el periodo entre cosechas.

Es recomendable hacer la cosecha del polen en la tarde, teniendo en cuenta que el pecoreo por parte de las abejas se realiza durante las horas frescas y húmedas de la mañana, para dar tiempo que la sustancia higroscópica alcance a absorber la humedad contenida en él.

Es necesario realizar un recambio del cloruro de sodio a una frecuencia acorde a las posibilidades de cada productor y teniendo en cuenta el estado en que se encuentre esta sustancia, manejo que es favorecido ante la posibilidad de reciclar parte o la totalidad luego de ser oreado.

Es indispensable que la acción de cosecha del polen se realice de forma rápida, y se utilicen frascos con tapa hermética para almacenarlo y se retiren de la exposición solar directa inmediatamente; teniendo en cuenta que el polen puede ser alterado tanto por los rayos solares como por la humedad, al ser fotosensible e higroscópico, convirtiendo este procedimiento en un momento crítico del proceso productivo.

El método empleado para reducir la humedad en el polen cosechado debe considerar un análisis económico de su implementación, siempre en función del beneficio/ costo que implique su utilización, incluso, teniendo en cuenta su eficiencia al disminuir los costos incurridos por aspectos como mano de obra y transporte de personal al hacer más eficiente el proceso productivo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Y. (2000): Cartilla de Apicultura: Coapica. Colombia: 6 pp.

BRIAN y SELLWOOD (1978): Química Elemental Básica: Reverte S.A. (Estados Unidos) 93 pp.

CASTILLO, R. (2004): Producción de polen en América Latina. Chile: 7 pp.
Disponible en Internet:

<http://www.geocities.com/sitioapicola/notas/producciondepolen.htm>

CORNEJO, L. G. (1994): Polen: tecnología de su producción, procesado y comercialización: IPTEA - Instituto Privado de Tecnología y Enseñanza Apícola. Argentina: pp. 114

DÍAZ, J. C. (2003): Polen. Estación experimental Apícola. Cuba: 10 pp.

DÍAZ, J. C. (2001): Polen. Estación experimental Apícola. Cuba: 8 pp.

DOMÍNGUEZ, E. y Heredia, A. (2002): Nuevas perspectivas sobre la composición de la cubierta del grano de polen. Málaga, España: 4 pp.
Disponible en Internet:

<http://www.ciencias.uma.es/publicaciones/ENCUENTROS46/polen>

ESPINA, D.; ORDET, G. (1984): Polen. En: Apicultura Tropical: Tecnológica de Costa Rica, Cuarta Edición. San José de Costa Rica: 5 pp.

FRANKY, A. (2004): Actividad de ASOAPICUN – Contribución al Desarrollo de la apicultura. Asociación de Apicultores de Cundinamarca. En: XI Encuentro Colombiano de Apicultura, y Primer Seminario Apícola de los

Andes y XIV Jornada Apícola Universitaria. Ibagué, Tolima. 10 pp. Disponible en Internet: www.polen@cable.net.co.

FINAGRO (2004): Composición química del polen, Colombia: 5 pp. Disponible en Internet: http://www.agrobit.com.ar/info_tecnica/Alternativas/apicultura/AL_000017ap.htm.

FRANKY, A. (2004): Sistema de producción de polen y desarrollo de colonias. En: II Encuentro Regional de Apicultores. Sincelejo, Sucre, Colombia. pp. 27. Disponible en Internet en: www.polen@cable.net.co

FUENTES, M. (1998): Estudio del polen de interés en apiterapia: Comares. Granada y Almería, España: 14 pp. Disponible en Internet: <http://www.indica.com/comares>.

GENTRY, C. (1982): Apicultura de Pequeña Escala. Cuerpos de paz. La oficina para la colección y el intercambio de información. Washington, USA: 5pp. Disponible en Internet. <http://www.peacecorps.gov>.

HOLDRIDGE, R. L. (1967): Ecología basada en zonas de vida: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José de Costa Rica. pp. 58

IGAC, Instituto Geográfico de Colombia (1996): Diccionario geográfico de Colombia. Tercera ed. Tomo 2: Corcovada – Lymnal and Cove: p 634.

LEXIS 22 (1976): Diccionario enciclopédico: Círculo de Lectores, Barcelona, España: p 4895

LONDOÑO, R. J. (2003): Abejas silvestres, agroecosistemas y polinización. En: Encuentro Nacional de Apicultores y Tercera Feria de Exposición Apícola. Sincelejo, Sucre: 5 pp.

Mantilla, C. C. (1997): Principios de apicultura africanizada. Primera ed. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín: 20 pp.

MARIE, J. (1990): El polen. En: Guía del apicultor: Mundi-prensa. España: p 239.

MORA, J. (1980): Técnica de Polinización controlada para Pejibaye. Universidad de Costa Rica: 9pp. Disponible en Internet: www.pejebaye@cariari.ucr.ac.cr.

NATES, G. (2001): Guía para la cría y Manejo de Abeja Angelita o Virginita: Convenio Andrés Bello, Bogotá, Colombia: 1pp

RÍOS, J. (2000): Química Manual de Laboratorio 1ª edición. Colombia. 2 pp

RAVELO, A. (2003): Maravillas de la miel. En: El polen y la colmena. C. IV. Cuba: 3 pp. Disponible en Internet: <http://www.mujeres.cubaweb.cu/articulo.asp?num=117&art=12>

RESTREPO J. C. (2005): Comunicación personal. Gerente de Mercadeo Línea Productos Institucionales Colombiana Kimberly Colpapel S.A., Colombia.

ROOT, A. (1976): I. ABC y XYZ de la apicultura. Librería Hachette S.A. Buenos Aires. 68 pp.

SANTAMARÍA, E. (2004): Comunicación personal. Ingeniero de Sistemas, Apicultor. Sincelejo, Sucre.

SANTAMARÍA, E. (2003): La apicultura en el departamento de Sucre. En: Décimo Encuentro Nacional de Apicultores y Tercera Feria Apícola. Sincelejo, Sucre: 16 pp.

GUERRA *et al.* (2004): Estudio microbiológico de cargas de polen colectados y almacenados por *Apis mellifera* en algunas zonas biogeográficas de los departamentos de Boyacá y Tolima. En: XI Encuentro Colombiano de Apicultura, y Primer Seminario Apícola de los Andes y XIV Jornada Apícola Universitaria. Ibagué, Tolima. 12 pp.

SIEGEL, S. (1974): Estadística no paramétrica aplicada a la ciencia de la conducta: Trillas. México: 346 pp.

TELLO, J. (2003): Iniciación a la apicultura con énfasis en manejo de núcleos y colmenas e instalación de apiarios. En: Memorias Curso Teórico-Práctico. Sincelejo, Sucre: 25 pp.

VÁSQUEZ, R. R. (1995): Extracción, beneficios y calidad de los productos apícolas. En: Tercer Seminario Internacional sobre Apicultura. Santafé de Bogotá, D. C., Colombia: 9 pp.

VIDA APÍCOLA. (1998): Montagud editores. Directora de Vida Apícola Silvia Caño. Estados Unidos de Norteamérica: 5pp. Disponible en Internet: <http://www.montagud.com> y <http://www.apiservices.com/vida-apicola>.

ANEXOS

ANEXO A

GLOSARIO

Las definiciones de esta sección fueron consultadas a partir de la revisión de las siguientes fuentes: Lexis, 1976; Cornejo, 1994; Fuentes, 1998; y Aguilar, 2000

Antera	: Parte del estambre de las flores que contiene el polen
Alza	: Forma el segundo piso de la colmena
Aove	: De poner huevos
Ápice	: Punta o extremo superior
Apicultura	: Arte de criar, manejar y explotar en forma racional los productos que las abejas nos dan
Apiterapia	: Es la ciencia que se ocupa del mantenimiento y restablecimiento de la salud mediante el uso de los productos de la colmena
Apitoxina	: Veneno de abejas
Base	: Fondo sobre el cual descansa la colmena, sirve de piso y la parte sobresaliente de plataforma de vuelo
Casta	: Cada una de las clases en que se divide la colonia
Colmena	: Vivienda de las abejas
Colonia	: Conjunto de abejas con reina, crías, obreras de todas las edades y zánganos establecidos en una colmena

Cestillo o Corbícula	: Canasto que permite adherir las bolitas de polen. Situada en la pata posterior
Delicuescencia	: Tendencia de una sustancia a capturar vapor de agua atmosférica
Esporodermis	: Pared polínica
Estereotipado	: Repetir indefinidamente un movimiento
Esporopolenina	: Sustancia vegetal resistente a los agentes químicos y degradaciones enzimáticos
Exina	: Cubierta exterior de los granos de polen
Fanerógama	: Grupo de plantas con flores
Gametofito	: Generación haploide que procede de las esporas y da origen a los órganos sexuales en los que se forman los gametos
Higroscópico	: Fenómeno por el cual ciertos cuerpos absorben la humedad atmosférica al ser expuesto al aire
Intina	: Cubierta interior de los granos de polen
Jalea real	: Sustancia alimenticia de secreción glandular de las abejas jóvenes
Melíferas	: Que lleva o tiene miel
Miel	: Sustancia elaboradas por las abejas a partir del néctar de las flores
Matriarcal	: Sistema social en el que la autoridad esta en manos de una madre transmitida a sus hijos
Ornamentación baculada	: Superficie con báculos obtusos
Ornamentación circular	: Que tiene forma circular

Ornamentación clavada	: Superficie con elementos mas altos que anchos y con ápice gradualmente ensanchado
Ornamentación equinada	: Superficie con elementos puntiagudos mayores de 3 micrómeros (μm)
Ornamentación equinulada	: Superficie con elementos puntiagudos menores de 3 μm
Ornamentación escabrida	: Superficie con elementos esculturales
Ornamentación espinosa	: Que tiene estructura en forma de espinas
Ornamentación estriada	: Superficie con elementos alargados aproximadamente paralelos
Ornamentación faveolada	: Superficie con perforaciones
Ornamentación gemada	: Superficie con elementos obtusos, mas altos que anchos pero estrechos en su base
Ornamentación granulada	: Superficie con elementos mas o menos isodiamétricos y redondeados
Ornamentación perforada	: Superficie con orificios de menos de 1 μm de diámetro y los lúmenes son estrechos
Ornamentación pilada	: Superficie con elementos de mas de 1 μm , mas altos que anchos y bruscamente ensanchados en el ápice
Ornamentación psilada	: Superficie o exina completamente liza. Sin elementos ornamentales
Ornamentación regulada	: Superficie con elementos alargados dispuestos de manera irregular
Ornamentación reticulada	: Superficie en forma de red o malla

Ornamentación verrugada	: Superficie con elementos supratectales de mas de 1 μm redondeados obtusos más anchos que altos
Obrera	: Son las hembras de la colonia, pero estas no desarrollan su aparato reproductor
Piquera	: Es el espacio por donde entran y salen las abejas de la colmena
Polen	: Gameto masculino de las flores
Pectina	: Polisacárido vegetal que forma parte de la pared celular
Propóleos	: Es una sustancia resinosa, de consistencia viscosa recogida de las yemas, ápices, cortezas y botones florales
Reina	: Es la hembra fértil de la colonia
Sacos polínicos	: Son unas bolsitas cerradas donde queda contenido el polen
Techo	: Cubierta de lamina metálica, utilizada para proteger a la colmena de la lluvia, el sol y animales
Tibia	: Segmento o articulación de las patas (abejas) articulada con el fémur

ANEXO B

PRUEBA DE KOLMOGOROV – SMIRNOV

Humedad	F	FA	% FA		z	Φ	a1	a2
8.60	1.00	1.00	0.02	223.62	-2.57	0.0510	0.0510	0.0310
14.90	1.00	2.00	0.04	74.89	-1.49	0.0681	0.0481	0.0281
16.90	1.00	3.00	0.06	44.28	-1.14	0.1292	0.0892	0.0692
17.00	1.00	4.00	0.08	42.95	-1.13	0.1314	0.0714	0.0514
18.70	1.00	5.00	0.10	23.56	-0.83	0.2033	0.1233	0.1033
18.80	1.00	6.00	0.12	22.60	-0.82	0.2061	0.2061	0.0861
19.10	1.00	7.00	0.14	19.84	-0.76	0.2236	0.1036	0.0836
20.30	2.00	9.00	0.18	21.18	-0.56	0.2877	0.1477	0.1077
21.50	2.00	11.00	0.22	8.44	-0.35	0.3632	0.1832	0.1432
21.70	1.00	12.00	0.24	3.44	-0.32	0.3745	0.1545	0.1345
22.60	1.00	13.00	0.26	0.91	-0.16	0.4364	0.1964	0.1764
22.70	1.00	14.00	0.28	0.73	-0.15	0.4404	0.1804	0.1604
23.10	1.00	15.00	0.30	0.21	-0.08	0.4681	0.1881	0.1681
23.50	1.00	16.00	0.32	0.00	-0.01	0.4960	0.1960	0.1760
23.60	1.00	17.00	0.34	0.00	0.01	0.5040	0.1840	0.1640
23.70	1.00	18.00	0.36	0.02	0.03	0.5120	0.1720	0.1520
23.80	1.00	19.00	0.38	0.06	0.04	0.5160	0.1560	0.1360
23.90	1.00	20.00	0.40	0.12	0.06	0.5239	0.1439	0.1239
24.90	1.00	21.00	0.42	1.81	0.23	0.5910	0.1910	0.1710
25.00	1.00	22.00	0.44	2.09	0.25	0.5987	0.1787	0.1587
25.20	1.00	23.00	0.46	2.71	0.28	0.6103	0.1703	0.1503
25.70	1.00	24.00	0.48	4.61	0.37	0.6443	0.1843	0.1643
25.80	1.00	25.00	0.50	5.04	0.39	0.6517	0.1717	0.1517
25.90	1.00	26.00	0.52	5.50	0.40	0.6554	0.1554	0.1354
26.40	1.00	27.00	0.54	8.10	0.49	0.6879	0.1679	0.1479
26.60	1.00	28.00	0.56	9.28	0.52	0.6985	0.1585	0.1385
26.70	1.00	29.00	0.58	9.90	0.54	0.7054	0.1454	0.1254
26.80	1.00	30.00	0.60	10.54	0.56	0.7123	0.1323	0.1123
27.00	1.00	31.00	0.62	11.87	0.59	0.7224	0.1224	0.1024
27.20	1.00	32.00	0.64	13.29	0.63	0.7357	0.1157	0.0957
27.50	1.00	33.00	0.66	15.57	0.68	0.7517	0.1117	0.0917
27.90	1.00	34.00	0.68	18.89	0.75	0.7734	0.1134	0.0934
28.00	2.00	36.00	0.72	39.53	0.76	0.7764	0.0964	0.0564
28.40	1.00	37.00	0.74	23.48	0.83	0.7995	0.0795	0.0565
29.30	1.00	38.00	0.76	33.02	0.99	0.8389	0.0989	0.0789
30.20	1.00	39.00	0.78	44.17	1.14	0.8729	0.1129	0.0929
30.40	1.00	40.00	0.80	46.87	1.18	0.8810	0.1010	0.0810
31.00	2.00	42.00	0.84	110.89	1.28	0.8997	0.0997	0.0597
31.50	1.00	43.00	0.86	63.14	1.36	0.9131	0.0731	0.0531
31.60	1.00	44.00	0.88	64.74	1.38	0.9162	0.0562	0.0362
32.90	1.00	45.00	0.90	87.35	1.60	0.9463	0.0663	0.0463
33.30	1.00	46.00	0.92	94.98	1.67	0.9525	0.0525	0.0325
34.30	1.00	47.00	0.94	115.48	1.85	0.9678	0.0478	0.0278
34.50	1.00	48.00	0.96	119.81	1.88	0.9699	0.0299	0.0099
34.60	1.00	49.00	0.98	122.01	1.90	0.9713	0.0113	-0.0087
34.70	1.00	50.00	1.00	124.23	1.91	0.9719	-0.0081	-0.0281
1.177.70	50.00			1.695.76			0.2061	0.1764
Media	23.55							
Varianza	33.92							
DesvEst	5.82							
a max	0.21							
c	0.19							

ANEXO C

DATOS NORMALIZADOS

Control	Sal	Cloruro Calcio	Papel absorb	Sin base
1	0,92715232	0,902317881	0,78807947	0,88576159
1	0,83928571	0,892857143	0,98214286	1,23214286
1	0,69302326	0,872093023	0,94744186	1,11395349
1	0,42322835	1,24261811	0,83661417	1,52559055
1	0,81942337	0,815477997	1,04157815	0,95599393
1	0,68037975	0,748734177	0,81677215	0,84335443
1	0,83879676	0,878133436	0,96220594	1,28692634
1	0,74253854	0,963266645	1,1361102	1,0180387
1	0,75956284	0,486051194	0,55076215	0,81679609
1	0,89902913	0,922330097	0,73009709	1,08349515

ANEXO D

ANÁLISIS ECONÓMICO

Costos en mano de obra y transporte en producción de polen con el método tradicional, en un apiario de 40 colmenas ubicado en subregión Montes de María

- Producción diaria por colmena 100 gr.
- Valor transporte para 2 operarios \$8.000
- Valor mano de obra por colmena \$300

$\$8.000 \times 30 \text{ días} = \240.000

$\$300 \text{ MO.} \times 40 \text{ colmenas} \times 30 \text{ días} = \360.000

$\$600.000 \div 120 \text{ Kg. polen} = \5.000

Valor del costo para producir 1 Kg. polen \$5.000

Costos en mano de obra y transporte en producción de polen con el método cloruro de sodio, realizando la cosecha cada 3 días, en un apiario de 40 colmenas

- Producción diaria por colmena 100 gr.
- Valor transporte para 2 operarios \$8.000
- Valor mano de obra por colmena \$300

$\$8.000 \times 10 \text{ días} = \80.000

$10 \text{ Kg. sal/colm.} \times 40 \text{ colmenas} = 400 \text{ Kg. sal}$

$400 \text{ Kg.} \times \$350 = \140.000

$\$300 \times 10 \text{ días} \times 40 \text{ colmenas} = \120.000

$\$340.000 \div 120 \text{ Kg. polen} = \2.833

Por este valor se deduce que con este método hay una reducción en los costos por transporte y mano de obra de 43.3%.