

**Caracterización físico-química y  
microbiológica del polen de abejas de cinco  
departamentos de Honduras**

José Víctor Prado Martínez

**Honduras**  
Diciembre, 2005

**ZAMORANO**  
**Carrera de Agroindustria**

**Caracterización físico-química y  
microbiológica del polen de abejas de cinco  
departamentos de Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniería Agroindustrial en el Grado  
Académico de Licenciatura

presentado por:

**José Víctor Prado Martínez**

**Honduras**  
Diciembre, 2005

El autor concede a El Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

José Víctor Prado Martínez

**Honduras**  
Diciembre, 2005

# **Caracterización físico-química y microbiológica del polen de abejas en cinco departamentos de Honduras**

presentado por

José Víctor Prado Martínez

Aprobado:

---

Bertha Ruiz, M. Sc.  
Asesor Principal

---

Francisco Bueso Ph. D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph. D.  
Director  
Carrera de Agroindustria

---

George Pilz, Ph. D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A DIOS por acompañarme y darme fuerza, sabiduría y coraje en los buenos y malos momentos que he pasado en la vida.

A mi familia por todo el apoyo brindado en esta etapa de mi vida y los sacrificios que han hecho a lo largo de mi vida.

A mis ex compañeros de trabajo del Ingenio San Antonio por el apoyo que me han brindado siempre.

A todas las personas que han hecho posible la realización de mis estudios hasta esta etapa de mi vida.

A Carmen Gabriela Paredes Perdomo y Alvaro Rojas por ser personas especiales en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme fuerza en todo momento y perdonar mis errores.

A mi familia por todo el amor y apoyo brindado.

A mi asesora Ing. Bertha Ruiz por el apoyo incondicional y la contribución científica y técnica durante la realización de este trabajo y en la redacción del documento.

A mi asesor Dr. Bueso por la orientación en la realización de mi proyecto.

Al Ing. Martín Lanza y a los técnicos del proyecto apícola de Swisscontact por la colaboración brindada en la recolección de muestras.

A mis compañeros y amigos, Alvaro Rojas, Santos Calderón, mis primos que están en Zamorano y mis dos nuevos amigos, Harving y Acevedo.

A los apicultores que colaboraron en el estudio.

A todas las personas que brindaron apoyo en la realización de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

Agradezco a COSUDE por el financiamiento brindado para realizar mis estudios en Zamorano.

Agradezco a Swisscontact por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

## RESUMEN

Prado, J. 2005. Caracterización físico-química y microbiológica del polen de abejas en cinco departamentos de Honduras. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras. 77 p.

Para el sector industrial es de suma importancia identificar y calificar a los alimentos por su valor nutritivo y establecer y cumplir estándares de calidad para mantener la competitividad. El sector apícola no está fuera de este contexto. Cada vez más países se suman a la tarea de caracterizar los productos derivados de la colmena para ofrecer más información al consumidor. Dentro de estos derivados está el polen, alimento proteico cuya composición es poco conocida en Honduras, naciendo así la necesidad de hacer la caracterización físico-química y microbiológica del polen producido en algunas comunidades de cinco departamentos: Ocotepeque, La Paz, Intibucá, Copán y El Paraíso. Se seleccionaron 32 productores, se tomaron 50 muestras marzo y abril a las que se les hicieron análisis físicos, químicos y microbiológicos (recuento de mesófilos, hongos, levaduras y coliformes totales). El 88 % de las muestras proceden del bosque húmedo subtropical. El polen resultó de color amarillo con diferentes tonalidades variando significativamente entre algunos departamentos y comunidades, sugiriendo diferencias de vegetación que influyen la composición química. El polen procedente de El Paraíso resultó con el mayor porcentaje de carbohidratos (57.4%), el de Copán, con el mayor porcentaje de proteína (21.48%) y de ceniza (2.91). No se detectó residualidad de metales pesados, organo-fosforados y organo-clorados. Todas las muestras analizadas cumplieron con los parámetros establecidos en las normas técnicas para las variables físico-químicas, exceptuando proteína y cenizas que superan el límite máximo establecido por México y Brasil. No obstante, para el conteo microbiológico, las muestras estuvieron en conformidad con las normas solamente en mesófilos totales. Los datos encontrados se ubicaron en un mapa georeferenciado. Los resultados del estudio contribuirán en la elaboración de una norma técnica para polen en Honduras.

**Palabras claves:** polen, parámetros, apicultura, norma técnica, actividad de agua

---

Bertha Ruiz M. Sc.  
Asesor Principal

## CONTENIDO

	<b>Portadilla</b>	i
	<b>Autoría</b>	ii
	<b>Hoja de firmas</b>	iii
	<b>Dedicatoria</b>	iv
	<b>Agradecimientos</b>	v
	<b>Agradecimiento a patrocinadores</b>	vi
	<b>Resumen</b>	vii
	<b>Contenido</b>	viii
	<b>Índice de cuadro</b>	x
	<b>Índice de anexos</b>	xiii
1.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2.	ANTECEDENTES.....	2
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4	LÍMITES.....	2
1.5	ALCANCE.....	2
1.6	OBJETIVOS.....	3
1.6.1	General.....	3
1.6.2	Específicos.....	3
2.	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1	PRODUCCIÓN Y RECOLECCIÓN DE POLEN.....	4
2.2	CONDICIONES DE PROCESO Y ALMACENADO.....	4
2.3	COMPOSICIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL POLEN	5
2.4	MEDICIÓN DEL COLOR DEL POLEN.....	7
3.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	8
3.1	LOCALIZACIÓN.....	8
3.2	MATERIALES.....	8
3.3	MÉTODOS.....	8
3.3.1	Organización del muestreo.....	8
3.3.2	Toma y manejo de la muestra.....	9
3.4	ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS.....	9
3.4.1	Carbohidratos.....	9
3.4.2	Proteína.....	9
3.4.3	pH.....	10
3.4.4	Cenizas y minerales.....	10
3.4.5	Contenido de agua.....	10

3.4.6	Actividad de agua.....	10
3.4.7	Color.....	10
3.4.8	Análisis de residuos.....	10
3.5	<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....</b>	10
3.6	<b>MAPA GOREFERENCADO.....</b>	12
3.7	<b>UNIDADES EXPERIMENTALES.....</b>	12
3.8	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>	12
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	13
4.1	<b>MUESTRAS.....</b>	13
4.2	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS.....</b>	15
4.2.1	Carbohidratos.....	15
4.2.2	Proteínas.....	17
4.2.3	pH.....	18
4.2.4	Cenizas y minerales.....	19
4.2.5	Humedad del polen fresco y procesado.....	21
4.2.6	Actividad de agua del polen fresco y polen procesado.....	23
4.2.7	Color.....	24
4.3	<b>ANÁLISIS DE RESIDUOS.....</b>	26
4.4	<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....</b>	27
4.4.1	Análisis microbiológicos del departamento de La Paz.....	27
4.4.2	Análisis microbiológicos del departamento de Intibucá.....	27
4.4.3	Análisis microbiológicos del departamento de Ocotepeque.....	28
4.4.4	Análisis microbiológicos del departamento de El Paraíso.....	29
4.4.5	Análisis microbiológicos del departamento de Copán.....	30
4.5	<b>MAPA GEOREFERENCIADO.....</b>	31
5.	<b>CONCLUSIONES.....</b>	33
6.	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	34
7.	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	35
8.	<b>ANEXOS.....</b>	37

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Composición físico-química del polen .....	5
2.	Especificaciones de polen en normas técnicas por país.....	6
3.	Especificaciones microbiológicas para polen por país (UFC/g).....	6
4.	Control de calidad del polen argentino .....	6
5.	Metodología de análisis de muestras de polen.....	11
6.	Muestreo de polen por productor.....	14
7.	Carbohidratos en polen por departamento.....	16
8.	Separación de medias para carbohidratos de polen de El Paraíso.....	16
9.	Proteína en polen por departamento.....	17
10.	Separación de medias para proteínas en Intibucá.....	18
11.	pH en polen por departamento.....	19
12.	Separación de medias para pH de El Paraíso.....	19

Cuadro		
13.	Ceniza en polen por departamento.....	20
14.	Minerales en polen por departamento.....	21
15.	Humedad del polen fresco por departamento.....	22
16.	Humedad del polen procesado por departamento.....	23
17.	Actividad de agua del polen fresco por departamento.....	24
18.	Actividad de agua del polen procesado por departamento.....	24
19.	Intensidad de luminosidad de escala “L” en polen por departamento.....	25
20.	Intensidad de color en escala “a” en polen por departamento.....	25
21.	Intensidad de color en escala “b” en polen por departamento.....	26
22.	Residualidad química en el polen .....	27
23.	Carga microbiana del polen de La Paz (UFC/g).....	27
24.	Carga microbiana del polen de Intibucá (UFC/g).....	28
25.	Carga microbiana del polen de Ocotepeque (UFC/g).....	29
26.	Carga microbiana del polen de El Paraíso (UFC/g).....	29
27.	Carga microbiana del polen de Copán (UFC/g) .....	30

Cuadro

28.	Comparación entre los dos tiempos de muestreo por prueba t.....	31
29.	Ubicación de comunidades muestreadas.....	32

**ÍNDICE DE ANEXOS**

## Anexos

1.	Cantidad de polen colectado en dos muestreos.....	38
2a.	Análisis físico y químicos del departamento de Copán.....	39
2b.	Análisis físico y químicos del departamento de La Paz.....	40
2c.	Análisis físico y químicos del departamento de Ocotepeque.....	41
2d.	Análisis físico y químicos del departamento de Intibucá.....	42
2e.	Análisis físico y químicos del departamento de El Paraíso.....	43
3a.	Color del polen de Copán.....	44
3b.	Color del polen de La Paz.....	45
3c.	Color del polen de Ocotepeque.....	46
3d.	Color del polen de Intibucá.....	47
3e.	Color del polen de El Paraíso.....	48
4a.	Conteos microbiológicos de Copán (UFC/g).....	49

Anexos		
4b.	Conteos microbiológicos de La Paz (UFC/g).....	49
4c.	Conteos microbiológicos de Ocoatepeque (UFC/g).....	50
4d.	Conteos microbiológicos de Intibucá (UFC/g).....	51
4e.	Conteos microbiológicos de El Paraíso (UFC/g).....	52
5.	Mapa Georeferenciado.....	53

## 1. INTRODUCCIÓN

La sinergia establecida entre Swisscontact – Honduras con la Escuela Agrícola Panamericana a través del proyecto apícola ejecutado dentro del Programa Agropyme ha permitido fortalecer el sector apícola en la faceta investigativa desarrollando estudios de mejoramiento de la calidad e identificando la composición de los productos apícolas de Honduras que sirven como base para la elaboración de normas de calidad inexistentes en el país hasta el año 2004.

En Honduras, la industria apícola está experimentando cambios para responder a los retos de la globalización, los pequeños y medianos productores se están organizando para mejorar la eficiencia de la producción, adquirir y compartir conocimientos, adaptarse a nuevas tecnología y a la visión empresarial. En esto, el rol de la cooperación internacional ha sido de vital importancia, Swisscontact como organismo suizo no gubernamental ha apoyado a diferentes proyectos, con el objetivo de mejorar la fuente de ingreso de los involucrados.

Este estudio viene a contribuir al sector apícola ya que dará a conocer la composición física, química y microbiológica del polen producido en cinco departamentos de Honduras: Ocotepeque, El Paraíso, Intibucá, La Paz y Copán con lo que se agregará valor a la industria apícola y será la línea de partida para el desarrollo y establecimiento de estrategias de comercialización y la apertura de nuevos nichos de mercado con consumidores más conscientes de adquirir alimentos naturales y altamente nutritivos.

El polen, etimológicamente viene del latín “*pollen*” que significa harina de la flor. Es un polvillo producido por los órganos masculinos de las plantas, encargado de fecundar sus órganos femeninos, que las abejas recolectan de las anteras de las flores y lo transportan a la colmena para proveer compuestos proteicos a sus crías. Es un importante alimento para los animales superiores en su calidad de consumidores porque han perdido la capacidad para sintetizar determinadas sustancias necesarias para su desarrollo, dependientes en todo, de la síntesis que realizan las plantas (Sepúlveda 1986).

### 1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

No existe información a cerca de la composición física, química y microbiológica del polen producido en Honduras, por lo tanto, se desconoce la calidad nutricional del producto. Esto trae como consecuencia la poca demanda del mercado y la poca

experiencia del apicultor en la extracción y manipulación del producto.

## **1.2 ANTECEDENTES**

Argentina, El Salvador, México y Brasil han analizado la composición físico-química y microbiológica del polen, con el objetivo de elaborar una norma técnica. Esta establece especificaciones técnicas aprobadas y disponibles al público que promueve las ofertas de productos de alta calidad y fuerte competitividad. Con una norma técnica se puede mejorar calidad del producto e implementar buenas estrategias de comercialización para abrir nuevos mercados.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El estudio de la composición del polen, financiado por Swisscontact impulsará el desarrollo de las zonas productoras, generará valor agregado, incrementará el consumo y permitirá establecer adecuadas estrategias de comercialización ante mercados exigentes producto del fenómeno de la globalización, resultando en el incremento del ingreso y en la mejora de calidad de vida de pequeños y medianos productores con una visión empresarial.

## **1.4 LÍMITES**

- Las muestras se recolectaron solamente de algunas comunidades de los departamentos de El Paraíso, La Paz, Intibucá, Ocotepeque y Copán, donde se ejecuta el proyecto apícola.
- Se seleccionaron 32 productores participantes del proyecto apícola ubicados en los cinco departamentos de estudio.

## **1.5 ALCANCE**

El perfil del polen producido en algunas zonas de Honduras, generará conocimiento que facilitará la promoción de su comercialización y consumo.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 General**

Identificar la composición físico-química y carga microbiológica del polen procedente de El Paraíso, La Paz, Copán, Ocotepeque e Intibucá.

### **1.6.2 Específicos**

- Diseñar un sistema adecuado para la toma de muestra de los apiarios seleccionados de las zonas de estudio.
- Establecer diferencias entre el polen proveniente de las zonas de estudio por medio de sus características físicas, químicas y microbiológicas.
- Comparar la composición física y química y microbiológica del polen producido en Honduras con normas de calidad establecidas en Argentina, México, El Salvador y Brasil.
- Generar una base de datos dentro de un mapa georeferenciado de las zonas de estudio.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 PRODUCCIÓN Y RECOLECCIÓN DE POLEN**

El polen representa el germen masculino de la reproducción en las plantas fanerógamas, es decir, que los gránulos de polen son las verdaderas células espermáticas del reino vegetal. Se produce en gran cantidad en la porción terminal de los estambres conocida como antera, donde queda contenido en unas bolsitas cerradas que reciben el nombre de sacos polínicos. Cuando la antera madura, los granulillos de polen están en condiciones de ser elementos fecundantes. Entonces la antera se entreabre y los libera (dehiscencia). De ella lo toman las abejas para llevarlo a la colmena, y en su incesante revoloteo de flor en flor contribuyen a la polinización y fecundación de innumerables flores. Las plantas fanerógamas siempre producen más polen del indispensable para sus necesidades de fertilización. En muchas especies este margen es grande, como ocurre en las polinizadas por el viento (anemófilas). Casi todas las flores que secretan néctar, también producen polen, pero no siempre es posible a las abejas acopiarlo. La recolección del polen por las abejas parece responder a tres razones: química, por su tenor proteico prefiriéndolo en altas cantidades; accesibilidad, es decir estambres cortos y expuestos; y la poca irregularidad y alta viscosidad de la envoltura (Espina y Ordetx 1984).

Las abejas recolectan el polen formando bolitas de colores diversos que adhieren a su tercer par de patas para transportar a la colmena. El procedimiento de recolección por parte del productor, en esencia consiste en poner una dificultad a las abejas cargadas de polen para que se les desprendan las bolitas. Los medios utilizados son muy variados, se les hace pasar por una tela metálica con agujeros redondos o en forma de estrella, con medidas de 4.5 a 5 mm de diámetro llamada trampa para polen. La cosecha por colmena es sumamente variable, pues hay factores incontrolables como el tiempo, tipo de flores y naturaleza de las abejas; no obstante, por colmena se puede tener una producción por año de 6 a 8 libras o bien 60 y 120 gramos por día (Root 1959).

### **2.2 CONDICIONES DE PROCESO Y ALMACENADO**

Una vez recolectado el polen de la trampa la atención principal se centra en la humedad, este debe secarse antes de envasarlo para evitar su colonización por los hongos, que fácilmente pueden afectar la calidad del producto si no hemos tomado las precauciones debidas. Después de tener la evidencia de que el polen está bastante seco debe depurarse

quitándole las sustancias extrañas. En esto debemos estar atentos a las trampas ya que en muchos casos de ellas depende que el polen este limpio. Después de bien seco y limpio de impurezas debemos proceder de inmediato a su envasado hermético, pues el polen higroscópico y prontamente volvería a humedecerse, la temperatura de almacenamiento es de 4 grados a 15 grados Celsius (Sepúlveda 1986).

### 2.3 COMPOSICIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL POLEN

El polen de las diferentes plantas no sólo difiere en su composición química sino también en sus caracteres físicos. A simple vista se presenta como un polvo homogéneo, pero visto al microscopio se observa que está constituido por gránulos de forma, configuración y tamaño diversos, características que son constante en cada especie. Los componentes mayoritarios en polen son carbohidratos, principalmente reductores en las que se destacan la fructosa y la glucosa, seguidamente se encuentra la fracción proteica y finalmente el contenido acuoso. El elevado contenido de azúcares reductores se debe probablemente a sustancias (miel o néctar) agregadas por las abejas. Las cenizas constan principalmente de potasio, fósforo, magnesio, calcio y hierro en orden decreciente de importancia (Cuadro 1). Se cree que las sustancias sin determinar son sobre todo cutículas o envolturas del polen, aquí talvez se encuentren ciertos principios activos de gran valor biológico. Varios investigadores han señalado la presencia de enzimas, principalmente amilasa, invertasa, catalasa y pectinasa. El color del polen difiere según la planta de donde procede, existen blancos, amarillos, rojos, verdes, y violeta con una infinidad de matices (Espina y Ordetx 1984).

Cuadro 1. Composición físico-química del polen.

<b>Componentes del polen</b>	<b>Media (%)</b>	<b>Mínimo (%)</b>	<b>Máximo (%)</b>
Azúcares reductores	25.71	18.82	41.21
Azúcares no reductores	2.71	0.00	9.00
Proteína cruda	21.60	7.02	29.87
Agua	11.16	7.01	16.23
Cenizas	2.70	0.91	6.36
Extractos etéreos	4.96	0.94	14.44
Almidón	2.55	0.00	10.61
Sin determinar	28.55	21.65	35.87

Fuente: Todd y Bretherwick, citado por Espina y Ordetx (1984).

Algunos países latinoamericanos como Argentina, El Salvador, México y Brasil establecieron en polen parámetros de calidad en aspectos físico-químicos (Cuadro 2) y microbiológicos (Cuadro 3). Estas normas se utilizarán de referencia para el presente estudio con el fin de comparar la calidad del polen producido en Honduras.

Cuadro 2. Especificaciones de polen en normas técnicas por país.

<b>País</b>	<b>Carbohidratos (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>pH</b>
Argentina	45-55	15-28	8	4	4-6
México	NE	12-18	4-8	1.5-2.2	4-6
El Salvador	NE	NE	4	4	4-6
Brasil	14.5-55	8	4	4	4-6

Fuente: CONACYT (2004); Dirección General de Normas (1998); Código Alimentario Argentino (2003) y Norma de Brasil. NE (no especificado).

Cuadro 3. Especificaciones microbiológicas para polen por país (UFC/g).

<b>País</b>	<b>Mesófilos totales</b>	<b>Hongos y levaduras</b>	<b>Coliformes totales</b>
Argentina	150,000	100	Ausencia
México	10,000	300	Ausencia
El Salvador	10,000	300	Ausencia
Brasil	10,000	100	Ausencia

Fuente: CONACYT (2004); Dirección General de Normas (1998); Código Alimentario Argentino (2003) y Norma de Brasil. NE (no especificado).

Argentina es el único país con un fuerte crecimiento apícola colocando más del 90 % de su producción de miel en el mercado internacional. Actualmente han apuntado esfuerzos en la diversificación de la producción particularmente el polen como alimento de alta importancia nutricional. Por lo tanto, con fines de ofrecer un producto de mejor calidad al consumidor elaboraron el código alimentario para polen que especifica límites por cada constituyente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Control de calidad del polen argentino.

<b>Constituyentes</b>	<b>Media</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Carbohidratos (%)	31.00	20.50	48.40
Proteína (%)	21.60	7.00	29.90
Agua (%)	11.20	7.00	16.20
Cenizas (%)	2.70	0.90	5.50
Otros compuestos (%)	28.60	21.70	35.90
pH	5.00	4.00	6.00
Aerobios no patógenos (UFC/g)	150,000	150,000	NE
Hongos (UFC/g)	100	100	NE
Gérmenes Patógenos	0	0	NE

Fuente: Código Alimentario Argentino (2003). NE (no especificado).

## 2.4 MEDICIÓN DEL COLOR DEL POLEN

El espacio de color Hunter “L” “a” “b” es un espacio de color rectangular de tres dimensiones basadas en la teoría de colores opuestos.

El eje “L” es luminosidad donde 0 es negro y 100 es blanco. El valor del color entre 0 y 100 están reflejando qué grado de opacidad de negro a blanco se observan en las muestras en combinación con las otras escalas de colores “a” y “b”.

El eje “a” representa colores rojo y verde, los valores positivos son rojos, los valores negativos son verdes y 0 es el neutro, con una escala de unidades que va de -60 a +60, teniendo los valores intermedios por ejemplo entre 0 y 60 refleja un rojo de claro a rojo oscuro y sus valores intermedios.

El eje “b” indica azul y amarillo, los valores positivos son amarillos y los valores negativos son azul y 0 es neutro, con una escala de unidades que va de -60 a +60, teniendo los valores intermedios por ejemplo entre 0 y 60 refleja un amarillo claro a amarillo oscuro y sus valores intermedios de color.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN**

Las muestras de polen se tomaron de las zonas de estudio de los departamentos de Intibucá, El Paraíso, Copán, Ocotepeque y La Paz.

Los análisis físicos y químicos se realizaron en el Centro de Evaluación de Alimentos (CEA) y los análisis microbiológicos en el laboratorio de microbiología, ambos ubicados en Zamorano. Los análisis de residualidad química se realizaron en Nicaragua en el Laboratorio Nacional de Residuos Biológicos, del Ministerio de Agricultura y Ganadería y Forestación (MAGFOR).

#### **3.2 MATERIALES**

- Vehículo
- Envases para toma de muestra
- Equipo e indumentaria de trabajo de campo en el apiario
- Termo
- Horno para secado de polen
- Computadora
- Material didáctico (folletos, libros)
- Equipos e instrumentos de laboratorios para análisis físicos y químicos
- Equipos e instrumentos de laboratorios para análisis microbiológicos
- Programa Estadístico SAS<sup>®</sup>

#### **3.3 MÉTODOS**

##### **3.3.1 Organización del muestreo**

Para el muestreo se estableció un punto de referencia en cada comunidad ubicada en un diámetro aproximado de cinco kilómetros considerando la distancia de desplazamiento de la abeja en la búsqueda de alimento. Las comunidades se ubicaron en un mapa utilizando el programa Arc View. El reconocimiento de la zona por cada departamento se realizó en el período comprendido entre el 15 y 29 de diciembre del año 2004 para explicarle al productor la importancia del estudio e identificar las condiciones de clima y vegetación

que en su mayor parte es cafetalera. Para la selección de los apicultores se utilizaron los siguientes criterios en coordinación con los técnicos del proyecto ejecutado por Swisscontact: apicultores con más de tres años de experiencia y con más de 10 colmenas con dos cuerpos para extraer una cantidad considerable de muestra. El productor seleccionado debía pertenecer al proyecto apícola y recibir apoyo de cada técnico ubicado en la zona de estudio.

### **3.3.2 Toma y manejo de la muestra**

En coordinación con los técnicos del proyecto apícola se le proporcionaron ocho trampas para polen a cada uno de los apicultores. Se recolectaron en promedio 406.81 gramos de polen por productor en cada uno de los dos muestreos realizados (Anexo 1).

La muestra fue manipulada bajo condiciones de seguridad en envases de vidrio debidamente desinfectados y a baja temperatura colocada en un termo con hielo. Al llegar la muestra a la planta de proceso se secó para evitar la descomposición por el exceso de humedad.

El secado se realizó en la Planta de Procesamiento de Mieles ubicada en Zamorano, utilizando un horno a 40 grados Celsius, que tiene seis bandejas que fueron cambiadas de posición para evitar el desecamiento excesivo en los extremos. El tiempo de secado fue entre 2 y 4 horas. Posterior al enfriamiento, el polen seco se almacenó bajo refrigeración entre 10 y 15 °C.

## **3.4 ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS**

Los análisis físicos y químicos realizados fueron: carbohidratos, proteínas, pH, actividad de agua, humedad, ceniza y minerales, color y detección de residuos de metales pesados, órgano fosforados y órganos clorados.

### **3.4.1 Carbohidratos**

El término “carbohidratos totales” expresado en porcentaje, se refiere al conjunto de sustancias carbohidratadas; azúcares, almidón y fibra. Para el presente estudio se utilizó el método de fenol-ácido sulfúrico. El principio consiste en que los carbohidratos tratados con ácidos fuertes y calor se deshidratan y dan furfurales que se polimerizan produciendo pigmentos oscuros, éstos a su vez se polimerizan con fenol para dar compuestos coloreados cuya absorbancia sirve para determinar azúcares y los polisacáridos se hidrolizan con el tratamiento (AOAC 988.12 parte E).

### **3.4.2 Proteína**

La proteína se determinó por el método de Kjeldahl (AOAC 960.52). Se determina la cantidad de nitrógeno y se multiplica por el factor 6.25 para expresarlo en porcentaje como proteína cruda. Este procedimiento implica digestión, destilación y titulación de la muestra.

### **3.4.3 pH**

El pH se determinó mediante el uso de un potenciómetro. El procedimiento implica calibrar el equipo con soluciones tampón con pH 4, 7 y 11. El principio se basa en medir la cantidad de iones hidrógenos presente en la muestra en dilución.

### **3.4.4 Cenizas y minerales**

Para la determinación de cenizas se utilizó el Incinerador Sybron Thermoline 580 °C y se cuantificó por diferencia de peso. Para la determinación de minerales, se utilizó el método instrumental por absorción atómica, cuantificando el potasio, fósforo, calcio y magnesio, expresando los resultados en porcentaje.

### **3.4.5 Contenido de agua**

La determinación del contenido de agua en polen, se realizó por diferencia de peso secando la muestra en un horno a 105 °C por 24 horas, expresando los resultados en porcentaje.

### **3.4.6 Actividad de agua**

Para la determinación de la actividad de agua ( $a_w$ ) se midió con el Aqualab. Instrumento que se basa en la técnica del punto de rocío (por condensación del vapor de agua sobre un espejo enfriado).

### **3.4.7 Color**

La medición de color se realizó por dos métodos, con el Colorflex, que se basa en el principio de la medida de colores opuestos en un rango determinado de longitudes de ondas de 400 a 700 nm y bajo la utilización universal de medición de color por PANTONE MATCHING SYSTEM<sup>®</sup> 747XR.

### **3.4.8 Análisis de residuos**

Se evaluaron metales pesados (Pb), órgano fosforados y órgano clorados de acuerdo a los métodos establecidos. La cuantificación de residuos órgano fosforados incluye: Diazinón, Ronnel, Malatión, Etión, Etil-Paration Clorpirifos, Carbofenotión-Fenitotrión, Metamidofos, Diclorvos. Unidades utilizadas en el laboratorio en ppm.

## **3.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

Para el conteo microbiológico se trabajó en: mesófilos totales, hongos y levaduras y coliformes totales.

Los análisis microbiológicos se realizaron con los métodos propuestos por la AOAC 991.14 y BAM (1995). Para la comparación de estos parámetros se tomaron como referencias las normas técnicas de Argentina, México, El Salvador y Brasil (Cuadro 3).

En el cuadro 5 se detallan las variables analizadas y los métodos utilizados para los análisis en sus respectivos laboratorios.

Cuadro 5. Metodología de análisis de muestras de polen.

<b>Parámetro</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Método</b>
Carbohidratos	CEA	AOAC 988.12 E
Proteínas	CEA	AOAC 960.52 Kjeldahl.
pH	CEA	AOAC 945.27 potenciómetro
Cenizas	CEA	AOAC 920.18, Incinerador Sybron Thermoline 580 °C
Minerales	CEA /Laboratorio de suelos	AOAC, Absorción Atómica
Humedad	CEA	AOAC 969.38A
Actividad de agua	CEA	AOAC 978.18C Aqualab
Color	CEA	Colorflex / PANTONE SYSTEM <sup>®</sup>
Residuos Químicos	Laboratorio Nacional de Residuos Biológicos en Nicaragua (MAG-FOR).	Parking Elmer Análisis instrumental espectrofotométrico
Recuento Total de bacterias	Laboratorio de microbiología	Conteo total estándar PCA BAM (1995)
Hongos y Levaduras	Laboratorio de microbiología	Conteo total estandar PDA BAM (1995)
Coliformes T y fecales	Laboratorio de microbiología	AOAC 991.14 : para coliformes, incubar 24h ± 2h a 35°C ± 1°C (Petrifilm)

### **3.6 MAPA GEOREFERENCIADO**

Se realizó el mapeo para cada uno de los municipios con sus respectivas aldeas y caseríos, identificando las muestras. Los mapas se realizaron con el programa Arc View que se encuentra en la unidad de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de Zamorano. Con la utilización del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se tomaron los puntos de referencia y estos fueron enviados a la base de datos (SIG) para ser archivados y manipulados.

### **3.7 UNIDADES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron 50 muestras procedentes de 32 comunidades, en dos tiempos diferentes, pertenecientes a cinco departamentos de Honduras.

### **3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando el modelo lineal general (GLM) del programa estadístico “Statistical Analysis System” (The SAS System For Windows V8<sup>®</sup>). Se realizó una separación de medias con la prueba Duncan. Se utilizó una probabilidad de  $P < 0.05$  para determinar el grado de significancia. Se realizó una prueba “t Student” para determinar si habrán diferencias significativas entre los dos tiempos de recolección para las 11 características físico-químicas y microbiológicas evaluadas.

Para la tipificación de los resultados de los parámetros evaluados se usó estadística descriptiva adjuntando toda la base de datos a un mapa GEO-referenciado para cada comunidad utilizando el programa de información geográfica ArcView 3.2<sup>®</sup>.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 MUESTRAS**

Del total de los 32 apicultores seleccionados se logró extraer el 78 % de las 64 muestras esperadas en los dos tiempos en que se hizo la cosecha del polen (Cuadro 6). Las zonas donde no se pudo extraer la muestra se debió a poca floración en el tiempo de recolección.

Cuadro 6. Muestreo de polen por productor <sup>1</sup>.

Departamento	Comunidad	Nombre del Productor	Muestra 1	Muestra 2
El Paraíso	Cebadilla, Danlí	Juan F. Maradiaga	X	X
	La Redonda	José Cesar García	-	-
	El Cantón, Arauca	Hugo Pérez López	X	X
	Las Cañas	Isidro Uclés	X	-
	El Achiotal	Marco Ponce	X	-
	El Higüerito Danlí	Wilson Salgado	X	X
	Tres Piedra	Santos Sánchez	-	-
	Las Selvas	Teresin Maldonado	X	-
	Conchagua	Mario Sandoval	X	-
	Dificultades	Nicolás Sánchez	X	X
	Trojes	Víctor M. Sandoval	X	X
La Paz	Grandadilla	Wilfredo Vigil	X	X
	Huertas	Rufino Reyes	X	X
	El Paraíso	Frailan García Santos	X	X
	San José	Jorge Vázquez Álvarez	X	-
	Sigamane	Luis Nolasco	X	-
	El Quebrachal	Isabel Manzanares	X	-
	Golondrinas	Santos Hernández	X	X
Pitayas	Elías Palacio	X	-	
Intibucá	Las Crucitas, San Nicolás	Julio Gonzáles	X	X
	San Miguel, San Nicolás	Martín Paz Meza	X	X
	Ceibita, San Juan	José Danilo Benítez	X	-
	Los Pelones, San Juan	Mercedes Benítez	X	X
	Quiragüira, Otatala	Tomaza Portillo	X	X
	Lagunetas, Masaguara	Gregorio Trejo Reyes	X	-
Copán	Jimilile, Corquín	Isaías Pacheco	X	X
	Chile, Corquín	José Ovidio Ramírez	X	X
Ocotepeque	San Juan, San Marcos	Gustavo García	X	X
	Tránsito, San Marcos	Jesús Alcántara	X	X
	Riío Hondo, San Marcos	Antonio Sabillón	X	X
	San Fernando	Efraín Guerra	X	X
	El Rosario, La labor	Marel Alejandro Peña	X	X

<sup>1</sup> (-) no se realizó extracción de muestra

## 4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

### 4.2.1 Carbohidratos

Los carbohidratos totales se encontraron en un rango de 43.74 % en Intibucá a 57.40 % en El Paraíso con una media de 49.24 %. Todos los departamentos excepto El Paraíso cumplen con la norma de referencia brasileña, sin embargo, solamente La Paz cumple con la referencia argentina (Cuadro 2). Las muestras de El Paraíso y Copán resultaron con contenidos mayores y estadísticamente diferentes de los otros departamentos (Cuadro 7). La variabilidad en el contenido de azúcares responde a las diferentes especies botánicas que ocurren en las zonas (Baldi et al. 2004). La variable carbohidratos es un parámetro importante porque indica el valor nutricional del polen en su contenido energético expresado como azúcares y por su valor en la dieta, que lo convierte en un alimento ideal para consumo humano (Kroyer y Hegedus 2001; Benedetti y Pieralli 1990).

Los azúcares representan la porción mayoritaria, llegando hasta un 60 % en el polen que las abejas recolectan (Muniategui, citado por Baldi et al. 2004). Al igual que la miel, los azúcares principales son en orden descendente fructosa, glucosa y sacarosa cuyo origen mayoritariamente es el néctar o la miel agregada por la abeja recolectora (Krell, 1996) y según Baldi et al. (2004) los dos primeros pueden variar pero uniformemente entre muestras, no así en el contenido de sacarosa que mostró una alta variabilidad en 37 muestras. Otros polisacáridos como calosa, pectina, celulosa, lignina, esporopolenina y otros son predominantemente componentes del polen (Krell, 1996).

Cuadro 7. Carbohidratos en polen por departamento. <sup>1</sup>

<b>Departamento</b>	<b>Media</b> %	<b>DE</b>	<b>CV</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b> -----%-----	<b>Rango</b>
El Paraíso	57.40 <sup>a</sup>	1.99	3.45	0.98	34.59	69.87	35.28
Copán	54.94 <sup>a</sup>	0.17	0.31	0.99	52.20	57.85	5.65
La Paz	45.61 <sup>b</sup>	1.50	8.30	0.91	38.75	55.18	16.43
Ocotepeque	44.53 <sup>b</sup>	2.52	11.77	0.63	31.07	54.80	23.73
Intibucá	43.74 <sup>b</sup>	1.70	8.91	0.93	38.17	51.68	13.51

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

Los valores más altos en carbohidratos se obtuvieron de las muestras procedentes de El Paraíso donde se identificó una alta variabilidad entre comunidades y reportándose como el polen con mayor contenido el que procede de Cebadilla y el menor de El Achiotal (Cuadro 8 ) aunque se ubican en la misma zona de vida bosque húmedo seco, los datos sugieren variabilidad botánica que da origen a polen con diferente composición (Espina y Ordetx 1984) dando como resultado alta variabilidad entre muestras y departamentos. La mayor variabilidad se encontró en las muestras de Ocotepeque.

Cuadro 8. Separación de medias para carbohidratos de polen de El Paraíso. <sup>1</sup>

<b>Comunidad</b>	<b>Media (%)</b>
Cebadilla, Danlí	67.71 <sup>a</sup>
El Cantón, Alauca	63.98 <sup>a</sup>
Conchagua, El Paraíso	63.38 <sup>ab</sup>
El Higüerito, Danlí	57.52 <sup>b</sup>
Las Selvas, El Paraíso	57.33 <sup>bc</sup>
Dificultades, El Paraíso	56.16 <sup>c</sup>
Trojes, El Paraíso	52.59 <sup>c</sup>
Las Cañas, El Paraíso	52.33 <sup>c</sup>
El Achiotal, El Paraíso	34.59 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

### 4.2.2 Proteínas

La proteína de las muestras resultó en un rango de 17.82 % en El Paraíso a 21.48 % en Copán con una media de 19.59 % (Cuadro 9). Los valores están en conformidad con la norma de Argentina, pero exceden los límites máximos establecidos por México y Brasil (Cuadro 2), no obstante, estos valores implican un buen aporte nutricional para la alimentación (Baldi et al. 2004). El polen es el elemento proteico por excelencia de la colmena, su alto contenido de sustancias nitrogenadas y aminoácidos esenciales lo convierten en un alimento ideal y de alto valor nutricional (Benedetti y Pieralli 1990). Este contenido proteico es quizás la variable más importante para la alimentación humana pero su valor está condicionado a la especie vegetal de que procede, la literatura reporta un amplio rango de 7 % a 30% (Espina y Ordetx 1984).

El contenido proteico del polen hondureño es similar al del polen cubano (20 %) dato reportado por Tabio et al. citado por Krell (1996) y superiores al polen español ya que Serra et al. citado por Baldi et al. 2004 reportan un rango de 12.6 % a 18.8 %. Las variaciones significativas encontradas entre departamentos (Cuadro 9), siendo las muestras de El Paraíso las que contienen menor proteína, se atribuyen a la diferencia geográfica y botánica (Almeida et al. 2005).

Cuadro 9. Proteína en polen por departamento.<sup>1</sup>

Departamento	Media %	DE	CV	r <sup>2</sup>	Min.	Máx. -----%-----	Rango
Copán	21.48 <sup>a</sup>	2.45	11.40	0.40	19.00	23.40	4.40
Ocatepeque	21.42 <sup>a</sup>	2.52	11.77	0.63	18.22	22.79	4.57
Intibucá	19.14 <sup>ab</sup>	1.70	8.91	0.93	14.90	25.00	10.10
La Paz	18.12 <sup>b</sup>	1.50	8.30	0.91	12.11	21.01	8.90
El Paraíso	17.82 <sup>b</sup>	1.41	8.02	0.85	15.26	22.08	6.82

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

En las muestras recolectadas en Intibucá se determinaron diferencias significativas entre comunidades, específicamente entre Quiraguira con mayor contenido proteínico que en las Crucitas y San Miguel lo que sugiere variaciones en el tipo de vegetación. La mayor variabilidad se encontró en las muestras de Copán y Ocatepeque influenciado por la vegetación de la zona (Cuadro 10).

Cuadro 10. Separación de medias para proteínas en Intibucá.<sup>1</sup>

<b>Comunidad</b>	<b>Medias (%)</b>
Quiraguira- Masaguara	23.80 <sup>a</sup>
Lagunetas- Masaguara	19.80 <sup>ab</sup>
Los pelones-San Juan	19.76 <sup>ab</sup>
Ceibita-San Juan	18.90 <sup>ab</sup>
Las Crucitas-San Nicolás	16.44 <sup>b</sup>
San Miguel-San Nicolás	16.33 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

#### 4.2.3 pH

El rango de pH obtenido fue de 4.09 a 5.31 con una media 4.91 (Cuadro 11). El pH es un factor que controla la regulación de muchas reacciones químicas, bioquímicas y microbiológicas, este puede variar según la diversidad de cultivares, la madurez, las variaciones estacionales debidas a las condiciones de desarrollo, las áreas geográficas, las prácticas de manejo y mantenimiento anteriores al procesamiento y, las variables del procesamiento (Rahman 2003). En este estudio, sin embargo, no se encontraron variaciones significativas entre las muestras de diferente origen geográfico. Como se mencionó anteriormente, el valor de pH en los alimentos es vital para la preservación o vida útil. A unos pH aproximadamente 4.2 se controlan bien casi todos los microorganismos que producen intoxicaciones alimentarias excepto las bacterias acidolácticas y muchas especies de levaduras y hongos (Rahman 2003).

Aunque los valores de pH de las muestras analizadas se encuentran en conformidad con las normas de referencia (Cuadro 2) no se descarta la posibilidad de alteración de la calidad por crecimiento microbiano, ya que según Rahman (2003) *Clostridium botulinum* puede desarrollarse a niveles superiores de 4.5 cuando se prestan las condiciones adecuadas.

Cuadro 11. pH en polen por departamento.<sup>1</sup>

<b>Departamento</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>CV</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Rango</b>
Copán	4.96 <sup>a</sup>	0.13	2.62	0.21	4.88	5.07	0.19
Ocotepeque	4.95 <sup>a</sup>	0.13	2.73	0.18	4.75	5.07	0.32
Intibucá	4.92 <sup>a</sup>	0.17	3.53	0.85	4.52	5.22	0.70
El Paraíso	4.89 <sup>a</sup>	0.21	4.28	0.88	4.09	5.31	1.22
La Paz	4.85 <sup>a</sup>	0.20	4.23	0.64	4.65	5.15	0.50

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

Los resultados significativamente diferentes entre las muestras de algunas comunidades del departamento El Paraíso demuestran la influencia geográfica en la variación del pH (Rahman 2003). El pH de las muestras procedentes de Cebadilla y Las Cañas son superiores a las de Dificultades (Cuadro 12). La variabilidad encontrada está directamente influenciada por el manejo del polen y la estabilidad ante la acción enzimática.

Cuadro 12. Separación de medias para pH de El Paraíso.<sup>1</sup>

<b>Comunidad</b>	<b>pH</b>
Cebadilla-Danli	5.18 <sup>a</sup>
Las Cañas-El Paraíso	5.15 <sup>a</sup>
El Achiotal-El Paraíso	5.08 <sup>ab</sup>
El higüerito Danli	5.01 <sup>ab</sup>
Conchagua El Paraíso	4.97 <sup>ab</sup>
Trojes-El Paraíso	4.88 <sup>ab</sup>
Las Selvas El Paraíso	4.84 <sup>ab</sup>
El cantón Alauca.	4.84 <sup>ab</sup>
Dificultades-El paraíso	4.32 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

#### 4.2.4 Cenizas y minerales

El contenido de cenizas totales encontrado fue de 1.59 % a 4.98 % con una media de 2.46 % (Cuadro 13), valores ligeramente similares a los reportados en la literatura por Todd y Bretherwick citado por Espina y Ordetx (1984) (Cuadro 1), a los Gergen et al. (2004) que reportan 1.49 % en polen de Rumania y a la media de 3.04 % en polen de Argentina

mencionada por Baldi et al. (2004). El contenido de cenizas de todas las muestras está por debajo de lo establecido en las normas de referencias de Argentina, El Salvador y Brasil, pero es superior al parámetro de la norma mexicana (Cuadro 2).

El contenido de cenizas de las muestras de Ocotepeque resultó estadísticamente superior a las procedentes de La Paz y El Paraíso, lo que sugiere influencia de los factores abióticos en la vegetación que a su vez afectan la cantidad de nutrientes contenidos en el polen. Factores como el manejo de los suelos agrícolas y la pluviosidad pueden afectar considerablemente, por ejemplo, la fertilización y frecuencia incrementan la disponibilidad de nutrientes aunque la cantidad depende de las especies de plantas presentes, por la distribución de sus raíces (Schroth et al. 1999).

Cuadro 13. Cenizas totales en polen por departamento.<sup>1</sup>

<b>Departamento</b>	<b>Media</b> %	<b>DE</b>	<b>CV</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Min.</b> -----%	<b>Máx.</b> -----%	<b>Rango</b>
Ocotepeque	2.92 <sup>a</sup>	1.15	39.49	0.53	1.70	4.98	3.28
Copán	2.76 <sup>ab</sup>	0.19	6.88	0.82	2.47	3.07	0.60
Intibucá	2.40 <sup>abc</sup>	0.12	5.19	0.98	1.81	3.25	1.44
La Paz	2.12 <sup>bc</sup>	0.22	10.69	0.85	1.74	2.76	1.02
El Paraíso	2.08 <sup>c</sup>	0.35	17.43	0.82	1.59	2.91	1.32

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

El contenido de cenizas totales está directamente ligado al contenido de minerales. Las cenizas constan principalmente de potasio, fósforo, magnesio y calcio en orden decreciente de importancia (Espina y Ordex 1984). Relación que se puede identificar en los datos obtenidos en este estudio para los mismos minerales donde el de mayor representación es el potasio (Cuadro 14). La variabilidad encontrada está influenciada por la vegetación de la zona y el número reducido de muestras que se analizaron por departamento, por ejemplo, en Ocotepeque que presenta un CV de 39.49, en el municipio de San Juan San Marcos en la primera toma de muestra presenta valores de 4.98 % y la segunda toma de muestra del mismo municipio presenta valores de 2.86 % (Cuadro 14).

Cuadro 14. Minerales en polen por departamento.<sup>1</sup>

Departamento	K (%)	P (%)	Mg (%)	Ca (%)
La Paz	0.68 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>
Ocatepeque	0.67 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>
El Paraíso	0.70 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>
Copán	0.50 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.17 <sup>a</sup>
Intibucà	0.63 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.12 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

#### 4.2.5 Humedad del polen fresco y procesado

La humedad después de recolectado de la trampa se encontró en un rango de 11.80 % a 33.98% con una media de 20.99 %, Sepúlveda (1986) reporta un rango de 12 % a 20% y un promedio de 17 %. El agua es el elemento indispensable, como en todo alimento natural, para mantener su unión y estabilidad (Sepúlveda 1986). Esta es ampliamente variable en el polen, Bogdanov (2004) reporta variación entre 20 % y 30 %. Esta variabilidad está influenciada por el clima de cada zona al momento de coleccionar la muestra, Intibucà y Ocotepeque presentan mayor variabilidad puesto que tienen alta humedad relativa, sin embargo, se debe tomar también en cuenta el número reducido de muestras analizadas por departamento.

Las condiciones climáticas afectan la composición del polen, en climas húmedos se recomienda recolectarlo diariamente para evitar el deterioro por crecimiento de bacterias, mohos (Krell 1996) y de larvas de insectos, particularmente la de *Achroia grisella* o polilla que ataca el polen (Root 1959). Estas diferencias climáticas se manifestaron entre departamentos en la variabilidad significativa entre las muestras procedentes de Copán, con los valores más bajos en comparación con los demás lugares de estudio (Cuadro 15). Entre comunidades por departamento no se determinaron diferencias significativas.

Cuadro 15. Humedad del polen fresco por departamento. <sup>1</sup>

<b>Departamento</b>	<b>Media</b> %	<b>DE</b>	<b>CV</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Rango</b> -----%-----
Ocotepeque	23.65 <sup>a</sup>	3.76	15.93	0.68	17.30	26.71	9.41
Intibucá	23.59 <sup>a</sup>	7.75	32.51	0.29	17.22	33.98	16.76
El Paraíso	21.89 <sup>a</sup>	1.72	7.88	0.95	18.17	29.78	11.61
La Paz	19.35 <sup>ab</sup>	3.54	18.30	0.90	11.80	27.32	15.52
Copán	16.47 <sup>b</sup>	1.20	7.31	0.86	13.73	18.01	4.28

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

Considerando que la humedad es uno de los factores que condicionan la calidad desde el punto de vista microbiológico y organoléptico (Serra et al. 1985) es importante secar el producto y llevarlo a una humedad menor de 10% y preferiblemente de 5 % a 8 % inmediatamente después de cosechado (Krell 1996).

Baldi et al. (2004) estableció por medio de análisis sensoriales que la humedad del polen para comercialización se puede estimar con un examen táctil, esto es apretándolo entre los dedos o con los dientes incisivos para constatar la cohesión de los granos que está en función inversa a su humedad.

El contenido de agua del polen procesado varió de 7.61 % a 19.78 % con una media de 13.61 % (Cuadro 16) excediendo los valores de las normas de referencia (Cuadro 2), lo que indica que se necesita establecer métodos alternativos y objetivos de determinación de la humedad en el polen de consumo que favorezcan la integridad de sus compuestos. Gergen et al. (2004), confirman que el contenido de agua en el polen influencia el procesamiento mecánico y el almacenamiento adecuado, pero que hasta el momento no existen métodos adecuados para la eliminación del agua no deseada, donde parte de esta se encuentra ligada a los compuestos orgánicos polares que se descomponen a altas temperaturas y las sustancias aromáticas se evaporan. Esto evidencia que el procedimiento de secado del polen es uno de los puntos críticos para el mantenimiento de la calidad, dejando la posibilidad de agua disponible para el crecimiento de microorganismos que pueden ser dañinos a la salud de consumidor.

Bogdanov (2004) indica que la mejor forma de secar el polen es en horno eléctrico a una temperatura máxima de 40 °C en corto tiempo hasta llegar a menos de 6 % y evitando la volatilización de los compuestos; el polen con un contenido de agua mayor al 6 % fermentará en el almacenamiento. No se recomienda secar el polen directamente al sol, Krell (1996) sugiere cubrirlo para evitar la exposición a los rayos solares y el sobrecalentamiento. Serra et al. citado por Baldi et al. (2004), menciona que el secado excesivo influye sobre el color natural favoreciendo procesos de pardeamiento químico,

las reacciones de Maillard, la deshidratación de la glucosa y la pérdida de compuestos volátiles.

Cuadro 16. Humedad del polen procesado por departamento.

<b>Departamento</b>	<b>Media</b> %	<b>DE</b>	<b>CV</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Rango</b>
					-----%-----		
Intibucá	15.60	2.63	16.58	0.77	12.02	19.78	7.76
Ocotepeque	13.65	2.34	17.16	0.51	11.15	17.67	6.52
Copán	13.42	1.01	7.56	0.70	11.82	14.10	2.28
La Paz	13.23	3.03	22.92	0.68	7.61	17.13	9.52
El Paraíso	12.19	1.33	10.85	0.83	9.11	15.31	6.20

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

La variabilidad de este parámetro está influenciado por la manipulación que se ejerció en el polen al momento de secarlo, tomando en cuenta que el polen es un alimento higroscópico.

#### **4.2.6 Actividad de agua del polen fresco y polen procesado**

En consecuencia con la humedad del polen fresco se midió la actividad de agua encontrándose de 0.48 a 0.84 con una media de 0.66 (Cuadro 17). Esta es el agua libre que no está química o físicamente ligada, determinada como una relación entre la presión de vapor de agua de la muestra y la presión de vapor de agua del agua pura a la misma temperatura (Gergen et al. 2004). Altos niveles de humedad y de actividad de agua indican un riesgo de conservación (Baldi et al. 2004). Los microorganismos requieren para su crecimiento agua, nutrientes, temperatura apropiada y determinados niveles de pH (Rahman 2003). El agua puede ser controlada con un secado después de la recolección para evitar descomposición por acción enzimática (Sepúlveda 1986).

Cuadro 17. Actividad de agua del polen fresco por departamento.

<b>Departamento</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>CV</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Rango</b>
Intibucá	0.73	0.09	13.10	0.50	0.63	0.84	0.21
Ocotepeque	0.67	0.06	10.06	0.67	0.54	0.77	0.23
El Paraíso	0.66	0.01	2.33	0.99	0.57	0.76	0.19
La Paz	0.65	0.02	12.75	0.87	0.48	0.78	0.30
Copán	0.61	0.05	8.13	0.66	0.54	0.64	0.10

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

Aunque la humedad final del polen procesado es alta, los niveles de actividad de agua encontrados, en este mismo polen; entre 0.30 y 0.63 con una media de 0.40 (Cuadro 18) no crean un buen ambiente para el crecimiento de los microorganismos ya que Rahman (2003), indica en el rango de 0.60 a 0.70 la mayoría de los microorganismos no pueden crecer, por ejemplo las bacterias patógenas necesitan de 0.85 a 0.86 y las levaduras y mohos 0.80. Sin embargo, existen efectos combinados entre la actividad de agua y el pH resultando sumamente aditivos para la supervivencia de los microorganismos (Rahman 2003) y según Baldi et al. (2004), valores de pH por encima de 4.85 pueden ser favorables para el deterioro y en las muestras se encontró un promedio de 4.91. Es importante citar que el polen es un alimento higroscópico y un grano con poros fácilmente absorbe humedad del medio por lo que el contenido de agua puede aumentar todavía más en condiciones inadecuadas de almacenamiento, comprometiendo así la calidad (Root 1959).

Cuadro 18. Actividad de agua del polen procesado por departamento.

<b>Departamento</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>CV</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Rango</b>
Intibucá	0.47	0.08	18.21	0.76	0.33	0.63	0.30
Ocotepeque	0.42	0.02	6.75	0.80	0.33	0.50	0.17
La Paz	0.40	0.05	12.92	0.81	0.30	0.48	0.18
Copán	0.37	0.03	9.39	0.54	0.33	0.40	0.07
El Paraíso	0.36	.002	6.35	0.94	0.30	0.48	0.18

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

En el anexo 2 se detallan los resultados de todos los análisis físico-químicos realizados para cada muestra por departamento y comunidad.

#### 4.2.7 color

El color de las muestras en la escala de luminosidad "L" de 0 (negro) a 100 (blanco) está en el rango de 38.00 a 54.01, lo que indica variaciones ligeras en pólenes oscuros ya que

se ubican en la mitad de la escala. Se registró una variación significativa entre las muestras procedentes de Copán y La Paz, siendo esta última más oscura con un valor de 46.3 (Cuadro 19).

Cuadro 19. Intensidad de luminosidad de escala “L” en polen por departamento.<sup>1</sup>

<b>Departamento</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>CV</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Rango</b>
Copán	50.44 <sup>a</sup>	1.83	3.64	0.52	49.16	52.65	3.49
Ocatepeque	48.61 <sup>ab</sup>	1.14	2.35	0.91	44.38	52.33	7.95
El Paraíso	48.06 <sup>ab</sup>	2.32	4.82	0.79	43.74	52.33	8.59
Intibucá	47.91 <sup>ab</sup>	3.33	6.96	0.90	38.00	54.01	16.10
La Paz	46.30 <sup>b</sup>	3.17	6.85	0.77	40.88	51.47	10.59

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

En la escala “a” de -60 (verdes) a +60 (rojo), las muestras se comportaron homogéneamente con valores positivos que corresponden al color rojo en tonalidades bajas con un rango de 4.26 a 12.55 (Cuadro 20).

Cuadro 20. Intensidad de color en escala “a” en polen por departamento.<sup>1</sup>

<b>Departamento</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>CV</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Rango</b>
La Paz	8.21 <sup>a</sup>	3.17	6.85	0.77	6.29	12.55	6.26
Ocatepeque	8.12 <sup>a</sup>	1.14	2.35	0.91	6.94	11.05	4.11
El Paraíso	8.09 <sup>a</sup>	2.32	4.82	0.79	5.91	11.59	5.68
Copán	7.92 <sup>a</sup>	1.83	3.64	0.52	6.28	9.76	3.48
Intibucá	7.07 <sup>a</sup>	3.33	6.96	0.90	4.26	11.05	6.79

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

En la escala “b” de -60 (azul) a +60 (amarillo), las muestras se comportaron homogéneamente con valores positivos que corresponden al color amarillo en tonalidades intermedias con un rango de 17.79 a 27.05 (Cuadro 21).

Cuadro 21. Intensidad de color en escala “b” en polen por departamento. <sup>1</sup>

Departamento	Media	DE	CV	r <sup>2</sup>	Min.	Máx.	Rango
La Paz	23.30 <sup>a</sup>	2.55	10.94	0.59	20.96	27.05	6.09
El Paraíso	22.88 <sup>a</sup>	1.30	5.67	0.93	17.79	26.29	8.5
Intibucá	22.42 <sup>a</sup>	0.94	4.20	0.95	19.50	26.76	7.26
Copán	21.73 <sup>a</sup>	0.79	3.66	0.97	19.30	24.96	5.66
Ocotepeque	20.80 <sup>a</sup>	1.60	7.70	0.77	18.04	24.18	6.14

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), r<sup>2</sup> (dispersión), Min. (mínimo) y Máx. (máximo).

<sup>1</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente (P<0.05).

No se encontraron diferencias significativas (P > 0.05) entre las comunidades de cada departamento con respecto a los valores de la escala “L”, “a” y “b” encontrándose polen de color amarillo en diferentes tonalidades. El color del polen está fuertemente ligado al tipo de flora y vegetación predominante de las zonas, tanto de la flora silvestre como de cultivos tradicionales existentes en las zonas, como el café (Root 1959).

Respecto a las características cromáticas, es un hecho bien conocido de los apicultores la amplia gama de colores que presenta, desde el blanco al morado y el negro, pero el más frecuente es el amarillo en diferentes matices (Espina y Ordex 1984). Con el fin de definir y estandarizar las tonalidades de las muestras recolectadas se utilizó la guía universal del color PANTONE 747XR<sup>®</sup>, encontrándose tonalidades desde el amarillo naranja 129 C, amarillo oscuro 144 U, amarillo crema 156 U entre otros (Anexo 3).

El color es un importante atributo en la industria de alimentos, los consumidores frecuentemente basan su compra en la apariencia del producto incluido el color y a menudo se relacionan este con el sabor, por ejemplo en cereales si el color es oscuro probablemente tendrá un sabor a quemado (Good sf). Una relación similar se puede hacer con el polen donde un sobrecalentamiento en el proceso producirá una color oscuro y generalmente y sabor amargo (Baldi et al. 2004).

#### 4.3 ANÁLISIS DE RESIDUOS

No se encontraron residuos químicos en las muestras analizadas para metales pesados, órgano clorados y órgano fosforados (Cuadro 22). Esto indica que los apiarios están ubicados en zonas donde no hay mucha contaminación ambiental ni aplicación de químicos derivados de la actividad agrícola. Es importante citar que los apicultores de las zonas de muestreo están realizando buenas prácticas de agrícolas obteniendo así productos seguros para el consumo.

Cuadro 22. Residualidad química en el polen.

Departamento	Metales Pesados	Órgano Fosforados	Órgano Clorados
Paraíso	No detectado	No detectado	No detectado
Ocatepeque	No detectado	No detectado	No detectado
Copan	No detectado	No detectado	No detectado
Intibucá	No detectado	No detectado	No detectado
La paz	No detectado	No detectado	No detectado

#### 4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

##### 4.4.1 Análisis microbiológicos del departamento de La Paz

El conteo microbiológico del polen procedente de la Paz demuestra altos niveles en mesófilos, hongos y levaduras y coliformes totales (Cuadro 23) con humedad promedio de 19.35 % y actividad de agua promedio de 0.65, aunque, esta carga microbiana llegó a niveles más bajos una vez que el polen se sometió al proceso de secado (humedad promedio 13.23 % y actividad de agua 0.40), las condiciones favorecieron el crecimiento de microorganismos como hongos y levaduras y coliformes totales cuyos niveles fueron superiores a lo estipulado en las normas de referencia (Cuadro 2).

Cuadro 23. Carga microbiana del polen de La Paz (UFC/g).

Comunidad	Mesófilos		Hongos y levaduras		Coliformes totales	
	fresco	procesado	fresco	procesado	fresco	procesado
<b>1</b>	10,000	600	15,000	400	2,200	<10
<b>2</b>	65,000	100	100,000	350	650	<10
<b>3</b>	85,000	1,050	85,000	350	4,350	<10
<b>4</b>	10,000	200	10,000	900	800	<10
<b>5</b>	1,100,000	300	140,000	400	200	<10
<b>6</b>	10,000	100	1,130,000	200	1500	<10
<b>7</b>	10,000	1,150	10,000	850	<100	<10
<b>8</b>	30,000	200	30,000	200	<100	<10
<b>Media</b>	165,000	463	190,000	456	1,238	10
<b>Mínimo</b>	10,000	100	10,000	200	100	10
<b>Máximo</b>	1,100,000	1,150	1,130,000	900	4,350	10

1- Santiago de Puringla, Granadilla 2- Santiago de Puringla, Huertas 3- Santiago de Puringla, El Paraíso 4- San José 5- Marcala, Sigame 6- San Juan, El Quebrachal 7- Mercedes de Oriente, Golondrinas 8- San Antonio del Norte, Pitahayas.

##### 4.4.2 Análisis microbiológicos del departamento de Intibucá

El conteo microbiológico del polen procedente de Intibucá indica altos niveles en mesófilos, hongos y levaduras y coliformes totales (Cuadro 24) con humedad promedio de 23.59 % y actividad de agua promedio de 0.73, aunque, esta carga microbiana llegó a

niveles más bajos una vez que el polen se sometió al proceso de secado (humedad promedio 15.60 % y actividad de agua 0.47 ), las condiciones favorecieron el crecimiento de microorganismos como hongos y levaduras y coliformes totales cuyos niveles fueron superiores a lo estipulado en las normas de referencia (Cuadro 2).

Cuadro 24. Carga microbiana del polen de Intibucá (UFC/g).

Comunidad	Mesófilos		Hongos y levaduras		Coliformes totales	
	fresco	procesado	fresco	procesado	fresco	procesado
<b>1</b>	20,000	100	10,000	200	100	<10
<b>2</b>	140,000	850	590,000	1,900	100	<10
<b>3</b>	460,000	1,000	490,000	1,000	100	<10
<b>4</b>	300,000	100	100,000	1,200	1,300	<10
<b>5</b>	10,000	3,200	20,000	2,000	<200	<10
<b>6</b>	30,000	100	20,000	1,600	<500	<10
<b>Media</b>	160,000	892	205,000	1,317	383	10
<b>Mínimo</b>	10,000	100	10,000	200	100	10
<b>Máximo</b>	460,000	3,200	590,000	2,000	1,300	10

1- Crucitas, San Nicolás 2- San Miguel, San Nicolás 3- Ceibita, San Juan 4- Los Pelones, San Juan 5- Quiraguira, Masaguara, Otatala 6- Lagunetas, Masaguara.

#### 4.4.3 Análisis microbiológicos del departamento de Ocotepeque

El conteo microbiológico del polen procedente de Ocotepeque indica altos niveles en mesófilos, hongos y levaduras y coliformes totales (Cuadro 25) con humedad promedio de 23.65 % y actividad de agua promedio de 0.67, aunque, esta carga microbiana llegó a niveles más bajos una vez que el polen se sometió al proceso de secado (humedad promedio 13.65 % y actividad de agua 0.42 ), las condiciones favorecieron el crecimiento de microorganismos como hongos y levaduras y coliformes totales cuyos niveles fueron superiores a lo estipulado en las normas de referencia (Cuadro 2).

Cuadro 25. Carga microbiana del polen de Ocotepeque (UFC/g).

Comunidad	Mesófilos		Hongos y levaduras		Coliformes totales	
	fresco	procesado	fresco	procesado	fresco	procesado
1	35,000	3,400	<20,000	400	3,650	<10
2	45,000	5,000	35,000	1,350	1,000	<10
3	120,000	3,000	<80,000	200	7,300	<10
4	60,000	1,950	35,000	<100	550	<10
5	10,000	4,000	<20,000	500	2,500	<10
<b>Media</b>	54,000	3,470	38,000	510	3,000	10
<b>Mínimo</b>	10,000	1,950	20,000	100	550	10
<b>Máximo</b>	120,000	5,000	80,000	1,350	7,300	10

1-San Juan, San Marcos 2- Tránsito, San Marcos 3- Río Hondo, San Marcos 4- San Juan, San Fernando 5- El Rosario, La Labor.

#### 4.4.4 Análisis microbiológicos del departamento de El Paraíso

El conteo microbiológico del polen procedente de El Paraíso indica altos niveles en mesófilos, hongos y levaduras y coliformes totales (Cuadro 26) con humedad promedio de 21.89 % y actividad de agua promedio de 0.66, aunque, esta carga microbiana llegó a niveles más bajos una vez que el polen se sometió al proceso de secado (humedad promedio 12.19 % y actividad de agua 0.36), las condiciones favorecieron el crecimiento de microorganismos como hongos y levaduras y coliformes totales cuyos niveles fueron superiores a lo estipulado en las normas de referencia (Cuadro 2).

Cuadro 26. Carga microbiana del polen de El Paraíso (UFC/g).

Comunidad	Mesófilos		Hongos y levaduras		Coliformes totales	
	fresco	procesado	fresco	procesado	fresco	Procesado
1	50,000	600	130,000	1,150	270	<10
2	10,000	1,050	<10,000	75	500	<10
3	10,000	1,400	<20,000	500	<100	<10
4	20,000	600	<20,000	1,100	<800	<10
5	38,000	300	32,000	900	295	<10
6	10,000	100	<10,000	100	<600	<10
7	20,000	2,400	<50,000	2,100	<400	<10
9	10,000	100	<10,000	400	<100	<10
10	30,000	600	35,000	1,550	850	<10
<b>Media</b>	22,000	794	35,222	875	435	10
<b>Mínimo</b>	10,000	100	10,000	75	100	10
<b>Máximo</b>	50,000	2,400	130,000	2,100	850	10

1- Cebadilla, Danlí 2- La Redonda, El Paraíso 3- Cantón, Arauca, El Paraíso 4- Las Cañas, El Paraíso 5- El Achiotal, El Paraíso 6- El Higuerito, Danlí 7- Tres Piedras, El Paraíso 8- Las Selvas, El Paraíso 9- Conchagua, El Paraíso 10- Dificultades, El Paraíso 11- Trojes, El Paraíso.

#### 4.4.5 Análisis microbiológicos del departamento de Copán

El conteo microbiológico del polen procedente de Copán indica altos niveles en mesófilos, hongos y levaduras y coliformes totales (Cuadro 27) con humedad promedio de 16.47 % y actividad de agua promedio de 0.61, aunque, esta carga microbiana llegó a niveles más bajos una vez que el polen se sometió al proceso de secado (humedad promedio 13.42 % y actividad de agua 0.37), las condiciones favorecieron el crecimiento de microorganismos como hongos y levaduras y coliformes totales cuyos niveles fueron superiores a lo estipulado en las normas de referencia (Cuadro 2).

Cuadro 27. Carga microbiana del polen de Copán (UFC/g).

Municipio	Mesófilos		Hongos y levaduras		Coliformes totales	
	fresco	procesado	fresco	procesado	fresco	procesado
<b>1</b>	195,000	5,800	91,500	2,550	2,100	<10
<b>2</b>	90,000	2,700	205,000	450	<100	<10
<b>Media</b>	142,500	4,250	148,250	1,500	1,100	10
<b>Mínimo</b>	90,000	2,700	91,500	450	100	10
<b>Máximo</b>	195,000	5,800	205,000	2,550	2,100	10

1- Jimilile, Corquín 2- Chile, Corquín.

El polen tiene características específicas ligadas a las especies florales o cultivares que le dan origen. Considerando su contenido de nutrientes, una variedad de microorganismos pueden crecer. Su calidad depende fuertemente de su preservación que incluye secado, refrigeración, limpieza y empaque (González et al. 2005).

El polen del estudio se recolectó después de cuatro días de haber colocado las trampas y resultó con una humedad inicial promedio de 20.90 %. Esta alta humedad lo hace un medio de cultivo ideal para los microorganismos como bacterias y levaduras. Para la prevención del daño y para preservarlo a máxima calidad se debe recolectar diariamente de la trampa e inmediatamente refrigerarlo para eliminar larvas de insectos (Bogdanov, 2003).

Las muestras del polen procesado contenían más agua (13.61 % en promedio) y actividad de agua (0.40 promedio) de la requerida lo que permitió el desarrollo de microorganismos, según Krell (1996) la humedad final de este, debe estar entre 5 % y 8 % y según Serra y Escolá reportado por González et al. (2005) la actividad de agua para el polen debe estar entre 0.261 y 0.280.

Si las condiciones de recolección, almacenamiento y comercialización no son practicadas apropiadamente existe la posibilidad del desarrollo de hongos como sucede en los cereales. Los hongos producen micotoxinas, entre las de mayor ocurrencia y toxicidad se encuentran las aflatoxinas y ochratoxina A, que pueden causar una intoxicación crónica y daño a los humanos y animales después de ingerir comida contaminada (González et al. 2005).

En el polen se han encontrado hongos como *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp., algunas especies son productoras de aflatoxinas y ochratoxina A, porque requieren bajos niveles de actividad de agua. La alta higroscopicidad del polen también favorece la reproducción de *Fusarium* spp. Lo anterior sugiere la aplicación de programas de buenas prácticas de manufactura, procedimientos de sanitización y análisis de puntos críticos de control para el polen a fin de evitar comprometer la salud del consumidor (González et al. 2005).

En el anexo 4 se detallan los resultados de todos los análisis microbiológicos realizados para cada muestra por departamento y comunidad.

No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los datos de la muestra 1 en comparación con la muestra 2 para cada uno de los parámetros analizados en el estudio, lo que sugiere que no se manifestaron diferencias en el tipo de vegetación presente en el momento de recolección (Cuadro 28).

Cuadro 28. Comparación entre los dos tiempos de muestreo por prueba t.<sup>1</sup>

<b>Variable</b>	<b>Valor t</b>	<b>Pr &gt;  t </b>	<b>Pr &gt; f</b>
Proteína	0.7	0.49	0.18
Carbohidratos	-1.09	0.28	0.53
Actividad de Agua polen seco	1.35	0.18	0.87
Actividad de Agua polen fresco	-0.64	0.53	0.57
pH	0.13	0.9	0.08
Humedad del polen seco	0.33	0.74	0.25
Humedad del polen fresco	-1.57	0.12	0.31
Cenizas	1.55	0.13	0.94
Escala de color “L”	0.3	0.77	0.91
Escala de color “a”	-1.33	0.19	0.78
Escala de color “b”	-2.33	0.02	0.69
Fósforo	-1.11	0.29	0.25
Calcio	0.49	0.64	0.09
Magnesio	-0.46	0.66	0.64
Potasio	-0.3	0.77	0.42

<sup>1</sup> Nivel de significancia  $P < 0.05$ .

#### 4.5 MAPA GEOREFERENCIADO

Cada una de las zonas de estudio y su ubicación obtenida por medio de GPS (significado) fue agregada en un mapa (Anexo 5). Según Holdridge (1967), las comunidades de donde se tomaron las muestras de polen están ubicadas en el bosque muy húmedo sub-tropical,

bosque húmedo montano bajo, bosque húmedo tropical y bosque seco tropical (Cuadro 29).

Cuadro 29. Ubicación de comunidades muestreadas.

Depto	Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
<b>Copán</b>	Chile	(14°35'13''N; 88°48'42''W)	1,054	Bhs
	Jimilile	(14°23'16''N; 88°51'07''W)	1,020	Bhs
<b>El Paraíso</b>	Trojes	(13°49'03''N; 86°26'36''W)	1,082	Bmhs
	El Higüerito	(14°07'03''N; 86°34'22''W)	1,091	Bht
	El Pescadero	(13°56'36''N; 86°33'25''W)	1,045	Bhs
	Redonda	(13°50'47''N; 86°29'33''W)	1,005	Bhs
	Cebadilla	(13°54'33''N; 86°23'23''W)	1,035	Bhs
	Las Selvas	(13°48'43''N; 86°25'26''W)	1,203	Bhs
	Las Cañas	(13°49'25''N; 86°33'37''W)	907	Bhs
	Dificultades	(14°02'51''N; 85°59'30''W)	776	Bhs
	Las Guabas	(13°51'49''N; 86°30'32''W)	1,055	Bhs
	Tres Piedras	(13°49'03''N; 86°26'36''W)	1,082	Bmhs
	Las Limas	(14°48'23''N; 87°21'39''W)	1,072	Bhs
<b>Intibucá</b>	Las Crucitas	(14°30'27''N; 88°12'28''W)	1,423	Bhs
	San Nicolás	(14°31'56''N; 88°12'29''W)	1,105	Bhs
	Ceibita	(14°24'12''N; 88°26'41''W)	1,369	Bhs
	Los Pelones	(14°25'42''N; 88°26'19''W)	829	Bhs
	Quiragüira	(14°25'27''N; 87°54'49''W)	1,096	Bhs
	Lagunetas	(14°24'09''N; 87°53'55''W)	1,094	Bhs
<b>Ocotepeque</b>	El Rosario	(14°30'14''N; 89°02'25''W)	1,062	Bhmb
	San Juancito	(14°41'53''N; 89°02'49''W)	1,353	Bhs
	San Juan	(14°22'28''N; 88°56'09''W)	1,220	Bhs
	Tránsito	(14°24'43''N; 88°53'11''W)	1,212	Bhs
	Río Hondo	(14°22'10''N; 89°02'29''W)	1,375	Bhs
<b>La Paz</b>	El Paraíso	(14°20'36''N; 87°54'40''W)	935	Bhs
	Granadilla	(14°21'10''N; 87°54'40''W)	1,320	Bhs
	Huertas	(13°53'09''N; 89°45'52''W)	1,326	Bhs
	Sigamané	(14°15'20''N; 87°51'39''W)	1,264	Bhs
	El Quebrachal	(14°09'25''N; 88°01'37''W)	500	Bhs
	Pitahayas	(13°56'28''N; 88°01'37''W)	493	Bst
	Golondrina	(13°51'29''N; 87°43'05''W)	620	Bhs
El Paraíso	(14°20'36''N; 87°54'40''W)	935	Bhs	

Bosque muy húmedo sub-tropical (bmhs), bosque húmedo montano bajo (bhmb), Bosque húmedo tropical (bht), bosque seco tropical (bst); m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar).

## 5. CONCLUSIONES

El diseño del muestro basado en la comunidad de referencia en un radio de cinco kilómetros permitió encontrar diferencias significativas entre departamentos en todos los parámetros exceptuando pH, aunque el 88 % de las muestras procedan de la zona de vida bosque húmedo subtropical.

Se encontraron diferencias significativas entre departamentos para las variables: proteína, carbohidratos, humedad del polen fresco, cenizas y color y entre comunidades para las variables proteína en Intibucá y carbohidratos y pH en El Paraíso sugiriendo diferencias geográficas y ecológicas.

En ninguna de las muestras se encontró residualidad química indicando buenas prácticas agrícolas en las zonas.

La composición físico-química del polen está en conformidad con las normas de referencia excepto proteína cuyo valor es superior a la norma de Brasil. Se encontraron niveles superiores de hongos y levaduras y coliformes totales a los especificados en las normas.

Se estableció una base de datos con la ubicación de las zonas en un mapa georeferenciado y la caracterización del polen.

## **6. RECOMENDACIONES**

Para futuros estudios desinfectar las trampas de recolección de polen previo a la colocación y cosecharlo diariamente para evitar contaminación.

Continuar con la caracterización físico-química del polen ampliando el tiempo y frecuencia de recolección para mayor representatividad de los datos del polen hondureño.

Realizar los análisis de determinación de humedad, actividad de agua y conteos microbiológicos inmediatamente después de recolectada la muestra y reducir el contenido de agua según lo especificado en las normas de referencia.

Capacitar a los apicultores en buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura, con el fin de garantizar calidad en el producto final.

Repetir los análisis microbiológicos y tomar en cuenta el tiempo de la toma de muestra y la realización de las pruebas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Almeida, L.; Coimbra, S.; Ortrud, M.; Pamplona, L. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. University of Sao Paulo. Journal of Food Composition and Analysis 18 (2005) 105-111.

Baldi, B.; Grasso, D.; Chaves, S.; Fernández, G. 2004. Caracterización Bromatológica del Polen Apícola Argentino. Ciencia, Docencia y Tecnología. Universidad Nacional de Entre Ríos. Concepción del Uruguay, Argentina 145-181.

Benedetti, L. y Pieralli, L. 1990. Apicultura. Los productos de la colmena. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España, p.107.

Bogdanov S. 2003. Quality and Standards of pollen and Beeswax. APIACTA 38 (2004) 334 – 341.

Código Alimentario Argentino. 2003. Parámetros físicos y químicos de polen. Programa de competitividad. Capitulo 10. Art. 785-[Res. 1550,12.12.90]. Revisado el 4 de noviembre de 2005. Disponible en línea: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/apicola/04\\_legal/a\\_CAA/Caa\\_polen.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/apicola/04_legal/a_CAA/Caa_polen.htm)

CONACYT. 2004. Calidad del polen de abejas. Especificaciones NSO 65.38.01:05. 6p

Dirección General de Normas. 1998. . Productos Alimenticios no Industrializados para Consumo Humano – Polen – (pollinis). Especificaciones NMX – FF- 094-1998 – SCFI. 10p.

Gergen, I.; Radu; F.; Bordean, D.; Isengard, H. 2004. Determination of water content in bee's pollen samples by Karl Fischer titration. Food control 17 (2006) 176-179.

González, G.; Hinojo, M.; Mateo; R., Medina, A.; Jiménez M. 2005. Occurrence of mycotoxin producing fungi in bee pollen. International Journal of Food Microbiology 105 (2005) 1-9.

Good H. sf. Color measurement of Cereal and Cereal Products. HunterLab, Reston VA. Revisado el 14 de diciembre de 2005. Disponible en línea: <http://www.hunterlab.com/pdf/A5Cereal.pdf>

Espina, D. y Ordetx, G. 1984. Apicultura tropical. 4ta. Ed. Costa Rica. Editorial tecnológica de Costa Rica 506 p.

Hegedus, N. y Kroyer, G. 2001. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. Institute of Food Chemistry and Technology, University of Technology Vienna. Innovative Food Science & Emerging Technologies 2 (2001) 171-174.

Holdridge, L. R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Centre. San José, Costa Rica. 206p.

Krell, R. 1996. Value-Added Products from Beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin No. 124.

Rahman, M. 2003. Manual de conservación de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 845p.

Root, A. 1959. ABC y XYZ de la Apicultura. Primera edición. Editorial A.I. Root Company. Argentina, Buenos Aires. 498p.

Schroth, G.; Ferreira, L.; Seixas, R.; Geraldés, W.; Macedo, J.; Zech, W. 1999. Subsoil accumulation of mineral nitrogen under polyculture and monoculture plantations, fallow and primary forest in a ferralitic Amazonian upland soil. University of Bayreuth Germany. Agriculture, Ecosystems and Environment 75, 109-120.

Sepúlveda, J. 1986. Apicultura. Primera edición. Editorial Aedos. Barcelona España. 415p.

Sinia- Serna, 2005. Zonas de vida en Honduras. (en línea). Consultado el 17 Octubre de 2005. Disponible en: [www.serna.gob.hn](http://www.serna.gob.hn)

## **8. ANEXOS**

## Anexo 1. Cantidad de polen colectado en los dos muestreos.

Departamento	Municipio	Nombre del Productor	muestra (g)
El Paraíso	Cebadilla, Danlí	Juan Francisco Maradiaga	340
	La redonda, El Paraíso	José Cesar García	100
	El Cantón, Arauca, El Paraíso	Hugo Cesar Pérez López	400
	Las Cañas, El Paraíso	Isidro Uclés	370
	El Achiotal, El Paraíso	Marco Ponce	340
	El Higüerito, Danlí	Wilson Salgado	315
	Tres Piedra, El Paraíso	Santos Sánchez	100
	Las Selvas, El Paraíso	Teresin Maldonado	450
	Conchagua, El Paraíso	Mario Sandoval	420
	Dificultades, El paraíso	Nicolás Sánchez	370
	Trojes, El Paraíso	Víctor Manuel Sandoval	150
La Paz	Santiago de Puringla, Grandadilla	Wilfredo Vigil	410
	Santiago de Puringla, Huertas	Rufino Reyes	470
	Santiago de Puringla, El paraíso	Frailan García Santos	390
	San José, San José	Jorge Vázquez Álvarez	480
	Marcala, Sigamane	Luis Nolasco	250
	San Juan, El quebrachal	Isabel Manzanares	110
	Mercedes de Oriente, Golondrinas	Santos Hernández	200
	San Antonio del Norte, Pitahayas	Elías Palacio	128
Intibucá	Las guamas, San Nicolás	Julio Gonzáles	380
	San Miguel, San Nicolás	Martín Paz Meza	380
	Ceibita, San Juan	José Danilo Benítez	180
	Los pelones, San Juan	Mercedes Benítez	510
	Quiraguira, Otatala, Masaguara	Tomaza Portillo	285
	Lagunetas, Masaguara	Gregorio Trejo Reyes	225
Copán	Jimilile, Corquín	Isaías Pacheco	490
	Chile, Corquín	José Ovidio Ramírez	910
Ocotepeque	San Juan, San Marcos	Gustavo García	900
	Transito, San Marcos	Jesús Alcantara	500
	RiÓ Hondo, San Marcos	Antonio F. Sabillón	745
	San Juancito, San Fernando	Efraín Guerra	1040
	El rosario, La labor	Marel Alejandro Peña	680

- Anexo 2a. Análisis físicos y químicos del departamento de Copán.

	Comunidad	Muestras	Proteína	Carbohidratos	a <sub>w</sub> del polen procesado	a <sub>w</sub> del polen fresco	pH	Humedad de polen procesado	Humedad de polen fresco	Cenizas	Escala "L"	Escala "a"	Escala "b"	Pantone®
<b>COPÁN</b>	Jimilile Corquín	1	22.02	57.85	0.40	0.64	5.07	14.10	17.56	2.47	49.16	9.76	24.96	142C
		2	21.52	56.50	0.33	0.54	4.88	11.82	13.73	3.07	52.65	7.24	19.93	141U
	Chile Corquín	1	19.00	53.20	0.38	0.64	4.91	14.00	18.01	2.64	50.06	8.40	22.74	129C
		2	23.40	52.20	0.38	0.64	4.98	13.75	16.59	2.86	49.88	6.28	19.30	141U
	Media		21.48	54.94	0.37	0.61	4.96	13.42	16.47	2.76	50.44	7.92	21.73	
	Mínimo		19.00	52.20	0.33	0.54	4.88	11.82	13.73	2.47	49.16	6.28	19.30	
	Máximo		23.40	57.85	0.40	0.64	5.07	14.10	18.01	3.07	52.65	9.76	24.96	

## Anexo 2b. Análisis físicos y químicos del polen departamento de La Paz.

	Comunidad	Muestras	Proteína	Carbohidratos	aw del polen procesado	aw del polen fresco	pH	Humedad de polen procesado	Humedad de polen fresco	Cenizas	Escala "L"	Escala "a"	Escala "D"	Pantone®
<b>LA PAZ</b>	El Quebrachal	1	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
		2	17.46	49.88	0.33	0.54	4.65	12.06	13.44	1.96	40.88	10.49	20.96	142C
	San José	1	21.01	55.18	0.43	0.55	5.02	13.86	16.62	2.1	51.34	7.03	23.87	142C
		2	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Huertas	1	19.17	42.37	0.30	0.77	4.86	12.22	27.16	1.98	46.12	6.79	23.25	129U
		2	18.55	47.10	0.37	0.75	5.03	13.06	24.01	2.62	43.96	7.20	20.73	143C
	Granadilla	1	12.11	46.26	0.48	0.77	4.77	17.13	25.53	1.86	47.72	8.41	23.02	129U
		2	14.63	48.23	0.38	0.73	4.95	7.61	21.58	2.14	51.47	8.05	27.05	129C
	El Paraíso	1	20.38	40.91	0.46	0.78	5.15	16.83	27.32	2.07	49.18	7.82	26.02	128U
		2	18.18	42.35	0.40	0.53	4.75	11.23	13.22	1.95	45.55	12.55	24.04	138C
	Pitahayas	1	20.00	38.75	0.35	0.48	4.70	12.07	11.22	2.76	41.93	7.87	21.06	143C
		2	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Golondrinas	1	16.78	46.17	0.50	0.70	4.77	17.07	19.87	1.74	43.35	6.29	21.57	124U
		2	18.33	48.15	0.45	0.49	4.96	11.50	11.80	1.86	48.98	8.14	25.51	129C
	Sigamane	1	20.71	42.03	0.36	0.69	4.55	14.17	20.43	2.27	45.08	7.84	22.50	143U
2		SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	
	Media		18.12	45.61	0.40	0.65	4.58	13.23	19.35	2.12	46.30	8.21	23.30	
	Mínimo		12.11	38.75	0.30	0.48	4.65	7.61	11.80	1.74	40.88	6.29	20.96	
	Máximo		21.01	55.18	0.48	0.78	5.15	17.13	27.32	2.76	51.47	12.55	27.05	

SM sin muestra

## Anexo 2c. Análisis físicos y químicos del departamento de Ocotepaque.

	Comunidad	Muestras	Proteína	Carbohidratos	a <sub>w</sub> del polen procesado	a <sub>w</sub> del polen fresco	pH	Humedad de polen procesado	Humedad de polen fresco	Cenizas	Escala "L"	Escala "a"	Escala "b"	Pantone®	
<b>OCOTEPEQUE</b>	Tránsito	1	28.02	31.07	0.40	0.66	4.75	13.26	22.11	2.00	48.14	8.26	19.74	142U	
		2	22.79	49.68	0.44	0.68	5.03	17.37	24.58	1.70	49.18	8.18	19.66	141U	
	San Juan	1	20.31	45.44	0.38	0.57	5.01	11.15	17.30	4.98	49.71	7.03	19.64	142C	
		2	22.38	37.37	0.45	0.60	4.94	13.85	19.25	2.86	51.06	6.94	18.98	156U	
	Río Hondo	1	21.25	42.11	0.39	0.73	5.03	13.21	26.68	2.49	47.54	8.44	24.06	129U	
		2	20.16	38.30	0.44	0.54	4.85	12.26	17.15	4.84	50.52	7.37	20.06	156U	
	San Juancito	1	18.22	53.27	0.42	0.73	4.99	13.89	25.65	2.33	48.56	9.81	24.18	129U	
		2	21.45	54.80	0.47	0.72	4.86	11.36	27.08	2.94	52.33	7.02	20.35	129U	
	El Rosario	1	18.38	51.91	0.36	0.73	4.95	12.48	26.71	2.19	44.68	11.05	23.30	138C	
		2	21.27	41.34	0.50	0.77	5.07	17.67	30.00	2.85	44.38	7.08	18.04	142U	
		Media		21.42	44.53	0.42	0.67	4.95	13.65	23.65	2.92	48.61	8.12	20.80	
		Mínimo		18.22	31.07	0.33	0.54	4.75	11.15	17.30	1.70	44.38	6.94	18.04	
		Máximo		22.79	54.80	0.50	0.77	5.07	17.67	26.71	4.98	52.33	11.05	24.18	

SM (sin muestra).

## Anexo 2d. Análisis físicos y químicos del departamento de Intibucá

Comunidad		Muestras	Proteína	Carbohidratos	aw del polen procesado	aw del polen fresco	pH	Humedad de polen procesado	Humedad de polen fresco	Cenizas	Escala "L"	Escala "a"	Escala "b"	Pantone®	
<b>INTIBUCÁ</b>	Las Guamas	1	17.20	51.68	0.53	0.84	4.90	17.97	17.97	1.92	38.00	9.43	19.58	144U	
		2	15.68	47.64	0.63	0.63	5.11	19.78	19.78	2.06	45.18	7.36	19.50	124U	
	San Miguel	1	14.90	41.42	0.56	0.83	4.52	17.93	17.93	1.81	39.85	11.05	20.98	143U	
		2	17.76	45.49	0.45	0.66	5.15	14.34	14.34	2.07	53.00	4.26	21.95	129U	
	Los Pelones	1	19.60	40.27	0.39	0.65	5.02	13.22	13.22	2.25	52.33	6.65	23.85	142C	
		2	19.92	44.17	0.33	0.74	4.95	12.02	12.02	2.70	54.01	5.58	25.51	129C	
	Ceibita	1	18.90	42.15	0.44	0.75	5.22	15.30	15.30	1.99	53.14	6.57	26.76	129C	
		2	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Quiragüira	1	22.60	41.96	0.54	0.81	4.65	18.71	18.71	3.25	41.82	7.61	20.97	143C	
		2	25.00	38.17	0.42	0.66	4.85	13.39	13.39	3.16	51.02	4.93	21.03	156U	
	Lagunetas	1	19.80	44.44	0.44	0.75	4.82	13.31	13.31	2.81	50.86	7.24	24.07	142C	
	Media			19.14	43.74	0.47	0.73	4.92	15.60	23.59	2.40	47.91	7.07	22.42	
	Mínimo			14.90	38.17	0.33	0.63	4.52	12.02	17.22	1.81	38.00	4.26	19.50	
	Máximo			25.00	51.68	0.63	0.84	5.22	19.78	33.98	3.25	54.01	11.05	26.76	





\*SM- sin muestra.

## Anexo 2e. Análisis físicos y químicos del departamento de El Paraíso.













	Comunidad	Muestras	Proteína	Carbohidratos	aw del polen procesado	aw del polen fresco	pH	Humedad de polen procesado	Humedad de polen fresco	Cenizas	Escala "L"	Escala "a"	Escala "b"	Pantone®
<b>EL PARAÍSO</b>	Cebadilla	1	17.75	69.87	0.34	0.56	5.31	9.11	16.54	2.01	51.33	7.39	26.29	129C
		2	19.21	65.56	0.40	0.60	5.05	12.49	18.96	2.84	46.59	11.59	23.78	122U
	El Cantón	1	16.19	67.2	0.35	0.74	4.89	12.12	27.12	1.82	47.84	7.27	23.82	124U
		2	16.83	60.77	0.46	0.74	4.8	14.75	26.73	1.86	45.8	5.91	22.66	125C
	Las Cañas	1	16.23	52.33	0.4	0.59	5.15	10.97	18.17	2.08	48.14	9.65	23.66	143C
		2	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	El Achiotal	1	17.99	34.59	0.33	0.57	5.08	11.58	18.31	1.83	47.65	8.96	25.13	122U
		2	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	El Higuerito	1	15.26	63.04	0.37	0.58	5.00	12.20	19.76	1.59	46.34	9.50	20.38	136C
		2	16.60	52.00	0.40	0.61	5.03	11.56	18.55	1.83	43.74	6.32	19.95	124U
	La Selva	1	18.12	57.33	0.33	0.76	4.84	13.13	29.78	1.66	45.63	7.38	21.47	143U
		2	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Conchagua	1	16.56	63.38	0.37	0.74	4.97	11.23	21.42	1.93	50.3	9.07	24.34	143C
		2	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Dificultades	1	19.92	58.88	0.26	0.64	4.09	12.96	20.81	2.17	49.06	7.24	25.15	129C
		2	19.69	53.45	0.33	0.70	4.55	11.22	22.47	2.85	52.33	8.25	23.44	143C
	Trojas	1	16.99	56.48	0.35	0.66	4.66	12.1	21.89	1.80	47.35	7.87	22.41	129C
		2	22.08	48.71	0.42	0.71	5.10	15.31	25.91	2.91	50.77	6.86	17.79	156U
	Media		17.82	57.40	0.36	0.66	4.89	12.19	21.89	2.08	48.06	8.09	22.88	
	Mínimo		15.86	34.59	0.30	0.57	4.09	9.11	18.17	1.59	43.74	5.91	17.79	
Máximo		22.08	69.87	0.48	0.76	5.31	15.31	29.78	2.91	52.33	11.59	26.29		

\*SM- sin muestra.











## Anexo 7. Color del polen de Copán.

Comunidad	Escalas			Foto del color	Pantone Número	Nombre del color
	"L"	"a"	"b"			
Jimilile, Corquín	49.16	9.76	24.96		142 C	Amarillo marrón claro
Jimilile, Corquín	52.65	7.24	19.93		141 U	Crema café
Chile, Corquín	50.06	8.4	22.74		129 C	Amarillo naranja
Chile, Corquín	49.88	6.28	19.3		141 U	Crema café











## Anexo 8. Color del polen de La Paz.

Comunidad	Escalas			Foto del color	Pantone número	Nombre del color
	"L"	"a"	"b"			
Santiago de Puringla Grandadilla	47.72	8.41	23.02		129 U	Naranja oscuro
Santiago de Puringla Grandadilla	51.47	8.05	27.05		129 C	Amarillo naranja
Santiago de Puringla Huertas	46.12	6.79	23.25		129 U	Amarillo oscuro
Santiago de Puringla Huertas	43.96	7.2	20.73		143 C	Amarillo marrón
Santiago de Puringla El paraíso	49.18	7.82	26.02		128 U	Amarillo naranja
Santiago de Puringla El paraíso	45.55	12.55	24.04		138 C	Amarillo anaranjado
San Jose San Jose	51.34	7.03	23.87		142 C	Amarillo marrón claro
Marcala Sigamane	45.08	7.84	22.5		143 U	Amarillo oscuro
San Juan El quebrachal	40.88	10.49	20.96		142 C	Amarillo marrón claro
Mercedes de Oriente Golondrinas	43.35	6.29	21.57		124 U	Naranja café
Mercedes de Oriente Golondrinas	48.98	8.14	25.51		129 C	Amarillo naranja
San Antonio del Norte Pitahayas	41.93	7.87	21.06		143 C	Amarillo marrón















## Anexo 9. Color del polen de Ocoatepeque.

Comunidad	Escalas			Foto del color	Pantone número	Nombre del color
	"L"	"a"	"b"			
San Juan San Marcos	49.71	7.03	19.64		142 C	Amarillo marrón claro
San Juan San Marcos	51.06	6.94	18.98		156 U	Amarillo crema
Transito San Marcos	48.14	8.26	19.74		142 U	Crema café claro
Transito San Marcos	49.18	8.18	19.66		141 U	Crema café
Río Hondo San Marcos	47.54	8.44	24.06		129 U	Amarillo oscuro
Río Hondo San Marcos	50.52	7.37	20.06		156 U	Amarillo crema
San Juancito San Fernando	48.56	9.81	24.18		129 U	Amarillo oscuro
San Juancito San Fernando	52.33	7.02	20.35		129 U	Amarillo oscuro
El Rosario La labor	44.68	11.05	23.3		138 C	Amarillo anaranjado
El Rosario La labor	44.38	7.08	18.04		142 U	Crema café claro

## Anexo 10. Color del polen de Intibucá.

Comunidad	Escalas			Foto del color	Pantone número	Nombre del color
	"L"	"a"	"b"			
Las guamas San Nicolás	38	9.43	19.58		144 U	Amarillo oscuro
Las guamas San Nicolás	45.18	7.36	19.5		124 U	Naranja café
San Miguel San Nicolás	39.85	11.05	20.98		143 U	Amarillo oscuro
San Miguel San Nicolás	53	4.26	21.95		129 U	Amarillo oscuro tostado
Ceibita San Juan	53.14	6.57	26.76		129 C	Amarillo naranja
Los pelones San Juan	52.23	6.65	23.85		142 C	Amarillo marrón claro
Los pelones San Juan	54.01	5.58	25.51		129 C	Amarillo naranja
Quiraguira Otatala Masaguara	41.82	7.61	20.97		143 C	Amarillo marrón
Quiraguira Otatala Masaguara	51.02	4.93	21.03		156 U	Amarillo crema
Lagunetas Masaguara	50.86	7.24	24.07		142 C	Amarillo marrón claro

## Anexo 11. Color del polen de El Paraíso.

Comunidad	Escalas			Foto del color	Pantone número	Nombre del color
	"L"	"a"	"b"			
Cebadilla Danli	51.33	7.39	26.2 9		129 C	Amarillo naranja
Cebadilla Danli	46.59	11.5 9	23.7 8		122 U	Amarillo Anaranjado
El cantón Alauca El Paraíso	47.84	7.27	23.8 2		124 U	Naranja café
El cantón Alauca El Paraíso	45.8	5.91	22.6 6		125 C	Amarillo verdoso
Las Cañas El Paraíso	48.14	9.65	23.6 6		143 C	Amarillo marrón
El Achiotal El Paraíso	47.65	8.96	25.1 3		122 U	Amarillo anaranjado
El higuerito Danli	46.34	9.5	20.3 8		136 C	Amarillo Anaranjado
El higuerito Danli	43.74	6.32	19.9 5		124 U	Naranja café
Las Selvas El Paraíso	45.63	7.38	21.4 7		143 U	Amarillo oscuro
Conchagua El Paraíso	50.3	9.07	24.3 4		143 C	Amarillo marrón
Dificultades El Paraíso	49.06	7.24	25.1 5		129 C	Amarillo naranja
Dificultades El Paraíso	52.33	8.25	23.4 4		143 C	Amarillo oscuro
Trojes El Paraíso	47.35	7.87	22.4 1		129 C	Amarillo naranja
Trojes El Paraíso	50.77	6.86	17.7 9		156 U	Amarillo crema

Anexo 12. Conteos microbiológicos de Copán (UFC/g).

Tiempo	Lugar	Mesófilos polen fresco	Mesófilos polen procesado	Coliformes totales del polen fresco	Hongos y Levaduras del polen fresco	Coliformes totales del p. procesado	Hongos y Levaduras del polen procesado
<b>I</b>	Chile	310000	900	100	230000	<10	500
	Corquin	80000	4500	100	130000	<10	400
<b>II</b>	Jimilile	130000	4800	100	1030000	<10	3900
	Corquin	50000	6800	2100	80000	<10	1200

\* I (11-23 de marzo de 2005) \*II (20 abril -17 de mayo del 2005)

Anexo 13. Conteos microbiológicos de La Paz (UFC/g).

Tiempo	Lugar	Mesófilos polen fresco	Mesófilos polen procesado	Coliformes totales del polen fresco	Hongos y Levaduras del polen fresco	Coliformes totales del p. procesado	Hongos y Levaduras del p.procesado
<b>I*</b>	Granadilla	10000	<100	4300	10000	<10	200
	Huertas	90000	<100	800	150000	2	500
	El Paraíso	70000	600	5800	40000	2	<100
	San José	10000	200	800	10000	<10	900
	Sigamane	110000	300	200	140000	<10	400
	El Quebrachal	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Golondrinas	10000	100	3300	<1000	<10	500
	Pitahayas	SM	200	SM	SM	<10	200
	Granadilla	SM	1100	200	20000	<10	600
	Huertas	SM	<100	500	50000	5	200
<b>II*</b>	El Paraíso	100000	1500	2900	130000	4	600
	San José	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Sigamane	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	El Quebrachal	<1000	<100	1500	1130000	<10	200
	Golondrinas	<1000	2200	<10	10000	2	1200
	Pitahayas	30000	SM	<10	30000	SM	SM

\* I (11-23 de marzo de 2005)\*II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 14. Conteos microbiológicos de Ocoatepeque (UFC/g).

Tiempo	Lugar	Mesófilos polen fresco	Mesófilos polen procesado	Coliformes totales del polen fresco	Hongos y Levaduras del polen fresco	Coliformes totales del p. procesado	Hongos y Levaduras del n. procesado
<b>I*</b>	San Juan	30000	800	4500	20000	13	300
	Tránsito	30000	7000	800	50000	10	900
	Río Hondo	<1000	500	5000	<1000	1	200
	San Juancito	60000	3800	200	40000	<10	<100
	El Rosario	<1000	6800	2500	20000	<10	200
	San Juan	40000	6000	2800	<1000	4	500
<b>II*</b>	Tránsito	60000	3000	1200	20000	16	1800
	Río Hondo	120000	5500	9600	80000	6	200
	San Juancito	<1000	100	900	30000	1	<100
	El Rosario	<1000	1200	100	<1000	26	800

\* I (11-23 de marzo de 2005) \*II (20 abril -17 de mayo del 2005).

## Anexo 15. Conteos microbiológicos de Intibucá (UFC/g).

<b>Tiempo</b>	<b>Lugar</b>	<b>Mesófilos del polen fresco</b>	<b>Mesófilos del polen fresco</b>	<b>Coliformes totales del polen fresco</b>	<b>Hongos y levaduras del polen fresco</b>	<b>coliformes t. del p. procesado</b>	<b>Hongos y levaduras del p. procesado</b>
<b>I*</b>	Las Guamas	<1000	<100	<10	<1000	7	<100
	San Miguel	10000	500	<10	<1000	6	1000
	Ceibita	460000	1000	<10	490000	<10	1000
	Los Pelones	300000	100	1300	10000000	13	1200
	Quiragüira	<1000	3200	200	20000	1	2000
	Lagunetas	30000	<100	500	20000	<10	1600
	Las Guamas	20000	<100	<10	10000	2	200
<b>II*</b>	San Miguel	270000	1200	<10	590000	<10	2800
	Ceibita	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Los Pelones	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Quiragüira	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Lagunetas	SM	SM	SM	SM	SM	SM

\* I (11-23 de marzo de 2005) \*II (20 abril -17 de mayo del 2005). \*SM- sin muestra

## Anexo 16. Conteos microbiológicos de El Paraíso (UFC/g).

Tiempo	Lugar	Mesofilos polen fresco	Mesofilos polen seco	Coniformes totales fresco	Hongos y levaduras fresco	Coniformes totales seco	Hongos y levaduras seco
<b>I*</b>	Cebadilla	60000	700	500	110000	3	400
	La Redonda	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	El Canton	<1000	200	400	<1000	16	100
	Las Cañas	10000	1400	<10	20000	5	500
	El Achiotal	20000	600	800	20000	1	1100
	El Higuero	38000	400	100	440000	6	500
	Tres Piedras	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Las Selvas	<1000	100	600	<1000	<10	100
	Conchagua	20000	2400	400	50000	<10	2100
	Dificultades	<1000	100	<10	<1000	10	400
	Trojes	30000	600	1600	20000	4	1900
<b>II*</b>	Cebadilla	40000	500	40	150000	<10	1900
	La Redonda	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	El Canton	10000	1200	600	<1000	1	50
	Las Cañas	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	El Achiotal	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	El Higuero	<1000	200	490	2000	6	1300
	Tres Piedras	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Las Selvas	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Conchagua	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Dificultades	SM	SM	SM	SM	SM	SM
	Trojes	750000	700	100	50000	1	1200

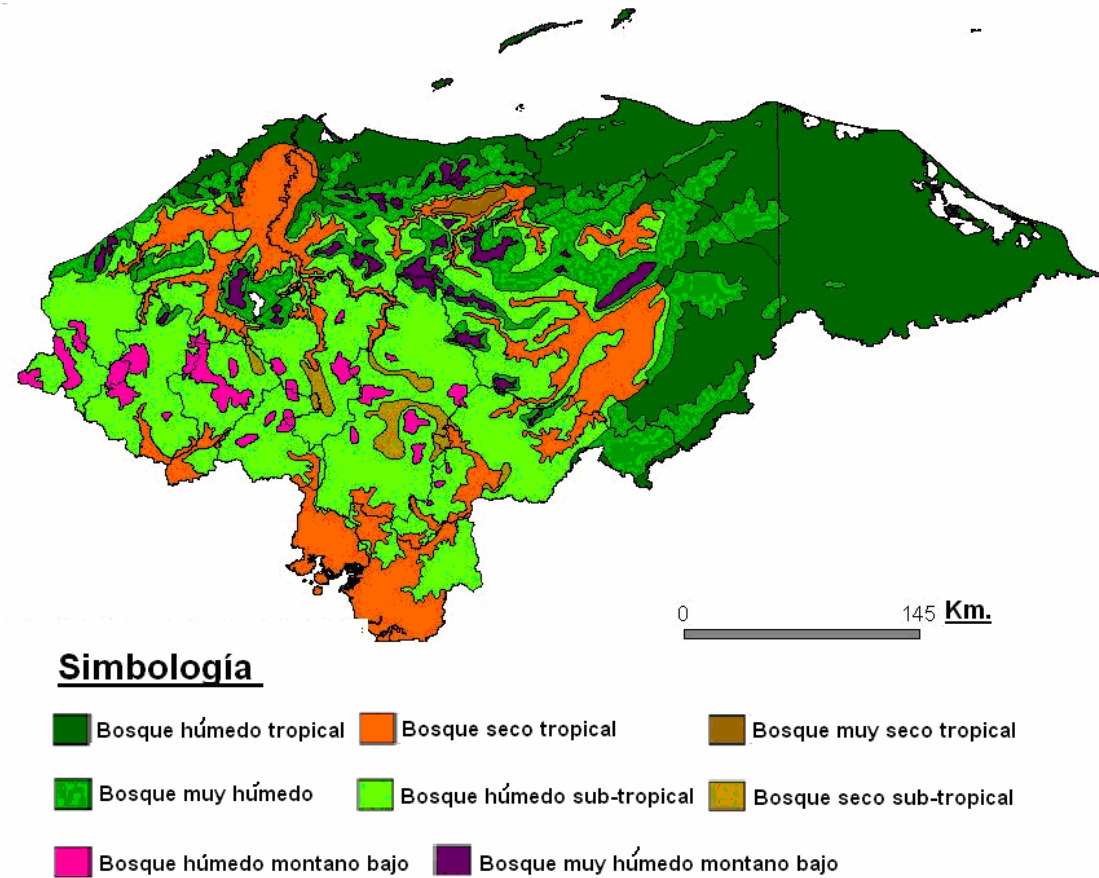
\* I (11-23 de marzo de 2005) \*II (20 abril -17 de mayo del 2005).

\*SM- sin muestra

### Anexo 17. Mapa geo-referenciado.

El mapa geo-referenciado permite conocer la zona de vida, ubicación geográfica específica para cada apiario. La ubicación de la comunidad se encuentra detallada en: grados, minutos y segundos.

### Zonas de vida de Honduras



**Fuente:** SINIA-SERNA, 2005

## Copán, Corquín

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Corquín, Copán.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Chile	(14°35'13''N; 88°48'42''W)	1,054	Bhs
Jimilile	(14°23'16''N; 88°51'07''W)	1,020	Bhs

Bmhs (Bosque muy húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen del Municipio de Corquín.

muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
Ch.	21.77	57.17	0.59	0.36	4.97	12.96	15.64	2.77	50.90	8.50	22.44
J.	21.22	52.7	0.64	0.38	4.94	13.87	17.30	2.75	49.97	7.34	21.02

Color L,a,b –1ch



Pantone 142C  
Amarillo marrón claro

Color L,a,b- 1Ch



Pantone 141U  
Crema Café

Color L,a,b –2J



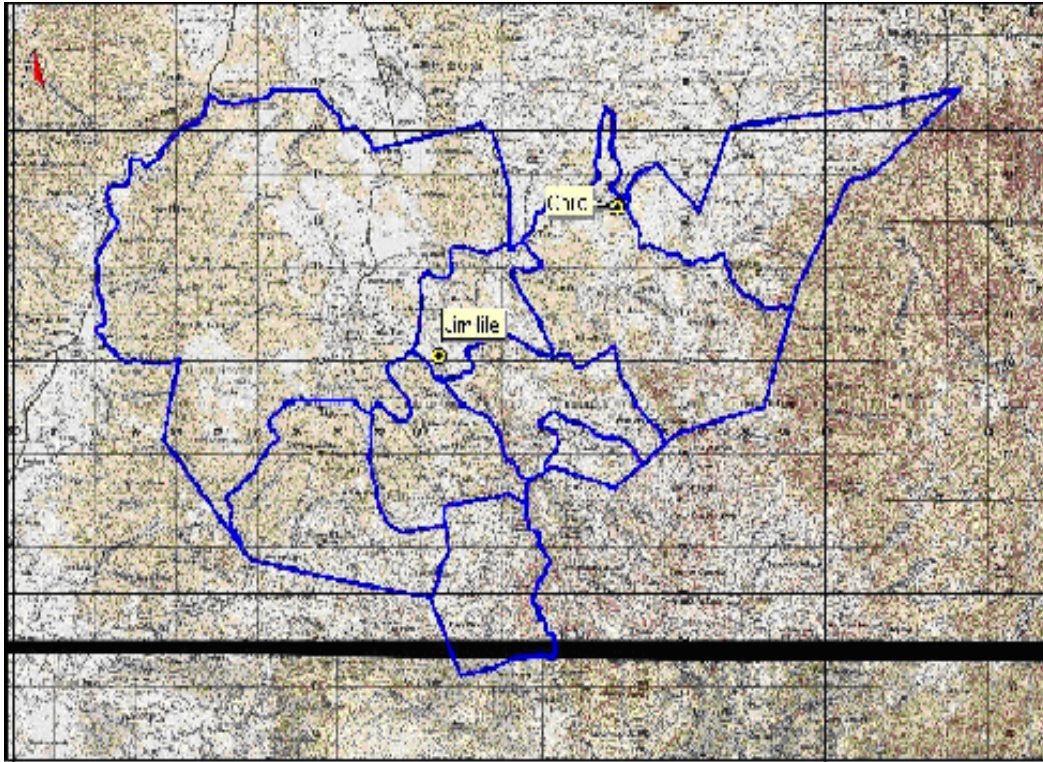
Pantone 129C  
Amarillo naranja

Color L,a,b –2J



Pantone 141U  
Crema café

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Corquín, Copán.



### La Paz, Santiago de Puringla

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Santiago de Puringla, La Paz.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
El Paraíso	(14°20'36"N; 87°54'40"W)	935	Bhs
Granadilla	(14°21'10"N; 87°54'40"W)	1,320	Bhs
Huertas	(13°53'09"N; 89°45'52"W)	1,326	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

## Análisis físico-químico del polen en Santiago de Puringla.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
EP	19.28	41.63	0.43	0.65	4.95	14.03	20.27	2.00	47.36	10.18	25.03
G	13.37	47.24	0.43	0.75	4.86	12.37	23.55	2.00	49.59	8.23	25.03
H	18.86	44.73	0.33	0.76	4.94	12.64	25.58	2.01	45.04	6.99	21.99

Color L,a,b-1EP



Pantone 128U  
Amarillo naranja

Color L,a,b-2EP



Pantone 138C  
Amarillo anaranjado

Color L,a,b-1G



Pantone 129U  
Naranja oscuro

Color L,a,b-2G



Pantone 129C  
Amarillo naranja

Color L,a,b-1H



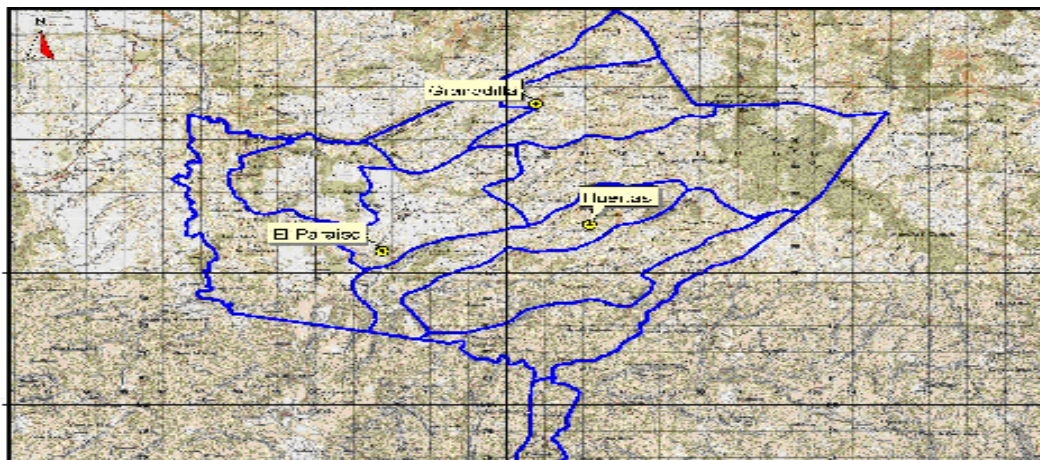
Pantone 129U, Amarillo oscuro

Color L,a,b-2H



Pantone 143C, Amarillo marrón

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Santiago de Puringla, La Paz.



## La Paz, Márcala

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Márcala, La Paz.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Sigamané	(14°15'20"N; 87°51'39"W)	1264	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen Municipio, Márcala.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
SI	20.71	42.03	0.36	0.69	4.55	14.17	20.43	2.27	45.08	7.84	22.5

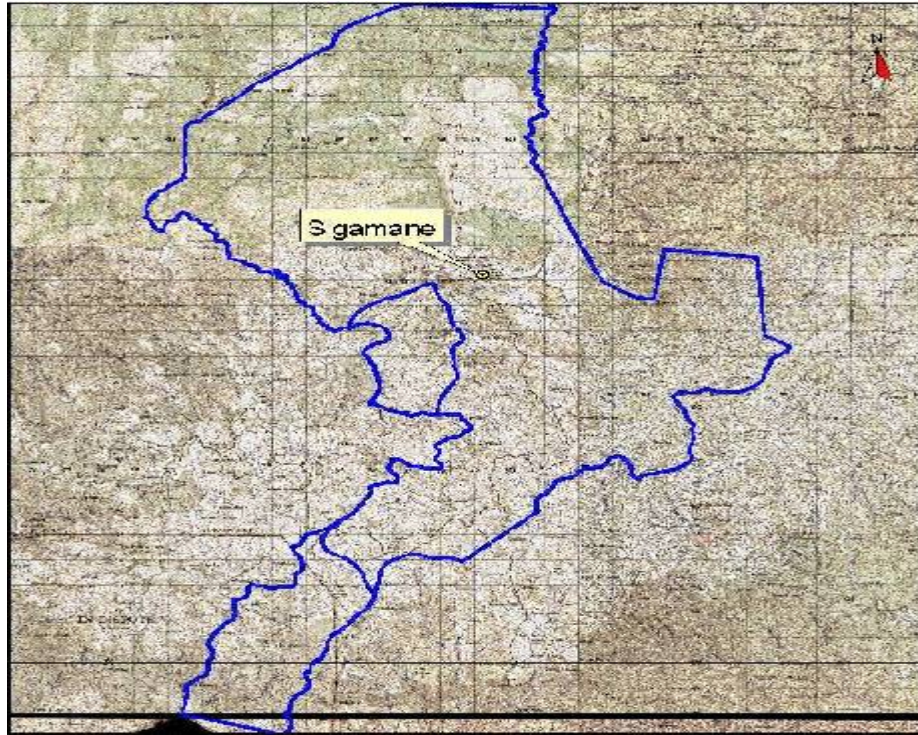
Color L,a,b-1SI



Pantone 143U

Amarillo Oscuro

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Márcala, La Paz.



## La Paz, San Juan

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Juan, La Paz.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
El Quebrachal	(14°09'25''N; 88°01'37''W)	500	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen Municipio, San Juan.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
EQ	17.64	49.88	0.33	0.54	4.65	12.06	13.44	1.96	40.88	10.49	20.96

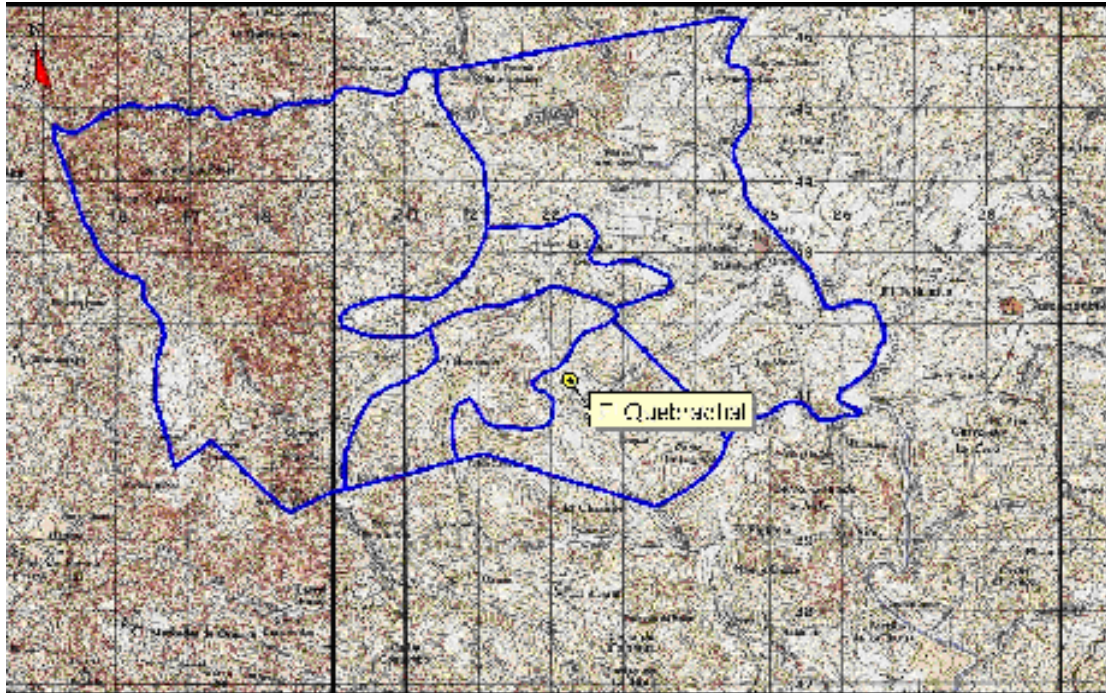
Color L,a,b-1EQ



Pantone 142C

Amarillo marrón claro

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Juan, La Paz.



## La Paz, San Antonio del Norte

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Antonio del Norte, La Paz.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Pitahayas	(13°56'28"N; 88°01'37"W)	493	Bst

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen Municipio, San Antonio del Norte.

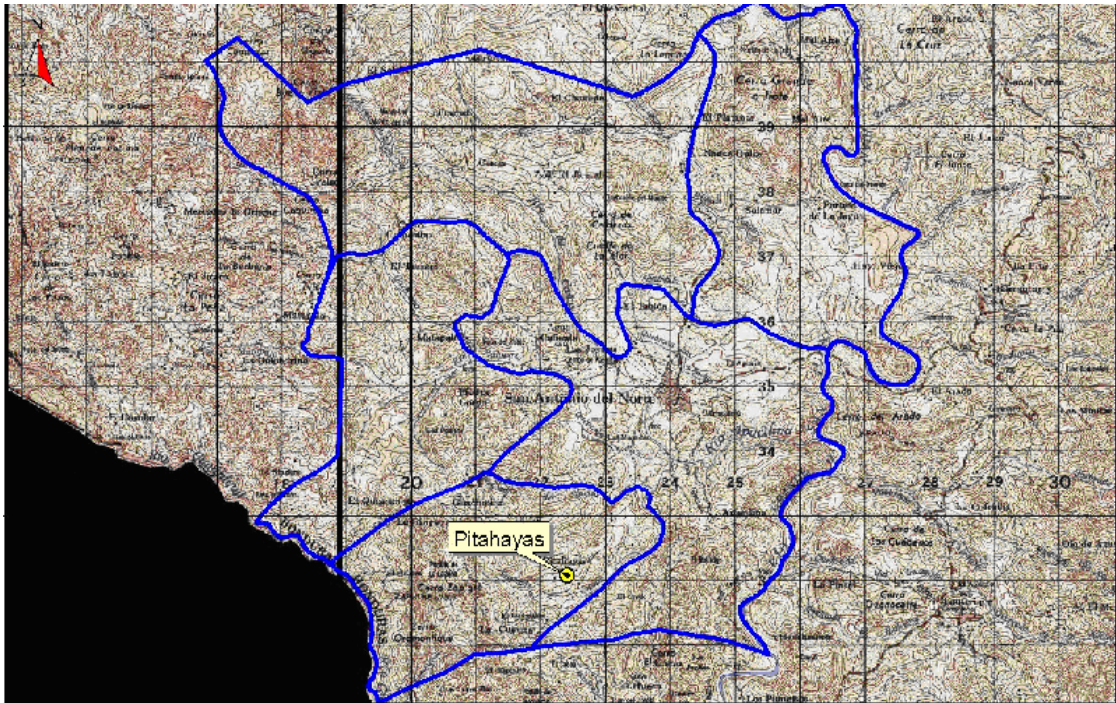
Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
PT	20.0	38.75	0.35	0.48	4.7	11.22	12.07	2.76	41.93	7.87	21.06

Color L,a,b-1PT



Pantone 143C  
Amarillo marrón

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Antonio del Norte, La Paz.



## La Paz, Mercedes de Oriente

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Mercedes de Oriente, La Paz.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Golondrina	(13°51'29''N; 87°43'05''W)	620	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen Municipio, Las Mercedes de Oriente.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
GL	17.55	47.16	0.47	0.59	4.86	14.28	15.83	1.80	46.16	7.21	23.54

Color L,a,b-1GL



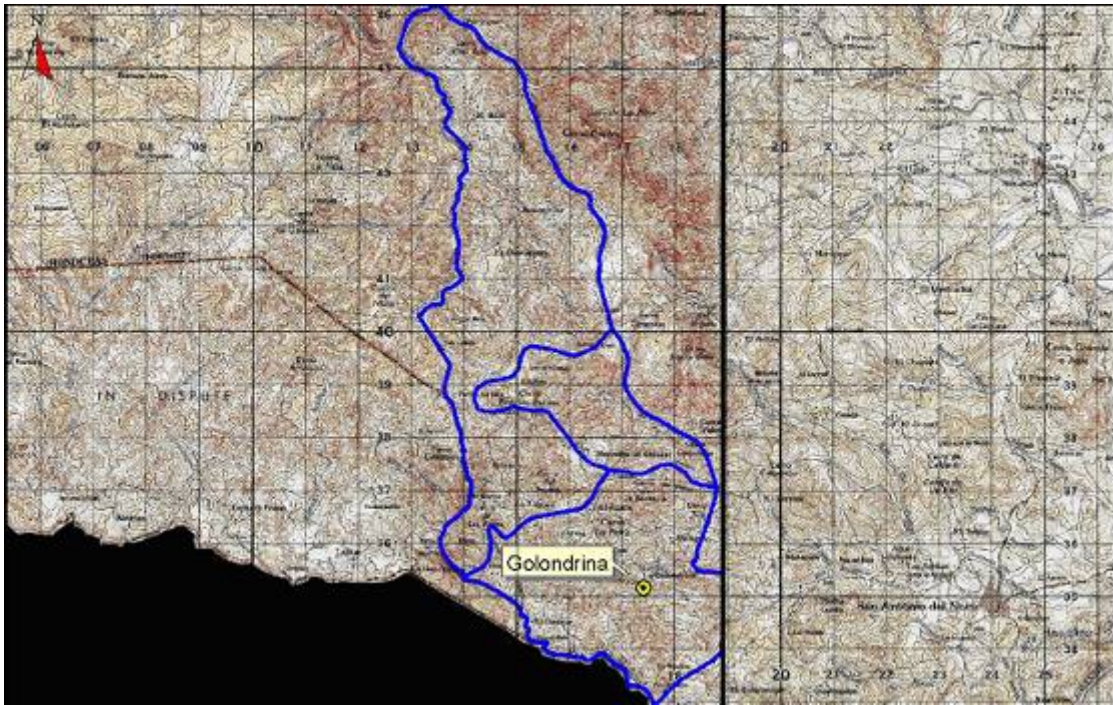
Pantone 124U  
Naranja café

Color L,a,b-2GL



Pantone 129C  
Amarillo naranja

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Mercedes de Oriente, La Paz.



## Ocoatepeque, San Marcos

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Marcos, Ocoatepeque.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
San Juan	(14°22'28''N; 88°56'09''W)	1,220	Bhs
Tránsito	(14°24'43''N; 88°53'11''W)	1,212	Bhs
Río Hondo	(14°22'10''N; 89°02'29''W)	1,375	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen Municipio, San Marcos.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
SJ	21.34	41.40	0.41	0.58	4.97	12.50	18.27	3.92	50.38	6.98	19.31
T	25.40	40.37	0.42	0.67	4.89	15.31	23.34	1.85	48.66	8.22	19.70
RH	20.70	40.2	0.41	0.63	4.94	12.73	21.91	3.66	49.03	7.90	22.06

Color L,a,b-1SJ



Pantone 142C

Amarillo marrón claro

Color L,a,b-2SJ



Pantone 156U

Amarillo Crema

Color L,a,b-1T



Pantone 142U

Crema café claro

Color L,a,b-1T



Pantone 141U

Crema café

Color L,a,b-1RH



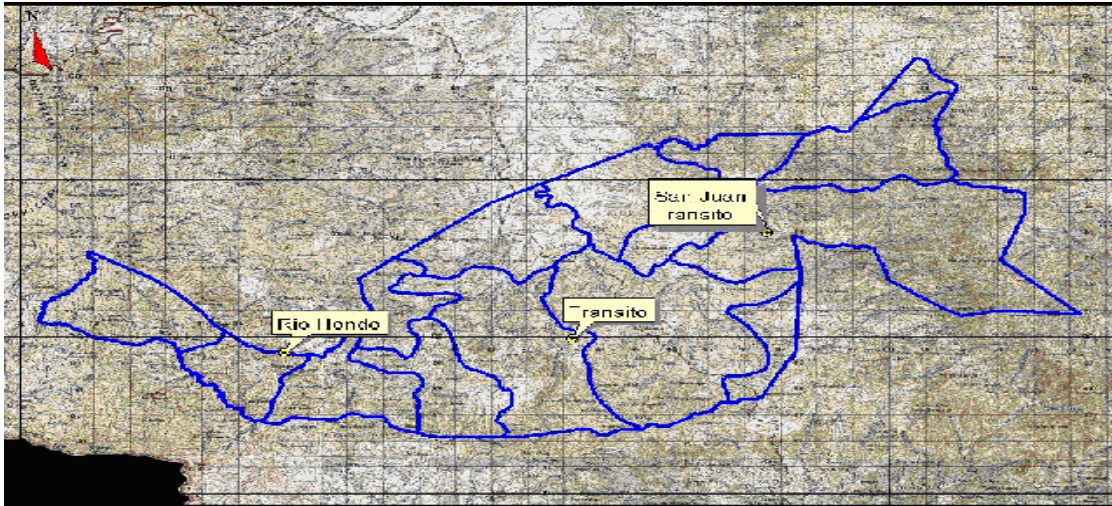
Pantone 129U,  
Amarillo oscuro

Color L,a,b-2RH



Pantone 156U  
Amarillo crema

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Marcos, Ocotepaque.



### Ocotepaque, San Fernando

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Fernando, Ocotepaque.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
San Juancito	(14°41'53''N; 89°02'49''W)	1,353	Bhs
Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)			

Análisis físico-químico del polen Municipio, San Fernando.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
SJuancito	19.83	54.03	0.44	0.72	4.92	12.62	26.36	2.63	50.44	8.41	22.26

Color L,a,b-1SJuancito



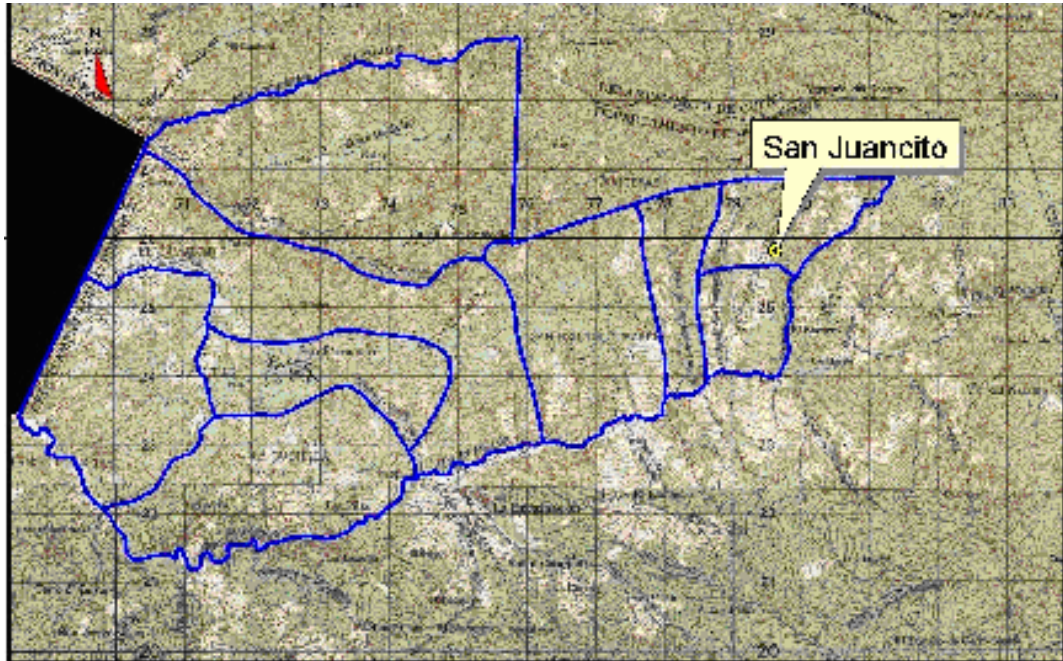
Pantone 129U  
Amarillo oscuro

Color L,a,b-2SJuancito



Pantone 129U  
Amarillo oscuro

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Fernando, Ocotepaque.



## Ocotepeque, La Labor

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de La Labor, Ocotepeque.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
El Rosario	(14°30'14''N; 89°02'25''W)	1,062	Bhmb

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen en Municipio, La Labor.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
Rosario	19.82	46.62	0.43	0.75	5.01	15.07	28.34	2.52	44.53	9.06	20.67

Color L,a,b-1Rosario



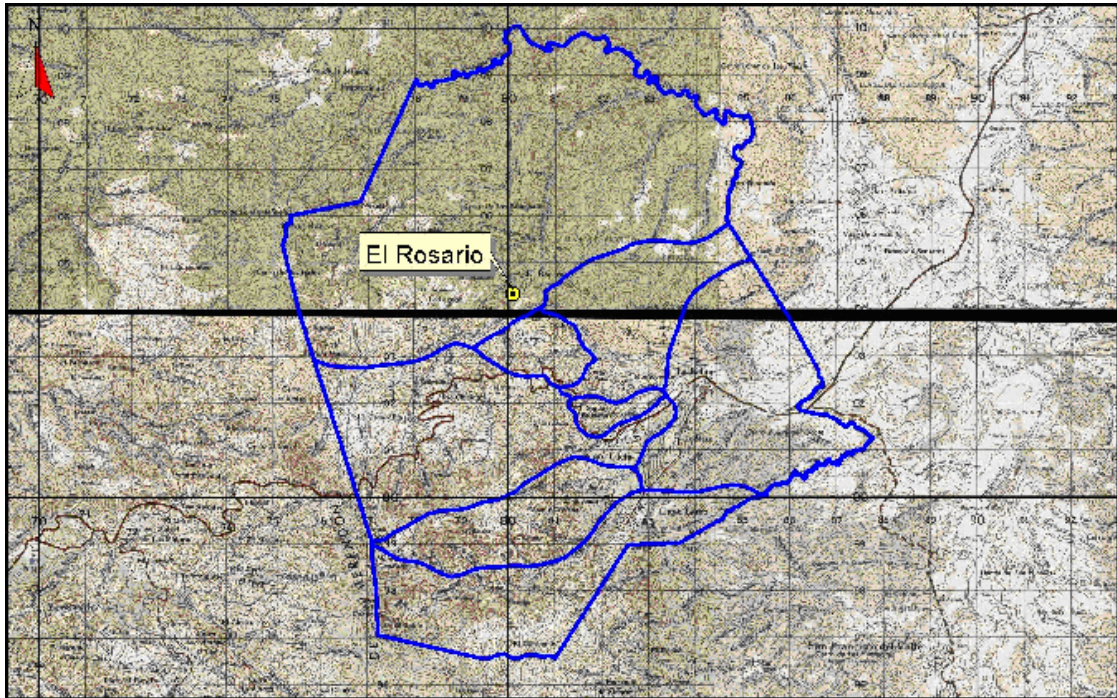
Pantone 138C  
Amarillo anaranjado

Color L,a,b-2Rosario



Pantone 142U  
Crema café claro

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de La Labor, Ocotepaque.



### Intibucá, Masaguara

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Masaguara, Intibucá.

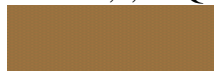
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Quiragüira	(14°25'27"N; 87°54'49"W)	1,096	Bhs
Lagunetas	(14°24'09"N; 87°53'55"W)	1,094	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

## Análisis físico-químico del polen Municipio, Masaguara.

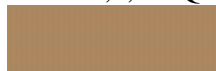
Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
Q	23.80	40.06	0.48	0.73	4.75	16.05	22.25	3.20	46.34	7.42	22.52
L	19.80	44.44	0.44	0.75	4.82	13.31	24.78	2.81	51.02	4.93	21.03

Color L,a,b-1Q



Pantone 143C  
Amarillo marrón

Color L,a,b-2Q



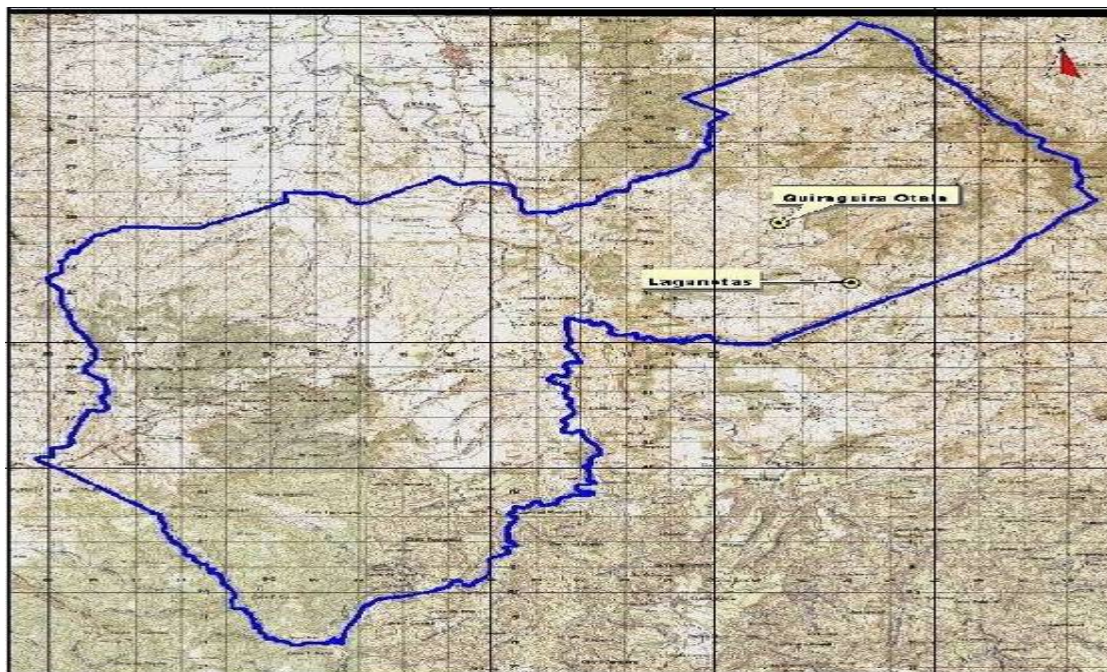
Pantone 156U  
Amarillo crema

Color L,a,b-1L



Pantone 142C  
Amarillo marrón claro

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Masaguara, Intibucá.



## Intibucá, San Nicolás

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Nicolás, Intibucá.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Las Crucitas	(14°30'27''N; 88°12'28''W)	1,423	Bhs
San Nicolás	(14°31'56''N; 88°12'29''W)	1,105	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen Municipio, San Nicolás.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
LC	16.44	49.66	0.58	0.73	5.00	18.87	26.88	1.99	41.59	8.39	19.54
SN	16.33	43.45	0.50	0.74	4.83	16.13	24.61	1.94	46.42	7.65	21.46

Color L,a,b-1LC



Pantone 144U  
Amarillo oscuro

Color L,a,b-2LC



Pantone 124U  
Naranja café

Color L,a,b-1SN



Pantone 143U  
Amarillo oscuro

Color L,a,b-2SN



Pantone 129U  
Amarillo tostado

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Nicolás, Intibucá.



### Intibucá, San Juan

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Juan, Intibucá.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Ceibita	(14°24'12''N; 88°26'41''W)	1,369	Bhs
Los Pelones	(14°25'42''N; 88°26'19''W)	829	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

## Análisis físico-químico del polen Municipio, San Juan.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
C	18.90	42.15	0.44	0.75	5.22	15.30	23.12	1.99	53.14	6.57	26.76
LP	19.76	42.22	0.36	0.69	4.98	12.62	21.55	2.47	53.12	6.11	24.68

Color L,a,b-1C



Pantone 129C  
Amarillo naranja

Color L,a,b-1LP



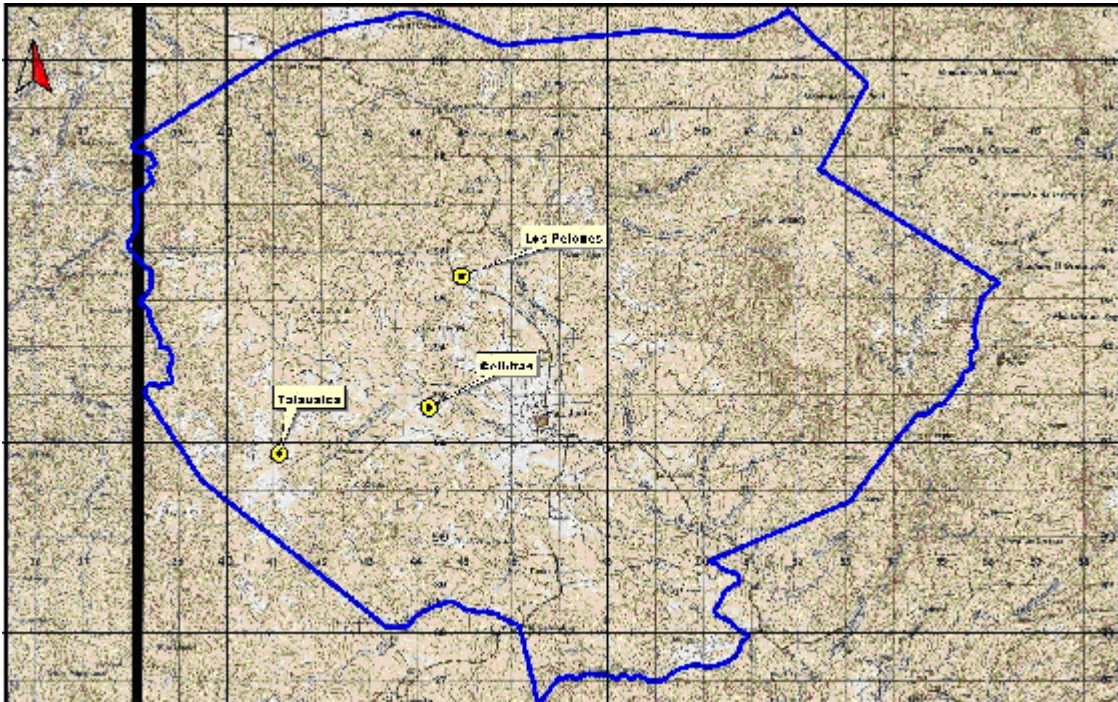
Pantone 142C  
Amarillo marrón claro

Color L,a,b-1LP



Pantone 129C  
Amarillo naranja

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Juan, Intibucá.



## El Paraíso, Trojes

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Trojes, El Paraíso.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Trojes.	(13°49'03''N; 86°26'36''W)	1,082	Bmhs

Bmhs (Bosque muy húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen Municipio de Trojes.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
Trojes	19.53	52.59	0.38	0,68	4.88	13.70	23.90	2.35	49.06	7.36	20.10

Color L,a,b-1



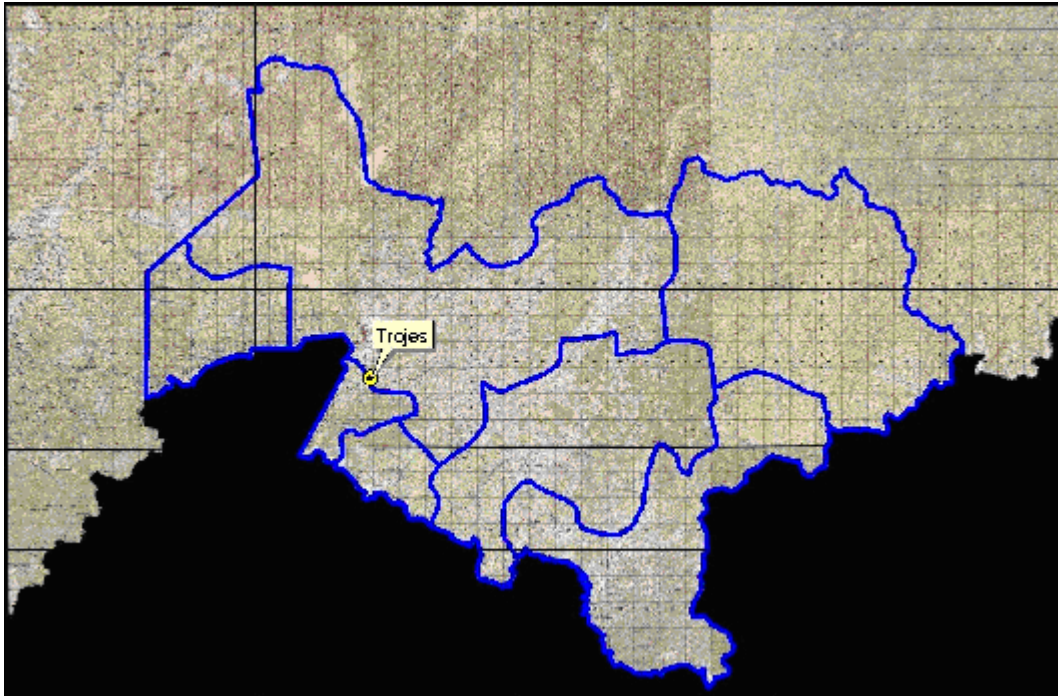
Pantone 129C  
Amarillo Naranja

Color L,a,b-2



Pantone 156U  
Amarillo Crema

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Trojes, El Paraíso.



### El Paraíso, Danlí

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Danlí, El Paraíso.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
El Higüerito	(14°07'03''N; 86°34'22''W)	1,091	Bht
Tres Piedras	(13°56'36''N; 86°33'25''W)	1,045	Bhs
Redonda	(13°50'47''N; 86°29'33''W)	1,005	Bhs
Cebadilla	(13°54'33''N; 86°23'23''W)	1,035	Bhs

Bmhs (Bosque muy húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

## Análisis físico-químico del polen Municipio Danlí.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
EH	15.93	57.52	0.38	0.59	5.01	11.88	19.15	1.71	45.04	7.91	20.16
C	18.48	67.71	0.37	0.58	5.18	10.80	17.75	2.42	51.33	11.59	26.29

Color L,a,b-1c



Pantone 129C

Amarillo naranja

Color L,a,b-2c



Pantone 122U

Amarillo anaranjado

Color L,a,b-1EH



Pantone 136C

Amarillo anaranjado

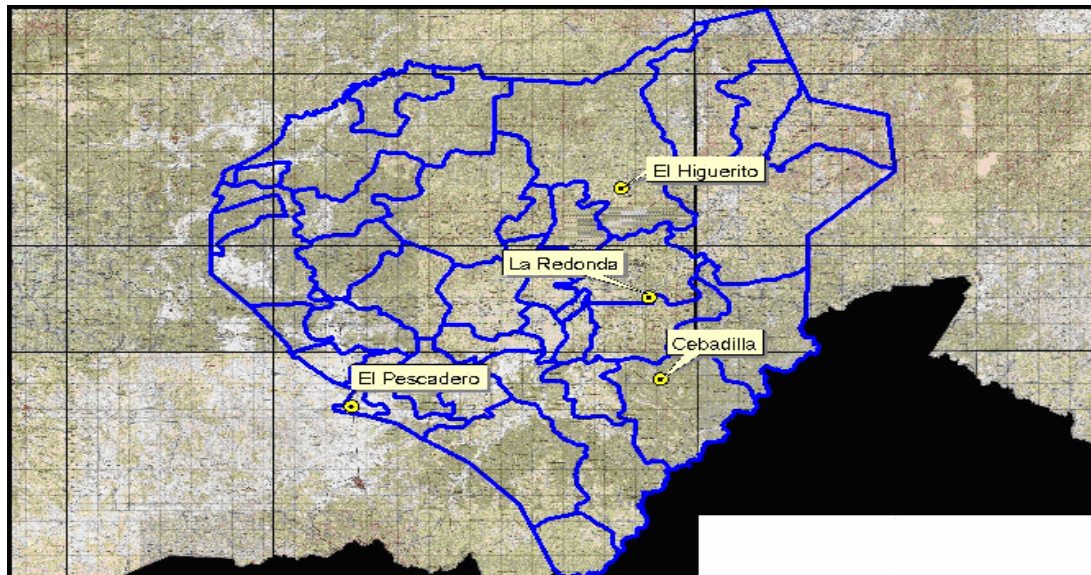
Color L,a,b-1EH



Pantone 124U

Naranja café

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Danlí, El Paraíso.



## El Paraíso, El Paraíso

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de El Paraíso, El Paraíso.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Las Selvas	(13°48'43''N; 86°25'26''W)	1,203	Bhs
Las Cañas	(13°49'25''N; 86°33'37''W)	907	Bhs
Las Flores	(14°02'51''N; 85°59'30''W)	776	Bhs
Las Guabas	(13°51'49''N; 86°30'32''W)	1,055	Bhs
Tres Piedras	(13°49'03''N; 86°26'36''W)	1,082	Bmhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), Bmhs (Bosque muy húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico del polen Municipio, El Paraíso.

Muestras	Proteínas	Carbohidratos	Actividad de Agua polen seco	Actividad de agua polen fresco	Potencial de Hidrógeno (pH)	Humedad de polen seco	Humedad de polen fresco	Ceniza	Color L	Color a	Color b
LS	18.12	57.33	0.33	0.76	4.84	13.13	29.78	1.66	45.63	7.38	21.47
LC	16.23	52.33	0.40	0.59	5.15	10.97	18.17	2.08	48.14	9.65	23.66
LF	16.56	63.38	0.37	0.74	4.97	11.23	21.42	1.93	50.30	9.07	24.34
TP	17.99	34.59	0.33	0.57	5.08	11.58	18.31	1.83	47.65	8.96	25.13

Color L,a,b-1LS



Pantone 143U  
Amarillo oscuro

Color L,a,b-1LC



Pantone 143C  
Amarillo marrón

Color L,a,b-1LF



Pantone 143C  
Amarillo marrón

Color L,a,b-1LG



Pantone 122U  
amarillo anaranjado

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de El Paraíso, El Paraíso.

