

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“CARACTERIZACIÓN DE MIELES DE ABEJA (*Apis mellífera Lin*) EN  
BOSQUES SECUNDARIOS DE 6 LOCALIDADES DE CORONEL  
PORTILLO, UCAYALI”**

Presentado por:

**ALFONSO ROMERO QUISPE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Lima – Perú

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“CARACTERIZACIÓN DE MIELES DE ABEJA (*Apis mellífera Lin*) EN  
BOSQUES SECUNDARIOS DE 6 LOCALIDADES DE CORONEL PORTILLO,  
UCAYALI”**

Presentado por:

ALFONSO ROMERO QUISPE

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

Sustentado y presentado ante el siguiente jurado:

---

Dra. Carmen Velezmoro Sánchez

PRESIDENTE

---

Dr. Américo Guevara Pérez

MIEMBRO

---

Dr. Agustín Martos Tupes

MIEMBRO

---

Dr. Marcial Silva Jaime

ASESOR

Lima – Perú

2017

## **DEDICATORIA**

*A la memoria de mis padres  
y al apoyo moral de mis hermanos...*

## **AGRADECIMIENTO**

- A mi patrocinador: Dr. Marcial Silva por sus grandes consejos y correcciones.
- A mis jurados: Dra. Velezmoro, Dr. Guevara y Dr. Martos; por su gran paciencia conmigo y su apoyo incondicional.
- Al Mg.Sc. Julián Chura, por su gran apoyo en conocimientos estadísticos.
- Al Mg.Sc. biólogo Juan Juscamaita, por su apoyo y conocimiento.
- A mi amigo Dr. Carlos Portales Ceballos, quien me brindó su apoyo al inicio de mi investigación.
- Al Mg.Sc. Vicente Rojas, por su apoyo y amistad.
- A la Ing. Carmen Silva por su apoyo en la redacción de este trabajo.
- Al Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES) por haberme brindado su confianza y haberme permitido participar en el Programa de Subvenciones “Manuel La Rosa”.
- Al Consejo Distrital de Campo Verde (Pucallpa) en la persona de su Alcalde, que nos permitió identificar y conocer las vías de acceso y los caceríos donde fue implementado el proyecto.
- A la Asociación de Apicultores de Pucallpa y Campo Verde en la persona de los señores Ernesto Peso García y Silverio Trejo Prado, y a todos los apicultores que participaron entusiastamente en la selección, entrenamiento y pruebas definitivas de la evaluación sensorial de la miel.
- A los jefes de Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias por habernos brindado las facilidades para la realización de los análisis de la miel.

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

### ABSTRACT

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1	ORIGEN DE LA MIEL .....	3
2.1.1	FLORA APÍCOLA.....	3
2.1.2	NÉCTAR.....	4
2.1.3	ABEJA.....	5
2.2	MIEL DE ABEJA .....	7
2.2.1	DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	7
2.3	COMPOSICIÓN DE LA MIEL .....	8
2.3.1	AZÚCARES .....	8
2.3.2	ÁCIDOS .....	9
2.3.3	PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS.....	10
2.3.4	ENZIMAS .....	11
2.3.5	VITAMINAS.....	13
2.3.6	MINERALES .....	13
2.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA MIEL DE ABEJA.....	14
2.4.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MIEL DE ABEJA .....	14
2.4.2	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA MIEL DE ABEJA.....	18
2.5	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA MIEL DE ABEJA .....	26
2.6	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA MIEL DE ABEJA.....	27
2.7	NORMAS RELATIVAS A LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LA MIEL ..	29
2.8	NORMAS RELATIVAS A LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA MIEL .....	32
2.8.1	HIGIENE.....	32
2.9	CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE CAMPO VERDE Y PUCALLPA	34
2.9.1	FISIOGRAFÍA Y SUELOS .....	34
2.9.2	HIDROGRAFÍA .....	34
2.9.3	ZONA DE VIDA.....	34
2.9.4	VEGETACIÓN CULTIVADA Y SILVESTRE.....	35
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>

3.1	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	37
3.1.1	ZONA DE PRODUCCIÓN APÍCOLA DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO .	37
3.1.2	PRODUCCIÓN Y RECOLECCIÓN .....	38
3.1.3	LUGAR DE REALIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES .....	45
3.2	MATERIALES, EQUIPOS, REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO .....	46
3.2.1	MATERIALES DE CAMPO Y LABORATORIO.....	46
3.2.2	EQUIPOS .....	47
3.2.3	REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO .....	48
3.3	MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	49
3.3.1	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS .....	49
3.3.2	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	51
3.3.3	EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA....	52
3.4	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	56
3.4.1	TRABAJO DE CAMPO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE FLORA MELÍFERA .....	56
3.4.2	INSTALACIÓN DE COLMENAS PATRONES .....	57
3.4.3	PRODUCCIÓN DE MIEL.....	59
3.4.4	RECOLECCIÓN DE MIEL.....	60
3.4.5	TRANSPORTE Y OBTENCIÓN DE MIEL .....	61
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	62
3.5.1	VARIABLES FÍSICO QUÍMICAS .....	62
3.5.2	VARIABLES SENSORIALES .....	62
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>64</b>
4.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LAS MIELES ANALIZADAS .....	64
4.1.1	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA .....	64
4.1.2	ÍNDICE DE REFRACCIÓN.....	65
4.1.3	GRADOS BRIX.....	67
4.1.4	HUMEDAD.....	68
4.1.5	SÓLIDOS TOTALES .....	70
4.1.6	AZÚCARES REDUCTORES.....	71
4.1.7	SACAROSA APARENTE.....	74
4.1.8	ACIDEZ LIBRE.....	75

4.1.9	pH.....	77
4.1.10	CONTENIDO DE CENIZA.....	78
4.1.11	HIDROXIMETILFURFURAL.....	80
4.1.12	ÍNDICE DE DIASTASA .....	82
4.1.13	ACTIVIDAD DE LA GLUCOXIDASA .....	83
4.1.14	GLUCOSA COMERCIAL.....	84
4.2	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LAS MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA ANALIZADAS .....	85
4.3	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA ANALIZADAS .....	87
4.3.1	APARIENCIA GENERAL .....	87
4.3.2	COLOR .....	88
4.3.3	CONSISTENCIA .....	89
4.3.4	SABOR.....	90
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Cuadro 1:</b>	<b>Clasificación taxonómica de <i>Apis mellifera</i> Lin.....</b>	<b>6</b>
<b>Cuadro 2:</b>	<b>Ácidos orgánicos en la miel .....</b>	<b>10</b>
<b>Cuadro 3:</b>	<b>Actividad de la diastasa de las mieles del norte de España.....</b>	<b>11</b>
<b>Cuadro 4:</b>	<b>Principales enzimas presentes en la miel y su función.....</b>	<b>13</b>
<b>Cuadro 5:</b>	<b>Parámetros de calidad de la miel según la Norma Técnica Peruana 209.168.....</b>	<b>30</b>
<b>Cuadro 6:</b>	<b>Parámetros de calidad de la miel según Codex Alimentarius.....</b>	<b>31</b>
<b>Cuadro 7:</b>	<b>Requisitos de calidad microbiológica; para la miel, jalea real y similares .....</b>	<b>33</b>
<b>Cuadro 8:</b>	<b>Norma microbiológica aplicable a mieles, según estándar europeo.....</b>	<b>33</b>
<b>Cuadro 9:</b>	<b>Especies que conforman la flora apícola de Campo Verde y Pucallpa, productos de extracción de néctar y polen por las abejas y grado de calificación según su producción y meses de floración .....</b>	<b>39</b>
<b>Cuadro 10:</b>	<b>Selección e instalación de colmena patrón para el muestreo de miel de abeja de las seis localidades.....</b>	<b>58</b>
<b>Cuadro 11:</b>	<b>Análisis de variancia de las variables en estudio (ANVA) .....</b>	<b>63</b>
<b>Cuadro 12:</b>	<b>Resultados de la actividad de la glucoxidasa de las mieles de abeja analizadas.....</b>	<b>84</b>
<b>Cuadro 13:</b>	<b>Resultados de la actividad de la glucosa comercial de las muestras de mieles de abejas analizadas .....</b>	<b>85</b>
<b>Cuadro 14:</b>	<b>Análisis microbiológico de las muestras de miel de abeja de seis Zonas de Pucallpa y Campo Verde.....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	<b>Deshidratación (simplificada) de cetohexosas para formar H.M.F en la miel de abeja .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2:</b>	<b>Mapa de Campo Verde y Pucallpa, mostrando las seis zonas de muestreo .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 3:</b>	<b>Equipo completo del apicultor .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 4:</b>	<b>Marco con cera estampada.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 5:</b>	<b>Diagrama secuencial de Wald para la selección de jueces según su habilidad para discriminar dos muestras de miel de abeja mediante una prueba sensorial del triángulo .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 6:</b>	<b>Pasos seguidos para la caracterización de las muestras de miel de abeja de Campo Verde y Pucallpa.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 7:</b>	<b>Colmena marcada instaladas en la Zona I de producción de miel ...</b>	<b>59</b>
<b>Figura 8:</b>	<b>Implementos apícolas para la producción de miel .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 9:</b>	<b>Implemento apícola para el desabejado: vista del escape Porter (a), y colocado en el entretapa (b).....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 10:</b>	<b>Determinación de conductividad eléctrica (mS/cm) para cada tipo de miel.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 11:</b>	<b>Determinación del índice de refracción de las mieles provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 12:</b>	<b>Determinación de grado Brix (porcentaje) para cada tipo de miel de las 6 zonas.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 13:</b>	<b>Contenido medio de humedad (porcentaje) para cada tipo de miel en las seis zonas.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 14:</b>	<b>Determinación del contenido de sólidos totales (porcentaje) para cada tipo de miel .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 15:</b>	<b>Determinación del contenido de azúcares reductores (porcentaje) para cada tipo de miel .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 16:</b>	<b>Determinación del contenido de sacarosa aparente (porcentaje) para cada tipo de miel .....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 17:</b>	<b>Determinación de acidez libre (meq/kg) para cada tipo de miel.....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 18:</b>	<b>Determinación de pH para cada tipo de miel .....</b>	<b>78</b>

<b>Figura 19:</b>	<b>Derterminación del contenido de cenizas (porcentaje) para cada tipo de miel.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 20:</b>	<b>Derterminación de H.M.F. (mg/kg) para cada tipo de miel .....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 21:</b>	<b>Derterminación de la actividad diastásica (ID) para cada tipo de miel .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 22:</b>	<b>Determinación de la apariencia general mediante un panel de jueces, para cada tipo de miel .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 23:</b>	<b>Determinación del color mediante un panel de jueces, para cada tipo de miel.....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 24:</b>	<b>Determinación de la consistencia mediante un panel de jueces, para cada tipo de miel.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 25:</b>	<b>Determinación del sabor mediante un panel de jueces, para cada tipo de miel.....</b>	<b>91</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	TABLA DE CÁLCULO DE LA HUMEDAD DE MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA, SEGÚN EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN CORREGIDO POR LA TEMPERATURA A 20 °C (REVISADA POR WEDMORE, DE ACUERDO AL MÉTODO DESCRITO POR LA NTP) .....	108
ANEXO 2:	PRINCIPIO DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO APARENTE DE SACAROSA.....	109
ANEXO 3:	PRINCIPIO DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA DIASTASA.....	113
ANEXO 4:	DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA GLUCOXIDASA...	116
ANEXO 5:	DETERMINACIÓN DE LA GLUCOSA COMERCIAL.....	118
ANEXO 6:	FICHAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS CUATRO SABORES PRIMARIOS ....	119
ANEXO 7:	RELACIÓN DE PERSONAS QUE PARTICIPAN EN LA PRESELECCIÓN DE JUECES PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA .....	120
ANEXO 8:	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS PRUEBAS DE RECONOCIMIENTO DE LOS CUATRO SABORES BÁSICOS.....	122
ANEXO 9:	FICHA DE EVALUACIÓN PARA LA PRUEBA SENSORIAL DE RECONOCIMIENTO DEL SABOR DULCE .....	123
ANEXO 10:	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA PRUEBA DE DISCRIMINACIÓN DEL SABOR DULCE .....	124
ANEXO 11:	FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA PRUEBA DEL TRIÁNGULO .....	125
ANEXO 12:	METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE JUECES MEDIANTE UNA PRUEBA SENSORIAL DEL TRIÁNGULO .....	126
ANEXO 13:	RESULTADOS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL TRIÁNGULO ...	129
ANEXO 14:	FORMATO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA APARIENCIA GENERAL DE LA MIEL DE ABEJA .....	131
ANEXO 15:	FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL COLOR DE MIEL DE ABEJA.....	133

ANEXO 16:	FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA CONSISTENCIA DE LA MIEL DE ABEJA .....	134
ANEXO 17:	FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL SABOR DE LA MIEL DE ABEJA.....	136
ANEXO 18:	DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA MIEL.....	138
ANEXO 19:	DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REFRACCIÓN DE LA MIEL..	139
ANEXO 20:	DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX DE LA MIEL .....	140
ANEXO 21:	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MIEL .....	141
ANEXO 22:	DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES DE LA MIEL.....	142
ANEXO 23:	DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES DE LA MIEL..	143
ANEXO 24:	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SACAROSA APARENTE DE LA MIEL .....	144
ANEXO 25:	DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ LIBRE DE LA MIEL.....	145
ANEXO 26:	DETERMINACIÓN DEL PH DE LA MIEL.....	146
ANEXO 27:	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS DE LA MIEL	147
ANEXO 28:	DETERMINACIÓN DE HIDROXIMETILFURFURAL DE LA MIEL	148
ANEXO 29:	DETERMINACIÓN DE INDICE DE DIASTASA DE LA MIEL.....	149
ANEXO 30:	DETERMINACIÓN DE LA APARIENCIA GENERAL DE LA MIEL	150
ANEXO 31:	DETERMINACIÓN DEL COLOR DE LA MIEL .....	152
ANEXO 32:	DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LA MIEL .....	154
ANEXO 33:	DETERMINACIÓN DEL SABOR DE LA MIEL.....	156

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue la caracterización físico-química, microbiológica y sensorial de las mieles de abeja (*Apis mellifera L.*), producida en seis zonas representativas de bosques secundarios de Campo Verde y Pucallpa (Nueva Requena, Santa Rosa, Palmeras del Ucayali, San Pedro, Hierbas Buenas y Señor de los Milagros). Los valores medios de las principales características fisicoquímicas fueron los siguientes: conductividad eléctrica 0,183 mS/cm, índice de refracción 1,4905 a 20 °C, grados Brix 79,58 por ciento, humedad 18,4 por ciento, sólidos totales 81,60 por ciento, azúcares reductores 65,99 por ciento, sacarosa aparente 4,10 por ciento, acidez libre 36,13 meq/kg, pH 3,88, cenizas 0,15 por ciento, hidroximetilfurfural 45,76 mg/kg e índice de diastasa 29,45 ID. Estos indican que la mayoría de mieles cae dentro de los rangos permitidos por las normas de calidad nacionales e internacionales, a excepción de las mieles provenientes de la localidad de Hierbas Buenas que presenta un bajo porcentaje de azúcares reductores 62,70 por ciento; mientras que las localidades de San Pedro con índice de sacarosa de 5,16 por ciento y la localidad de Santa Rosa con acidez libre de 51 meq/kg presenta valores por encima lo recomendado. Se encontró que la actividad de la glucoxidasa se ubica entre «regular» y «abundante», con una media de «abundante». Las características microbiológicas mostraron que «no existe» contaminación microbiana y de acuerdo a las características sensoriales (apariencia general, sabor y consistencia) recibió un calificativo de «bueno».

**Palabras Clave:** Miel, Características Físico Químicas, Características Organolépticas, Evaluación Sensorial.

## ABSTRACT

The objective of this research was the physical-chemical, microbiological and sensorial characterization of bee honeys (*Apis mellifera L.*), produced in six zones representative of secondary forests of Campo Verde and Pucallpa (Nueva Requena, Santa Rosa, Pallares del Ucayali, San Pedro, Hierbas Buenas and Señor de los Milagros). The average values of the main physicochemical characteristics were the following: electrical conductivity 0,183 mS/cm, refractive index 1,4905 at 20 °C, Brix degrees 79,58 percent, humidity 18,4 percent, total solids 81,60 percent, reducing sugars 65,99 percent, apparent sucrose 4,10 percent, free acidity 36,13 meq/kg, pH 3,88, ashes 0,15 percent, hydroxymethylfurfural 45,76 mg/kg and diastase of 29,45 ID. These indicate that the majority of honeys fall within the ranges allowed by national and international quality standards, with the exception of honeys from the town of Hierbas Buenas, which has a low percentage of reducing sugars; 62,70 percent; while the localities of San Pedro with sucrose index of 5,16 percent and the locality of Santa Rosa with free acidity of 51 meq/kg presents values above the recommended. It was found that the activity of glucoxidase was between «regular» and «abundant», with an average of «abundant». The microbiological characteristics showed the «absence» of microbial contamination and according to the sensory characteristics (general appearance, taste and consistency) the honey was described as «good».

**Keywords:** Honey, Physical Chemical Characteristics, Organoleptic Characteristics, Sensory Evaluation.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente crece el interés en todos los países para establecer normas precisas de calidad de los alimentos. Esto constituye una necesidad que es originada por los flujos comerciales de los alimentos frescos. Además, los mercados exigen la obtención de productos alimenticios inocuos, genuinos y que preserven el medio ambiente.

La miel de abeja, es un producto de la colmena, cuya calidad está muy ligada a los recursos de la flora melífera, al clima y a la calidad del suelo de cada zona, región o país (Escobar *et al.* 1992).

Según Avallone *et al.* (1999), para garantizar que la miel de abeja (*Apis mellífera Lin*) llegue al consumidor final en su estado natural, se requiere de un control permanente en cuanto a calidad, composición y procedencia.

La caracterización fisicoquímica de las mieles de abeja hace posible el aumento del valor agregado de la producción de grandes volúmenes de producto comercializable, obteniendo un justo precio en los países importadores, y *la caracterización sensorial* nos permite determinar los defectos de la miel y sus cualidades desde un punto de vista visual, olfativo, gustativo y táctil (Ciappine *et al.* 2009).

El futuro de la industria apícola peruana será muy promisorio para competir en los mercados internacionales si se realiza estudios de caracterización de las mieles locales y que marcarían el rumbo de la apicultura en los próximos años.

La carencia de datos referidos a la caracterización de las mieles es una limitación para el desarrollo de la apicultura, que disminuye la oportunidad de colocar este producto en el mercado internacional, evitando la generación de puestos de trabajo en el ámbito rural.

Los objetivos de esta investigación fueron:

- Determinar las características fisico-químicas, de las mieles de abeja, producidas en seis zonas de Pucallpa y Campo Verde.
- Determinar las características microbiológicas, de las mieles de abeja, producidas en las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde.
- Evaluar sensorialmente la miel de abeja de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde mediante la participación de apicultores previamente entrenados y seleccionados.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ORIGEN DE LA MIEL

#### 2.1.1 FLORA APÍCOLA

Las propiedades de la miel dependen del ambiente que rodea al colmenar, en especial de la flora apícola y el clima (Del Pozo y Schopflocher 2004).

Regard (1994) menciona que la flora que existe en el entorno del colmenar debe ser variada. Debe permitir a las abejas acumular suficientes reservas para asegurar sus necesidades para el mantenimiento del apiario durante el período de invernada y el excedente que será cosechado por el apicultor. Cada región tiene su flora propia que depende del clima, de la altitud y de la naturaleza del terreno.

Martos (2001) sostiene que la flora apícola está conformada por las plantas de las que las abejas recogen el néctar, polen, melazas y los zumos para la alimentación de la colonia y los propóleos para recubrir las paredes y consolidar los panales.

El valor de la flora apícola es un parámetro que determina el grado de utilidad de las especies vegetales para la producción de miel, polen y/u otros productos por la abeja y se consideran tres aspectos: tiempo de floración, preferencia de flores, abundancia y distribución de acuerdo a la cobertura vegetal (Zevallos y Pérez 1990).

Zevallos y Pérez (1990) menciona que los bosques secundarios de Pucallpa constituyen un gran potencial para el desarrollo de la actividad apícola a través del néctar y polen de las plantas e identificó un total de 86 especies vegetales de los bosques secundarios de importancia para la actividad apícola, de los cuales el 51 por ciento proporciona néctar, el 29 por ciento polen, y el 20 por ciento ambos productos, y las especies más importantes como productoras de néctar y polen son diez: guaba (*Inga spp.*), sharamasho (*Asteraceae*), ocuera negra (*Vernonia sp*), shimbillo (*Inga spp*), ñayo caspe (*Cordia nadosa*), guiyosisa

(*Rosacea*), kudzu (*Pueraria phaseoloides*), paujil chaqui (*Connarus sprecei*), maíz (*Zea mays*), lausaquiro (*Heliocarpus papayanensis*).

El distrito de Campo Verde, de la provincia de Pucallpa (área del estudio de la presente investigación), está conformado por bosques secundarios, que son todos aquellos que se generan en una etapa sucesional después de haber sido explotado como bosque primario, donde muchos de ellos cambian su composición florística (DEVIDA 2001).

Velásquez (2007) identificó en la zona de estudio 107 especies de plantas, que conforman la flora apícola de la zona: 31,77 por ciento (34 árboles); 28,04 por ciento (30 arbustos); 26,17 por ciento (28 yerbas); 12,15 por ciento (13 trepadoras) y 1,87 por ciento (dos palmeras), respectivamente; siendo el componente forestal más importante. De las 107 especies se determinó que 21,50 por ciento (23 especies) mantienen todo el año a la colmena y 71,96 por ciento (77 especies) proporcionan néctar sólo estacionalmente para la producción de miel. También determinó el valor de la importancia de la flora apícola donde más del 40 por ciento de la producción melífera recae en la guaba, del 30 al 40 por ciento en el *kudzu*, siete especies del 20 al 30 por ciento, 31 especies del 10 al 20 por ciento y 67 especies menos del 10 por ciento. Las de mayor valor garantizan la producción de miel.

### **2.1.2 NÉCTAR**

El néctar es un líquido azucarado que es la principal fuente de las abejas para la producción de miel, este se produce en las superficies de determinadas partes vivas de la planta, que normalmente se encuentran en el interior y en la base de las flores. El néctar contiene 70 - 80 por ciento de agua; mientras que la miel de abeja solo contiene 20 - 25 por ciento de agua. El néctar contiene sacarosa, fructuosa y glucosa con pequeñas proporciones de ácidos orgánicos, dextrinas, resinas, minerales y un buen número de vitaminas tales como tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, ácido pantoténico, ácido fólico, ácido ascórbico y inositol (Crane 1985). Normalmente tiene una reacción ácida. La proporción del tipo y contenido de azúcar del néctar varía según el tipo de flor (Dadant 1975, Del Pozo y Schopflocher 2004, Jean-Prost 2007).

El néctar puede ser floral y extra floral. El néctar floral es producido por un conjunto de células especializadas que se encuentran en la base de los pétalos, de los receptáculos

florales, de los sépalos, de la base de las anteras, etc. El néctar extra floral se encuentra en la base del pecíolo de las hojas, de los pedúnculos de las flores y en las brácteas, y es secretada al exterior por la ruptura de la cutícula, a través de las estomas de la flor, es de menor calidad en cuanto a nutrientes que el néctar floral (Cornejo 1993).

La cantidad y calidad de néctar está influenciada por varios factores tales como humedad del suelo, luz solar, humedad relativa, las características físicas y químicas del suelo, temperatura, época del año, el período de lluvias (Del Pozo y Schopflocher 2004).

### **2.1.3 ABEJA**

Las abejas (*Apis mellifera* Lin) pertenecen al orden *Hymenóptera*, el cual agrupa a unas 100000 especies, con sus familias importantes como las hormigas y las avispa (*Formicoidea* y *Vespoide*), y cuentan con unas 25 especies cuya alimentación es el polen y el néctar (Polaino 2006).

Las abejas melíferas pertenecen a la familia de los *Apidos*, donde encontramos dos familias afines a las abejas como los abejorros (*Bombinae*) y de las abejas de las orquídeas (*Euglossinae*) (Polaino 2006).

Las abejas melíferas, junto con las abejas tropicales (sin aguijón), del género *Melliponeae*, forman la subfamilia *Apinae*, cuyo comportamiento social las llevan a anidar en colonias dirigidas por una hembra fértil (la reina), que por lo general es la única que pone huevos en la colonia (Polaino 2006).

Las abejas melíferas presentan un tamaño y color variable, pueden medir de 8 a 21 mm y tienen una coloración que varía de marrón a negrusco. Su cuerpo es piloso, presentando corbícula y escobilla en las patas posteriores en las obreras. Las obreras y la reina tienen aguijón. Las glándulas de cera están presentes en la parte central de abdomen de las obreras. Las celdas del panal son de diferente tamaño para las larvas y pupas de las diferentes castas. Estas también sirven para almacenar miel y polen. Las tres castas de un panal son: reinas, obreras y zánganos (Martos 1998).

Polaino (2006) realiza la siguiente clasificación de la abeja *Apis mellifera* (ver cuadro 1):

**Cuadro 1: Clasificación taxonómica de *Apis mellífera* Lin**

<b>CLASIFICACIÓN DE LA ABEJA (<i>Apis mellífera</i>)</b>	
Orden	Hymenoptera
Suborden	Apocrido
Superfamilia	Apoideo
Familia	Apidos
Subfamilia	Apinae
Tribu	Apinos
Género	<i>Apis</i>
Especie	<i>Mellifera</i>

**FUENTE:** Tomado de Polaino 2006

En el año de 1956, la abeja africana tropical fue llevada al Brasil para cruzarlas con abejas europeas previamente establecidas y producir especies mejor adaptadas a las condiciones de América tropical. Sin embargo, enjambres de 26 colonias de abejas africanas escaparon y los híbridos del cruce de las africanas con las italianas y carniolas resultantes se encuentran dispersos por Sudamérica y Centro América; y actualmente dominan las colmenas entre Brasil y el sur de Estados Unidos. Sin embargo, se considera que las abejas africanizadas son polihíbridas, entre las razas europeas y africanas, sus principales características son una alta capacidad de adaptación de clima y flora, agresividad, muestra un comportamiento defensivo y son buenas productoras de miel con un promedio de 68 kg de miel por colmena en un año mientras que las híbridas producen entre 40 y 50 kg de miel por colmena en un año (Barreto 1988, Gongalves 2003).

La abeja africanizada es un híbrido silvestre resultado del cruce de abejas africanas y europeas. Este híbrido ha recibido mucha atención en los últimos años debido a su fenomenal tasa de expansión e influencia en los apiarios y, ocasionalmente, en la salud pública por su agresividad. Para disminuir este impacto negativo se ha tenido que sustituir reinas de otras razas por reinas africanizadas y mejorar el manejo de técnicas de apicultura (Barreto 1998).

## **2.2 MIEL DE ABEJA**

### **2.2.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

La miel es una sustancia dulce, natural y de apariencia viscosa, elaborada por las obreras de *Apis mellífera Lin*, a partir del néctar de las flores y de otras secreciones extraflorales de las plantas tales como excreciones de los insectos succionadores de la sabia de las plantas y de los residuos de azúcares que quedan en la superficie de las plantas; las abejas liban, transportan, combinan y transforman en el buche, con sustancias específicas propias, tales como las enzimas, los azúcares complejos como la sacarosa en azúcares simples glucosa y fructosa; constituyendo una reserva de alimentos (INDECOPI 1999, Del Pozo y Schopflocher 2004, Zandamela 2008).

Según INDECOPI (1999) y FAO/WHO (2001), las mieles de abejas se clasifican según su origen en: a) miel del néctar de las flores, puede ser monofloral o polifloral. La miel monofloral procede de una misma flor o predominancia de ésta y la polifloral tiene origen de varias flores botánicas sin que predomine ninguna de ellas; y b) miel de mielada (ligamasa), es la miel que procede en su mayor parte de excreciones de insectos chupadores de sabia de las plantas como insectos hemipteros presentes en las partes vivas de las plantas, y según su elaboración o su presentación, se clasifican en: (a) miel de panal, que es la miel depositada por las abejas en los alvéolos operculados de los panales, elaborados por las propias abejas o estirados a partir de láminas de cera; (b) la miel en trozos de panal o panal cortado en miel que contiene uno o más trozos de miel de panal; (c) miel escurrida, es la miel que se obtiene mediante el escurrido de los panales desoperculados, sin larvas; (d) miel centrifugada, es la miel que se obtiene por centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas; (e) miel prensada, es la miel obtenida mediante la compresión de los panales sin larvas, con o sin aplicación de calor moderado, de hasta un máximo de 45 °C; (f) miel filtrada, es la que se obtiene eliminando mediante el proceso de filtración la materia orgánica e inorgánica ajena a la miel de manera tal que se genere una importante eliminación de polen; (g) miel para uso industrial, es la miel apropiada para usos industriales o para su utilización como ingrediente de otros productos alimenticios que se elaboran posteriormente, puede presentar un olor y sabor extraños, o haber comenzado a fermentar o haber fermentado o haberse sobrecalentado.

## **2.3 COMPOSICIÓN DE LA MIEL**

La composición de la miel está condicionada por muchos factores, tales como: raza de abejas, estado fisiológico de la colonia, flora apícola visitada, naturaleza del suelo, condiciones climáticas y edafológicas del lugar donde se produce (Maidana 2005, Jean-Prost 2007).

La miel se compone esencialmente de diferentes azúcares, donde predominan la glucosa y la fructosa; contiene además una mezcla de hidratos de carbono muy complejos, como sacarosa, maltosa, melicitosa y otros oligosacáridos, diversas enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales, vitaminas, sustancias aromáticas, pigmentos, ceras, granos de polen, etc. (Belitz 1992, Martos 2001, Polaino 2006).

En la miel se han identificado alrededor de 180 sustancias diferentes; sin embargo, cuando se refiere a la composición química sólo se mencionan los principales componentes (Martos 2001). Siendo los principales componentes los siguientes:

### **2.3.1 AZÚCARES**

La mayor parte de los azúcares no se encuentran en el néctar, sino que se forman durante la maduración y almacenamiento de la miel (Crane, citado por Zandamela 2008), siendo el resultado de diversos procesos enzimáticos de transformación del néctar en miel y de las distintas reacciones no enzimáticas que se suceden (Piana *et al.* 1989). Son responsables de muchas de las características fisicoquímicas, como el poder rotatorio, viscosidad, higroscopicidad y tendencia a la cristalización (Baldi 2010).

Los diferentes tipos de miel suelen tener los mismos azúcares aunque en cantidades variables, estando su porcentaje relacionado con la flora y en una menor influencia con el clima y origen geográfico (Crane 1985).

Según White y Doner, citados por Fritsch (2000), la miel es casi en su totalidad carbohidratos, donde 95 a 99,9 por ciento de los sólidos son azúcares y, clasificados por tamaño y complejidad de sus moléculas, glucosa y fructosa son los principales azúcares de la miel; estos monosacáridos de composición simple son las unidades con las cuales se

construyen azúcares más complejos.

Los azúcares de la miel que hasta el momento se han determinado con certeza son los monosacáridos (glucosa-D-glucosa- y fructosa-D-fructosa-), que representan el 90 por ciento del total. La fructosa generalmente predomina sobre la glucosa, lo que le da carácter de levorrotatorio. En los procesos de reducción se dan origen a los denominados azúcares reductores, que experimentalmente se puede demostrar mediante las reacciones de Fehling o Tollens. Fehling es un reactivo oxidante débil compuesto por dos sustancias que se mezclan al momento de usar y a las cuales se les agrega el azúcar disuelto en agua y finalmente se calienta y si la prueba resulta positiva se observa la coloración rojiza producto del  $\text{Cu}_2\text{O}$ . El glúcido se oxida en el grupo aldehído y esta coloración puede ser cuantificable. Tollens es otro reactivo que al mezclarlo con el glúcido disuelto en agua y calentar, se forma un «espejo de plata», debido a que la plata (parte de este reactivo) se reduce a plata metálica y el glúcido se oxida a sal de amonio, debido a que estos azúcares pueden reducir ciertas sales metálicas a una forma insoluble. El contenido de sacarosa es generalmente inferior al tres por ciento mientras que los disacáridos reductores de los que la maltosa es el principal componente oscilan alrededor del siete por ciento. Además se ha identificado otros azúcares entre los que se puede mencionar isomaltosa, maltulosa, nigerosa, turcosa, kojibiosa, laminaribiosa,  $\alpha$ ,  $\beta$  trehalosa. En la miel también se han determinado veintidós azúcares complejos, de los cuales diez son disacáridos, diez trisacáridos y dos polisacáridos (Piana *et al.* 1989, Belitz 1992, Polaino 2006).

Varios autores han encontrado una correlación entre la composición en azúcares y el origen botánico de la miel, pero la gran variedad de métodos analíticos empleados hacen difícil la comparación directa de los resultados (Sabatini *et al.* 1989).

### **2.3.2 ÁCIDOS**

Root (2003) menciona que hasta la fecha se han reconocido la presencia de 18 - 20 ácidos distintos en la miel. Considerándose que el más abundante es el ácido glucónico. Este ácido proviene de la transformación de la glucosa.

Las características de sabor de la miel están relacionadas en gran parte con su acidez. El pH aproximado de la miel es de 3,9 con un rango que varía de 3,4 a 6 (García *et al.* 1986).

La acidez activa de la miel, que son los ácidos orgánicos presentes en ella, es expresada por el pH, que mide la concentración de iones hidrógeno en la miel (White y Doner; citados por Fritsch 2000).

Aunque el contenido de los ácidos de la miel significa el 0,5 por ciento de sus sólidos solubles, este es suficiente para evitar el ataque de los microorganismos y contribuye a otorgarle aroma, aunque no se ha advertido en el sabor al estar enmascarado por el dulzor de los azúcares (Piana *et al.* 1989, Martos 2001, Polaino 2006).

La miel contiene variados ácidos (cuadro 2), principalmente ácido glucónico, producido por la acción de la glucoxidasa sobre la glucosa (Thawley; citado por Soto 2008). Los principales ácidos orgánicos volátiles presentes en la miel son el ácido acético, el ácido fórmico y el ácido valérico, y los no volátiles más importantes son el ácido glucónico, el ácido málico, el maleico y el ácido cítrico (Kim *et al.*; citado por Soto 2008).

**Cuadro 2: Ácidos orgánicos en la miel**

PRESENTES	PROBABLEMENTE
Acético	$\alpha$ - o $\beta$ -glicerofosfato
Butírico	Glicólico
Cítrico	Glucosa-6-fosfato
Fórmico	2- o 3-fosfoglicérico
Fumárico	Pirúvico
Glucónico	
$\alpha$ -cetoglutárico	
Láctico	
Maleico	
Málico	
Oxálico	
Piroglutámico	
Succínico	
Tartárico	

**FUENTE:** Tomado de White, citado por Crane 1990

### 2.3.3 PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS

El contenido de sustancias nitrogenadas no es superior al 0,2 por ciento, de las cuales el 50 por ciento es proteína y el resto son aminoácidos. Las proteínas encontradas en la miel principalmente provienen de las abejas y la mayoría son enzimas y no se encuentran en el

néctar. Estos componentes son muy importantes ya que reducen la tensión superficial y tienden a formar espuma por lo que existe una gran cantidad de burbujas de aire en la miel. El otro componente son los aminoácidos que reaccionan con los azúcares dándole un color oscuro a la miel (Polaino 2006).

### 2.3.4 ENZIMAS

Las enzimas son componentes característicos de la miel y son responsables de la mayoría de las reacciones químicas, provienen de los jugos salivares y secreciones hipofaríngeas de la abeja obrera, cuando traspasan la miel de su buche a las celdillas. Una miel tendrá más enzimas si ha sido producida en una floración lenta, que permita que muchas abejas realicen trofalaxis (mecanismo por el cual las abejas se transfieren unas a otras mediante su boca) de esa miel para su maduración (Gómez 1996, Polaino 2006).

Todas las mieles frescas presentan actividad enzimática, se han citado las enzimas: invertasa, glucosa oxidasa, amilasa (diastasa), catalasa, fosfatasa acida, lactasa, proteasa y lipasa (Polaino 2006). No obstante son tres los principales enzimas: diastasa, invertasa y glucosa oxidasa, se utilizan como indicadores de calidad por disminuir su actividad por calentamiento o envejecimiento (White, citado por Baldi 2010).

La diastasa se produce principalmente en las glándulas hipofaríngeas de las abejas obreras, poseen cierta resistencia a la destrucción por calor (Standelmeir y Bergner, citados por Baldi 2010).

**Cuadro 3: Actividad de la diastasa de las mieles del norte de España**

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>ORIGEN BOTÁNICO</b>	<b>ACTIVIDAD DE DIASTASA (ID)</b>
2 al 5	<i>Eucalyptus sp.</i>	Promedio 14,7
6 al 10	<i>Eucalyptus sp.</i>	Promedio 13,9
36 al 40	Multiflora	Promedio 26,86
41 al 46	Multiflora	Promedio 31,38

**FUENTE:** Tomado de Huidobro *et al.*, citado por Aguilar 2001

La diastasa rompe las cadenas de almidón liberando dextrinas y maltosa en la miel (White 1978). Con respecto a los índices de actividad diastásica en la miel, existe una gran variabilidad; mieles frescas de distinto origen floral presentan valores muy diferentes, cuando se esperaban valores semejantes (Maidana 2005). En el cuadro 3 se presenta mieles del norte de España cuya actividad diastásica varía con el origen botánico.

La actividad de la diastasa es un factor que puede ser alterado durante el procesamiento y almacenamiento de la miel, debido al calor. Por ello se utiliza como indicador de sobrecalentamiento y de frescura, parámetro muy importante para evaluar la calidad de la miel.

La invertasa ha sido considerada como la enzima más importante presente en la miel, cataliza la reacción de transformación de la sacarosa del néctar en fructosa y glucosa (Graham 1993). Por otra parte, White *et al.* (1964) demostraron que la determinación de la actividad de la invertasa es preferible a la diastasa, dado que pone de manifiesto mayor sensibilidad al calentamiento. Esta enzima es destruida gradualmente por almacenamiento prolongado de la miel a cualquier temperatura, por lo tanto también actúa como indicador de almacenamiento prolongado (Campusano 1999).

La glucosa-oxidasa es una enzima secretada por las glándulas hipofaríngeas de la abeja para oxidar la glucosa a glucolactona y luego a ácido glucónico (principal ácido orgánico de la miel) más peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), esta última sustancia protege a la miel contra el ataque de microorganismos (Bianchi 1990, Root 2003, Polaino 2006).

En el cuadro 4 se reportan las principales enzimas presentes en la miel y su función:

**Cuadro 4: Principales enzimas presentes en la miel y su función**

<b>ENZIMA</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Invertasa	Convierte la sacarosa a glucosa y fructosa.
Diastasa	Hidroliza al almidón a dextrinas y/o azúcar.
Glucosa-oxidasa	Convierte la glucosa a glucolactona; ésta a su vez es transformada a ácido glucónico y peróxido de hidrógeno.
Catalasa	Convierte el peróxido de hidrógeno a agua y oxígeno.
Fosfatasa ácida	Convierte los fosfatos inorgánicos a fosfatos orgánicos.

**FUENTE:** Tomado de National Honey Board; citado por Aguilar 2001

### **2.3.5 VITAMINAS**

La concentración de vitaminas en la miel es muy baja y se encuentra en concentraciones de  $\mu\text{g}$  y porcentaje; entre las principales vitaminas se encuentran la tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido ascórbico, ácido pantoténico, ácido nicotínico. Estas vitaminas pueden estar presentes en los granos de polen, porque se asocia el contenido vitamínico de las mieles con el contenido de polen (Vit 1993).

El néctar y la miel de por sí tienen muy poca cantidad y variedad de vitaminas. El contenido vitamínico de una miel está directamente relacionado a la cantidad de polen presente en la miel (Lund 1999, Martos 2001).

### **2.3.6 MINERALES**

La miel contiene cantidades muy pequeñas de minerales cuyo valor varía entre 0,02 y 1 por ciento. Este valor se expresa en cenizas totales. Los minerales que se encuentran son: potasio, cloro, azufre, calcio, sodio, fósforo, magnesio, silicio, hierro, manganeso, expresados en ppm. En general se han encontrado catorce elementos minerales en la miel. Por otro lado, en la miel de ligamaza o melaza, es probable encontrar un contenido muy altos de minerales (uno por ciento), por esta razón puede usarse como un indicador de éste tipo de mieles (Root 2003, Polaino 2006).

## **2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA MIEL DE ABEJA**

### **2.4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MIEL DE ABEJA**

Numerosas características físicas de la miel están relacionadas con sus propiedades térmicas (conductividad térmica, calor específico) y ópticas (color, rotación óptica, etc.). Las propiedades físicas de la miel deben ser consideradas junto con la composición química, el agua y los azúcares, como los elementos constitutivos más importantes (Bartolini 1994).

#### **a. Densidad**

La miel tiene una densidad que puede estar comprendida entre 1,410 - 1,435 kg/l a 20 °C, la densidad depende de los sólidos totales y nos indica el grado de madurez de la miel. Una buena densidad de la miel es de 1,4 kg/l a 20 °C (Martos 2001, Jean-Prost 2007).

#### **b. Viscosidad**

La viscosidad es una propiedad que muestra la miel al fluir a través de filtros y tuberías y depende principalmente de su contenido de humedad, concentración de azúcares y de la temperatura. Durante su procesamiento, suele disminuirse la viscosidad de la miel aumentando ligeramente la temperatura, a fin de facilitar las operaciones de bombeo o envasado. La viscosidad disminuye cuando la temperatura se eleva hasta 30 °C y varía poco por arriba de los 35 °C (Vit 1993, Martos 2001, Maidana 2005).

#### **c. Higroscopicidad**

Es la propiedad de la miel de extraer agua del aire atmosférico o también perderla cuando el entorno es caliente y seco hasta lograr un equilibrio. Cuando presenta un 18 por ciento de humedad se encuentra en equilibrio en una atmósfera cuya humedad relativa sea del 60 por ciento. La fructosa es la principal responsable de la higroscopicidad de la miel (Root 2003, Vit 2003, Baldi 2010).

#### **d. Conductividad térmica**

La miel no es una buena conductora del calor (cerca de seis veces menos que el agua). Es un factor importante para determinar cuánto tiempo transcurre para que la miel que está en

el centro de un gran recipiente llegue a calentarse, cuando se aplica calor a paredes externas del recipiente. A altas temperaturas el proceso de transmisión de calor es la conducción (Prost 1985, Vit 1993, Martos 2001).

Las muestras de miel en estado líquido en función del contenido de humedad, azúcares totales, sólidos fijos, así como su contenido de nitrógeno (proteína\*6,25), presentan una capacidad calorífica del orden de a 1,86 a 1,96 (kJ/kg.K) con un valor promedio de 1,93 (kJ/kg.K), unos 0,46 cal/g.°C (Salamanca y Pérez 2000).

#### **e. Calor específico**

El calor específico determina el «efecto amortiguador» de la miel almacenada en la colmena contra las fluctuaciones de la temperatura. A bajas temperaturas la miel es muy viscosa y actúa más como sólido que como líquido. El calor específico de la miel líquida es 0,54-0,6 cal/g.°C y el de la miel cristalizada es igual a 0,73 cal/g.°C (Crane, citado por Baldi 2010).

#### **f. Tensión superficial**

La tensión superficial es muy importante en el procesado de la miel. Un valor muy bajo puede llevar a que haya formación excesiva de espuma, lo que es muy común durante el procesado de la miel. Una buena decantación se logra en 48 horas posterior a su procesado (Rodríguez *et al.* 2012). Todas las partículas de aire que se incorporaron en el proceso, se van a la superficie, de donde son fácilmente removidas (Prost 1985, Vit 1993, Polaino 2006).

#### **g. Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica de la miel está relacionada con el contenido de ácidos orgánicos, las proteínas, los iones disociados de las sales minerales y otros conductores como azúcares y polioles (Crane, citado por Ortiz 1980).

Esta medición es una característica muy acertada para determinar el origen botánico de la miel de abejas, ya que las mieles florales, las mezclas de mieles florales y de mielada (ligamaza) tienen valores de conductividad eléctrica menores de 0,8 mS/cm (miliSiemens/cm) y que las mieles de mielada y de castaña posean valores mayores de 0,8

mS/cm. Es una determinación ampliamente utilizada para discriminar entre mieles de mielada y mieles florales, también para identificar mieles monoflorales (Vorwohl 1964, Piazza *et al.* 1991, Bogdanov *et al.* 1999).

#### **h. Poder rotatorio**

Al igual que muchos otros materiales y sustancias naturales, la miel tiene la propiedad de rotar el plano de luz polarizada. Esta propiedad depende mucho de los tipos y concentraciones de los azúcares de la miel. Mieles florales son *levo-rotatorias* (giran hacia la izquierda), mientras que la mielada y las mieles adulteradas son *dextro-rotatorias* (giran hacia la derecha). La miel está compuesta en su mayoría por fructosa la cual tiene una rotación negativa. Las mieladas son, por lo general, más bajas en contenido de fructosa y tienen además melicitosa y erlosa, las cuales junto con glucosa imparten una rotación óptica positiva, (rotando hacia la derecha).

Las mieladas son mieles hechas a base de néctares extra-florales incluyendo aquellos cosechados de áfidos, plantas caducas (miel de hojas) o de exudaciones de plantas, especialmente coníferas; de color variable entre pardo claro y casi negro, tiene un olor resinoso particular (Battaglini y Bosi, citados por Ortiz 1980; Prost 1985; Vit 1993; Persano *et al.* 1995; Soto 2008).

#### **i. Índice de refracción**

El índice de refracción de las mieles oscila entre 1,47 - 1,50 (según la concentración de agua), a la temperatura de 20 °C. Esta es una propiedad que presentan las sustancias al desviar los rayos de luz que las atraviesa. Si la sustancia está en solución su índice de refracción varía entre el solvente y soluto; por esta razón, en el caso de mieles, el contenido de agua está en función inversa a su índice de refracción, el cual permite una determinación rápida y precisa de su humedad (Vit 1993, Martos 2001).

#### **j. Color**

El color es una propiedad óptica de la miel y es una percepción de la luz de una determinada longitud de onda reflejada por un objeto. Se incluyen dentro de las propiedades ópticas de la apariencia que dependen de modificaciones cromáticas y geométricas (Hutchings, citado por Salamanca *et al.* 2001a).

El color de la miel es uno de los atributos de mayor variabilidad y que principalmente son determinados por la fuente floral, pero también dependen del método de procesado, contenido de cenizas, temperatura, tiempo de almacenamiento, etc. Los colores de la miel pueden variar desde casi transparente hasta miel casi negra (Louveaux 1985).

Según Lozano *et al.*; citados por Soto (2008), el color de la miel está relacionado con la parte floral y se debe a la naturaleza química del néctar, en cuanto a los componentes menores tales como los minerales (hierro, cobre y manganeso), las dextrinas y la materia nitrogenada.

Además el color de la miel se debe a la formación de una serie de compuestos pardos que se originan cuando la materia orgánica (aminoácidos y proteínas, presentes en el polen) de la miel reacciona con las sales minerales. Así pues, cuando más sales minerales tenga una miel, más compuestos pardos se formarán y más oscura será la miel (Gómez 1996).

Según Thavoley, citado por Soto (2008), el color de la miel se debe parcialmente a los aminoácidos que al combinarse con los azúcares producen compuestos denominados melanoidinas.

El alto contenido de aminoácidos (especialmente tirosina y triptófano) y la presencia de compuestos polifenólicos contribuyen a dar un color oscuro a la miel (Crane 1990).

El oscurecimiento de la miel también se debe al almacenamiento a temperaturas mayores a 40 °C, las que incrementan el contenido de coloides e inhiben la granulación (Gupta *et al.*, citados por Soto 2008).

Es importante mencionar que la miel aparece de un color más claro cuando está granulada, debido a que refleja una mayor cantidad de luz. Para una misma miel, el color varía de acuerdo al tipo de granulación que haya alcanzado (Peris, citado por Soto 2008).

En general, la miel conservada hasta los 14 °C sufre un oscurecimiento inapreciable. De 20 °C a 27 °C el oscurecimiento es mayor, pero a partir de los 30 °C la miel comienza a ser muy sensible a oscurecerse (Peris, citado por Soto 2008). El color de la miel es medido comúnmente por un colorímetro Pfund (White, citado por Crane 1990).

## **k. Cristalización**

La miel, bajo condiciones normales, es una solución sobresaturada de azúcares. Un factor importante asociado a la alta concentración de azúcares es la tendencia a la granulación, la cual está directamente relacionada al contenido de glucosa. Se considera importante la razón fructosa/glucosa (F/G), a razones de 1,0 a 1,2 las mieles se cristalizan rápidamente, si la razón es de más de 1,3; este proceso se retarda (Crane 1985, Prost 1995, Root 2003).

## **2.4.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA MIEL DE ABEJA**

A continuación se detallan las características químicas de la miel de abeja:

### **a. Humedad**

La humedad es el único criterio de composición de la miel que debe ser cumplido como parte de los estándares de la miel de abejas para su comercialización mundial, debido a que influye en el peso específico, la viscosidad y el sabor; condiciona la conservación, la palatabilidad, la solubilidad y, en definitiva, afecta su calidad y valor comercial (Morse y Hooper 1992, Martos 2001).

El contenido de humedad de la miel de abejas suele oscilar entre un 13 - 26 por ciento, dependiendo de las condiciones climáticas, del contenido de humedad original del néctar y del grado de maduración alcanzado en la colmena. Cuando el contenido de humedad está por debajo del 15 por ciento, la miel tiene una viscosidad demasiado elevada que obstaculiza las labores de cosecha y se cristaliza rápidamente. La norma internacional (FAO/WHO 2001) de calidad de la miel admite un máximo del 20 por ciento, salvo la miel de calluma (arbustillo muy ramificado con flores púrpura claro), que puede alcanzar hasta el 23 por ciento. La Unión Europea establece un valor máximo de humedad de 21 por ciento. Las organizaciones apícolas de Alemania, Austria, Bélgica, España, Italia y Suiza, utilizan máximos de humedad comprendido entre 17,5 - 18,5 por ciento para clases especiales de miel. La Norma Técnica Peruana (INDECOPI 1994) establece un contenido de humedad de 21 por ciento como máximo; (Pérez-Arquillué *et al.* 1994, INDECOPI 1999) y el Codex Alimentarius (FAO/WHO 2001) un contenido de humedad no más de 20 por ciento.

Vorwohl y Hooper, mencionados por Tem (2002), señalan que en los trópicos el contenido de humedad de la miel puede ser alto debido a que las abejas tienen dificultad en evaporar el agua frente a la alta humedad relativa en el aire.

### **b. Azúcares reductores**

Los monosacáridos y la mayoría de los disacáridos poseen poder reductor, que se debe al grupo carbonilo que tienen en su molécula. Este carácter reductor puede ponerse de manifiesto por medio de una reacción *Redox* llevada a cabo entre ellos y el sulfato de cobre ( $\text{Cu}^{++}$ ). Las soluciones de esta sal tienen color azul y después de la reacción con el glúcido reductor se forma óxido de cobre ( $\text{Cu}^+$ ) de color rojo. De este modo, el cambio de color indica que se ha producido la citada reacción y que el glúcido presente es reductor: Los azúcares reductores de la miel son los monosacáridos como la glucosa y fructosa y los disacáridos como la manosa, celobiosa, etc. (Bayley *et al.* 1995, Moreira y De María 2001)

### **c. Contenido de sacarosa aparente**

La sacarosa no es un adulterante potencial ya que los azúcares invertidos pueden ser añadidos a la miel en cantidades considerables sin que quede fuera de los rangos establecidos por la legislación (White 1980). Parece ser que ciertos tipos florales dan lugar a mieles con elevados contenidos en sacarosa, a veces superiores al límite del 10 por ciento marcado por las normativas internacionales para las mieles de espliego, acacia y mielada (Anónimo. 2003 ;citado por Zandamela 2008).

Por ejemplo las mieles frescas de *Citrus spp* españolas no podrían ser comercializadas por el alto contenido en sacarosa que presentan, superior al límite legal (Serra y Ventura 1995). Chandler (1977) encontró mieles florales australianas también con un contenido en sacarosa superior al cinco por ciento establecido por la legislación para mieles florales, pero al constatar que se trata de mieles no adulteradas, suponen que es debido a la composición anormal en azúcares de esas mieles. Se ha observado que estos altos porcentajes pueden disminuir durante el almacenamiento (Huidobro y Simal 1985, Serra *et al.* 1987). En cambio las mieles de eucalipto presentan un bajo contenido en sacarosa, significativamente diferente a otras mieles monoflorales españolas (Serra *et al.* 1987, Serra y Cañas 1988).

#### **d. Índice de acidez**

La acidez es un criterio importante de calidad. La fermentación de la miel causa un incremento de la acidez. Por ello, que resulta fijar un máximo de acidez como requisito (IHC 2004).

Actualmente existe evidencia de la acidez de la miel y se debe a la existencia de al menos veinte ácidos orgánicos en la miel: ácido acético, cítrico, láctico, málico, oxálico, succínico, butírico, fórmico, hidroclorehídrico, fosfórico, piroglutámico y glucónico, entre otros. El ácido glucónico es considerado el principal ácido de la miel y que es formado a partir de la glucosa por acción de ciertas enzimas (Simal y Huidobro 1984, Louveaux 1985, Belitz y Grosch 1997).

Según Graça, citado por Zandamela (2008), los ácidos de la miel se originan fundamentalmente a partir de las transformaciones de los azúcares por las secreciones de las glándulas salivares de la abeja que producen los procesos enzimáticos y fermentaciones. Esta acidez se debe a la presencia de ácidos orgánicos en equilibrio con sus lactonas y a algunos iones inorgánicos como fosfatos, cloratos y sulfatos, cuyos ácidos correspondientes son constituyentes de la miel (Pérez-Arquillué *et al.* 1994).

El Codex Alimentarius (FAO/WHO 2001) establece que el contenido de ácidos libres no debe ser mayor de 50 miliequivalentes por kilogramo de miel. La Norma Técnica Peruana (INDECOPI 1994) establece 40 miliequivalentes de ácido por 1000 g de miel como máximo.

Según Ortiz (1980), las mieles procedentes de Alcarria (España), contienen acidez titulable de 25,5 - 32,2 miliequivalentes por 100 gramos. Por otro lado, Subovsky *et al.* (2000), mencionan que un valor elevado de acidez puede deberse a la escasa maduración de la miel, mientras que un menor valor puede ser debido a una buena maduración.

Cherchi *et al.*, citado por Zandamela (2008), encontraron una gran variabilidad en la composición cuantitativa y cualitativa de la fracción ácida, debida posiblemente a los diferentes orígenes de la miel. En ella se pueden distinguir tres tipos de acidez: libre, lactónica y total. Esta última es la suma de la libre y la lactónica. La relación acidez

lactónica /acidez libre es la que más orienta sobre el origen botánico de la miel: floral o de mielada (Sancho *et al.* 1991)

#### **e. pH de la miel**

El pH de la miel oscila entre 3,4 y 6,1 con una media de 3,9. Esta variación depende de la procedencia botánica, siendo generalmente inferior o igual a cuatro para mieles de tipo floral y superior a este valor para las mieles de mielada (Simal y Huidobro 1984, Frias y Hardisson 1992, Maidana 2005).

La medida del pH nos permite conocer la medida actual de la acidez, lo que contribuye a dar estabilidad a este alimento frente a ataques microbianos (Sancho *et al.* 1991).

Se halla muy condicionado por el contenido de sales minerales, en especial el potasio, el sodio y calcio (Crane 1975) y en mieles de mielada pueden aumentar su valor debido al efecto regulador de las sales tampones que contienen (Louveaux 1985).

Las mieles de pH bajo (tipo lavanda de pH comprendido entre 3,4 y 3,6) se degradan más fácilmente, su conservación será: temperatura fresca, calentamiento moderado y perfectamente controlado (Prost 1995).

#### **f. Cenizas y minerales**

El porcentaje de minerales en la miel es muy bajo en comparación con otros componentes; sin embargo, existen una gran variedad siendo el potasio el elemento más común, correspondiendo prácticamente a un tercio del contenido en cenizas, seguido por el sodio con una décima parte. Por otro lado, se ha determinado que el potasio es el elemento más abundante en la miel seguido de cloro, azufre, sodio, fósforo, magnesio, silicio, hierro y cobre. Estos componentes la convierten en un producto con un valor alimenticio superior a los azúcares refinados y jarabes (White 1978, Sancho *et al.* 1991, La Serna *et al.* 1999). Además, influyen en su color y en el sabor, de modo que las mieles con una mayor cantidad de cenizas son más oscuras y de sabor más fuerte (Sancho *et al.* 1991).

El contenido de cenizas es un criterio de calidad para evaluar el origen botánico de la miel de abejas. Las mieles florales poseen un contenido de cenizas menor que las mieles de

mielada. Actualmente esta determinación suele reemplazarse por la medición de conductividad eléctrica. El contenido de cenizas puede mantenerse como un factor de calidad durante un período de transición, hasta que la conductividad sea aceptada como un estándar a nivel mundial (Avallone *et al.* 1999).

La determinación de cenizas se hace básicamente por el procedimiento de incineración. Generalmente se relaciona el contenido en cenizas con el origen de la miel: floral o mielada; siendo superior en estas últimas. Según Anónimo, citado por Zandamela (2008), el contenido máximo de cenizas es 0,6 por ciento para las mieles florales y uno por ciento para las de mielada. Las mieles de abejas alimentadas artificialmente presentaban una miel con contenidos menores en potasio y mayores en calcio que en mieles de flores. (White 1978; Mostafa *et al.*, citado por Zandamela 2008).

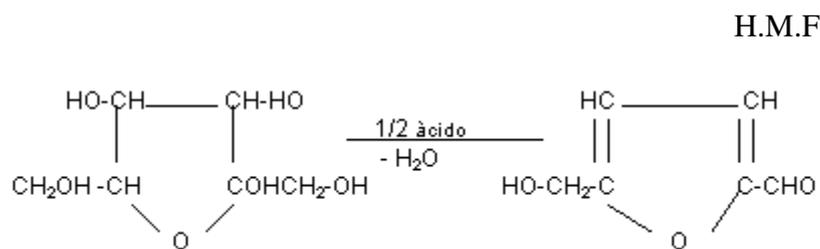
#### **g. Hidroximetilfurfural**

El hidroximetilfurfural (H.M.F.) no es un componente normal de la miel sino que es un aldehído cíclico que se forma a temperatura ambiente por deshidratación de la fructosa en medio ácido (valor medio de pH 3,9), proceso que se acelera con el calentamiento o el almacenamiento a elevadas temperaturas (White y Siciliano, citados por Zandamela 2008). Además, esta degradación de los azúcares se produce en presencia de ácidos libres (Ramírez-Cervantes *et al.* 2000, Subovsky *et al.* 2002).

Su presencia produce oscurecimiento por interrelaciones con compuestos aminados y azúcares, sufriendo polimerización y reordenación tanto en presencia como en ausencia de oxígeno (Jeuring y Koppers 1980; Moreno y De la Torre, citados por Zandamela 2008).

El H.M.F. es producto de la deshidratación y la degradación térmica de los azúcares, son reacciones catalizadas por los ácidos y bases. Las hexosas dan lugar a 2-furaldehído como principal producto de la degradación, mientras que las cetohechosas dan lugar a 5-hidroximetil-2-furaldehído (H.M.F.) y otros compuestos tales como el 2-hidroxiacetilfurano e isomatol (Whistler y Roy 1993; mencionado por Montenegro *et al.* 2005).

En la figura 1 se presenta la deshidratación de la cetohechosas para formar el hidroximetilfurfural (H.M.F.).



**Figura 1: Deshidratación (simplificada) de cetoheptosas para formar H.M.F en la miel de abeja.**

La miel recién extraída contiene muy poca cantidad de hidroximetil furfural y si es almacenada a una temperatura media de 12 °C - 15 °C, el aumento anual de hidroximetilfurfural es mínimo (Montenegro *et al.* 2005). Según White *et al.* (1964), algunos investigadores mostraron que para alcanzar 3 mg de H.M.F. en 100 g de miel, las mieles necesitan ser sometidas a 20 °C durante 300 días, a 32 °C durante 60 días, a 52 °C por 3 días y a 71 °C por 4 horas.

Bosch y Serra (1986) y Bogdanov *et al.* (2004) indican que estudios realizados en mieles provenientes de zonas cálidas y tropicales han demostrado que éstas poseen un mayor contenido de H.M.F. que mieles de zonas no tropicales.

El hidroximetilfurfural es un excelente indicador para apreciar la calidad y la frescura de la miel, pero no para utilizarlo como una medida de origen botánico (Schweitzer y Celam, mencionado por Montenegro *et al.* 2005)

Actualmente, se admite hasta un máximo de 40 mg/kg, en general y un 80 mg/kg para climas tropicales. Se ha demostrado que la tasa de formación de H.M.F. está relacionada directamente con la humedad y el contenido inicial del mismo en la miel (Schade *et al.*, citados por Zandamela 2008). También la acidez ejerce un efecto positivo en su formación, como se ha comprobado en mieles suizas calentadas con una baja tasa de H.M.F., debido a su alto pH (4,5-5,0) (Hadorn *et al.*, citados por Zandamela 2008). En climas tropicales, las temperaturas de la colmena pueden ser altas y la miel que queda en la colmena después del flujo de néctar puede llegar a tener un alto grado de H.M.F. Un argumento similar se puede aplicar a las enzimas (Crane 1985).

El Codex Alimentarius (FAO/WHO 2001) establece un máximo de H.M.F. de 80 mg/kg de

miel y mezclas de estas mieles, debido a que el H.M.F. aumenta más rápido en países tropicales.

La Norma Técnica Peruana establece un contenido de 80 mg H.M.F./kg de miel como máximo (INDECOPI 1999).

#### **h. Actividad de la diastasa**

El origen de la diastasa y otras enzimas de la miel están en la secreción protéica de las glándulas hipofaríngeas que la abeja obrera añade al néctar en el buche (Avallone *et al.* 1999, Maidana 2005)

El grado de frescura de la miel es valorado mediante la medida de dos índices: actividad diastásica y contenido en hidroximetilfurfural. Aun cuando el contenido enzimático no es considerado de utilidad para evaluar la calidad de la miel en algunos países (White 1992), en Europa la actividad diastásica y el hidroximetilfurfural de la miel siguen siendo utilizados en la evaluación de la frescura de la miel (Hardon *et al.*, Anónimo 2003, citados por Zandamela 2008) y ambos pueden ser usados como indicadores del procesado de la miel y de las condiciones de almacenamiento (Huidobro *et al.* 1995). El procesado de la miel lleva consigo tratamiento con calor, lo que hace disminuir las enzimas y aumentar el contenido en hidroximetilfurfural (Sanz *et al.* 1994, Huidobro *et al.* 1995).

Factores como la edad, la función de la abeja en la colmena, la hormona juvenil, la alimentación, el tipo de polen, etc. influyen decisivamente en la capacidad de secreción enzimática de las glándulas hipofaríngeas e indirectamente en el contenido final en diastasas de la miel (Maidana 2005).

Con respecto al índice de actividad diastásica en la miel, existe una gran variabilidad y mieles frescas de distinto origen floral presentan valores muy diferentes. Por otro lado, algunos tipos de mieles se caracterizan por poseer baja o alta actividad diastásica de forma natural (Maidana 2005).

La actividad de diastasa varía según el origen botánico de la miel, el mínimo de ocho unidades de diastasa (establecido por el Códex) ha resultado útil como estándar de calidad,

pero se debe tener en cuenta que algunas mieles monoflorales poseen una actividad diastásica baja por naturaleza (IHC, citado por Zegarra). En mieles florales norteamericanas White *et al.*, citados por Polaino (2006), encontraron valores muy superiores para este índice llegando a alcanzar el 61,2 grados Gothe. Huidobro *et al.* (1995) obtuvieron valores comprendidos entre 2,3 y 26,7 grados Gothe en mieles de noroeste de España.

La Norma Técnica Peruana establece un índice de diastasa de tres como mínimo en la escala de Gothe, para todas las mieles (INDECOPI 1999).

#### **i. Actividad de la glucoxidasa**

La glucoxidasa es una enzima oxidante, en la miel produce gluco lactona y peróxido de hidrógeno. La gluco lactona puede posteriormente pasar a ácido glucónico, que está en equilibrio con la lactona (Bianchi 1990). Esta reacción de transformación es lenta en mieles muy densas, pero rápida en mieles fluidas, dependiendo la cantidad de ácido obtenida del tiempo que transcurre entre la recolección del néctar y el máximo llenado del panal, del volumen del flujo del néctar, de su calidad, etc. (Graça, citado por Zandamela 2008)

Bianchi (1990) clasifica la actividad enzimática de la glucoxidasa por comparación del grado de coloración con el testigo y clasifica en cinco grados (elevado, regular, escaso, vestigios y nula). El grado elevado presenta los 4 - 5 tubos de coloración no inferior al testigo, regular 3 tubos de grado no inferior al testigo, escaso 2 tubos de coloración no inferior al testigo, vestigios un tubo no inferior al testigo y nula no presenta reacción.

#### **j. Glucosa comercial**

La incorporación de la glucosa comercial a la miel no sólo representa una razón de orden económico, sino también que la miel mantenga un aspecto transparente y no permitir la cristalización gracias a la dextrina. Para que la glucosa posea estas propiedades, debe contener por lo menos un 25 por ciento de dextrinas, si las cantidades son menores, la glucosa tiende a cristalizar (Bianchi 1990).

Según Camayo y Roque (1989), la adulteración de la miel por agregados de glucosa

comercial se pone en evidencia por la presencia de dextrinas (azúcares superiores), si se acidula la solución de miel con ácido clorhídrico y se le mezcla luego con alcohol ésta no reacciona a diferencia de las dextrinas del almidón que sí reacciona.

La expresión de los resultados se dan en cuatro formas de acuerdo a las reacciones posibles: (a) negativa, mezcla límpida u opalescencia muy débil; (b) positiva, turbidez franca, líquido opaco; (c) Positivo fuerte, enturbiamiento lechoso, precipitación; (d) dudosa, opalescencia débil (Bianchi 1990).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA MIEL DE ABEJA

La miel es un alimento de humedad intermedia, presenta una flora que se adapta a las condiciones poco favorables para el crecimiento en este producto debido a un pH ácido, humedad y actividad de agua (Aw) bajas, una elevada viscosidad, concentración en azúcares y presión osmótica altas, por lo que la hacen un sustrato poco apto para el desarrollo microbiano, aunque la supervivencia en ella es posible (Zandamela 2008).

La miel, tiene una flora microbiana original que le es propia, introducida por las abejas, como esporas de diversas especies de bacilos, mohos, levaduras banales u osmófilas (Pérez- Arquillué y Jimeno 1985, Bartoli 1994, Madrid *et al.* 1994). Además de la microflora original, otros microorganismo pueden incorporarse al alimento dependiendo de las condiciones de obtención, en la que influiría el propio hombre, las manipulaciones, los locales, los aparatos, los recipientes, los insectos predadores, roedores, animales de compañía los cuales pueden aportar una contaminación secundaria a tenerse en cuenta por la presencia de gérmenes patógenos como *Salmonella* (Zandamela 2008).

Entre los gérmenes patógenos para la abeja, que pueden pasar a la miel, se encuentran *Bacillus larvae*, *Bacillus alvei*, *Aspergillus flavus*, *Ascospheara apis*, *Ascospheara alvei* (Pérez- Arquillué y Jimeno 1985), *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringes* o *C. botulinum*, (Snowdon y Cliver 1996). Las levaduras osmófilas (capaces de crecer a elevadas concentraciones de azúcar) se han hallado en el suelo del colmenar, procedentes de la cera, néctar y abejas muertas (Salamanca *et al.* 2001b). Según Estupiñán *et al.* (1998), la miel es un alimento muy seguro respecto a los peligros y riesgos sanitarios comunes que rodean a

los alimentos tradicionales artesanales, pero es susceptible de alterarse merced a los posibles cambios ocurridos cuando han existido anomalías durante el procesado, envasado o conservación. Los principales grupos de bacterias en la miel que madura son especies de *Gluconobacter* y *Lactobacillus*, que desaparecen de la miel cuando el contenido de agua desciende al 18 por ciento aproximadamente (Ruiz y Rodríguez 1975).

El crecimiento de mohos y levaduras en la miel es de gran importancia por las grandes pérdidas económicas que produce y por ser la causa de alteración más frecuente durante el almacenamiento (Jiménez *et al.* 1994; Snowdon y Cliver, citados por Zandamela 2008). Los mohos más comunes pertenecen al género *Penicilium* y *Mucor*. Las levaduras son fundamentalmente osmófilas, pertenecientes al género *Saccharomyces*.

La miel posee efecto inhibitorio contra más de 60 especies de bacterias incluyendo aerobios y anaerobios, Gram-Positivas y Gram-Negativas (Olaitan *et al.*, citados por Rodríguez 2012).

Ruiz Argüeso y Rodríguez Navarro, citados por Baldi (2010), indican que los dos principales grupos de bacterias existentes en el néctar durante la fase de maduración para convertirse en miel pertenecen a los géneros *Gluconobacter* y *Lactobacillus*.

Se comprobó que la miel contiene lisozima, enzima que ejerce una acción bacteriostática y lítica sobre la mayoría de las bacterias gram-negativas (Baldi 2010).

Prost (1995) señala que las mieles no deberían tener más de  $1 \times 10^4$  ufc/g de bacterias aerobias mesófilas viables (BAMV) y no más de  $1 \times 10^2$  ufc/g de mohos y levaduras, además, Proença (2002) menciona que la miel deberá satisfacer las siguientes normas microbiológicas: ausencia de gérmenes patógenos, o toxinas patógenas, *enterobacteriaceae* totales, *E. Coli* (ufc/g) y *Salmonella-Shigella* (ufc/25 g).

## **2.6 CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA MIEL DE ABEJA**

Actualmente existe un interés en la valoración comercial de la miel que ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas con la toma de conciencia por parte del sector apícola, de que las características organolépticas son las que determinan, la

aceptabilidad de la miel por el consumidor final (Arrabal y Ciappine 1999).

Los métodos sensoriales son empleados fundamentalmente en dos direcciones: la primera consiste en analizar, describir y cuantificar las características necesarias suficientes de aspecto, textura, sabor, color y aroma del producto. La segunda, tiene como finalidad de establecer las reacciones de los consumidores a los productos que presenten características previamente definidos como la aceptabilidad y la preferencia. Estas sensaciones que experimenta el individuo al contacto con la miel, depende de la fisiología del individuo, aspectos culturales, disponibilidad y factores económicos. En consecuencia las pruebas deben realizarse exclusivamente con evaluadores entrenados (Arrabal y Ciappine 1999).

Según Sancho *et al.* (1999), las sensaciones de la miel que produce en el catador deben separarse en cuatro grupos: visuales, olfativas, gustativas y táctiles; deben obtenerse a lo largo del proceso de degustación. En la primera fase, la visual, se hace una apreciación del aspecto general, donde entran en consideración todas las características que configuran la miel; es decir, homogeneidad, impurezas, fluidez, color y cristalización, para lo cual se debe tomar la copa por el pie y observar su contenido directamente, en sentido contraluz y con iluminación inclinada, haciéndola rotar suavemente para verificar la viscosidad de la miel. La segunda fase, es olfativa y en ella el catador deberá apreciar el olor característico de la muestra, esparciendo, por rotación la miel sobre las paredes de la copa y olfateándola. La práctica aconseja realizar inicialmente respiraciones lentas y a distintas velocidades con diferentes ritmos para poder detectar, si existen olores secundarios. Las impresiones gustativas y táctiles se obtienen de la tercera fase, de sensación de boca, que quedarán registradas en la hoja de cata. Una primera porción de miel es llevada a la boca, sobre la lengua, donde se diluye con saliva y se deglute lentamente para percibir el gusto, aroma y el resto de sensaciones bucales, pero sin atender las sensaciones táctiles. Una segunda porción se aplasta entre la lengua y el paladar, evaluando la viscosidad, adhesión, tamaño, forma, consistencia y solubilidad de eventuales cristales.

La apariencia general de la miel es evaluada a través de las impurezas, la nitidez, la fluidez, el color, la homogeneidad y la cristalización. Las características olfativas miden un conjunto de olores principales y secundarios que se perciben por el olfato y se pueden distinguir las mieles monoflorales o multiflorales. En estas características se puede calificar la intensidad y orden de percepción, identidad del olor, si es reconocido, y

analogías con otros olores previamente identificados. Las características gustativas se perciben a través del sabor, el aroma y la persistencia y el retrogusto. Finalmente, las características táctiles se evalúan a través de la pegajosidad y el grado de cristalización (Sancho *et al.* 1999, Gómez 2004).

En las mieles las principales características a evaluar son: (a) el sabor; sin duda permite establecer el origen floral de una determinada producción. En este sentido existen mieles prácticamente insípidas, especialmente algunas muy blancas y otras muy «aromáticas» o de sabor muy fuerte y otras muy suave, característico de alguna floración. Esto es importante a la hora de la comercialización puesto que localmente una miel con mucho aroma puede ser apetecida sin embargo en el mercado mundial, que tiene preferencias muy variadas, no necesariamente puede tener aceptación. (b) El aroma de la miel es también otro parámetro que puede indicar el origen floral y consecuentemente regional de una producción (Crane 1990). En general es un parámetro más débil, sin embargo es utilizado para reconocer problemas como la fermentación de una miel cosechada muy «verde» o con bajo porcentaje de operculación (c) El color se aprecia visualmente para determinar origen floral, aun cuando en un examen posterior se utilice el Colorímetro de Pfund para medirlo. En términos generales existen mieles claras, oscuras, y muy oscuras como las denominadas *Honeydew* o de «pulgonos». (d) La textura de la miel es un atributo que se refiere al estado y tipo de cristalización (Root 2003).

La información recibida en el análisis sensorial permite interpretar los defectos y las cualidades de la miel, desde un punto de vista visual, olfativo, gustativo y táctil (Gonnet y Vache 1979).

## **2.7 NORMAS RELATIVAS A LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LA MIEL**

Cada país tiene sus propias disposiciones respecto de los parámetros que serán aceptados para definir si una miel cumple o no con lo mínimo para considerarse de calidad (Soto 2008). Es por esta razón que en el cuadro 5 se presentan los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (INDECOPI 1999) que guarda algunas diferencias con la del Codex Alimentarius (cuadro 6).

**Cuadro 5: Parámetros de calidad de la miel según la Norma Técnica Peruana 209.168.**

a) Contenido de humedad	
Mieles no indicadas a continuación	21% como máximo
Miel de brezo ( <i>calluna</i> )	23% como máximo
Miel de trébol ( <i>trifolium</i> )	23% como máximo
b) Contenido de azúcar reductor (glucosa y fructosa)	
Mieles no indicadas a continuación	65% como mínimo
Miel de mielada	60% como mínimo
c) Contenido aparente de sacarosa	
Mieles no indicadas a continuación	5% como máximo
Miel de mielada, mezclas de miel de mielada y miel de flores.	10% como máximo
d) Acidez	40 miliequivalentes de ácido por 1000 gramos como máximo
e) Sustancias minerales (cenizas)	
Mieles no indicadas a continuación	0,6% como máximo
Miel de mielada o una mezcla de miel de mielada y miel de flores	1,0% como máximo
f) Contenido de hidroximetilfurfural	80 mg/kg como máximo
g) Actividad de la diastasa	3 índice de diastasa (ID) como mínimo
h) Contenido de sólidos insolubles en agua (agua destilada)	
Mieles distintas de la miel prensada	0,1% como máximo
Miel prensada	0,5% como máximo

**FUENTE:** Tomado de INDECOPI 1999

**Cuadro 6: Parámetros de calidad de la miel según Codex Alimentarius**

a) Contenido de humedad	
Mieles no indicadas a continuación:	no más del 20%
Miel de brechina ( <i>Calluna sp.</i> )	no más del 23%
b) Contenido de azúcares	
Contenido de fructosa y glucosa ( suma de ambas)	
Mieles no indicadas a continuación:	no menos que 60 g/ 100 g
Miel de mielada, mezcla de miel de mielada con miel de flores	no menos que 45 g/ 100 g
Contenido de sacarosa	
Mieles no indicadas a continuación:	no más que 5 g/ 100 g
Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ), <i>Citrus spp.</i> , falsa acacia ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ), «french honeysuckle» ( <i>Hedysarum spp.</i> ), «menzies banksia» ( <i>Banksiamenziesii</i> ), «Red Gum» ( <i>Eucalytus camaldulensis</i> ), «Leatherwood» ( <i>Eucryphia lucida</i> ),	no más que 10 g/ 100 g
Lavanda ( <i>Lavandula spp.</i> ), borraja ( <i>Borago officinalis</i> )	no más que 15 g/ 100 g
c) Contenido de sólidos insolubles en agua	
Mieles distintos de la miel prensada	no más que 0,1 g/ 100 g
Miel prensada	no más que 0,5 g/ 100 g
d) Acidez libre	
	no más que 50 miliequivalentes de ácido por 1000 gramos
e) Actividad de diastasa	
Determinada después del proceso y/o mezcla	no menos que 8° Gothe
Mieles con un contenido bajo de enzima en forma natural	no menos que 3° Gothe
f) Contenido de hidroximetilfurfural	
Determinado después del proceso y/o mezcla	no más que 40 mg/kg
Miel de países o regiones con temperaturas de ambiente tropical y mezclas de estas mieles	no más que 80 mg/kg
g) Conductividad eléctrica	
Mieles no indicadas a continuación y mezclas de estas mieles:	no más que 0,8 mS/cm

«continuación»

Miel de mielada y miel de castaño; y mezcla de estas, excepto:	
« <i>Strawberry tree</i> » ( <i>Arbutus unedo</i> ), « <i>bell heather</i> » ( <i>Erica spp.</i> ), <i>eucalyptus</i> , « <i>lime</i> » ( <i>Tilia spp.</i> ), « <i>ling heather</i> » ( <i>Calluna vulgaris</i> ), « <i>manuka or jelly bush</i> » ( <i>Leptospermum spp.</i> ), « <i>tea tree</i> » ( <i>Melaleuca spp.</i> )	no menos que 0,8 mS/cm

**FUENTE:** Tomado de FAO/WHO 2001

## **2.8 NORMAS RELATIVAS A LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA MIEL**

### **2.8.1 HIGIENE**

La miel como producto para consumo humano deberá estar exenta de moho visible y de sustancias inorgánicas y orgánicas extrañas a su composición, tales como insectos, restos de insectos, larvas o granos de arena, no deberá contener sustancias tóxicas que deriven de microorganismos o plantas en cantidades que puedan constituir un peligro para la salud (INDECOPI 1999).

Según MINSA (2008), la miel debe cumplir los siguientes requisitos microbiológicos que se indican en el cuadro 7, donde se presenta el límite microbiológico que separan la calidad aceptable de la rechazable. En general: las categorías 1, 2, 3 definen los microorganismos asociados con la vida útil y alteración del producto; las categorías 4, 5, y 6 se encuentran los microorganismos indicadores de higiene en este cuadro. Un plan de muestreo de tres clases se usa cuando se puede tolerar cierta cantidad de microorganismos en algunas de las unidades de muestra.

**Cuadro 7: Requisitos de calidad microbiológica; para la miel, jalea real y similares**

AGENTE MICROBIANO	CATEGORIA	CLASE	n	c	LÍMITES MICROBIO LÓGICOS (ufc/g)	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	$10^3$	$10^4$
Anaerobios sulfito reductores	5	3	5	2	$10^2$	$10^3$
Mohos	2	3	5	2	10	$10^2$

**FUENTE:** Tomado de MINSA 2008

Según Norma Microbiológica Europea para la miel destinado al mercado Español y la Unión Europea (European Commission 2002), se hace referencia a la Norma Microbiológica aplicable a mieles especificándose la condición máxima de  $1,10^4$  col/g para el recuento de colonias Aerobias mesófilas ( $31\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ ) y ausencia para *Enterobacteriaceae* total, específicamente ausencia en 25 g de miel para el caso de *Salmonella-Shigella*, mientras en el caso de los mohos un máximo de  $1,10^2$  ufc/g; como se muestra en el cuadro 8.

**Cuadro 8: Norma microbiológica aplicable a mieles, según estándar europeo**

GRUPOS DE MICROORGANISMOS	MICROORGANISMOS POR GRAMO DE MIEL (ufc/g) RESULTADOS ANALÍTICOS LÍMITE LEGAL
Aerobios mesófilos	$1,10^4$
Enterobacteriaceae total	Ausencia
Escherichia coli	Ausencia
Salmonella-Shigella	Ausencia/ 25 g
Mohos , Levaduras totales	$1,10^2$

**FUENTE:** Tomado de Simal *et al.*, citados por Salamanca y Serra 2001

## **2.9 CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE CAMPO VERDE Y PUCALLPA**

### **2.9.1 FISIOGRAFÍA Y SUELOS**

La fisiografía es relativamente plana con pendientes de cinco por ciento desde Pucallpa a Neshuya, aproximadamente, incluyendo la zona de Nueva Requena. Los suelos se caracterizan por su aptitud para la producción forestal en un 76,5 por ciento, incluye las áreas protegidas encontrándose dos ecosistemas básicos: terrenos inundables de origen aluvial para cultivos temporales y permanentes, y aquellos terrenos no inundables para el desarrollo de cultivos agroindustriales y frutales nativos (CTARU/IIAP 1999).

Se considera que el lado izquierdo de la carretera Federico Basadre, de Lima a Pucallpa, entre los kilómetros 33 y 34, los suelos son fértiles y extremadamente ácidos, información que concuerda con Sanchez, citado por Velásquez (2007). También presentan bajos contenidos de nitrógeno y fósforo, sin embargo, con un alto contenido de potasio, situación que beneficia a la apicultura porque favorece a la floración y secreción del néctar de las plantas (Zevallos y Pérez 1990).

### **2.9.2 HIDROGRAFÍA**

Ucayali se caracteriza por la abundancia de recursos hídricos, las aguas de escorrentía forman la red hídrica cuya troncal pertenece a la cuenca del río Ucayali (GOREU, citado por Velásquez 2007).

El volumen de agua escurrida en la región se estima en 43 mil millones de m<sup>3</sup>, que representa el 26 por ciento de total nacional de agua dulce. El sistema pluvial tiene una extensión de 3064 km y su cuenca hidrográfica está formada por 502 ríos y afluentes hasta de quinto orden (GOREU citado por Velásquez 2007).

### **2.9.3 ZONA DE VIDA**

Velásquez (2007) determinó dos zonas de vida:

- Bosque húmedo Premontano Tropical (bh - PT).
- Bosque húmedo Tropical (bh - T)

## 2.9.4 VEGETACIÓN CULTIVADA Y SILVESTRE

De acuerdo con el inventario forestal realizado en los bosques de Pucallpa - San Alejandro; Zevallos y Pérez (1990) clasificaron a la vegetación considerando su origen y el uso actual de la tierra, tales como:

### a. Agrícola

Constituida por aquellas plantas cultivadas para la alimentación humana, de períodos anuales, bianuales o permanentes y comprenden la yuca (*Manihot esculenta*), plátano (*Musa spp*), maíz (*Zea mays*), Arroz (*Oriza sativa*), pimienta (*Piper nigra*), palto (*Persea americana*), cacao (*Theobroma bicolor*), limón (*Citrus limonium*), naranja (*Citrus sinensis*), granadilla (*Passiflora edulis*), entre otras, que representan el 6,98 por ciento de la superficie de los bosques secundarios existentes en Pucallpa.

### b. Pastos y pasturas

Constituida por especies herbáceas que sirven para la alimentación del ganado vacuno. Estas están conformadas por pastos cultivados y naturales que se ubican en área de cultivo agrícola y pasturas abandonadas y comprende el kudzu (*Pueraria phaseoloides*), alfalfa tropical (*Stylosantes guyanensis*), braquiaria (*Brachiaria decumbens*), torourco (*Paspalum conjugatum*), pasto castilla (*Panicum maximum*), entre otros. Esta asociación vegetal representa el 36,50 por ciento de la superficie total de los bosques secundarios.

### c. Bosque secundario

Esta asociación está constituida por vegetación arbórea y arbustiva sobre áreas que fueron completamente taladas y está formado por las siguientes especies guaba (*Inga sp*), Sharamasho (*Asteraceae*), ocuera negra (*Verminia sp*), shimbillo (*Inga sp*), anayo caspi (*Cordia nodosa*), quiyosisa (*Rosaceae*), paujil chaqui (*Connarus sprucei*), lausaquiro (*Heliocarpus popayanensis*), entre otros.

### d. Bosque alto

Comprende la vegetación arbórea primaria que no ha sido talada completamente sino aprovechada selectivamente, y que constituye la fuente de semillas para la repoblación de la vegetación secundaria.

**e. Bosques hidromórficos**

Constituida por vegetación natural que se presenta sobre suelos mal drenados y fuertemente gleysados como: aguaje (*Mauritia flexuosa*) y huasai (*Euterpe sp*), ceticos (*Cecropia spp*).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIAL EXPERIMENTAL**

##### **3.1.1 ZONA DE PRODUCCIÓN APÍCOLA DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO**

Para escoger la zona a estudiar se utilizó el volumen de miel producida, las características de la flora apícola y el mapa de zonificación ecológica y económica de la cuenca del Aguaytía (CTARU/IIAP 1999).

El estudio se realizó disponiendo de 10 colmenas patrones en los Distritos de Campo Verde y Pucallpa, localizados en la zona noroeste de la provincia de Coronel Portillo, que se encuentra geográficamente ubicada en las coordenadas 74°48'16,8" longitud oeste y 8°28'31,8", latitud sur, desde el Km 6 hasta el km 50 de la carretera Federico Basadre, a una altitud de 200 m.s.n.m.

El área abarcó aproximadamente 1600 ha, que corresponde a las seis zonas seleccionadas para el muestreo de la miel de abejas.

El área de estudio corresponde al Bosque Tropical Semi Siempreverde Estacional (Cochrane 1992). De acuerdo a la información recopilada en cuatro de las cinco estaciones meteorológicas existentes en la región, entre los años 2000 y 2004, la provincia de Coronel Portillo presenta un clima predominante cálido-húmedo, con dos estaciones marcadas seca y lluviosa. La temperatura se encuentra entre los 21,26 °C y 31,62 °C, siendo la media anual de 25,5 °C. La humedad relativa anual está en el orden de 83 por ciento. La precipitación total anual esta entre 1535 - 2100 mm/año, con un promedio anual de 1452 mm/año (UNU 2006).

Se considera que el lado izquierdo de la carretera Federico Basadre, de Lima a Pucallpa, entre los kilómetros 33 y 34, los suelos son fértiles y extremadamente ácidos, información que concuerda con Sánchez, citado por Velásquez (2007); también presentan bajos contenidos de nitrógeno y fósforo, sin embargo, con un alto contenido de potasio, situación que beneficia a la apicultura porque favorece a la floración y secreción del néctar de las plantas (Zevallos y Pérez 1990).

### **3.1.2 PRODUCCIÓN Y RECOLECCIÓN**

La determinación de la flora apícola se realizó a partir de los estudios de Zevallos y Pérez (1990), De la Cruz (1993) y Velásquez (2007). En base a estos estudios fue posible establecer y determinar la flora apícola de las seis zonas estudiadas (cuadro 9).

Se establecieron seis zonas representativas en base al volumen de miel que se produce y flora melífera existente; las principales características de estas zonas son las siguientes:

#### **a. Zona 1**

Volumen de miel que se produce: 2400 kg anuales. La localidad es Nueva Requena, está ubicada en el Km 17,2 de la carretera Nueva Requena. Los meses de mayor floración se encuentran entre Julio a Septiembre. La cosecha de miel se inicia entre los meses de Septiembre y Noviembre. Las principales plantas que conforman la flora apícola en orden de importancia son: kudzu, sacha-granadilla, pastos castilla, shimbillo, pega pega, maíz, caimito, guaba, pijuayo, etc.

#### **b. Zona 2**

Volumen de miel que se produce: 1800 kg. Anuales. La localidad de Santa Rosa está ubicada en el km 50 de la carretera Federico Basadre. La mayor floración se encuentra entre Julio a Septiembre. La cosecha de miel se realiza entre los meses de Septiembre y Octubre. Las principales plantas que conforman la flora apícola en orden de importancia son: sinchi pichana, guayaba, granadilla, kudzu, braquiaria, pega pega, maíz, mandarina y guaba entre otros.

#### **c. Zona 3**

Volumen de miel que se produce: 1200 kg anuales. La localidad Palmeras del Ucayali está ubicada en el km 4 de la carretera Federico Basadre, interior 3. Los meses de mayor

**Cuadro 9: Especies que conforman la flora apícola de Campo Verde y Pucallpa, productos de extracción de néctar y polen por las abejas y grado de calificación según su producción y meses de floración**

Nº	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIÉNTIFICO	PRODUCTO	CALIFICACIÓN	MESES DE FLORACIÓN
1	Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i>	P	R	EFMAMJJASOND
2	Achiote	<i>Bixa orellana</i>	P	B	
3	Alfalfilla	<i>Stylosantes guyanensis</i>	N	B	EFMAM
4	Algodón	<i>Gossium barbadense</i>	NP	ES	-
5	Amor seco	<i>Bindens pilosa</i>	NP	ES	EFM
6	Anacya sinchi pichana	<i>Sida acuta</i>	NP	B	DEFMAMJ
7	Anayo caspi	<i>Cordia nodosa Lam</i>	NP	B	
8	Anona	<i>Anona muricata</i>	N		
9	Añallu caspi	<i>Cordia ucayaliensis</i>	N	R	ASO
10	Arco Sacha	<i>Ludwigia sp</i>	N	B	ASO
11	Arroz	<i>Oryza sativa L</i>	P	R	DEFM
12	Atajo	<i>Trema micranta</i>	N	B	D
13	Auca atadijo	<i>Croton lessmannii</i>	NP	EX	MJJASO
14	Ayranpo	<i>Phytolacca rivinoides</i>	N	R	
15	Baraná	<i>Banara sp</i>	P		
16	Boa saccha	<i>Commena sp</i>	N		EFAMJJ
17	Brachiaria	<i>Brachiaria decumbens</i>	P	B	DEFMAM
18	Bubinsabna	<i>Calliandra angustifolia</i>	P	R	
19	Cacao	<i>Theobroma cacao var. Typica</i>	NP	B	
20	Café	<i>Coffea arabica</i>	N		
21	Caimito	<i>Pouteria caimito</i>	N	B	JJA
22	Camu	<i>Myrciaria dubia (Kant)</i>	NP	EX	
23	Carambola	<i>Averrhoa carambola L.</i>	N	B	

«continuación»

24	Cetico	Cecropia membreneceae	P	ES	NDEFMAM
25	Clavito	<i>Ludwigia sp</i>	N	EX	EFMAMJJASOND
26	Coca	<i>Erythoxylum coca</i>	NP	B	FAS
27	Coconilla	<i>Salanum sp</i>	N	B	
28	Colmiñon	<i>Vitex klugii</i>			
29	Cordoncillo	<i>Piper hispinun</i>	P	ES	JASOND
30	Diente de leon	<i>Asteraceae</i>	NP	EX	ASON
31	Frejol de palo	<i>Cajanus cajan</i>	N	R	AM
32	Gramalote	<i>Echinocloa polytachya</i>	P		JJA
33	Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i>	NP	ES	DEFM
34	Guaba	<i>Inga edulis</i>	N	EX	DEFMAM
35	Guasjyabilla	<i>Ludwigia sp</i>	NP	EX	
36	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	N	R	ENFMA
37	Hoja lija	<i>Petrea sp</i>	N		
38	Hualaja	<i>Zanthoxylum sp</i>	N	R	
39	Huaman samana	<i>Jacaranda copaia</i>	NP	R	AM
40	Huamansama	<i>Dytyoloma peruvianun</i>	N		
41	Ika shinbillo	<i>Inga quartenata</i>	N	B	D
42	Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>	NP	EX	MJJASO
43	Lantana	<i>Lantana camara</i>	N	ES	EFMAMJJASOND
44	Lantana	<i>Lantana urticifolia</i>	N	B	FMASOND
45	Lima	<i>Citris medica</i>	N	R	JASO
46	Limón	<i>Citrus limón (L.)</i>	NP	EX	MJJASON
47	Limón agrio	<i>Citrus máxima</i>	NP	EX	AMJJASO
48	Maíz	<i>Zea mays</i>	P	R	
49	Malva	<i>Malachra alceifolia</i>	NP	R	NDEFMAM
50	Malva	<i>Althaea rosea Cav</i>	N	R	
51	Mamey	<i>Mammea americana L.</i>	NP	EX	EFMAMJJASOND

«continuación»

52	Mandarina	<i>Citrus novilis</i>	NP	B	
53	Mango	<i>Mangifera indica</i>	NP	B	JAS
54	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	N	ES	DE
55	Mohenilla	<i>Ocotea sp</i>	P	Es	S
56	Mullaca	<i>Miconia sp</i>	N	ES	
57	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	NP	R	ASO
58	Ñucño pichana	<i>Scoporoa edulis</i>	N	ES	
59	Ocuera	<i>Vernonia cainarachiensis</i>	NP	EX	JJAS
60	Ocuera blanca	<i>Solanun verbascifolium</i>	N	EX	ASO
61	Ocuera negra	<i>Vernonia patens</i>	NP	EX	JJAS
62	Orégano de agua	<i>Hyptis sp</i>			
63	Pacumguilla	<i>Minosa punctulata</i>	P		
64	Pájaro bobo	<i>Thevetia peruviana</i>	NP	B	MJJAS
65	Palillo	<i>Capparis prisea</i>	NP	B	
66	Palma aceitera	<i>Elaeis guineensis</i>	NP	EX	AMJJASON
67	Paloma micuna	<i>Alchonea triplinervia</i>	NP	R	
68	Palto	<i>Persea americana</i>	N	B	ASO
70	Papunga	<i>Wulfia sp.</i>	P	B	EFMAMJ
71	Parapara	<i>Inga punctana</i>	NP	EX	DEFMAM
72	Parapara	<i>Abuta grandifolia</i>	N	R	S
73	Pashaco de bajial	<i>Acacia polyphyla</i>	N	B	MA
74	Pashaquilla	<i>Mimsaceae</i>	NP	R	JASONDEFM
75	Pasto castilla	<i>Panicum maximun</i>	N	B	ASON
76	Paujil chaqui	<i>Tetracera volubilis</i>	NP	EX	JAS
77	Pega	<i>Boerhaavia caribaea Jacq</i>	NP	R	
78	Peine de mono	<i>Apeiba tibourbou</i>	N	R	FMA
79	Pichirina ancha	<i>Vismia amazonica</i>			
80	Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>	P	ES	

«continuación»

81	Pijuayo	<i>Bactris gasipaens Kunth</i>	P	B	
82	Plátano	<i>Musa muricata</i>	NP	B	EFMAMJJASOND
83	Pomarosa mamey	<i>Syzygium malacense</i>	N	B	MASO
84	Retama	<i>Cassia sp</i>	NP	ES	EFMAMJ
85	Retamilla	<i>Crotolaria striata</i>			
86	Sacahuaca	<i>Baccharis floribenda</i>	NP	NP	MJJA
87	Saccha mango	<i>Grias peruviana</i>	N	B	EFMAMJJASOND
88	Saccha verbena	<i>Hyptis mutabilis</i>	N	R	
89	Saccha vervena	<i>Stachytarpheta cayamensis</i>	N	ES	EFMAMJJASOND
90	Sacha granada	<i>Passiflora coccinea</i>	NP	ES	AMJJ
91	Sachaalbaca	<i>Hyptis sp</i>	N		
92	Samango	<i>Apocynaceae</i>			
93	Sangre de Grado	<i>Croton lechlerri</i>	N	ES	ASO
94	Sapo huasca	<i>Mikania cordifolia</i>	N	R	ONDEFMAM
95	Sasha albaca	<i>Hyptis sp.</i>	N	B	
96	Sasha verbena	<i>Medicago falcata L.</i>	NP	B	
97	Sashashoramacho	<i>Ocinum americanum</i>	N	R	
98	Sensitiva resentida	<i>Mimosa pudica</i>	P	B	EFMAMJJ
99	Shimbillo	<i>Inga sp</i>	N	R	OND
100	Shimbillo	<i>Inga marginata</i>	N	B	
101	Shimbillo payrajo	<i>Inga sp</i>	N	EX	OND
102	Shimbilo	<i>Inga sp</i>	N	R	OND
103	Soguilla	<i>Sciadotenia sp</i>	N		
104	Taperiba	<i>Spondias radlkoferi</i>	N		
105	Toronja	<i>Citrus paradasi</i>	NP	B	ASO
106	Torourco	<i>Paspalum conjugatum</i>	P		
107	Trigor	<i>Coix lacryma</i>	N	ES	MA
108	Ucshaquiro	<i>Sclerolobium sp</i>	NP	EX	EFMAMJJASOND

«continuación»

109	Umari	<i>Paraqueiba sericea</i>	NP	B	SOND
110	Verbena del monte	<i>Croton trimitatis</i>	N	ES	
111	Verdolaga	<i>Talinun paniculatum</i>	N	R	MJJASO
112	Yaragua	<i>Hyparrenia rufa</i>	P	R	MJJ
113	Yuca	<i>Manihot esculenja</i>	P	B	
114	Yute	<i>Urima lobata</i>	N	B	MAM
115		<i>Triunfeta sp</i>	P	ES	NDEFMAM

N: néctar, P: polen, NP: néctar y polen, R: regular, B: buena, EX: excelente, ES: especial.

**FUENTE:** Tomado de Velásquez 2007

floración son de Junio a Agosto. La cosecha de miel se efectúa entre los meses de Septiembre y Octubre. Las principales plantas que conforman la flora apícola son: palmeras, pashaquilla, guayaba, peine de mono, mamey, sapo huasca, granadilla, braquiaria, kudzu, ñayo caspe, paugil chaqui, entre otros.

#### **d. Zona 4**

Volumen de miel que se produce: 1000 kg anuales. La localidad de San Pedro está ubicada en el km 47 de la carretera Federico Basadre, interior 7. Los meses de mayor floración son entre Julio y Septiembre. La cosecha de miel se efectúa entre los meses de Septiembre y Octubre. Las principales plantas que conforman la flora apícola son: boa sacha, guaba, kudzu, paugil chaqui, caimito, ocuera, limón, naranja, toronja, entre otros.

#### **e. Zona 5**

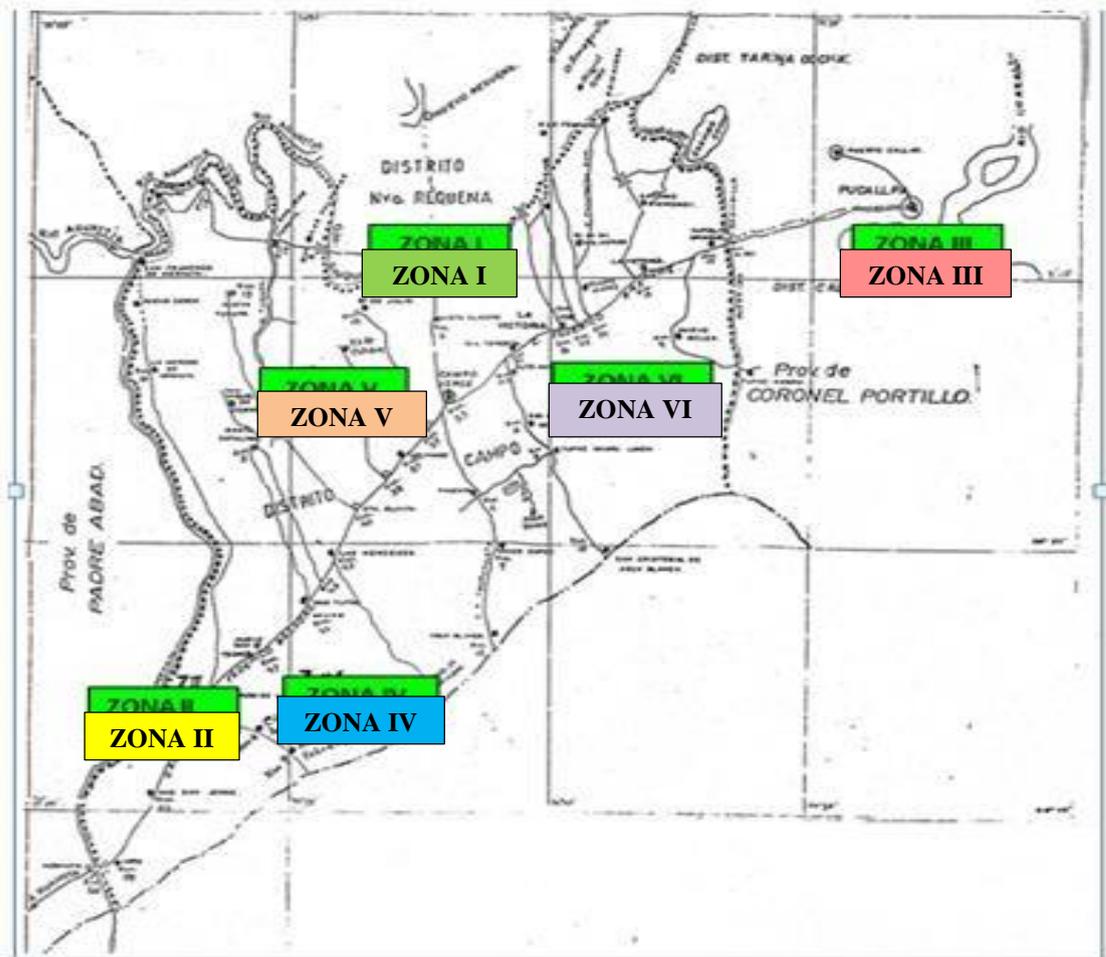
Volumen de miel que se produce: 800 kg anuales. La localidad de Hierbas Buenas está ubicada en el km 38 de la carretera Federico Basadre, interior 7. Los meses de mayor floración son entre Julio y Septiembre. La cosecha de miel se efectúa entre los meses de Septiembre y Octubre y se puede prolongar en algunos casos hasta Noviembre. Las principales plantas que conforman la flora apícola son: sangre de grado, granadilla, coconilla, toronja, limón, arcosacha, umari, mandarina, naranjo, piña, pijuayo, poma rosa, entre otros.

#### **f. Zona 6**

Volumen de miel que se produce: 800 kg anuales. La localidad Señor de los Milagros está ubicada en el km 24 de la carretera Federico Basadre Interior 6. Los meses de mayor floración de dan entre Julio y Septiembre. La cosecha de miel se realiza entre los meses de Septiembre y Octubre. Las principales plantas que conforman la flora apícola son: plátano, verbena sacha, kudzu, braquiaria, alfalfa, ocuera, granadilla, paugil chaqui, limón, mango, entre otros.

En la figura 2, se presenta la ubicación de las seis zonas muestreadas en el experimento. La recolección de las muestras se efectuó en los meses de Setiembre a Noviembre, en épocas seca. De cada zona experimental (seis zonas en estudio) se tomó tres muestras (bastidores con miel operculada), teniéndose en total 18 muestras. Las tres muestras (bastidores), que se tomaron de cada zona fueron extraídos de una colmena (alza o cajón melario); cada

cajón melario está compuesto por 10 bastidores.



**Figura 2: Mapa de Campo Verde y Pucallpa, mostrando las seis zonas de muestreo.**

**FUENTE:** Municipalidad Distrito de Campo Verde 2005

### **3.1.3 LUGAR DE REALIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES**

- La ubicación y muestreo de la miel se hizo en las localidades de Campo Verde y Pucallpa, donde se conforman las Asociaciones de Apicultores (AEDER e Independientes).
- Los Análisis físico-químico se realizaron en los Laboratorios de Análisis Físicoquímico de Alimentos, de Biotecnología de Alimentos y de Instrumentación de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

- El análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- La evaluación sensorial se realizó en el local Municipal del distrito de Campo Verde, donde se implementó un taller de cata para los análisis de las mieles de abeja.

## **3.2 MATERIALES, EQUIPOS, REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO**

### **3.2.1 MATERIALES DE CAMPO Y DE LABORATORIO**

#### **a. Materiales de campo**

- Muestras de miel de abeja
- Envases de vidrio y plástico esterilizados: frascos con tapa rosca de 500 ml y 1000 ml
- Copa ISO para líquido
- Material de plástico: platos, vasos transparentes y de color ámbar, azafates, cucharas, jarras, etc.
- Formatos de preselección de jueces
- Formatos de prueba del triángulo
- Formatos diferentes para entrenamiento
- Máscara protectora contra las abejas (figura 3a).
- Escobilla para desabejar (figura 3b).
- Ahumador para ahuyentar las abejas (figura 3c).
- Palanca universal para mover los bastidores y los cajones de la colmena. (figura 3d).
- Marco con cera estampada (figura 4).
- Implementos apícolas para la producción y recolección de miel (figuras 8 y 9)

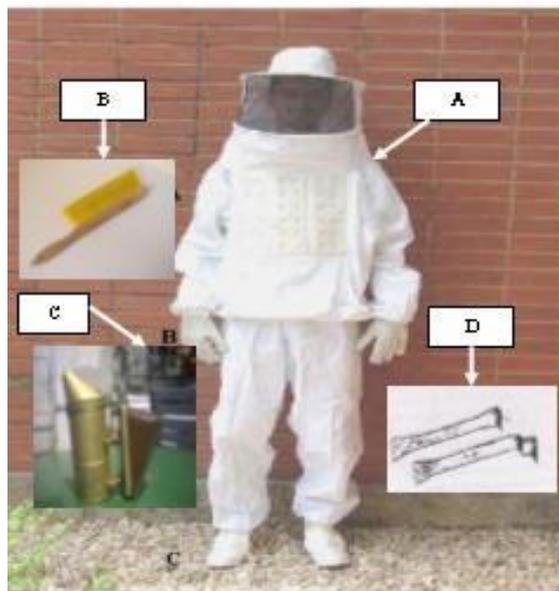
#### **b. Materiales de laboratorio**

- Fiolas de 100 ml, 200 ml, 500 ml y 1000 ml
- Gradillas metálicas para tubos
- Matraces Erlenmeyer de 250 ml y 500 ml
- Papel filtro (Whatman, EEUU)
- Pipetas de 5 ml y 10 ml
- Placas Petri de 10 cm de diámetro
- Probetas de 100 ml y 250 ml

- Termómetros (Taylor, EEUU)
- Tubos de ensayo con tapa
- Tubos de ensayo sin tapa de 2 cm x 15 cm
- Varillas de agitación
- Vasos de precipitación de 100 ml, 250 ml y 500 ml

### 3.2.2 EQUIPOS

- Autoclave (ABB, modelo RVG200, EEUU)
- Balanza analítica (A& D Company Limited, Modelo HR-250<sup>a</sup>, Japón)
- Baño María (GFL, modelo 1083, Alemania)
- Computadora (Dell<sup>®</sup>, Satellite X55, EEUU)
- Espectrofotómetro (ThermoSpectronic<sup>®</sup>, Genesys 10 UV, EEUU)
- Estufa (Thermo Scientific<sup>®</sup>, Heraeus KF-500, EEUU)
- Incubadora (Thermo Scientific<sup>®</sup>, Modelo Legend XTR, EEUU)
- Mufla (MMM Medcenter Einrichtungen Gmbtl, Venticell, Alemania)
- Potenciómetro (Thermo-Orion, Star A211, EEUU)
- Prensa manual (Mega, Perú)
- Refractómetro de mano (Aus Jena, modelo I, Alemania)
- Refractómetro de mesa (ABBE Zees, modelo I, EEUU)



A: máscara protectora, B: escobilla, C: ahumador, D: palanca universal.

**Figura 3: Equipo completo del apicultor.**



**Figura 4: Marco con cera estampada.**

### **3.2.3 REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO**

#### **a. Reactivos**

- Acetato de sodio 3 hidratado (p.a. J.T. Baker<sup>®</sup>, EEUU)
- Ácido acético glacial (p.a. Sigma-Aldrich<sup>®</sup>, EEUU)
- Ácido cítrico (p.a. Sigma-Aldrich<sup>®</sup>, EEUU)
- Ácido clorhídrico (p.a. Sigma-Aldrich<sup>®</sup>, EEUU)
- Ácido tricloro acético (p.a. Merck<sup>®</sup>, EEUU)
- Agua destilada (Merck<sup>®</sup>, EEUU)
- Agua destilada libre de CO<sub>2</sub> (Merck<sup>®</sup>, EEUU)
- Alcohol de 96 °GL (J.T. Baker<sup>®</sup>)
- Amortiguador de acetato pH 5,3 (J.T. Baker<sup>®</sup>)
- Cafeína (p.a. Merck<sup>®</sup>, Alemania)
- Cloruro de sodio (p.a. Merck<sup>®</sup>, Alemania)
- Éter etílico (p.a. Merck<sup>®</sup>, Alemania)
- Fenoltaleína (J.T. Baker<sup>®</sup>)
- Fluoruro de sodio (p.a. Merck<sup>®</sup>, Alemania)
- Fosfato de Potasio bibásico (p.a. Merck<sup>®</sup>, Alemania)
- Fosfato de potasio monobásico (p.a. Merck<sup>®</sup>, Alemania)
- Reactivo solución de Fehling (Merck<sup>®</sup>, EEUU)
- Resorcina (Merck<sup>®</sup>, EEUU)
- Sacarosa (Merck<sup>®</sup>, EEUU)
- Solución de bisulfito de Sodio 0,20% (J.T. Baker<sup>®</sup>)
- Solución de Hidróxido de Sodio 0,1 N (Merck<sup>®</sup>, Alemania)
- Yodo sublimado (J.T. Baker<sup>®</sup>)

- Yoduro de potasio al 1% (Merck<sup>®</sup>, EEUU)

#### **b. Medios de cultivo**

- Agar nutritivo Plate Count Agar (PCA) (Sigma-Aldrich<sup>®</sup>, EEUU)
- Agar Blanco (Merck<sup>®</sup>, EEUU)
- Agar extracto de levadura-glucosa oxitetraciclina (Merck<sup>®</sup>, EEUU)
- Oxitetracycline Glucose Yeast Extract Agar (OGYE) (Merck<sup>®</sup>, EEUU)

### **3.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS**

#### **3.3.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS**

##### **a. Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica se midió, siguiendo el método descrito por AOAC (2003), utilizando un Conductímetro *Testo* <sup>®</sup> 240.

El método se basa en la medición de la resistencia eléctrica, siendo la conductividad («y») el valor recíproco de la resistividad. Se pesan 20 g de miel y se trasvasan a un matraz aforado de 100 ml completando el volumen con agua desionizada. Aproximadamente 75 ml de la solución se depositan en un vaso de precipitado, colocado en un baño de agua a 20 °C ± 0,5 °C. Con el resto de la solución se enjuagan cuidadosamente los electrodos de conductividad, inmediatamente, se sumergen los electrodos conectados al medidor de conductividad, en la solución y separados entre sí por una distancia de 1 cm hasta que la temperatura se equilibre. La lectura del valor de la conductancia de la solución es en mili Siemens (mS). Los resultados son expresados en mS/cm (Vorwohl 1964).

##### **b. Humedad**

La determinación del contenido de humedad se realizó por aplicación del método refractométrico basado en la medida del índice de refracción de la miel y cálculo de la humedad a 20 °C mediante la Tabla de Chataway (revisada por Wedmore), de acuerdo al método descrito por INDECOPI (1999).

El equipo utilizado es un Refractómetro tipo Abbe (Carl-Zeiss) con escala graduada en índice de refracción (1,300-1,710; apreciación: 0,001) y en grados Brix (0 - 100,

apreciación: 0,5 °Brix).

La muestra se homogenizó dándole suavemente vueltas al frasco conteniendo la miel. Las lecturas se hicieron a temperatura de medio ambiente (18 °C -19 °C); la corrección por temperatura a 20 °C se efectúa según las indicaciones adjuntas de la tabla del contenido de humedad en función del índice de refracción (anexo 1), de acuerdo al método recomendado por INDECOPI (1999). El contenido de humedad se expresa en g/100 g de miel.

#### **c. Azúcares reductores**

Se aplicó el método modificado de Lane y Eyron reportado por (INDECOPI 1999), el cual consiste en reducir la modificación de Soxhlet de la solución de Fehling, la que se titula a ebullición y a volumen constante con una solución de miel, usando azul de metileno, como un indicador interno.

#### **d. Contenido de sacarosa aparente**

Se usó el método de inversión de Walker, citado por INDECOPI (1999), el cual determina la fracción de azúcar no invertido (anexo 2).

#### **e. Acidez**

De acuerdo al método recomendado por INDECOPI (1999), la determinación se realizó a través de una titulación ácido-base en presencia de la fenolftaleína como indicador.

#### **f. pH**

Se determinó con un potenciómetro, utilizando 10 g de muestra disuelto en 75 ml de agua destilada libre de CO<sub>2</sub> (Maidana 2005).

#### **g. Cenizas (sustancias minerales)**

Se aplicó el método reportado por INDECOPI (1999), el cual se basa en la incineración del producto a 600 °C hasta obtener un peso constante y obtener un residuo incombustible.

#### **h. Hidroximetilfurfural (H.M.F.)**

Se determinó por absorbancia de una solución clarificada de miel a 284 y 336 nm, a la cual se le agregó 0,1 por ciento de bisulfito de sodio como referencia (blanco) y a una solución de miel sin este reactivo como muestra. La diferencia de absorbancia a las mencionadas

longitudes de onda representa el contenido de H.M.F. en la muestra sin interferencia de la adsorción de la miel (INDECOPI 1999).

#### **i. Índice de diastasa**

El método se basa en la incubación de una solución tamponada de miel con almidón a 40 °C y el tiempo requerido para alcanzar una absorbancia de 0,235 medido en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 660 nm (INDECOPI 1999). En el anexo 3 se describe la metodología seguida.

#### **j. Actividad de la glucoxidasa**

El método se basa en la acción de la glucoxidasa sobre la glucosa produciendo ácido glucónico y peróxido de hidrógeno. Este último, en presencia de yoduro de potasio libera yodo, el que con el almidón da una coloración azul. En cambio, en ausencia de esta enzima al no producirse peróxido de hidrógeno no se libera el yodo, por lo tanto el almidón no se colorea de azul (Bianchi 1990) y el procedimiento está descrito en el anexo 4.

#### **k. Glucosa comercial**

La glucosa comercial fue determinada por el método de Bianchi (1990) lo cual está descrito en el anexo 5. Es importante la detección de la glucosa comercial porque es un indicador de la adulteración de la miel y que incide directamente con la propiedad de cristalización de la miel.

### **3.3.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

#### **a. Recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales**

Para el recuento de los microorganismos aerobios mesófilos totales, se utilizó el método de recuento en placa, método descrito por *Bacteriological Analytical Manual* (AOAC 1995). Para ello, se utilizó el medio agar nutritivo *Plate Count Agar*, (Adsa-Micro), sembrando un mililitro de la muestra y de sus diluciones decimales en placas de Petri estériles, mediante homogeneización en masa. Una vez sólido el medio, se añadió una doble capa del Agar Blanco, incubando a  $31\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  durante 48 horas en condiciones de aerobiosis.

Los recuentos se efectuaron sobre la totalidad de las colonias, en aquellas placas que

presentaron recuentos entre 30 y 300, calculando la media de los recuentos obtenidos en las tres placas y multiplicando por el inverso de la dilución correspondiente. El resultado se expresa como unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g).

#### **b. Recuento de mohos y levaduras**

Para el recuento de mohos y levaduras se utilizó la técnica recomendada por (AOAC 1995) en placas de agar extracto de levadura-glucosa-oxitetraciclina (*Oxitetracycline Glucose Yeast Extract Agar* o OGYE), previamente preparadas, fueron depositados en superficie 0,1 ml por diseminación con asa estéril sobre las placas, a partir de las diluciones decimales. Las placas se incubaron a temperatura ambiente (18 °C) durante cinco días, y transcurrido ese tiempo se realizó el recuento de mohos y levaduras.

Los recuentos se efectuaron sobre todas las colonias de las placas que presentaban entre 0 y 30 colonias, expresando el resultado como unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g). Los resultados de las determinaciones microbiológicas se expresan como logaritmo decimal de unidades formadoras de colonias por gramo de miel (log ufc/g).

### **3.3.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA**

Se adaptó la metodología general descrita por Pedrero y Pangborn (1989):

#### **a. Método para la preparación de jueces**

##### **- Preselección**

La preselección y selección de jueces se llevó a cabo mediante una entrevista previa con cada uno de los convocados de la zona apícola de Campo Verde y mediante las pruebas sensoriales que se describen a continuación:

La preselección de jueces se efectuó mediante pruebas discriminatorias. De acuerdo a la recomendación de Powers (1988), se consideró un primer criterio de selección de los resultados de las pruebas de identificación de los sabores básicos. En esta prueba todos los individuos normales deben alcanzar un grado de identificación del 100 por ciento. En el anexo 6 se muestra la ficha utilizada para llevar a cabo esta prueba.

Para esta finalidad se prepararon cuatro vasitos conteniendo soluciones de NaCl al cuatro por ciento para el sabor salado; ácido cítrico 0,2 por ciento para el sabor ácido; cafeína 0,02 por ciento para el sabor amargo y sacarosa al cuatro por ciento para el sabor dulce, que fueron etiquetadas con números aleatorios. A los catadores se les indicó que la prueba consistía en identificar los cuatro gustos básicos: salado, dulce, amargo y ácido, para lo cual se trabajó un total de 19 catadores que fueron todos los pobladores del lugar, la mayoría de ellos involucrados con la actividad apícola. En el anexo 7 se muestra la relación de personas que participaron en la preselección de jueces, los resultados se presentan en el anexo 8.

Esta prueba se realizó para tener información sobre la capacidad discriminativa del sabor dulce de soluciones de sacarosa, con esta finalidad se prepararon cuatro soluciones de sacarosa a concentraciones de 7,5; 10,0; 12,5 y 15 por ciento. El número de catadores también fueron 19 personas, los mismos que participaron en la prueba anterior y se les instruyó para que colocaran las soluciones en orden creciente de concentración. Para realizar esta prueba, los vasitos fueron enumerados aleatoriamente y los catadores recibieron simultáneamente las cuatro muestras. Para la recopilación de los datos se usó la ficha de evaluación sensorial para el reconocimiento del sabor dulce (anexo 9). Los resultados de la evaluación sensorial de la prueba de discriminación del sabor dulce son mostrados en el anexo 10.

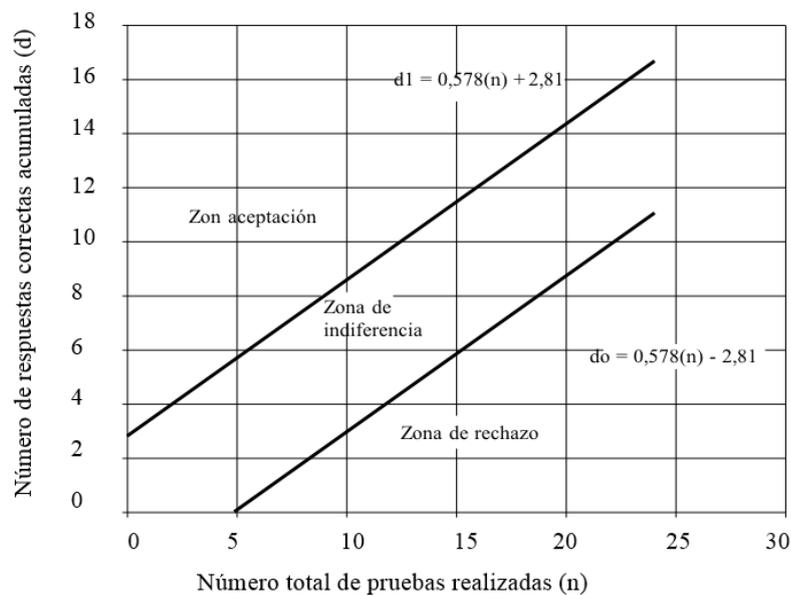
#### **- Selección**

La selección de jueces se formó por grupos para seleccionar los catadores más sensibles y de mayor capacidad discriminativa, para lo cual se utilizó la prueba del triángulo.

La prueba de triángulo consistió en presentar a los jueces tres vasitos, dos de los cuales contienen la misma muestra y la tercera contiene una muestra diferente. Para lo cual se solicitó a los jueces que identificaran la muestra diferente, colocando su respuesta en la ficha de evaluación sensorial para la prueba de triángulo (anexo 11).

La metodología para la selección de jueces mediante la prueba sensorial de triángulo se reporta en el anexo 12.

Para la selección de jueces por el método del triángulo, se tomó como límites razonables de habilidad discriminativa (una exigencia media de rigurosidad de selección), los valores determinados fueron de 0,45 y 0,70. Los errores se fijaron en un  $\alpha = \beta = 0,05$ . Los valores generados fueron  $k_1 = 0,1919$ ;  $K_2 = - 0,2632$ ;  $e_1 = - 1,2788$ ;  $e_2 = 1,2788$ . Con estos valores se calcularon las constantes de la recta  $b = 0,578$ ,  $a_0 = - 2,81$  y  $a_1 = 2,81$ ; en consecuencia  $d_0 = - 2,81 + 0,578 n$  y  $d_1 = 2,81 + 0,578n$ . Con estas dos ecuaciones se graficó en un eje de coordenadas cartesianas, dos líneas paralelas que separan las tres regiones de interés: la zona de aceptación, la zona de rechazo y la zona de indiferencia (figura 5).



**Figura 5: Diagrama secuencial de Wald para la selección de jueces según su habilidad para discriminar dos muestras de miel de abeja mediante una prueba sensorial del triángulo.**

Mediante éste procedimiento se seleccionaron nueve jueces, los cuales fueron sometidos a un entrenamiento. Los resultados de esta prueba se muestran en anexo13.

#### **- Entrenamiento de jueces**

En el periodo de entrenamiento se realizó 10 sesiones de una hora de duración. En dicho periodo se familiarizó a los jueces en la naturaleza y las características de la miel de abeja.

En la primera etapa los jueces recibieron una charla sobre los sentidos sensoriales y su

importancia como instrumento de medición. Durante la segunda etapa se discutió el formulario de degustación y se introdujeron mejoras. En esta etapa se propuso el formulario final que fue utilizado en las pruebas definitivas y se muestran en los anexos 14, 15, 16 y 17.

En la última etapa del entrenamiento se hicieron las pruebas preliminares, dándole a catar a los jueces, sin que ellos conozcan la procedencia, miel de abeja procedente de Huaraz, Lambayeque, Huarochirí y Cieneguilla; los resultados fueron discutidos con los jueces y se les capacitó para el manejo de los formularios y de las escalas.

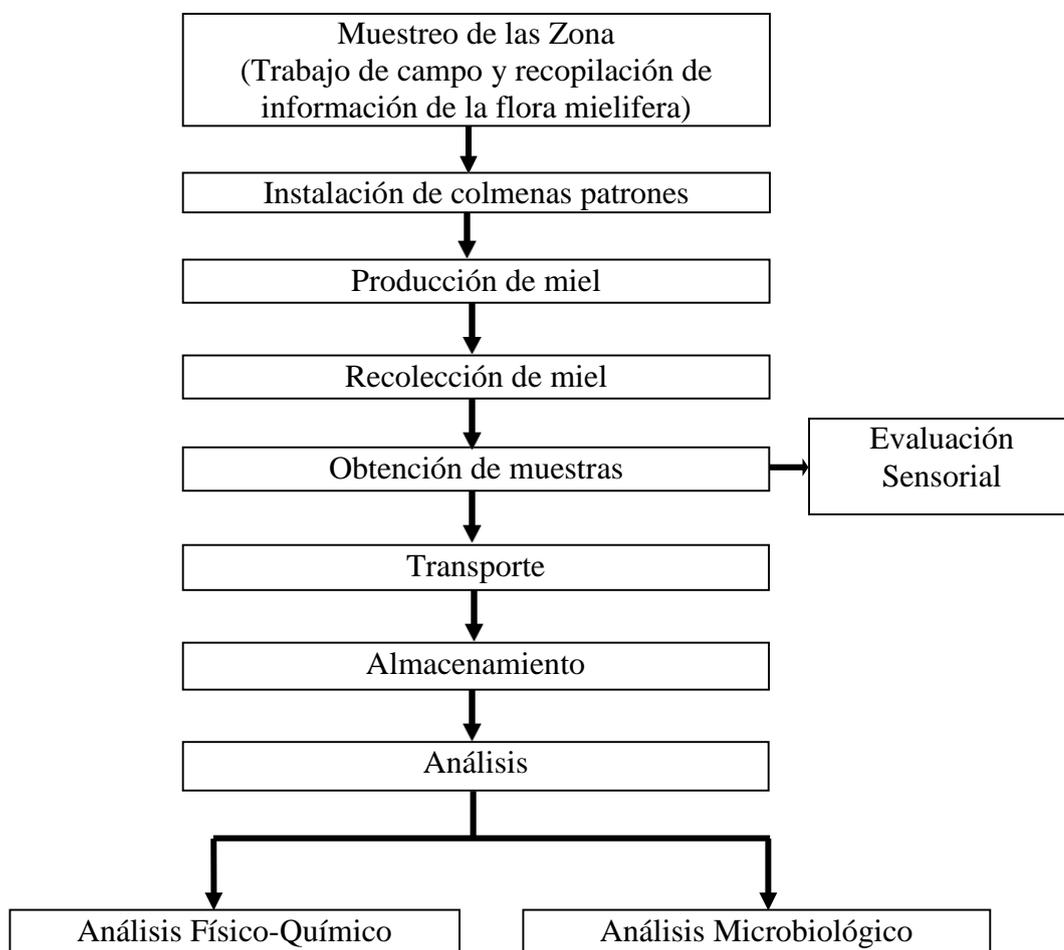
#### **b. Método de evaluación sensorial de la miel**

Las pruebas sensoriales definitivas se llevaron a cabo en tres sesiones consecutivas y en días diferentes.

Los grados de calificación de apariencia general, consistencia, sabor y color, fueron realizados de acuerdo a Dadant (1975) y Bianchi (1990).

### 3.4 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los pasos seguidos para la caracterización de miel de abeja de Campo Verde y Pucallpa se observa en la figura 6.



**Figura 6: Pasos seguidos para la caracterización de las muestras de miel de abeja de Campo Verde y Pucallpa.**

#### 3.4.1 TRABAJO DE CAMPO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE FLORA MELÍFERA

Los ensayos de trabajo de campo se realizaron en seis zonas de productores apícolas de las localidades de Campo Verde y Pucallpa. Estos son pequeños productores agrícolas, que desarrollan la apicultura como actividad complementaria para mejorar sus ingresos económicos; el 90 por ciento de los apicultores son beneficiarios del proyecto apícola Asociación para la Investigación y Desarrollo Rural Integral (AIDER 1998), un cinco por

ciento a través del Ministerio de Agricultura como parte del desarrollo económico y protección de bosque tropical, un cinco por ciento son apicultores independientes. La totalidad de los apicultores trabajan con abejas híbridas (africanizadas) y colmenas Langstroth (*standard*). El volumen promedio de miel por colmena por año, dos cosechas anuales, es de aproximadamente 40 kg.

La recopilación de información de flora melífera se realizó a partir de los estudios de Zevallos y Pérez (1990), De la Cruz (1993), Velásquez (2007). En base a estos estudios fue posible establecer y determinar la flora apícola de las seis zonas estudiadas. De las 115 especies de plantas melíferas el 44,35 por ciento proporcionan néctar; el 17,39 por ciento proporcionan polen y el 33 por ciento proporcionan néctar y polen a las colmenas para la producción de miel de abeja.

### **3.4.2 INSTALACIÓN DE COLMENAS PATRONES**

La institución (AIDER 1998), y los apicultores independientes facilitaron sus apiarios para instalar colmenas patrones ubicada en lugares adecuados para los propósitos establecidos; se logró ubicar dichos módulos previa capacitación a los apicultores del lugar.

En el cuadro 10 se indica el número de apicultores que se dedican a la producción de miel, cuentan con un número promedio de colmenas manejadas, su localización al cual se le zonificaron, el volumen de miel producido por kg/año; en cada una de las zonas de producción, se seleccionó al apicultor responsable (nombre y apellido), donde se instalaron las colmenas patrón correlativamente con letras y números para el muestreo de miel para la investigación. En la figura 7 se muestra una de ellas.

**Cuadro 10: Selección e instalación de colmena patrón para el muestreo de miel de abeja de las seis localidades**

<b>N° APICULTORES</b>	<b>PROMEDIO DE COLMENAS</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>VOLUMEN DE MIEL (kg/año)</b>	<b>APICULTOR</b>	<b>INSTALACIÓN DE COLMENA PATRÓN PARA EL MUESTREO</b>
4	60	Nueva Requena CNR* Km 17 Int.2 Km <b>Zona I</b>	2400	Ilda Correa Zevallos	A 1
6	45	Santa Rosa CFB** Km 50 <b>Zona II</b>	1800	Eneida Ushiñagua	B 2
4	30	Palmeras del Ucayali CFB 4 Int.3 Km <b>Zona III</b>	1200	Segundo Saldaña	C 3
7	25	San Pedro CFB Km. 47 Int. 7 <b>Zona IV</b>	1000	Miguel Torres Zurita	D 4
9	20	Hierbas Buenas CFB Km. 38 Int.7 Km <b>Zona V</b>	800	AIDER	E 5
4	20	Señor de los Milagros CFB km.24 Int.6 Km <b>Zona VI</b>	800	Reynaldo Huamán Cárdenas	F 6

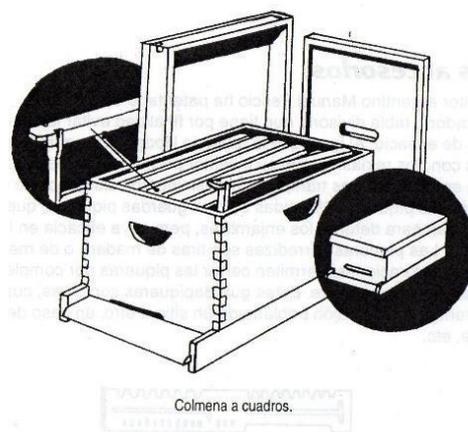
\*CNR: Carretera Nueva Requena, \*\*CFB: Carretera Federico Basadre.



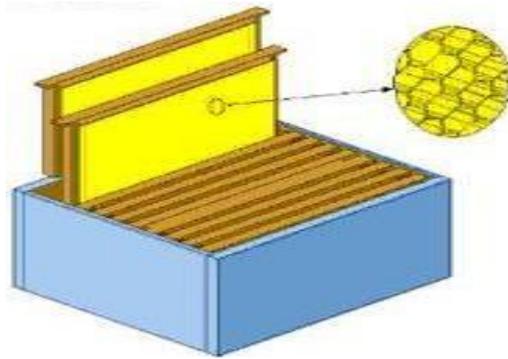
**Figura 7: Colmena marcada instaladas en la Zona I de producción de miel.**

### **3.4.3 PRODUCCIÓN DE MIEL**

Gamero *et al.* (1972), Escobar *et al.* (1992) y Proença (2002) recomiendan que, para el mejor requerimiento de la producción de mieles genuinas y evitar cualquier manipulación por parte del apicultor local, se acondicionaron las colmenas patrones con marcos (cuadros) nuevos, colocada previamente la cera de fundición a cada uno y luego ubicarlos en el alza melaria, separado por la rejilla excluidora de reina del cajón de cría, esta operación se hizo en los meses de abril y mayo del 2004 hasta la recolección. En la figura 8 se presentan los implementos apícolas para la producción de miel.



(a) Colmena a cuadros (cámara de cría)



(b) Alza melario con marcos y cera estampada



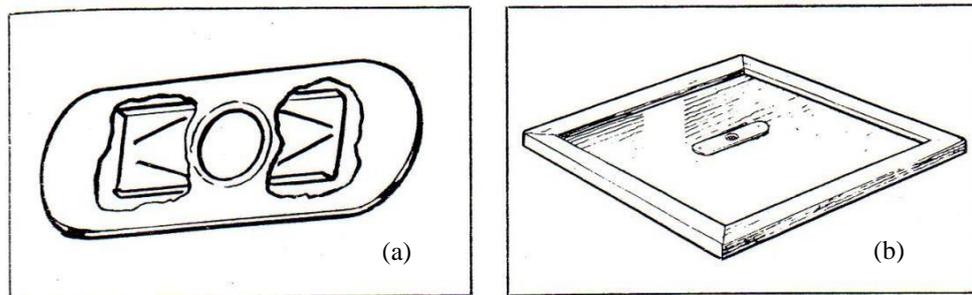
(c) Rejilla excluidora de reyna

**Figura 8: Implementos apícolas para la producción de miel.**

#### **3.4.4 RECOLECCIÓN DE MIEL**

La recolección de la miel se hizo en los meses de Setiembre y Octubre, época seca y de ligeras lluvias del año 2004. Se recolectó haciendo uso de la entretapa con escape *porter* (dispositivo que permite el paso de las abejas en una sola dirección; se coloca en la abertura central de una entretapa ubicada debajo de las alzas que se desea vaciar de abejas figura 9); se tomaron aleatoriamente tres bastidores del cajón melario con cien por ciento

de miel operculada. Luego los bastidores fueron colocados en un envase de polietileno preparado especialmente para ese fin, logrando asegurar las más óptimas condiciones de higiene durante su manipuleo y traslado, previo a la obtención de muestras, ubicando el bastidor envasado y rotulado en cajones de colmena *standard*, debidamente cerradas, con el propósito de impedir la acción directa e indirecta de los rayos solares.



**Figura 9: Implemento apícola para el desabejado: vista del escape Porter (a), y colocado en el entretapa (b).**

### **3.4.5 TRANSPORTE Y OBTENCIÓN DE LA MIEL**

El bastidor envasado y rotulado fue trasladado al local de la Municipalidad del distrito de Campo Verde, donde se registró su identificación en una planilla para cada zona (nombre de la zona, fecha de recolección y año) y retirado de su envase protector.

La obtención de la miel se hizo de la siguiente manera: se obtuvieron del bastidor trozos de miel con cera, los cuales fueron sometidos a un prensado con una prensa manual. La miel obtenida (miel bruta) fue filtrada a través de una tela porosa, obteniéndose así muestras de 1000 gramos listas para los análisis pertinentes.

Cada una de las muestras de 1000 gramos fueron rotuladas con sus respectivas zonas de origen y fecha de envasado, de estas muestras se separó en envases de 250 gramos de capacidad rotulados con sus respectivas zonas de origen y fecha de envasado para la evaluación sensorial. Las muestras restantes (750 gramos de miel de cada zona) fueron transportados a los laboratorios de Microbiología de los Alimentos y de Análisis Físicoquímico de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina donde fueron almacenadas a temperatura ambiente (15 °C -18 °C) hasta

realizar los respectivos análisis.

### **3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

#### **3.5.1 PARA LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS**

Todos los resultados de los análisis físicos químicos presentados en el inciso 3.3.1 fueron evaluados estadísticamente.

- Conductividad eléctrica (metodología descrita en el apartado 3.3)
- Índice de refracción
- Grados Brix
- Humedad
- Sólidos totales
- Azúcares reductores
- Sacarosa aparente
- Acidez libre
- pH
- Ceniza
- Hidroximetilfurfural
- Índice de diastasa
- Actividad de la glucoxidasa\*
- Glucosa comercial\*

#### **3.5.2 VARIABLES SENSORIALES**

Todos los resultados de los análisis sensoriales realizados fueron evaluados estadísticamente.

- Apariencia general
- Color
- Consistencia
- Sabor

Los tratamientos en estudio fueron las mieles procedentes de las seis zonas. El diseño experimental utilizado en el presente estudio fue Bloques Completos al Azar (DBCA)

según lo recomendado por (Calzada 1982), con seis tratamientos (zonas de procedencia de la miel) y tres bloques (repeticiones), para determinar si existen diferencias significativas correspondientes a las variables físico químicas (\*excepciones) y sensoriales. En el cuadro 11 se presenta el análisis de variancia de las variables en estudio (ANVA).

El modelo aditivo lineal para el análisis de variancia:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, t$     tratamientos

$j = 1, 2, \dots, r$     bloques

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación de la unidad experimental perteneciente al  $i$ -ésimo tratamiento en el  $j$ -ésimo bloque

$\mu$  = Promedio general

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio del error

**Cuadro 11: Análisis de variancia de las variables en estudio (ANVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.	E[CM]
Bloques	$r - 1$	$\sigma_e^2 + t \sigma_\beta^2$
Tratamientos	$t - 1$	$\sigma_e^2 + r \sum \tau_i^2 / (t - 1)$
Error	$(r - 1)(t - 1)$	$\sigma_e^2$
Total	$rt - 1$	

Para realizar las comparaciones entre medias de los tratamientos se utilizó la Prueba de Tukey a un nivel de significación de 0,05 haciendo uso del paquete *Statistical Análisis System* (SAS Institute 2017).

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

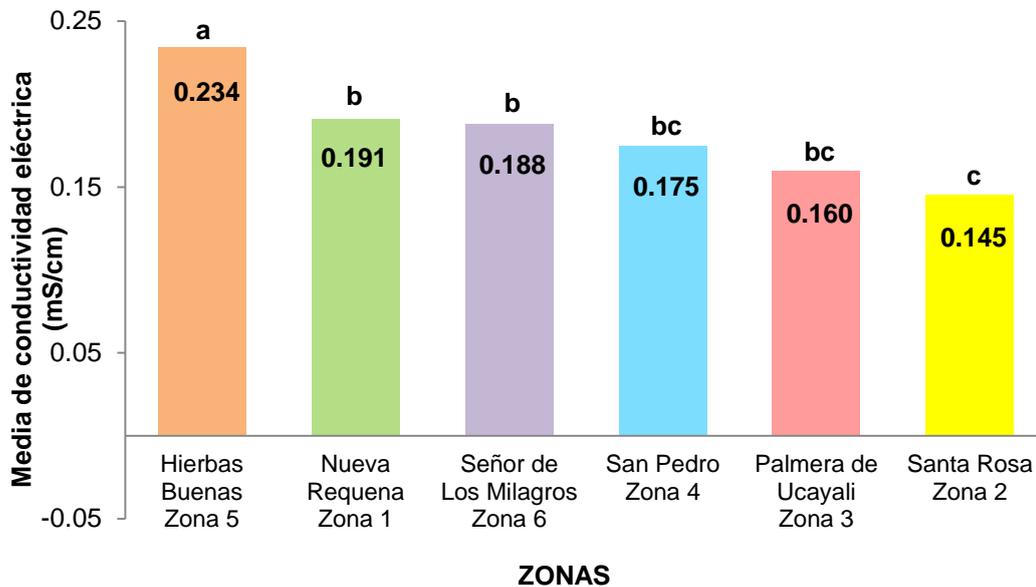
### **4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LAS MIELES ANALIZADAS**

#### **4.1.1 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

En la figura 10 y anexo 18 se reportan los resultados de las mediciones de la conductividad eléctrica de las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia de la conductividad eléctrica se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ( $\rho < 0,01$ ) entre las mieles procedentes de las seis zonas de Pucallpa y Campo verde (anexo 18).

El mayor promedio de conductividad eléctrica fue obtenida con la miel proveniente de la localidad de Hierbas Buenas (Zona 5), con 0,234 mS/cm, que superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), en forma significativa a las mieles de las otras cinco zonas; el menor promedio de esta variable fue para la miel proveniente de la localidad de Santa Rosa (Zona 2), con 0,145 mS/cm; aunque ésta no difiere estadísticamente en forma significativa de las mieles provenientes de la localidad de Las Palmeras de Ucayali (Zona 3) y la localidad de San Pedro (Zona 4), cuyas conductividades fueron 0,160 y 0,175 mS/cm, respectivamente (anexo 18). En la figura 10 se presentan las diferencias obtenidas en el valor de conductividad eléctrica de las mieles analizadas.

El Códex Alimentarius (FAO/WHO 2001) señala como límite máximo una conductividad de 0,800 mS/cm para las mieles de flores (cuadro 7); indica que si los valores exceden a éste valor se trata de mieles de mieladas (*honeydew*). Las mieles provenientes de las diferentes zonas de Pucallpa no superan este valor, por lo que se podría referir que se trata de mieles provenientes de flores.



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 10: Determinación de conductividad eléctrica (mS/cm) para cada tipo de miel.**

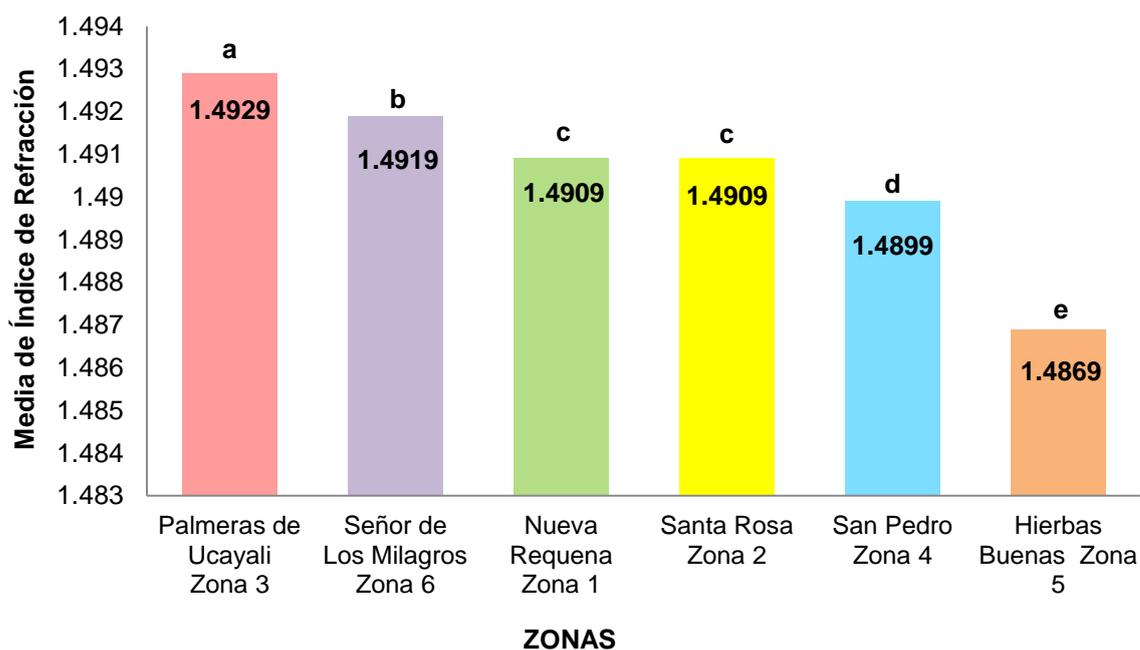
Cabe destacar que la miel de abeja proveniente de la Localidad de Hierbas Buenas (Zona 5) presenta el mayor promedio de conductividad eléctrica que proviene de cultivos tropicales, árboles y arbustos del bosque virgen. Pérez *et al.*, citado por Zandamela (2008) indican que un factor que presenta variabilidad según el origen botánico, dándose valores más altos para mieles de bosques que en las florales.

La conductividad eléctrica está directamente relacionada con el contenido de minerales y esta variable es útil para discriminar los diferentes orígenes florales de las mieles.

#### 4.1.2 ÍNDICE DE REFRACCIÓN

En la figura 11 y anexo 19 se reportan los resultados del IR de las mieles procedentes de las diferentes zonas de estudio. De acuerdo al análisis de variancia del índice de refracción se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 19).

El mayor promedio del índice de refracción fue obtenido de la miel de abeja proveniente de la localidad Las Palmeras de Ucayali (Zona 3); con 1,4929, éste valor supera estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), en forma significativa a las mieles de las otras cinco zonas. Asimismo, se determinó que índice de refracción de la miel de abeja proveniente de la localidad Señor de Los Milagros (Zona 6) fue de 1,4919, valor que superó estadísticamente en forma significativa a las mieles de las localidades de Nueva Requena (Zona 1), Santa Rosa (Zona 2), San Pedro (Zona 4) y Hierbas Buenas (Zona 5), que presentaron promedios de índices de refracción 1,4909; 1,4909; 1,4899 y 1,4869, respectivamente. Las mieles provenientes de las localidades de Nueva Requena (Zona 1) y Santa Rosa (Zona 2) fueron similares; mientras que la miel de abeja proveniente de localidad de San Pedro (Zona 4) superó estadísticamente en forma significativa a aquella proveniente de la localidad de Hierbas Buenas (Zona 5), que mostró el menor promedio del índice de refracción, con 1,4869 (anexo 19 y figura 11).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 11: Determinación del índice de refracción de las mieles provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde.**

Vit, citado por Martos (2001), menciona que el índice de refracción de las mieles florales oscila entre 1,47 - 1,50, a una temperatura de 20 °C. Las mieles de abeja provenientes de

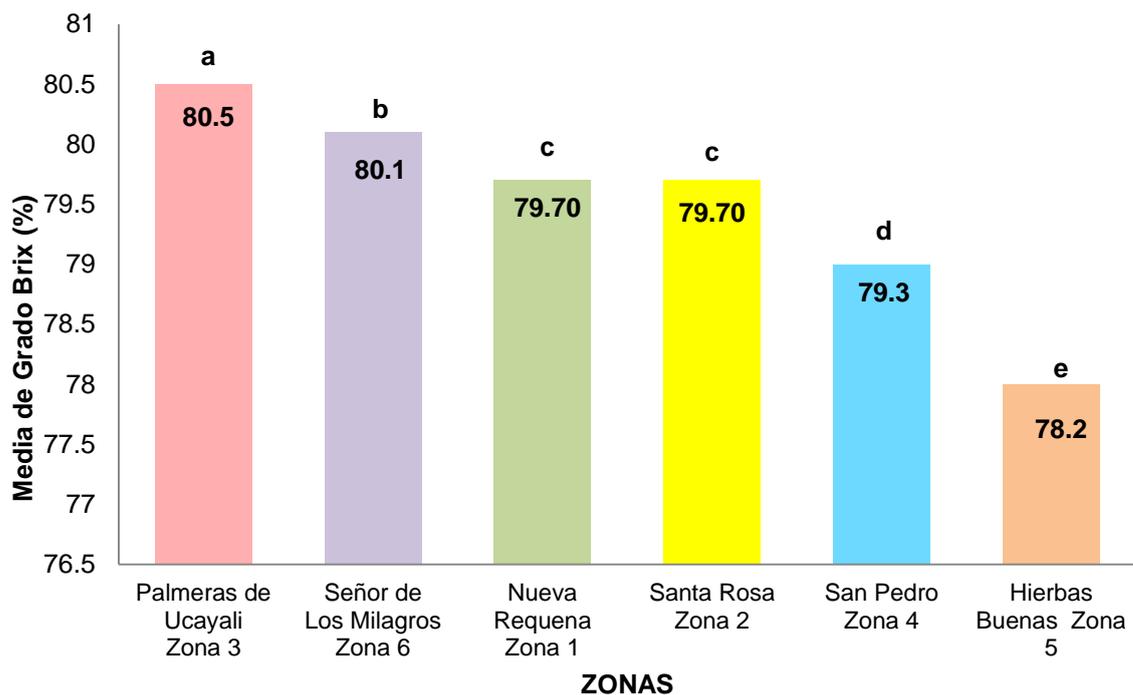
las seis zonas de Pucallpa caen dentro de este valor lo cual indica que la humedad se encuentra dentro de los rangos normales, ya que el índice de refracción está relacionado inversamente con la humedad (Vit, citado por Martos 2001).

#### **4.1.3 GRADOS BRIX**

En la figura 12 y anexo 20 se reportan los resultados de Grados Brix obtenidos. De acuerdo al análisis de variancia de los grados Brix se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 20).

El promedio más alto de grado Brix fue obtenido con la miel de la localidad de Palmeras de Ucayali (Zona 3); con 80,50 por ciento, que superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) en forma significativa a las mieles de las otras cinco zonas. La miel de abeja proveniente de la localidad del Señor de Los Milagros, tuvo un promedio grado Brix de 80,10 por ciento y superó estadísticamente en forma significativa a las mieles provenientes de las localidades de Nueva Requena (Zona 1), Santa Rosa (Zona 2), San Pedro (Zona 4) y Hierbas Buenas (Zona 5), que tuvieron promedios de grados Brix de 79,70; 79,70; 70,30 y 78,20 por ciento, respectivamente. Asimismo, se encontró que las mieles de Nueva Requena (Zona 1) y Santa Rosa (Zona 2) fueron similares; pero superaron estadísticamente en forma significativa a las mieles de las localidades de San Pedro (Zona 4) y Hierbas Buenas (Zona 5) y la miel proveniente de la localidad de San Pedro superó estadísticamente en forma significativa a la miel proveniente de la miel de la localidad de Hierbas Buenas, que mostró el promedio más bajo de grado Brix, con un promedio de 78,20 por ciento (anexo 20).

Las mieles de abeja de las localidades de Palmeras de Ucayali (80,50 por ciento) y Señor de los Milagros (80,10 por ciento), presentaron valores de grados Brix por arriba de los valores reportados por Follegatti (1997), quién encontró un rango de 72,60 - 79,90 por ciento de grados Brix para mieles provenientes de la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

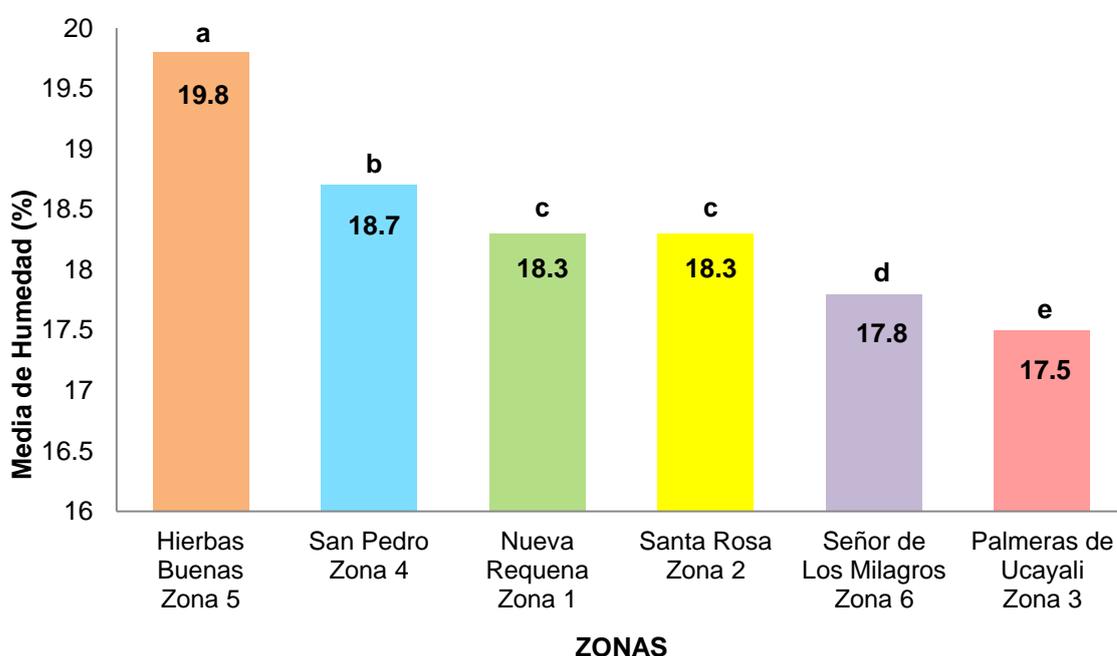
**Figura 12: Determinación de grado Brix (porcentaje) para cada tipo de miel de las 6 zonas.**

#### 4.1.4 HUMEDAD

En la figura 13 y anexo 20 se reportan los resultados de humedad de las mieles procedentes de las diferentes zonas de estudio. De acuerdo al análisis de variancia del porcentaje de humedad, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $\rho < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y campo Verde (anexo 21).

El promedio más alto del porcentaje de humedad fue obtenido de la miel de la localidad de Hierbas Buenas (Zona 5), con 19,80 por ciento, que superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) en forma significativa a las mieles provenientes de las otras cinco zonas de Pucallpa. El contenido de humedad de la miel proveniente de la localidad de San Pedro (Zona 4), tuvo un promedio en porcentaje de humedad de 18,70 por ciento y este valor superó en forma significativa a las mieles provenientes de las localidades de

Nueva Requena (Zona 1), Santa Rosa (Zona 2), Señor de los Milagros (Zona 6), Palmeras de Ucayali (Zona3) que tuvieron porcentajes de humedad de 18,30; 18,30; 17,80 y 17,50 por ciento, respectivamente. Las mieles provenientes de las localidades de Nueva Requena y Santa Rosa mostraron similares porcentaje de humedad. La miel proveniente de la localidad de Hierbas Buenas (Zona 5), superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) a la miel proveniente de la localidad Las Palmeras de Ucayali (Zona 3), que mostró el menor promedio del porcentaje de humedad con 17,50 por ciento (anexo 21).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 13: Contenido medio de humedad (porcentaje) para cada tipo de miel en las seis zonas.**

El contenido de humedad de la miel de abeja oscila entre 13 - 25 por ciento (Simal *et al.* 1983), dependiendo de las zonas climáticas, contenido de néctar y grado de maduración de la miel; sin embargo, la NTP (INDECOPI 1999) fija un máximo de humedad de 21 por ciento (cuadro 5) y el Codex Alimentarius (FAO/WHO 2001) fija como máximo 20 por ciento de humedad (cuadro 7).

Los valores del porcentaje de humedad para las mieles de las 6 zonas de Pucallpa se

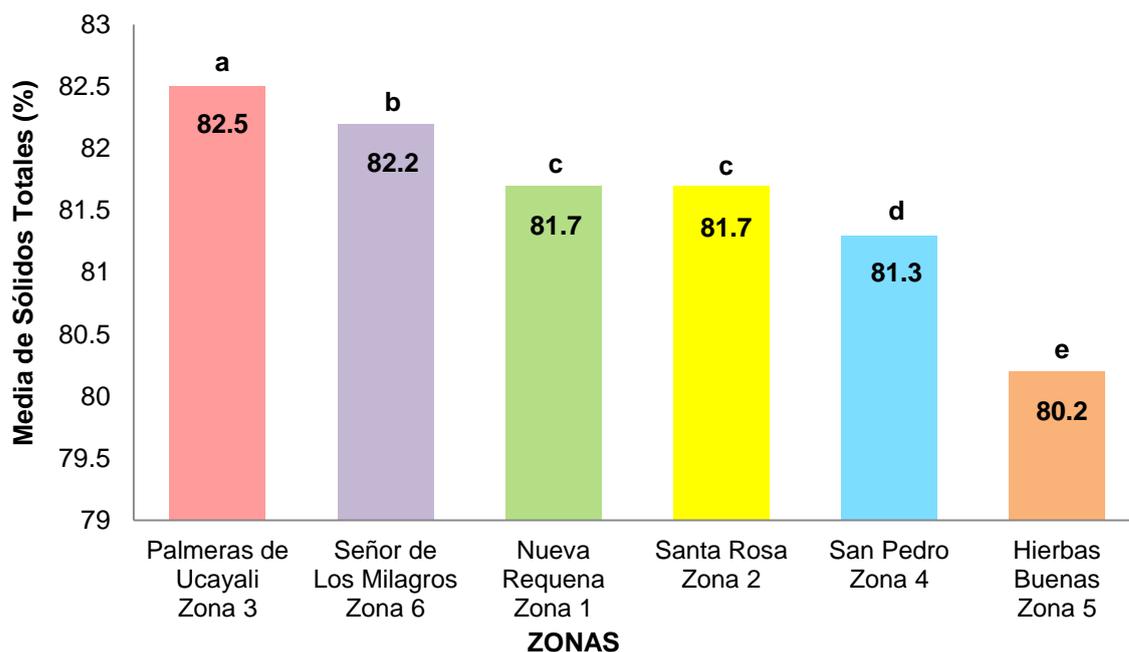
encuentran dentro el rango óptimo promedio (17,50 - 19,80 por ciento). Es importante indicar que la abeja híbrida (*Apis mellifera scutellata*) por efecto de la africanización opercula mieles con un mayor contenido de humedad (18,8 y 19,6 por ciento) (Salamanca *et al.* 2001b).

Por otro lado, el contenido de humedad de las mieles debe ser lo suficientemente reducido, para asegurar una buena calidad y conservación del producto; ya que los altos contenidos de humedad de la miel permiten que las levaduras y otros microorganismos presentes en la miel puedan reproducirse rápidamente provocando la fermentación y malos sabores. Cuando el contenido de humedad está por debajo del 15 por ciento, la miel tiene una viscosidad demasiado elevada que obstaculiza las labores de cosecha y se cristaliza rápidamente (Prost 1985, Martos 2001, Maidana 2005).

#### **4.1.5 SÓLIDOS TOTALES**

En la figura 14 y anexo 22 se reportan los resultados de contenido de sólidos totales de las mieles procedentes de las diferentes zonas de estudio. De acuerdo al análisis de variancia de sólidos totales, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 22).

El mayor promedio de sólidos totales fue para la miel proveniente de la localidad de Palmeras de Ucayali (Zona 3 ), con 82,50 por ciento, que superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), en forma significativa a las mieles de las cinco zonas de Pucallpa; la miel proveniente de la localidad de Señor de los Milagros (Zona 6), tuvo un promedio de sólidos totales de 82,20 por ciento y éste valor superó estadísticamente en forma significativa a las mieles provenientes de las localidades de Nueva Requena, Santa Rosa, San Pedro y Hierbas Buenas, cuyos sólidos totales fueron de 81,70 por ciento; 81,70 por ciento; 81,30 por ciento y 80,20 por ciento, respectivamente. Las mieles provenientes de las Localidades de Nueva Requena (Zona 1) y Santa Rosa (Zona 2) mostraron similares contenidos de sólidos totales y la miel proveniente de la localidad de San Pedro (Zona 4), superó estadísticamente en forma significativa en sólidos totales a la miel proveniente de la localidad de Hierbas Buenas, que mostró el promedio más bajo de sólidos totales, con 80,20 por ciento (anexo 22).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 14: Determinación del contenido de sólidos totales (porcentaje) para cada tipo de miel.**

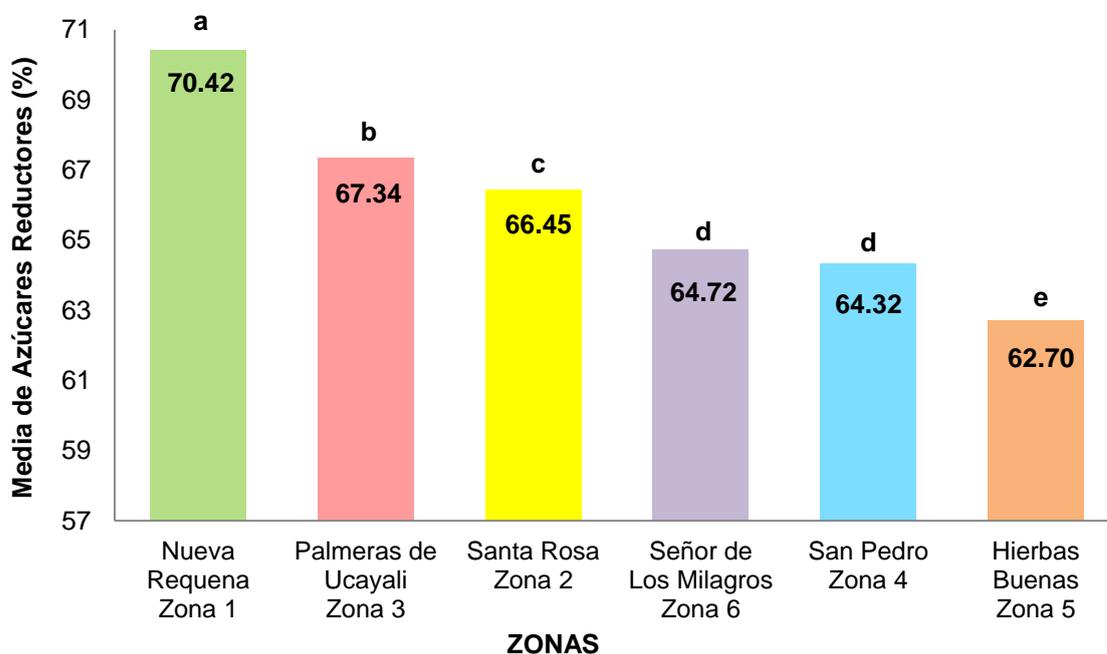
Los valores promedios de los sólidos totales de la miel son similares a los valores reportados en las cuatro regiones tropicales (Inhambane, Maputo, Manica y Sofala de Mozambique, que variaban entre 81,38 a 82,47 por ciento (Zandamela 2008).

#### 4.1.6 AZÚCARES REDUCTORES

En la figura 15 y anexo 23 se reportan los resultados de las mediciones de azúcares reductores e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia de los azúcares reductores, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 23).

El mayor promedio del contenido de azúcares reductores fue para la miel proveniente de la localidad de Nueva Requena (Zona 1), con 70,42 por ciento, que superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), en forma significativa a las mieles de las otras

cinco zonas de Pucallpa. La miel proveniente de la localidad Palmeras de Ucayali, tuvo un contenido de azúcares reductores de 67,34 por ciento y este valor superó estadísticamente en forma significativa a los mieles de las localidades de Santa Rosa (Zona 2), Señor de los Milagros (Zona 6), San Pedro (Zona 4) y Hierbas Buenas (Zona 5), que tuvieron contenidos de azúcares reductores de 66,45 por ciento; 64,72 por ciento; 64,32 por ciento y 62,70 por ciento, respectivamente. También se encontraron diferencias estadísticas significativas en el contenido de azúcares reductores de la miel proveniente de la localidad de Santa Rosa, que superó estadísticamente en forma significativa en este valor a las mieles provenientes de las localidades de Señor de los Milagros (Zona 6), San Pedro (Zona 4) y Hierbas Buenas (Zona 5). Las mieles provenientes de las localidades de Señor de los Milagros (Zona 6) y San Pedro (Zona 4), tuvieron valores similares en azúcares reductores. Asimismo, se encontró diferencias estadísticas significativas entre las mieles provenientes de las localidades de San Pedro (Zona 4) y Hierbas Buenas (Zona 5); siendo la miel proveniente de esta última localidad la que mostró el más bajo promedio del contenido de azúcares reductores con 62,70 por ciento (anexo 23).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 15: Determinación del contenido de azúcares reductores (porcentaje) para cada tipo de miel.**

Los principales azúcares reductores de la miel son los monosacáridos como la glucosa y fructosa y los disacáridos como la manosa, celobiosa, etc., como fue reportado por algunos investigadores (Bayley *et al.* 1995, Moreira y De María 2001).

INDECOPI (1999) fija como límite mínimo de 65 por ciento de contenido de azúcares reductores (cuadro 5) y el Codex Alimentarius (FAO/WHO 2001) establece que el porcentaje de azúcares reductores para mieles de origen floral no debe ser menor a 60 g/100 g (cuadro 7), los promedios de azúcares reductores de las seis zonas en estudio se encuentran dentro de esta norma de calidad.

Al respecto el IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), citado por Solares (2013), señala que en regiones donde existe prolongación de las lluvias, la afluencia del néctar es mayor, esto da como resultado mayor cantidad de miel pero con un contenido bajo de azúcares reductores.

Las muestras de miel de las seis zonas de Pucallpa tuvieron un promedio de azúcares reductores muy cercano a los resultados de mieles de la India estudiadas por Anupama *et al.* (2003) quienes determinaron para este parámetro un promedio de 61,3 por ciento como valor más bajo y un 72,6 por ciento como valor más alto. Da Azeredo *et al.* (2003) también encontraron valores menores de azúcares reductores para las mieles estudiadas de diferentes zonas del Brasil.

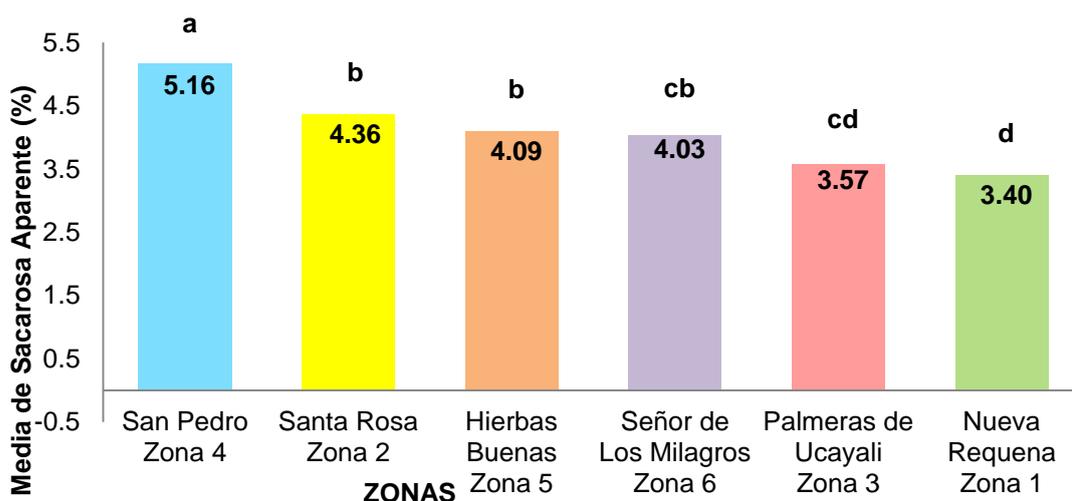
Si bien este parámetro ha permitido identificar diferencias entre las seis muestras de mieles del estudio, se reportan valores similares para otros tipos de mieles de otros países, como los señalados anteriormente

La concentración de azúcares de la miel influye probablemente en el proceso de cristalización. Se ha reportado que la miel cristaliza cuando se presentan algunas condiciones como: baja humedad, una relación glucosa/agua superior a 2,1 y una relación fructosa/glucosa inferior a 1,1. Mieles con una relación glucosa/agua inferiores a 1,7 tienden a permanecer líquidas por largo tiempo (Assil *et al.* 1991).

#### 4.1.7 SACAROSA APARENTE

En la figura 16 y anexo 24 se reportan los resultados de las mediciones de sacarosa aparente en las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia del contenido de sacarosa, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 24).

El mayor promedio del contenido de sacarosa aparente fue para la miel proveniente de la localidad de San Pedro (Zona 4), con 5,16 por ciento, que superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), en forma significativa a las mieles de las otras cinco zonas de Pucallpa. Las mieles provenientes de las localidades de Santa Rosa (Zona 2), Hierbas Buenas (Zona 5) y Señor de los Milagros (Zona 6), tuvieron contenidos de sacarosa aparentemente similares cuyos valores fueron 4,36 por ciento; 4,09 por ciento y 4,03 por ciento, respectivamente. Asimismo, las mieles provenientes de la localidad de Señor de los Milagros (Zona 6) y Palmeras de Ucayali (Zona 3) mostraron contenidos de sacarosa aparente similares con 4,03 por ciento y 3,57 por ciento, respectivamente; pero la miel proveniente de la localidad Señor de los Milagros superó estadísticamente en forma significativa a la miel proveniente de la localidad de Nueva Requena, que mostró el promedio más bajo en el contenido de sacarosa con 3,40 por ciento (anexo 24).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 16: Determinación del contenido de sacarosa aparente (porcentaje) para cada tipo de miel.**

La Localidad de San Pedro (Zona 4), presenta valores por arriba de cinco por ciento, esto se debe a una mayor presencia de la flora apícola constituida por cítricos (limón, naranja, toronja) y otras especies vegetales, como fue reportado por algunos investigadores para las mieles frescas de *Citrus spp* (Chandler 1977, Serra y Ventura 1995).

Por otra parte, White (1992), indica que el elevado contenido de sacarosa de algunas mieles (cítricos, algunos tréboles) resulta normalmente de flujos de néctar espesos o con alta concentración de azúcares que necesitan poca manipulación por las abejas para conseguir la densidad, por los que sus niveles de invertasa son considerablemente inferiores a los que la mayoría de mieles. Además, mieles muy jóvenes o provenientes de néctares ricos en sacarosa, como son frecuentemente los de labiatae (taxones de la familia botánica) presentarán altos niveles de sacarosa aparente, estos valores irán disminuyendo a medida que actúe la enzima invertasa que reduce los niveles de sacarosa y aumenta los de glucosa y fructosa (Battaglini y Bosi, citados por Ortiz 1980).

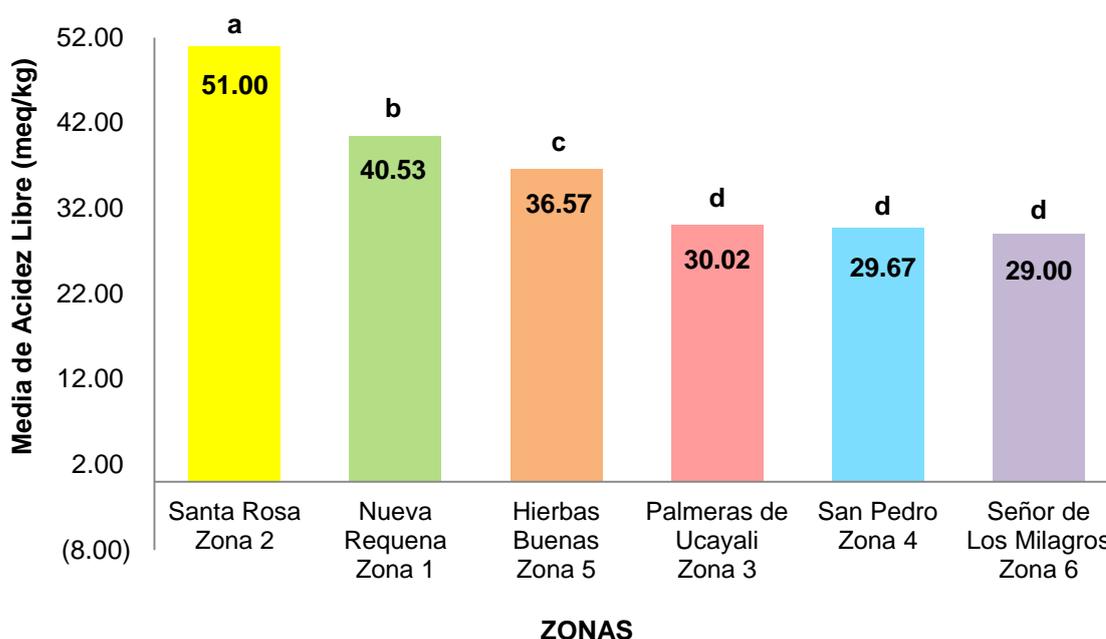
INDECOPI (1999) (cuadro 5), Codex Alimentarius (FAO/WHO 2001) (cuadro 7) y la Norma Regional Europea (European Comission 2002), determinan como límite máximo para el porcentaje de sacarosa de 5 g/100 g para mieles no indicadas; 10 g/100 g como máximo para miel de mielada, robinia, espliego, *citrus spp.*, alfalfa y meliloto.

#### **4.1.8 ACIDEZ LIBRE**

En la figura 17 y anexo 25 se reportan los resultados de las mediciones de acidez libre e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia de la acidez libre, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 25).

El mayor promedio del contenido de acidez libre fue para la miel proveniente de la localidad de Santa Rosa (Zona 2), con 51 por ciento y éste valor superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), en forma significativa a las mieles de las otras cinco zonas. La miel proveniente de la localidad Nueva Requena (Zona 1), tuvo un contenido de acidez libre de 40,53 meq/kg y este valor superó estadísticamente en forma significativa a las mieles de las localidades de Hierbas Buenas (Zona 5), Palmeras de

Ucayali (Zona 3), San Pedro (Zona 4) y Señor de los Milagros (Zona 6), cuyos contenidos de acidez libre fueron 36,57 meq/kg; 30,02 meq/kg; 29,67 meq/kg y 29 meq/kg, respectivamente. Asimismo, las mieles provenientes de las localidades Palmeras de Ucayali (Zona 3) y San Pedro (Zona 4), no difieren estadísticamente en forma significativa a la miel proveniente de la localidad de Señor de los Milagros (Zona 6), que mostró el promedio menor de acidez libre con 29 meq/kg (anexo 25).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 17: Determinación de acidez libre (meq/kg) para cada tipo de miel.**

Los valores observados de acidez libre para las mieles en cada una de las zonas hay una gran variabilidad del parámetro. Según Salamanca *et al.* (2001a) esto obedece en principio al origen botánico del néctar. Tosi, citado por Tem (2002), señala que en zonas con alta precipitación pluvial se encuentran mieles con acidez mayor.

Souza *et al.* (2002), en un estudio realizado sobre mieles gallegas, encontraron un valor medio de acidez libre de 32,54 meq/kg, estas mieles osciló entre 14,9 y 46,5 meq/kg, indicando que estas variaciones se debe en gran medida a que el origen de los ácidos de la miel es muy variado de secreciones nectaríferas procedentes de plantas que crecen en

suelos ácidos. Los resultados obtenidos en nuestro estudio son similares a los reportados por varios investigadores (Sorria *et al.* 2004, Downey *et al.* 2005, Acquarone *et al.* 2007, Zandamela 2008).

Según INDECOPI (1999) fija como límite máximo de 40 meq/kg (cuadro 5) y el Codex Alimentarius (FAO/WHO 2001) fija como límite no más que 50 miliequivalentes de ácido por 1000 gramos (cuadro 7). La miel proveniente de la localidad de Santa Rosa supera este valor obteniendo un promedio de 51 meq/kg.

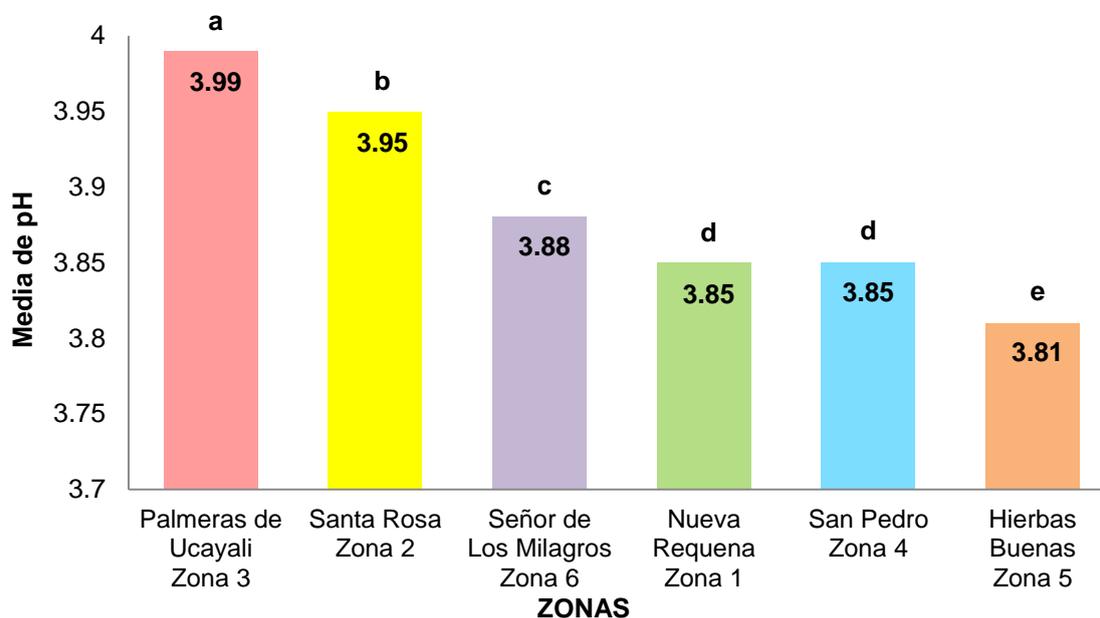
#### **4.1.9 pH**

En la figura 18 y anexo 26 se reportan los resultados de las mediciones de pH e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia del pH, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa (anexo 26).

El mayor promedio del pH fue para la miel proveniente de la localidad de Palmeras de Ucayali (Zona 3), con 3,99 y este valor superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), en forma significativa a las mieles de las otras cinco zonas. La miel proveniente de la localidad de Santa Rosa (Zona 2), que tuvo un pH de 3,95 superó estadísticamente en forma significativa a las mieles de las localidades de Señor de los Milagros (Zona 6), Nueva Requena (Zona 1), San Pedro (Zona 4) y Hierbas Buenas (Zona 5), que tuvieron pH de 3,88; 3,85; 3,85 y 3,81, respectivamente. Asimismo, el pH de la miel proveniente de la localidad de Señor de los Milagros (Zona 6), superó estadísticamente en forma significativa a las mieles provenientes de Nueva Requena (Zona 1), San Pedro (Zona 4) y Hierbas Buenas (Zona 5); mientras que las mieles provenientes de Nueva Requena (Zona 1) y San Pedro (Zona 4) fueron similares en los valores de pH, pero superan estadísticamente en forma significativa a la miel proveniente de la localidad de Hierbas Buenas (Zona 5) que mostró el más bajo promedio de pH con 3,81 (anexo 26).

El pH de la miel oscila entre 3,4 y 6,1 con una media de 3,9 (White *et al.*, citado por Polaino 2006), concordando con los valores determinados en la presente investigación. Esta variación depende de la procedencia botánica, siendo generalmente inferior o igual a cuatro para mieles de tipo floral y superior a este valor para las mieles de mielada (Simal y

Huidobro 1984, Louveaux 1985, Frias y Hardisson 1992, Belitz y Grosch 1997, Maidana 2005).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 18: Determinación de pH para cada tipo de miel.**

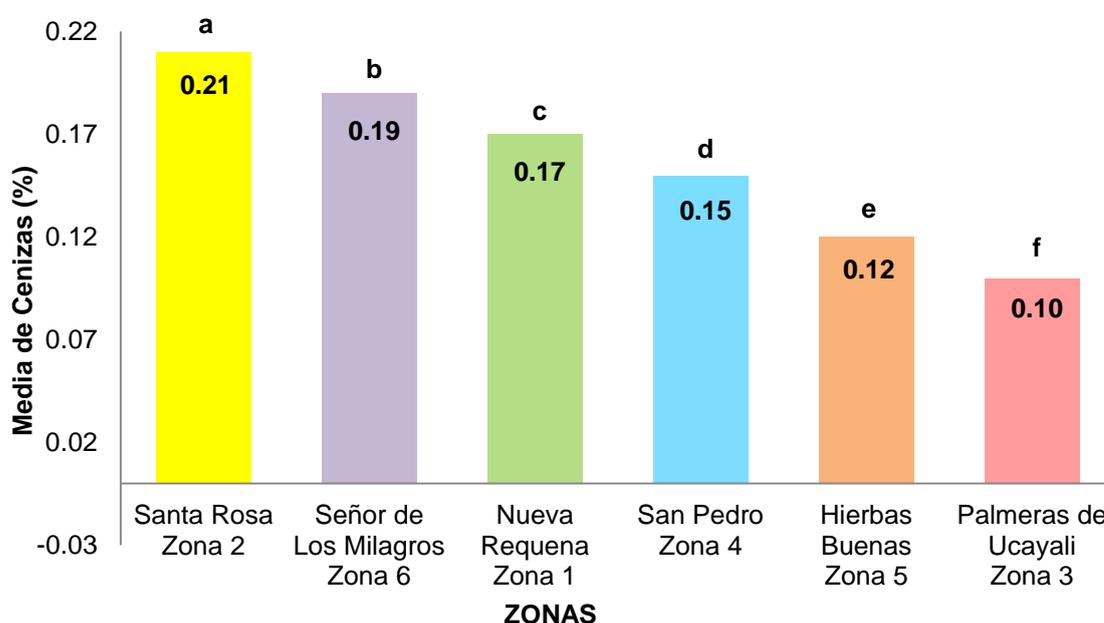
Egan (1987) encontró un pH de las disoluciones acuosas de miel promedio de 3,9 y si es superior a 4,5; es posible origen de mielada. Da Azeredo *et al.* (2003) encontraron en mieles monoflorales y multiflorales determinaron valores menores, como de un pH de 3,20 y 3,84.

#### 4.1.10 CONTENIDO DE CENIZA

En la figura 19 y anexo 27 se reportan los resultados de las mediciones del contenido de ceniza e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia de contenido de cenizas, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 27).

El mayor promedio del contenido de cenizas fue para la miel proveniente de la localidad Santa Rosa (Zona 2), con 0,21 por ciento, que difiere estadísticamente de acuerdo a la

prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), en forma significativa a la miel de la localidad de Señor de los Milagros (Zona 6) que tuvo un valor de 0,19 por ciento, pero superó estadísticamente en forma significativa a las mieles provenientes de las mieles de las otras 4 localidades. Asimismo, la miel proveniente de la localidad Nueva Requena (Zona 1), tuvo un contenido de ceniza de 0,17 por ciento y este valor superó estadísticamente en forma significativa a las mieles provenientes de las localidades de San Pedro (Zona 4), Hierbas Buenas (Zona 5) y Palmeras de Ucayali (Zona 3), que tuvieron contenidos de cenizas de 0,15; 0,12 y 0,10 por ciento, respectivamente. Asimismo la miel proveniente de la localidad San Pedro (Zona 4), superó estadísticamente en forma significativa en contenido de ceniza a las mieles provenientes de las localidades de Hierbas Buenas (Zona 5) y Palmeras de Ucayali (Zona 3). También hubo diferencias estadísticas en forma significativa entre las mieles provenientes de la localidad de Hierbas Buenas (Zona 5) y Palmeras de Ucayali (Zona 3), siendo este último el menor promedio en contenido de cenizas con 0,10 por ciento (anexo 27).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 19: Determinación del contenido de cenizas (porcentaje) para cada tipo de miel.**

Estos valores no son superiores a 0,6 por ciento, considerado por varios investigadores,

como límite máximo para las mieles de flores en general, como indica la Norma Regional Europea (European Commission 2002) y norma peruana (INDECOPI 1999). Si se observan los resultados, hay variabilidad debido al tipo de suelo por tener minerales, silicatos y carbonatos; tal como indica Ortiz (1980).

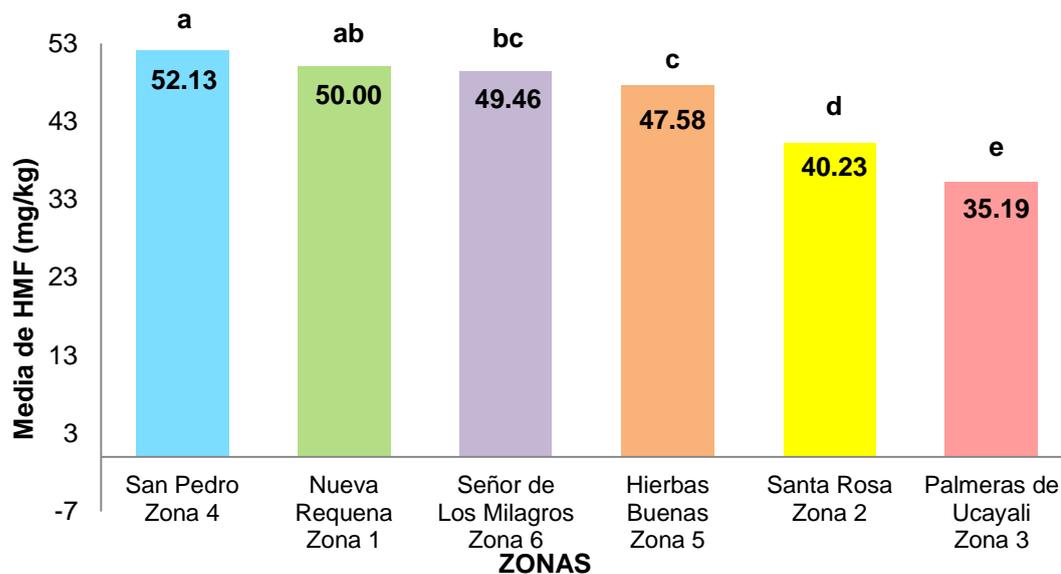
En los análisis de 490 mieles americanas examinadas, los valores promedios de cenizas fueron 0,17 por ciento (Egan 1987) y Philippe (1990) también reporta el mismo valor.

#### **4.1.11 HIDROXIMETILFURFURAL**

En la figura 20 y anexo 28 se reportan los resultados de las mediciones de hidroximetilfurfural e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia del hidroximetilfurfural, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa (anexo 28).

El mayor promedio de hidroximetilfurfural (H.M.F.), fue para la miel proveniente de la localidad San Pedro (Zona 4), con 52,13 mg/kg y este valor no difiere estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), en forma significativa a la miel proveniente de la localidad Nueva Requena (Zona 1), cuyo valor fue de 50 mg/kg; mientras si existen diferencias estadísticas significativas entre las otras 4 zonas. Asimismo, la miel proveniente de la localidad de Señor de los Milagros presentó un promedio de hidroximetilfurfural de 49,46 mg/kg y este valor no difiere estadísticamente en forma significativa a la miel proveniente de Nueva Requena (Zona 1); pero éste valor superó estadísticamente en forma significativa a las mieles provenientes de las localidades de Hierbas Buenas (Zona 5), Santa Rosa (Zona 2) y Palmeras de Ucayali (Zona 3), que tuvieron promedios de hidroximetilfurfural 47,58 mg/kg; 40,23 mg/kg y 35,19 mg/kg.

También se encontró diferencias estadísticas significativas entre la miel proveniente de la localidad de Santa Rosa (Zona 2) y la localidad de Palmeras de Ucayali (Zona 3) y esta última mostró el contenido promedio más bajo de Hidroximetilfurfura con 35,19 mg/kg (anexo 28).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 20: Determinación de H.M.F. (mg/kg) para cada tipo de miel.**

Bosch y Serra (1986) al estudiar mieles españolas observó que el contenido de H.M.F. aumentaba espontáneamente con el transcurso del tiempo a temperatura ambiente, notando una diferencia del incremento según procedan de zonas frías o cálidas, estas últimas las que presentaron valores superiores. Además, White y Siciliano, citados por Zandamela (2008); mencionan que el H.M.F. se forma a temperatura ambiente por deshidratación de la fructosa en medio ácido (valor medio de pH 3,9), proceso que se acelera con el calentamiento.

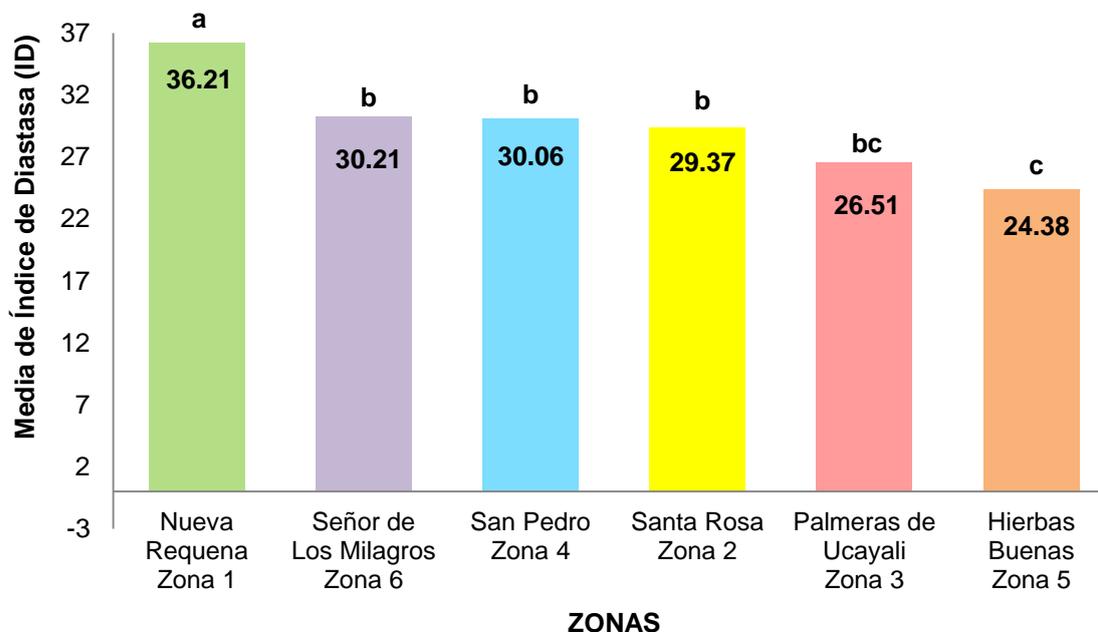
Nuestros resultados de H.M.F. para las seis zonas, es debido a la variabilidad de la temperatura ambiental, una acidez elevada y un pH promedio de 3,9 una humedad relativa alta que influyen en la formación espontánea de dicho aldehído cíclico.

Bogdanov *et al.* (2004), señalan que las mieles que proceden de zonas cálidas, presentarán valores superiores de H.M.F., que mieles no tropicales. INDECOPI (1999) (cuadro 5) y el Codex Alimentarius (FAO/WHO 2001) (cuadro 7), fijan como límite máximo 80 mg/kg de hidroximetilfurfural.

#### 4.1.12 ÍNDICE DE DIASTASA

En figura 21 y anexo 29 se reportan los resultados de las mediciones de índice de diastasa e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia de diastasa, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $\rho < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 29).

El mayor promedio de índice de diastasa fue para la miel proveniente de la localidad Nueva Requena (Zona 1), con 36,21 y este valor superó estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), en forma significativa a las mieles de las otras cinco zonas. Las mieles provenientes de las localidades de Señor de los Milagros (Zona 6), San Pedro (Zona 4), Santa Rosa (Zona 2) y Palmeras de Ucayali (Zona 3), cuyos valores promedios fueron de 30,21; 30,06; 29,37 y 26,51, respectivamente. La miel de la localidad de Hierbas Buenas (Zona 5), mostró el menor promedio de índice de diastasa con 24,38; aunque este valor no superó estadísticamente en forma significativa a la miel proveniente de la localidad de Palmeras de Ucayali (Zona 3) (anexo 29).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 21: Determinación de la actividad diastásica (ID) para cada tipo de miel.**

Según INDECOPI (1999) y Codex Alimentarius (FAO/WHO 2001) y la Norma Regional Europea o NRE (European Commission 2002), quienes fijan como límite mínimo tres unidades de índice de diastasa y el índice de diastasa de las seis localidades mostraron valores superiores a los reportados por estas fuentes.

Estas variaciones Serrano *et al.* (2007) las atribuyen a factores como el tiempo de colecta del néctar (estado fisiológico de la colonia), la abundancia de néctar y contenido de azúcar, la edad de las abejas y el consumo de polen, lo que también coincide con Bogdanov *et al.* (2004).

El hidroximetilfurfural (H.M.F.) y índice de diastasa (ID), son indicativos de la frescura de la miel, así como de una mala práctica durante la obtención, causado por un calentamiento excesivo (Zandamela 2008).

#### **4.1.13 ACTIVIDAD DE LA GLUCOXIDASA**

Esta es más sensible al calor que la diastasa de la miel, lo que constituye una prueba importante para determinar el calentamiento de la miel. Se destruye calentando una solución de miel al 50 por ciento durante cinco minutos a 100 °C, 10 minutos a 80 °C y 30 minutos a 56 °C (Bianchi 1990).

En el cuadro 12, se presenta los resultados de las muestras de miel de abeja analizadas, dieron como promedio una actividad de la glucoxidasa elevada. Bianchi (1990), menciona que cantidades menores de regular no son aceptables, indicaría que sufrió un calentamiento, mal procesamiento o se trata de una miel vieja o adulterada. Existen mieles con bajo contenido natural de glucoxidasa por contener sustancias que descomponen el peróxido de hidrógeno formado (Bianchi 1990).

**Cuadro 12: Resultados de la actividad de la glucoxidasa de las mieles de abeja analizadas**

ZONA DE PROCE_DENCIA	REPETICIONES	N° TUBOS CON COLORACION NO INFERIOR AL TESTIGO	ACTIVIDAD DE LA GLUCOXIDASA (RELATIVA)
I	1	4	Elevada
	2	4	Elevada
	3	3	Regular
	$\bar{x}$	4	Elevada
II	1	4	Elevada
	2	3	Regular
	3	3	Regular
	$\bar{x}$	3	Regular
III	1	4	Elevada
	2	4	Elevada
	3	3	Regular
	$\bar{x}$	4	Elevada
IV	1	4	Elevada
	2	3	Regular
	3	3	Regular
	$\bar{x}$	3	Regular
V	1	4	Elevada
	2	4	Elevada
	3	4	Elevada
	$\bar{x}$	4	Elevada
VI	1	4	Elevada
	2	3	Regular
	3	4	Elevada
	$\bar{x}$	4	Elevada

Valor normal: no menos de regular cantidad.

#### 4.1.14 GLUCOSA COMERCIAL

En el cuadro 13, se presenta los resultados de la glucosa comercial de las muestra de miel analizadas, en todas de ellas hubo una reacción negativa; es decir, una mezclas limpia u opalescencia muy débil. Lo cual demuestra que las muestras de miel no han sido adulteradas con glucosa comercial o dextrinas para mantener a la miel sin cristalizar como menciona Bianchi (1990).

**Cuadro 13: Resultados de la actividad de la glucosa comercial de las muestras de mieles de abejas analizadas**

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	N° TUBOS CON COLORACION NO INFERIOR AL TESTIGO	ACTIVIDAD DE LA GLUCOSA (RELATIVA)
I	1	3	Negativo
	2	3	Negativo
	3	3	Negativo
	$\bar{x}$	3	Negativo
II	1	3	Negativo
	2	3	Negativo
	3	3	Negativo
	$\bar{x}$	3	Negativo
III	1	3	Negativo
	2	3	Negativo
	3	3	Negativo
	$\bar{x}$	3	Negativo
IV	1	3	Negativo
	2	3	Negativo
	3	3	Negativo
	$\bar{x}$	3	Negativo
V	1	3	Negativo
	2	3	Negativo
	3	3	Negativo
	$\bar{x}$	3	Negativo
VI	1	3	Negativo
	2	3	Negativo
	3	3	Negativo
	$\bar{x}$	3	Negativo

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LAS MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA ANALIZADAS

En el cuadro 14, se presenta el resultado de los análisis microbiológicos de las muestras de mieles, de seis localidades de Pucallpa y Campo Verde, donde ninguna de las muestras excede los valores de los recuentos de bacterias aerobios mesófilos viables y mohos y

levaduras por ufc/g, reportadas por Salamanca *et al.* (2001b) y MINSA (2008).

**Cuadro 14: Análisis microbiológico de las muestras de miel de abeja de seis Zonas de Pucallpa y Campo Verde**

<b>ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL</b>	<b>RECUEENTOSDE BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS VIABLES (BAMV) (ufc/g)</b>	<b>RECUEENTOS DE MOHOS Y LEVADURAS (ufc/g)</b>
Zona I	< 10	50
Zona II	< 10	30
Zona III	< 10	56
Zona IV	< 10	40
Zona V	< 10	43
Zona VI	< 10	47
Promedio (ucf/g)	< 10	44,43
Rango (ucf/g)	0	30 - 56
Desviación Estándar	0	8,18
Coeficiente de Variación	0	18,42

Los recuentos de aerobios mesófilos en las mieles pueden variar de 0 a 1000 microorganismos por gramo dependiendo de la frescura de la miel, época de recogida y técnicas utilizadas (Snowdon y Cliver 1996). Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Sanz *et al.* (1994) en mieles de Norte de España; Butta *et al.* (1983) en mieles italianas y Estupiñán *et al.* (1998) en mieles de Gran Canaria. Iurlina y Fritz (2003) en mieles Argentinas encontraron crecimiento en todas las muestras de su estudio pero con valores inferiores.

La baja contaminación por microorganismos aerobios mesófilos es indicativo de una adecuada calidad microbiológica de la miel, aunque no existe relación con la posible presencia de gérmenes patógenos (Pascual 1992).

Los resultados para mohos y levaduras son similares a los obtenidos por Finola *et al.*

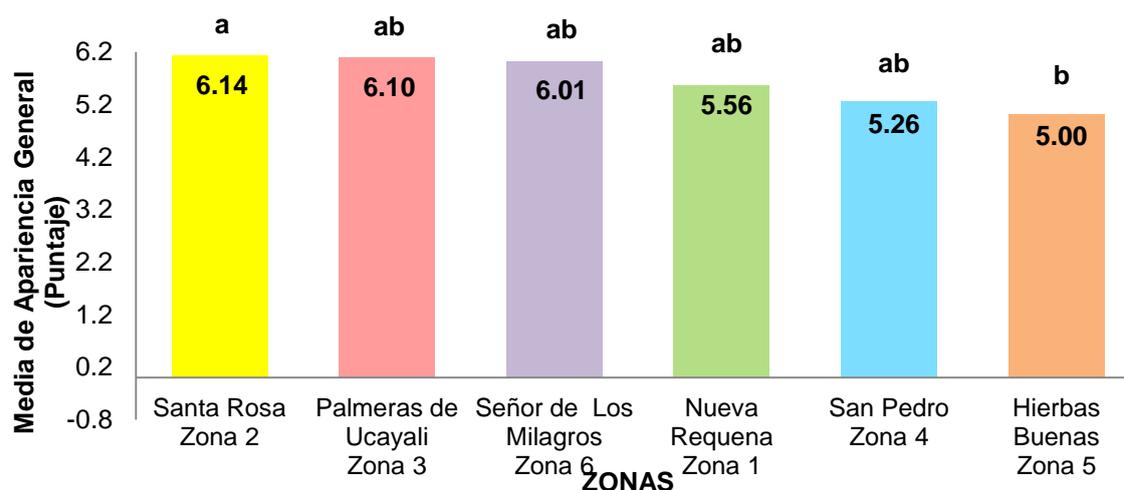
(2007), en 23 muestras de miel de Mozambique encontraron también de 10 ufc/g. Sin embargo, Zandamela (2008) reporta valores superiores en comparación a los encontrados en la presente investigación. Alteraciones más frecuentes son producidas en mieles durante su almacenamiento debido al crecimiento de mohos y levaduras (Arnon *et al.*, citado por Maradiaga *et al.* 2005).

### 4.3 CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA ANALIZADAS

#### 4.3.1 APARIENCIA GENERAL

En la figura 22 y anexo 30 se reportan los resultados de las calificaciones de apariencia general e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia de la apariencia general, se observa que existen diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 30).

El mayor promedio se presenta en la miel proveniente de la localidad Santa Rosa (Zona 2), con 6,14; de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) y que corresponde al calificativo de «muy bueno». El menor promedio fue obtenido para la miel proveniente de la localidad de Hierbas Buenas con 5,00; que corresponde al calificativo de «bueno» (anexo 14).



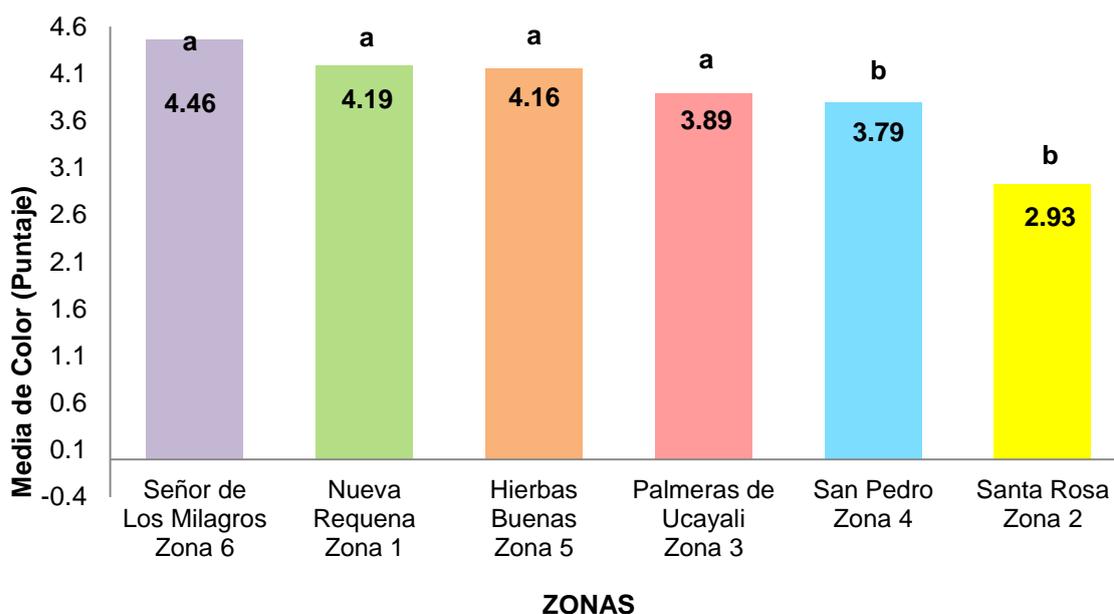
a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 22: Determinación de la apariencia general mediante un panel de jueces, para cada tipo de miel.**

### 4.3.2 COLOR

En la figura 23 y anexo 31 se reportan los resultados de las calificaciones de color e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia del color, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 31).

El mayor promedio del color de las muestras de mieles se presenta en la miel proveniente de la localidad Señor de los Milagros con 4,46; de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) realizada, que corresponde al color «ámbar extra claro». Mientras que la miel proveniente de la localidad de Santa Rosa mostró el menor promedio con 2,93; que corresponde a un color entre «ámbar» y «ámbar claro» (anexo 15).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 23: Determinación del color mediante un panel de jueces, para cada tipo de miel.**

Los resultados de color concuerdan con los encontrados por Follegatti (1997), para mayoría de las mieles de la provincia de Leoncio Prado del Departamento de Huánuco, que muestran un color ámbar claro; mientras que pocas mieles fueron de un color ámbar transparente y marrón oscuro.

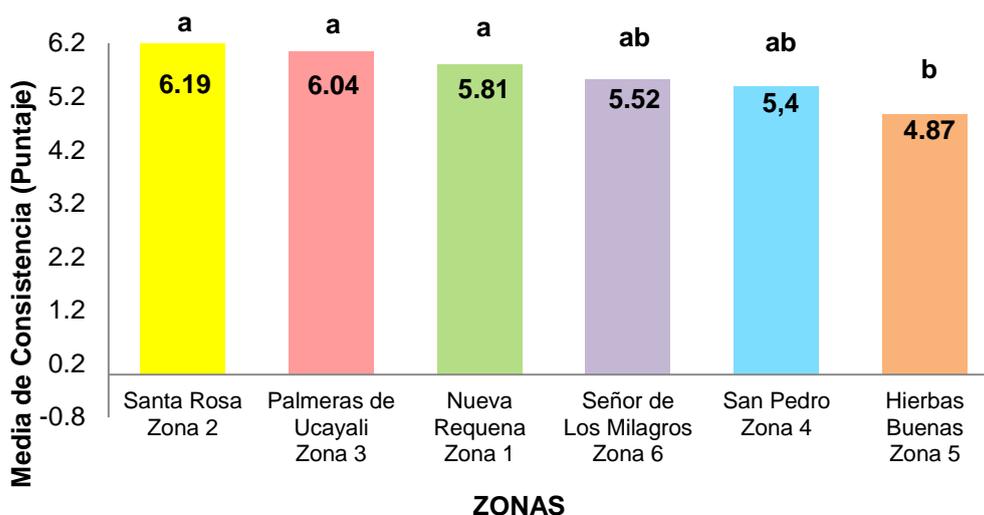
El color de miel se debe exclusivamente a materias colorantes (pigmentos de las plantas), del néctar y ésta varía con la fuente floral y otras partes coloreadas de los vegetales, todo influye en el sabor. Las mieles de color oscuro, aparentemente son de mayor valor nutritivo por ser ricas en minerales (Delle-Ville, citado por Avallone *et al.* 1999).

Tanto White (1978) como Gonnet y Lavie, citados por Vásquez (2010); indican que existe una correlación entre el contenido de sustancias minerales y el color siendo las mieles más oscuras, las que presentan un contenido de ceniza más elevado.

### **4.3.3 CONSISTENCIA**

En la figura 24 y anexo 32 se reportan los resultados de las calificaciones de consistencia e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia de la consistencia, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa y Campo Verde (anexo 32).

El mayor promedio lo presenta la miel proveniente de la localidad Santa Rosa (Zona 2), con 6,19, de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), la cual corresponde a un calificativo «muy bueno»; y este valor no difiere estadísticamente en forma significativa a las mieles de abeja provenientes de las localidades de Palmeras del Ucayali (Zona 3), Nueva Requena (Zona 1), Señor de los Milagros (Zona 6) y San Pedro (Zona 4), que tuvieron valores promedios de 6,04; 5,81; 5,52 y 5,40, respectivamente. El promedio menor fue para la miel proveniente de la localidad Hierbas Buenas (Zona 5) con un valor de 4,87; que corresponde al calificativo de «regular»; pero este valor no difiere estadísticamente en forma significativa a las mieles de abeja provenientes de las localidades de Señor de los Milagros (Zona 6) y San Pedro (Zona 4). El promedio de todas las zonas estudiadas fue de 5,63; correspondiente al calificativo de «bueno» (anexo 16).



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 24: Determinación de la consistencia mediante un panel de jueces, para cada tipo de miel.**

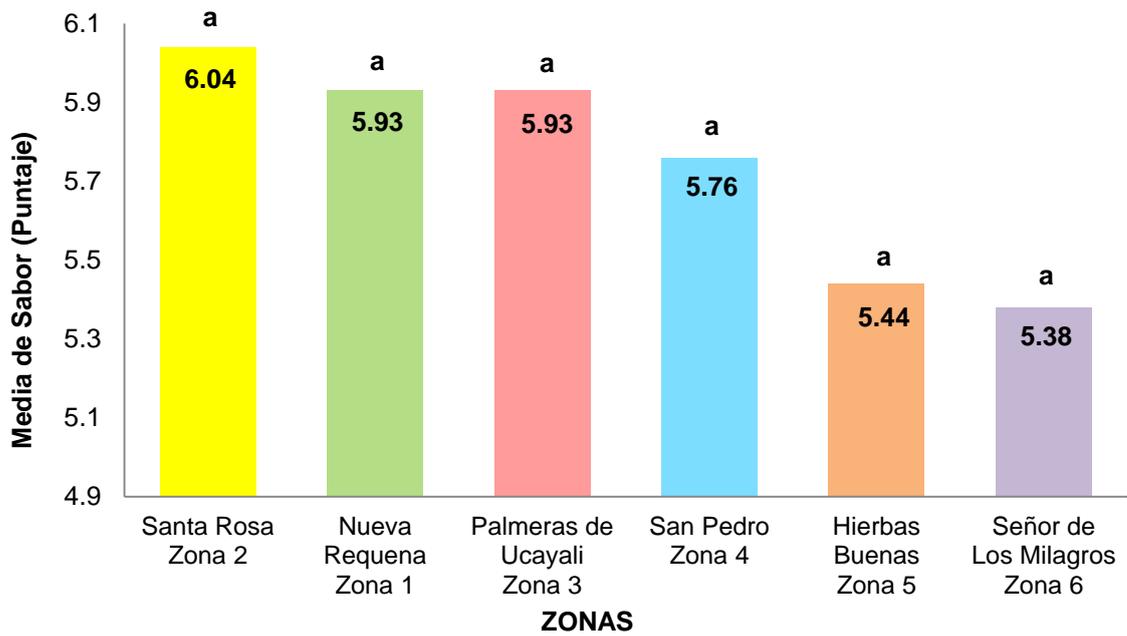
#### 4.3.4 SABOR

En la figura 25 y anexo 33 se reportan los resultados de las calificaciones de sabor e las muestras de miel provenientes de las diferentes zonas estudiadas. De acuerdo al análisis de variancia del sabor, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ), entre las mieles de abeja provenientes de las seis zonas de Pucallpa (anexo 33).

El mayor promedio presenta la miel proveniente de la localidad de Santa Rosa (Zona 2), con 6,04; de acuerdo a la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), que corresponde a un calificativo «muy bueno». El menor promedio provino de la localidad Señor de los Milagros (Zona 6) con un valor de 5,38; que corresponde al calificativo de «bueno» (anexo 17).

El aroma y el sabor dependen de la especie botánica de la flor que liba la abeja para extraer el néctar, así las mieles más aromáticas son las procedentes de los bosques, que pueden tener un aroma y un sabor fuerte (Arrabal y Ciappine 1999).

Gonnet y Vache (1979) menciona que las mieles de milflores (poliflora) son difícilmente definidas a nivel olfativo y gustativo; para el análisis de las sensaciones se tendrá en cuenta una apreciación global.



a, b: letras desiguales significa que existen diferencias estadísticas significativas en la prueba Tukey, valor  $\alpha = 0,05$ .

**Figura 25: Determinación del sabor mediante un panel de jueces, para cada tipo de miel.**

## V. CONCLUSIONES

- Las medias del índice de refracción (1,4905), °Brix (79,58 por ciento), humedad (18,40 por ciento), sólidos totales (81,60 por ciento), azúcar reductor (66,00 por ciento), sacarosa aparente (4,10 por ciento), acidez libre (36,13 meq/kg), glucoxidasa y glucosa comercial; están dentro de los valores normales expresados en el Códex Alimentarius, a excepción de las mieles provenientes de la Localidad de Hierbas Buenas que presenta un bajo porcentaje de azúcares reductores (62,70 por ciento), y de las Localidades de San Pedro con índice de sacarosa de ligeramente elevado (5,16 por ciento), y la Localidad de Santa Rosa, con acidez libre (51 por ciento) que se encuentra por encima de las especificaciones.
- Los valores promedios de pH (3,9), conductividad eléctrica (0,18 mS/cm) y contenidos de cenizas (0,16 por ciento) obtenidos permiten deducir que en general se trata de mieles de origen típicamente floral.
- Los resultados promedios de H.M.F. (45,77 mg/kg) y de índice de diastasa (29,46) de las muestras analizadas indican un grado de frescura aceptable para mieles procedentes de regiones de clima tropical.
- La actividad de la glucoxidasa en las mieles de las seis zonas osciló entre «regular» y «elevada» con una media elevada. Así, mismo no fue encontrado en las muestras señales de la presencia de glucosa comercial.
- Los resultados promedios de las características microbiológicas de recuentos mesófilos aerobios viables ( $< 10$  ufc/g) y recuentos de mohos y levaduras (44,33 ufc/g); siendo los límites máximos para ambos de  $1 \times 10^4$  y  $1 \times 10^2$  ufc/g, muestran a la miel sin signos de contaminación microbiológica al existir bajos niveles de microorganismos.

- Los jueces previamente entrenados encontraron que la apariencia general de la miel tuvo un puntaje de 5,63 (calificativo de «bueno»), el color un puntaje de 3,90 (calificativo de «ámbar claro»), la consistencia con un puntaje de 5,63 (calificativo de «bueno»); y el sabor y aroma un puntaje de 5,75 (calificativo de «bueno»).
- Todas las muestras analizadas sensorialmente corresponden a las llamadas mieles poliflorales por tener una variada flora autóctona y además estas mieles se conservan líquidas.

## **VI.- RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar la misma metodología para caracterizar las mieles de otras regiones del Perú.
- Se recomienda analizar el contenido de glucosa y fructosa de las mieles de bosques secundarios para determinar su influencia en la no cristalización durante el almacenamiento.
- Evaluar la actividad antioxidante y antimicrobiana de las mieles de bosques secundarios para verificar su poder antimicrobiano en condiciones naturales.
- Se recomienda realizar estudios de caracterización fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos de las mieles bajo condiciones de almacenamiento para determinar la vida media del producto en anaquel.

## VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acquarone, C; Buera, P; Beatriz, E. 2007. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry* 101:695-703.
- Aguilar, M. 2001. Evaluación de parámetros de calidad en miel de abejas, en relación a condiciones de almacenaje. Tesis Lic. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 141 p.
- AIDER (Asociación para la Investigación y Desarrollo Rural Integral, Perú). 1998. Amazonía peruana: 1993-1997 (en línea, sitio web). Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <http://www.aider.com.pe/d>
- Anupama, D; Bhat, KK; Sapna, VK. 2003. Sensory and physico - chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International* 36:183-191.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists, Estados Unidos). 1995. *Bacteriological Analytical Manual*. 8 ed. Maryland, Estados Unidos.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists, Estados Unidos). 2003. *Official Methods of Analysis*. 17 Ed.rev. Food composition; aditives; natural contaminants. Maryland, Estados Unidos. v. 2, p. 20877-2417.
- Arrabal, MV; Ciappine, MC. 1999. Aceptabilidad de miel y su correlación con el análisis fisicoquímico. Santa Fe, Argentina, Rosario. p. 1-9.
- Assil, H; Sterling, R; Sporns, P. 1991. Crystal control in processed liquid honey. *Journal of Food Science* 56(4):1034-1037.

- Avallone, CM; Montenegro, S; Chifa, C. 1999. Control de calidad de las mieles de la provincia del Chaco-Argentina y mapa apícola. Chaco, Argentina, Universidad del Nordeste.
- Bailey, PS; Philip, S; Bailey, JR; Christina, A. 1995. Química orgánica: conceptos y aplicaciones. 5 ed. Ciudad de México, México, Prentice Hall.
- Baldi, B. 2010. La miel. Paraná, Argentina, Universidad Nacional de Entre Rios. 1 ed. 232p.
- Barreto, O. 1998. Manejo y control de la abeja africanizada: programa regional para el manejo y control de la abeja africanizada. El Salvador. 40 p.
- Bartoli, M. 1994. Microbiological studies on honeys produced by artisanal methods. *Industrie Alimentaria* 32(316).
- Bartolini, A. 1994. Cría rentable de las abejas. Barcelona, España, Vecchi. 191 p.
- Belitz, H. 1992. Química de los alimentos. Zaragoza, España, Acribia.
- Belitz, HD; Grosch, W. 1997. Química de los alimentos. 2 ed. Zaragoza, España, Acribia. p. 152-173, 923-955.
- Bianchi, EM. 1990. Control de calidad de la miel y la cera. Roma, Italia, FAO. 67 p.
- Bogdanov, S; Lullman, C; Martin, P; von der Ohe, W; Russmann, H; vor Wohl, G. 1999. Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission. *Bee World* 80(2):61-69.
- Bogdanov, S; Ruoff, K; Persano, O. 2004 Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie* 35:4-17.
- Bosch, C; Serra, B. 1986. Evaluación del contenido de hidroximetilfurfural en las mieles procesadas y situadas en el mercado español. *Alimentaria* 23(175): 59-67.

- Butta, A; Caserio, G; Bizzorezo, M; Colombo, M. 1983. Indagine sulla qualità merceologica e sulle caratteristiche microbiologiche di miele in commercio. *Industrie Alimentari* 11:838-844.
- Camayo, R; Roque, R. 1989. Evaluación de la calidad de miel en el Valle de Mantaro. Tesis Ing. Huancayo, Perú, Universidad Nacional del Centro. 68 p.
- Campusano, C. 1999. Determinación de proteínas y vitaminas B2 y C en polen de frutales menores y miel. Tesis Ing. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 118 p.
- Ciappini, M; Gattuso, S; Gatti, M; Divito, M; Gomez, G. 2009. Mieles de la provincia de Santa Fe (Argentina): determinación palinológica, sensorial y fisicoquímica, según provincias fitogeográficas. *Invenio* 12(22):109-120.
- Cochrane, T. 1992. Características agroecológicas para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos en América tropical. *In* Toledo, JM (eds.). Manual para la evaluación agronómica. Cali, Colombia, Red internacional de Evaluación de Pastos Tropicales - Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Cornejo, L. 1993. Apicultura práctica en América Latina. Roma, Italia, FAO. 158 p.
- Crane, E. 1975. Honey: a comprehensive survey. Londres, Reino Unido, Heinemann.
- Crane, E. 1985. El Libro de la miel. México, Fondo de Cultura Económica. 289 p.
- Crane, E. 1990. Bees and beekeeping: science, practice and world resources. Nueva York, Estados Unidos, Cornell University Press. 614 p.
- Chandler, B. 1977. Quality of Australian honeys. *Nucleic Acids Research* 37:1-9.
- Da Azeredo, CL; Azeredo, MAA; De Souza, SR; Dutra, VML. 2003. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry* 80:249-254.

- Dadant, L. 1975. La colmena y la abeja melífera. 4 ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 936 p.
- De La Cruz, SH. 1993. Determinación de la importancia apícola de las especies botánicas de la zona de Penachi - Lambayeque. Tesis Mg.Sc. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Del Pozo, E; Schopflocher, R. 2004. Cría de abejas: su empresa de apicultura. Buenos Aires, Argentina, Albatros Saci. 190 p.
- DEVIDA (Comisión Nacional de Vida Sin Drogas, Perú). 2001. Lineamientos para la gestión forestal (en línea). Lima, Perú. Consultado el 14 jun. 2017. Disponible en <http://www.devida.gob.pe>.
- Downey, G; Hussey, K; Kelly, JD; Walshe, TF; Martin, PG. 2005. Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico-chemical data. *Food Chemistry* 91:347-354.
- Egan, H. 1987. Análisis químico de los alimentos. México, Continental. 1055 p.
- Escobar, CA; Giménez, G; Quiñones, R. 1992. Miel de abeja de la flora Paraguaya: composición, tipificación y normalización. Paraguay, Ministerio de Agricultura y Ganadería - Universidad Nacional de Asunción.
- Estupiñán, S; Sanjuan, E; Millan, R; González-Cortés, MA. 1998. Quality parameters of honey II - chemical composition: a review. *Alimentaria* 297:117-122.
- European Commission, Bélgica. 2002. Opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on honey and microbiological hazards. Consultado 14 jun. 2017. Disponible en [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com\\_scv\\_out53\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scv_out53_en.pdf).
- FAO (Food and Agriculture Organization, Italia)/WHO (World Health, Italia). 2001. Codex Alimentarius: texto abreviado. Roma, Italia, FAO/WHO. 459 p.

- Finola, MS; Lasagno, M; Marioli, J. 2007. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry* 100(4):1649-1653.
- Follegatti, LM. 1997. Evaluación de calidad y almacenamiento de las mieles de abeja (*Apis mellífera* L), cosecha en la provincia de Leoncio Prado. Tesis Ing. Tingo María, Perú, Universidad Nacional Agraria de La Selva.
- Frias, I; Hardison, A. 1992. Estudio de los parámetros analíticos de interés en la miel: humedad, acidez e índice de formol, hidroximetilfurfural e índice de diastasas. *Alimentaria* 5:71-74.
- Fritsch, S. 2000. Caracterización físicoquímica, botánica y microbiológica de miel de abejas (*Apis mellífera*) proveniente de la región de Aysín. Tesis Lic. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 114 p.
- Gamero, AM; Cornejo, LG; Schminke, E. 1972. Tipificación de mieles de abejas de la región sur de la provincia de Buenos Aires: informe técnico. Buenos Aires, Argentina, Universidad Nacional de La Plata. 26 p.
- García, A; Soto, D; Romo, C. 1986. La miel de abeja. Composición química, propiedades y usos industriales. *Revista Chilena de Nutrición* 14(3):183-191.
- Gómez, A. 1996. Análisis sensorial de mieles: influencia de la composición y el procesado. *Vida Apícola* 80:16-20.
- Gómez, PA. 2004. Mieles de España y Portugal: conocimiento y cata. Barcelona, España, Montagud. 151 p.
- Gongalves, L. 2003. IV Curso Internacional teórico - práctico: control y manejo de la abeja africanizada. Lima, Perú, Instituto valle grande.
- Gonnet, M; Vache, G. 1979. Técnica de degustación de las mieles y elaboración de un sistema de anotación y clasificación objetiva para su calidad, mediante análisis sensorial. *Apiacta* 12:105.

- Graham, J. 1993. The hive and the honey bee. Illinois, Estados Unidos, Hamilton. 1324 p.
- Huidobro, JF; Santana, FJ; Sanches, MP; Sancho, M; Muniategui, S; Simal, J. 1995. Diastase, invertase and B-glucosidase activities in fresh honey from north-west Spain. Journal of Apicultural Research 34(1):39-44.
- Huidobro, JF; Simal, J. 1985. Parámetros de calidad de la miel VIII: comentarios resultados encontrados en muestras comerciales. Offarm 4(2):69.
- IHC (International Honey Commission, Alemania). 2004. Revisión realizada por la Comisión Internacional de la miel (en línea, sitio web). Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <http://www.ihc-platform.net/>.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana)/CTARU (Consejo Transitorio de Administración Regional Ucayali, Perú). 1999. Zonificación económica, ecológica de la cuenca del río Aguaytía: informe final. Pucallpa, Perú, IIAP-CTAR Ucayali. v. 2, 115 p.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Perú). 1999. Miel: definición, requisitos y rotulado. Norma Técnica Peruana 209.168. 2 ed. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 3 oct.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Perú). 1994 Alimentos envasados: etiquetado. Norma Técnica Peruana 209.038. 6 ed. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 30 dic. 17 p.
- Iurlina, MO; Fritz, R. 2003. Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. International Journal of Food Microbiology 105:297-304.
- Jean-Prost, P; Medori, P; Leconte, Y. 2007. Apicultura. Madrid, España, Mundi-Prensa. 791 p.

- Jeuring, HJ; Koppers, FJEM. 1980. High performance liquid chromatography of furfural and hydroxymethylfurfural in spirits and honey. *Journal of Association of Official Agricultural Chemists International* 63(6):1215-1218.
- Jiménez, M; Mateo, J; Huerta, T; Mateo, R. 1994. Influence of the storage conditions on some physicochemical and mycological parameters of honey. *Journal Science Food Agriculture* 64:67-74.
- La Serna, I; Méndez, B; Gómez, C. 1999. Aplicación de nuevas tecnologías en mieles canarias para su tipificación y control de calidad. Canarias, Tenerife, Servicio de Publicaciones de la Caja General de Ahorros de Canarias.
- Louveaux, J. 1985. Le miel. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique* 20(1):57-70.
- Lund, A. 1999. La curación con la miel. Barcelona, España, Robin Book. 203 p.
- Madrid, A; Cenzano, I; Vicente, JM. 1994. Manual de industrias alimentarias. Madrid, España, Mundi-Prensa. p. 465-467.
- Maidana, JI. 2005. La miel. Santiago del Estero, Argentina, Caro Impresiones.
- Maradiaga, D; Ruíz, B; Bueso, F; Domínguez, W. 2005. Caracterización físico-química y microbiológica de mieles de abeja de 5 departamentos de Honduras. Tesis Ing. Tegucigalpa, Honduras, Escuela de Agricultura Panamericana Zamorano. 73 p.
- Martos, TA. 1998. Apicultura: manual teórico - práctico. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 94 p.
- Martos, TA. 2001. La miel, tecnología y comercio. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.

- MINSA (Ministerio de Salud del Perú). 2008. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Resolución Ministerial 591-2008. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 27 ago. 25 p.
- Montenegro, S; Bianchi, E; Avallone, CM. 2005. Caracterización de mieles del Parque Chaqueño: determinación de hidroximetilfulfural, plomo y antibióticos. Santiago de Estero, Argentina, Editorial Universidad Nacional del Nordeste.
- Moreira, RFA; De Maria, CAB. 2001. Glúcidos no mel. *Quimica Nova* 24(4):516-525.
- Morse, R, Hooper, T. 1992. Enciclopedia ilustrada de apicultura. Argentina, El Ateneo. 385 p.
- Municipalidad Distrito de Campo Verde, Ucayali, Perú. 2005. Mapa de Campo Verde y Pucallpa (fotografía). Ucayali, Perú.
- Ortiz, VA. 1980. Algunas características físico químicas de diez muestras de miel de la Alcarria. In EXCMA (eds.). III Congreso nacional de apicultura, ponencias y comunicaciones. España, Apimundi. p. 171-177.
- Pascual, MR. 1992. Microbiología alimentaria: metodología analítica para alimentos y bebidas. Madrid, España, Díaz de Santos.
- Pedrero, DL; Pangborn, RM. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos. Ciudad de México, México, Alhambra Mexicana. 251 p.
- Pérez-Arquillué, C; Conchello, P; Ariño, A; Juan, T; Herrera, A. 1994. Quality evaluation of Spanish rosemary (*Rosmarinus officinalis*) honey. *Food Chemistry* 51:207-210.
- Pérez-Arquillué, C; Jimeno, MF. 1985. Manejo y alteraciones de la miel. Madrid, España, Publicaciones de Extensión Agraria. p. 2-4. Consultado 14 jun. 2017. Disponible en [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1985\\_13.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_13.pdf).

- Persano, OL; Piazza, MG; Sabatini, AG; Accorti, M. 1995. Characterization of unifloral honeys. *Apidologie* 26:453-465.
- Philippe, J. 1990. *Guía del apicultor*. Madrid, España, Mundi-Prensa. 376 p.
- Piana, G; Ricciardelli, D; D'Albore, A; Isola, J. 1989. *La miel*. Madrid, España, Mundi Prensa. 110 p.
- Piazza, MG; Accorti, M; Persano, E; Oddo, L. 1991. Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys. *Apicoltura* 7:51-63.
- Polaino, C. 2006. *Manual práctico del apicultor*. Madrid, España, Cultural. 509 p.
- Powers, J. 1988. Using general statistical programs to evaluate sensory. *Test Food Technology* 38(6):74.
- Proença, DA. 2002. Tipificación de la miel (en línea, sitio web). *Revista Espacio Apícola*. Consultado el 14 jun. 2017. Disponible en [http://www.apicultura.com.ar/apis\\_53.html](http://www.apicultura.com.ar/apis_53.html).
- Prost, JP. 1985. *Apicultura: conocimientos de la abeja, manejo de la colmena*. Madrid, España, Mundi-Prensa. 573 p.
- Prost, JP. 1995. *Apicultura*. Madrid, España, Mundi-Prensa. p. 372-379.
- Ramírez-Cervantes, MA; González-Novelo, SA; Sauri-Duch, E. 2000. Effect of the temporary thermic treatment of honey on variation of the same during storage. *Apiacta* 35(4):162-170.
- Real Decreto n° 1049, 2003. Norma de calidad relativa a la miel. *Boletín Oficial del Estado*. España. 1 ago. p. 30181-30183.
- Regard, A. 1994. *Manual del apicultor aficionado*. Barcelona, España, Acribia.

- Rodríguez, B. 2012. Caracterización química y evaluación de las actividades antioxidante y antimicrobiano de mieles florales: Naranja, Cactáceas y Campanilla. Tesis Ph.D. Querétaro, México, Universidad de Querétano. 127 p.
- Root, IA. 2003. El ABC y XYZ: la apicultura. Buenos Aires, Argentina, El Hemisferio Sur. 5 ed. 723 p.
- Ruiz, T; Odriguez, A. 1975. Microbiology of ripening honey. Journal of Applied Microbiology 30(6):893-6.
- Sabatini, G, Persano, L; Piazza, M; Accorti, M; Nanetti, A. 1989. Glucide spectrum in the main Italian unifloral honeys I: fructose and glucose. Rivista Scientifica di Apidologia 5:35-46.
- Salamanca, GG; Alvarez, LR; Serra, BJA. 2001a. Naturaleza del color de algunas mieles tropicales de *Apis mellifera* en el departamento de Boyacá (en línea, sitio web). Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <http://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/728-naturaleza-del-color-de-algunas-mieles-tropicales>.
- Salamanca, GG; Henao, RA; Moreno, GI.; Luna, A. 2001b. Características microbiológicas de las mieles tropicales de *Apis mellifera* (en línea, sitio web). Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <http://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/725-caracteristicas-microbiologicas-de-las-mieles-tropicales>.
- Salamanca, GG; Pérez, FC. 2000. Propiedades térmicas de algunas mieles de *Apis mellifera* de las zonas Boyacá consociaciones de bosque seco montano bajo y bosque húmedo montano bajo (en línea, sitio web). Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <http://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/724-propiedades-termicas-de-mieles>.
- Salamanca, GG; Serra, JA. 2001. Estudio analítico comparativo de las propiedades físicoquímicas de mieles de *Apis mellifera* en algunas zonas apícolas de los departamentos de Boyacá y Tolima. Tesis Mg.Sc. Tolima, Colombia, Universidad de Tolima.

- Sancho, J; Bota, E; De Castro, J. 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Barcelona, España, Universidad de Barcelona. 336 p.
- Sancho, MT; Muniategui, S; Huidobro, JF; Simal, J. 1991. Mieles del País Vasco I: pH y tipos de acidez. *Anales de la Bromatología* 43(1):77-86.
- Sanz, S; Pérez, C; Herrera, A; Sanz, M; Juan, T. 1994. La Rioja honey composition. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 34(5):540-552.
- SAS Institute. 2017. Statistical analysis system (sitio web, en línea). Consultado 14 jun. 2017. Disponible en [https://www.sas.com/en\\_us/software/stat.html](https://www.sas.com/en_us/software/stat.html).
- Serra, J; Cañas, S. 1988. Caratteristiche fisico-chimiche, composizione e spettro pollinico del miele di eucalipto (*Eucalyptus spp.*) prodotto in Spagna. *Apicoltura* 4:59-81.
- Serra, J; Gómez, A; Gonell, J. 1987. Composición, propiedades físico-químicas y espectro polínico de algunas mieles monoflorales de España. *Alimentaria* 185:61-84.
- Serra, Y; Ventura, F. 1995. Characterization of citrus honey (*Citrus spp.*) produced in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43:2053-2057.
- Serrano, S; Espejo, R; Villarejo, M; Jodral, M. 2007. Diastase and invertase activities in Adalusian honeys. *International Journal of Food Science and Technology* 42:76-79.
- Silva, M. 2000. Análisis sensorial de alimentos: selección y entrenamiento de jueces. Lima, Perú, Escuela de Post Grado-Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Simal, J; Huidobro, JF. 1984. Parámetros de calidad de la miel III: acidez (pH, libre, lactónica y total) e índice de formol. *Offarm* 3(9):523.
- Simal, J; Huidobro, JF; Araquistain, N. 1983. Parámetros de calidad de la miel: determinación del contenido en agua. *Offarm* 2(7):343-349.

- Snowdon, JA; Cliver, DO. 1996. Review article: microorganisms in honey. *International Journal of Food Microbiology* 31:1-26.
- Solares, C. 2013. Estudio comparativo de los niveles de sacarosa y azúcares reductores de la miel de abeja. Tesis Lic. San Carlos, Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala.
- Sorria, AC; González, M; De Lorenzo, C; Martínez-Castro, I; Sanz, J. 2004. Characterization of artisanal honeys from Madrid (central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. *Food Chemistry* 85:121-130.
- Soto, VC. 2008. Estudio de mieles monoflorales a través de análisis palinológico, físico, químico y sensorial. Tesis Lic. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile.
- Souza, R; de la Montaña, J; Bernárdez, M. 2002. Composición de mieles gallegas y su adecuación a las normativas vigentes. *Alimentaria* 332:127-132.
- Subovsky, M; Sosa, A; Castillo, A; Cano, N. 2002. Evaluación del contenido de hidroximetilfurfural en mieles del NEA. Santiago de Estero, Argentina, Universidad Nacional Nord Este.
- Subovsky, M; Sosa, A; Castillo, C; Verdum, R. 2000. Determinación de los parámetros físicos y químicos en la miel de abejas de la provincia de Corrientes. Santiago de Estero, Argentina, Universidad Nacional Nord Este.
- Tem, M. 2002. Análisis de miel de abeja colectada en cinco zonas de vida en la provincia de Chiriquí, Panamá. Tesis Lic. Chiriquí, Panamá, Universidad Autónoma de Chiriquí. p. 39.
- UNU (Universidad Nacional de Ucayali, Perú). 2006. Datos de las estaciones meteorológicas. Pucallpa, Perú, UNU.

- Vásquez, CL. 2010. Caracterización de mieles de San Pedro de Atacama basado en análisis físicos, químicos y melisopalinológicos. Tesis Lic. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile.
- Velásquez, HF. 2007. Evaluación de la sustentabilidad de los bosques secundarios de Campo Verde-Ucayali, en el desarrollo apícola. Tesis Mg.Sc. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vit, P. 1993. Miel de abejas. Mérida, Venezuela, Editorial Venezolana. 97 p.
- Vorwohl, G. 1964. Die Beziehung zwischen der elektrischen Leitfähigkeit der Honige und ihrer trachtmässigen Herkunft. *Annales de Abeille* 7:301-309.
- White, JW. 1978. Honey. *Advances In Food Research* 24:287-375.
- White, JW. 1980. Detection of honey adulteration by carbohydrate analysis. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 63:11-18.
- White, JW. 1992. Quality evaluation of honey: role of H.M.F. and diastase assays. *American Bee Journal* 132(12):737-742.
- White, JW; Kushnir, I; Subers, MH. 1964. Effect of storage and processing temperatures on honey quality. *Food Technology* 18(4):555-557.
- Zandamela, ME. 2008. Caracterización físico-química y evaluación sanitaria de la miel de Mozambique. Tesis Ph.D. Barcelona, España, Universidad de Barcelona. 290 p.
- Zegarra, GE. 2006. Influencia del tratamiento térmico en los parámetros de calidad de la miel de la zona Illimo - Departamento de Lambayeque. Tesis Mg.Sc. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Zevallos, P; Pérez, E. 1990. Determinación del potencial melífero de los bosques secundarios de Pucallpa: proyecto de utilización de bosques secundarios en el trópico húmedo peruano. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 95 p.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: TABLA DE CÁLCULO DE LA HUMEDAD DE MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA, SEGÚN EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN CORREGIDO POR LA TEMPERATURA A 20 °C (REVISADA POR WEDMORE, DE ACUERDO AL MÉTODO DESCRITO POR LA NTP)

ÍNDICE DE REFRACCIÓN (20 °C)	HUMEDAD (%)	INDICE DE REFRACCIÓN (20 °C)	HUMEDAD (%)	INDICE DE REFRACCIÓN (20 °C)	HUMEDAD (%)
1,5044	13,0	1,4935	17,2	1,4830	21,4
1,5038	13,2	1,4930	17,4	1,4825	21,6
1,5033	13,4	1,4925	17,6	1,4820	21,8
1,5028	13,6	1,4920	17,8	1,4815	22,0
1,5023	13,8	1,4915	18,0	1,4810	22,2
1,5018	14,0	1,4910	18,2	1,4805	22,4
1,5012	14,2	1,4905	18,4	1,4800	22,6
1,5007	14,4	1, 4900	18,6	1,4795	22,8
1,5002	14,6	1,4895	18,8	1,4790	23,0
1,4997	14,8	1,4890	19,0	1,4785	23,2
1,4992	15,0	1,4885	19,2	1,4780	23,4
1,4987	15,2	1,4880	19,4	1,4775	23,6
1,4982	15,4	1,4875	19,6	1,4770	23,8
1,4976	15,6	1,4870	19,80	1,4765	24,0
1,4971	15,8	1,4865	20,00	1,4760	24,2
1,4966	16,0	1,4860	20,20	1,4755	24,4
1,4961	16,2	1,4855	20,40	1,4750	24,6
1,4956	16,4	1,4850	20,6	1,4745	24,8
1,4951	16,6	1,4845	20,8	1,4740	25,0
1,4946	16,8	1,4840	21,0	-	-
1,4940	17,0	1,4835	21,2	-	-

Correcciones de temperatura-índice de refracción: a temperaturas superiores a 20 °C se añade 0,00023 por °C, en temperaturas inferiores a 20 °C se resta 0,00023 por °C.

**FUENTE:** Tomado de INDECOPI 1999

## ANEXO 2: PRINCIPIO DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO APARENTE DE SACAROSA

A continuación se detalla el procedimiento (INDECOPI 1999):

### a. Reactivos

- Modificación de Soxhlet de la solución de Fehling:

**Solución A:** Disolver 69,28 g de sulfato cúprico pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ : pm=249,71) en agua destilada hasta obtener un litro de solución. Conservar durante un día antes de proceder a la titulación.

**Solución B:** Disolver 346 g de tartrato sódico-potásico ( $\text{C}_4\text{H}_4\text{KNaO}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ : pm=282,23) y 100 g de hidróxido de sodio (NaOH) en agua destilada hasta obtener un litro y filtrar la solución preparada.

- Solución patrón de azúcar invertido (acuosa 10 g/l). Pesar exactamente 9,5 g de sacarosa pura.
- Ácido clorhídrico (6,34 N acuosa).
- Solución de hidróxido de sodio (acuosa 5 N).
- Solución de azul de metileno 2 g/l. Disolver 2 g en agua destilada y diluir hasta obtener un litro.

### b. Toma de muestra miel líquida o colada

Si la muestra está libre de gránulos, mezclar removiendo o agitando; si tienen gránulos, colocar el envase cerrado en baño maría, sin sumergirlo y calentar durante 30 min a 60 °C, luego si es necesario, hacer llegar la temperatura a 65 °C hasta que la miel se licúe. Agitar de vez en cuando. Tan pronto como la muestra se licúe, mezclar y enfriar rápidamente. Si hay alguna sustancia extraña, como cera, palillos abejas, partículas de panal etc., calentar la muestra al baño maría hasta 40 °C y filtrarla a través de una estopilla, colocada en un embudo con circulación de agua caliente, antes de tomar la muestra.

### **c. Procedimiento**

- Preparación de la muestra de ensayo:

Pesar una cantidad representativa de unos 2 g (P) de la muestra de miel homogeneizada, disolver en agua destilada y diluir en un matraz volumétrico hasta obtener 200 ml de solución (solución de miel). Posteriormente diluir 50 ml de la solución de miel en agua destilada hasta obtener 100 ml (solución diluida de miel).

- Hidrólisis de la muestra de ensayo:

Poner la solución de miel (50 ml) en un matraz volumétrico de 100 ml. Junto con 25 ml. de agua destilada; calentar la muestra de ensayo hasta una temperatura de 65 °C, en baño maría en ebullición. A continuación, retirar el matraz del baño maría y añadir 10 ml de ácido clorhídrico 6,34 N.

Dejar que la solución enfrie de un modo natural durante 15 min y a continuación, llevarla hasta 20 °C, y neutralizarla con hidróxido de sodio 5 N, empleando papel de tornasol como indicador. Enfriar de nuevo y completar el volumen hasta 100 ml (solución diluida de miel).

### **d. Titulación**

- Titulación preliminar:

Al final de la titulación de reducción, el volumen total de los reactivos añadidos deberá ser de 35 ml. Esto se consigue añadiendo el volumen adecuado de agua antes de comenzar la titulación. Puesto que en los criterios de composición de la norma para la miel se especifica que ésta debe contener más de un 60 por ciento de azúcares reductores (calculados como azúcar invertido), es necesario una titulación preliminar para determinar el volumen de agua que será preciso añadir a una muestra dada para asegurar que la reducción se realice a volumen constante. Para calcular el volumen de agua, que es preciso añadir, se resta de 25 ml el volumen de solución diluida de miel, que se ha consumido en la titulación preliminar («X» ml).

Verter con una pipeta 5 ml de solución «A» de Fehling en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y añadir aproximadamente 5 ml de solución «B» de Fehling. Añadir 7 ml de agua destilada, un poco de pomez en polvo, u otro regulador adecuado de la ebullición, y

agregar, con una bureta, unos 15 ml de solución diluida de miel. Calentar la mezcla fría sobre una tela metálica hasta ebullición, y mantener en ebullición moderada durante 2 min. Añadir 1 ml de solución acuosa de azul de metileno al 0,2 por ciento, sin interrumpir la ebullición y completar la titulación, sin que el tiempo total de ebullición pase de 3 min, con pequeñas adiciones repetidas de solución diluida de miel, hasta que el indicador pierda el color.

Lo que hay que observar es el color del líquido que permanece en la parte superior. Tomar nota del volumen total de solución diluida de miel («X» ml) que se ha utilizado.

#### **e. Determinación**

Calcular la cantidad de agua que es necesario añadir para que, al final de la titulación, el volumen total de los reactivos sea de 35 ml; para ello, restar de 25 ml la titulación preliminar «X» ml).

Verter con una pipeta 5 ml de solución «A» de Fehling en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, y añadir aproximadamente 5 ml de solución «B» de Fehling.

Añadir (25 - «X») ml de agua destilada, un poco de pómez en polvo u otro regulador adecuado de ebullición y, de una bureta, todo el volumen, menos 1,5 ml de solución diluida de miel determinada en la titulación preliminar. Calentar la mezcla fría sobre una tela metálica hasta ebullición y mantener en ebullición moderada 2 min. Añadir 1,0 ml de solución de azul de metileno al 0,2 por ciento sin interrumpir la ebullición, y completar la titulación, sin que el tiempo total de ebullición pase de 3 min, con pequeñas adiciones repetidas de solución diluida de miel, hasta que el indicador pierda el color. Tomar nota del volumen total de solución diluida de miel («X» ml). La diferencia entre titulaciones duplicadas no deberá ser superior a 0,1 ml.

#### **f. Cálculo y expresión de los resultados**

Calcular el porcentaje de azúcar invertido (g de azúcar invertido por 100 g de miel), después de la inversión, utilizando las siguientes ecuaciones:

**Procedimiento:**

$$C = \frac{2 \times 1000}{P Y}$$

Donde:

C= g de azúcar invertido por 100 g de miel.

P= peso (g) de la muestra de miel utilizada según el procedimiento de la preparación de la muestra de ensayo.

Y= volumen (ml) de la solución diluida de miel consumida durante la determinación efectuada en el procedimiento de ensayo.

**Contenido de sacarosa aparente = (AId – AIa) x 0,95**

Donde:

AId= contenido de azúcar invertido después de la inversión.

AIa= contenido de azúcar invertido antes de la inversión.

El resultado se expresa en gramos de sacarosa aparente/100 g de miel.

**g. Notas sobre el procedimiento**

Para la exactitud y repetibilidad de la determinación, es esencial establecer para cada muestra individual cuál es el volumen de agua necesario para obtener un volumen total de mezcla reactiva de 35 ml. El cuadro 15, presenta algunos volúmenes típicos que es posible encontrar en la titulación preliminar para los contenidos de incremento del azúcar invertido indicados, en el supuesto de que la muestra de ensayo pese unos 2 g.

<b>CONTENIDO DE AZÚCAR INVERTIDO (%)</b>	<b>VOLUMEN DE AGUA DESTILADA QUE HA DE AÑADIRSE (ml)</b>
60	8,3
65	9,6
70	10,7
75	11,6

**FUENTE:** Tomado de INDECOPI 1999

### **ANEXO 3: PRINCIPIO DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA DIASTASA**

El método se basa en la velocidad de hidrólisis de almidón normalizado por acción de la enzima diastasa contenida en una solución al uno por ciento de solución amortiguada de miel; como indicador para hacer visible la reacción, se emplea una solución yodo-yodurada.

La velocidad de la reacción se determina tomando muestras de la mezcla a diferentes intervalos de tiempo y determinando la absorbancia a 660 nm.

#### **a. Reactivos**

- Solución patrón de yodo 0,07 N: Disolver 8,8 g de I<sub>2</sub>, en 30-40 ml de agua destilada que contenga 22,0 g de KI; diluir hasta un litro en matraz aforado con agua destilada.
- Solución de yodo 0,002 N: Disolver 20 g de KI en 30-40 ml de agua destilada. Trasvasar la solución a un matraz de 500 ml, agregar 143 ml de la solución patrón de yodo, mezclar bien y enrasar. Esta solución dura como máximo un día.
- Solución de yodo 0,0007 N: Disolver 20 g de KI en 30-40 ml de agua destilada. Añadir 5 ml de solución patrón de yodo y diluir a 500 ml en matraz volumétrico. Esta solución es estable 48 h.
- Amortiguador de acetato pH 5,3: Disolver 87,0 g de acetato de sodio trihidratado, Na(CH<sub>3</sub>-COO).3H<sub>2</sub>O en 400 ml de agua destilada, añadir unos 10,5 ml de ácido acético glacial CH<sub>3</sub>-COOH y enrasar con agua destilada a 500 ml. Ajustar con acetato de sodio o ácido acético a pH= 5,3 con potenciómetro.
- Solución de cloruro de sodio 0,5 M: Disolver 14,5 g de cloruro de sodio ClNa en 500 ml de agua destilada hervida.
- Solución de almidón: Pesar una cantidad equivalente a 2,0 g (peso seco) de almidón soluble, cuyo índice de azul se halle comprendido entre 0,50 y 0,55. Mezclar con 90 mililitros de agua, llevar a ebullición rápidamente agitando la solución, mantener la

ebullición suavemente durante 3 minutos, tapar y dejar enfriar. Trasvasar a un matraz volumétrico de 100 ml y llevar a 40 °C, completar hasta volumen.

- Determinación del índice de azul: Preparar según método anterior una cantidad equivalente a 1 g de almidón y enfriar; en matraz volumétrico, añadir 2,5 ml de amortiguador de acetato pH=5,3 (1,59 M) enrasar hasta 100 ml. Verter en otro matraz volumétrico, 75 ml de agua, 1 ml de ácido clorhídrico 1 N y 1,5 ml de solución de yodo 0,02 N; a continuación añadir 0,5 ml de solución de almidón y enrasar con agua destilada hasta 100 ml, dejar reposar una hora en obscuridad y leer la absorbancia en espectrofotómetro a 660 nm contra testigo que contenga todas las sustancias anteriores, excepto la solución de almidón. La lectura en la escala de absorbancia es el índice de azul.
- Normalización de la solución de almidón: Calentar la solución de almidón hasta 40 °C, añadir 5 ml de la misma en 10 ml de agua destilada a 40 °C y mezclar. Verter 1 ml de esta mezcla en 10 ml de solución de yodo 0,0007 N diluida en 35 ml de agua destilada y mezclar bien. Leer la absorbancia a 660 nm contra testigo de agua. La absorbancia debe ser  $0,760 \pm 0,020$ . En caso necesario, deberá ajustarse el volumen de agua añadido hasta obtener la absorbancia exacta.

#### **b. Procedimiento**

- Preparación de la solución de miel: Pesar 10 g de miel en un vaso de precipitados y disolver en 20 ml de agua destilada, añadir 5 ml de solución amortiguador de acetato pH 5,3. Una vez disuelta y amortiguada se añaden 3,0 ml de ClNa 0,5 M, trasvasar a matraz volumétrico de 50 ml y enrasar.
- Determinación del I.D.- Añadir 10 ml de solución de miel en dos tubos de ensayo de una capacidad aproximada de 60 ml, y colocarlos al baño María a 40 °C, junto con el matraz que contiene la solución de almidón. Aparte preparar varios recipientes de capacidad adecuada con 10 ml de solución de yodo 0,0007 N y el volumen de agua obtenido en la normalización del almidón.
- Transcurridos 15 minutos, verter con sendas pipetas 5 ml de agua en un tubo con la solución de miel (blanco) y 5 ml de solución de almidón en el otro tubo que contiene la

solución de miel. Mezclar bien y tomar 1 ml de la solución blanco y verterlo en uno de los recipientes que contiene la solución de yodo (éste es el blanco de lectura).

A intervalos de 5 minutos, extraer porciones de 1 ml de la solución problema y verterlo en los recipientes preparados anteriormente, mezclar bien. Determinar inmediatamente la absorbancia a 660 nm frente al blanco de lectura. Seguir tomando porciones de 1 ml a intervalos conocidos de tiempo hasta lograr una absorbancia menor de 0,235.

Por cada muestra, se realizaron al menos cuatro medidas de absorbancia a distintos.

### **c. Cálculos y expresión de los resultados**

Representar gráficamente la absorbancia en función del tiempo (m). Ajustar la recta y determinar el tiempo (t) en el que la mezcla alcanza la absorbancia de 0,235.

Este cálculo, se efectuó mediante recta de regresión lineal, aceptando ensayos con coeficiente de correlación mejor de -0,98.

El índice de diastasa viene dado por la fórmula:

$$ID = \frac{300}{t}$$

ID= Índice de diastasas en la escala de Gothe. (Actividad de la diastasa en mililitros de solución de almidón al 1 por ciento hidrolizada por la enzima contenida en 1 g de miel en 1 hora a 40 °C).

## **ANEXO 4: DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA GLUCOXIDASA**

La actividad de la glucoxidasa se de termina por el método Bianchi (1990):

### **a. Principio del método**

La glucoxidasa actúa entre la glucosa produciendo ácido glucónico más peróxido de hidrógeno, este último en presencia de yoduro de potasio libera yodo, que con el almidón da una coloración azul.

### **b. Preparación de la muestra**

En un vaso de precipitación de 50 ml pesar 1,2 g de la muestra, agregarle 1 ml de buffer pH 6,5 y disolver sin calentar con varilla de vidrio. Luego agregarle 9 ml de agua destilada, mezclar, transvasar a un tubo de ensayo, e incubar por 30 minutos en Baño María a 37 °C.

### **c. Procedimiento**

Colocar en una gradilla cinco tubos de ensayo y agregarle a cada uno de ellos agua destilada en la proporción siguiente:

- 01 tubo 0,00 ml. de agua destilada 2 tubo 0,20 ml.de agua destilada
- 03 tubo 0,40 ml. de agua dstilada 4 tubo 0,60 ml de agua destilada
- 05 tubo 0,80 ml. de agua destilada

Agregar luego las cantidades de muestra siguiente:

- Tubo 1: agregar 1,00 ml. de muestra
- Tubo 2: agregar 0,80 ml. de muestra
- Tubo 3: agregar 0,60 ml de muestra
- Tubo 4: agregar 0,40 ml de muestra
- Tubo 5: agregar 0,20 ml de muestra

Colocar 1 ml de yoduro de potasio al 1 por ciento a cada tubo. Luego agregar una gota de ácido clorhídrico al 50 por ciento y dos gotas de solución de almidón al 0,1 por ciento. Incubar 5 minutos en Baño María a 37 °C y retirar.

**d. Cálculo y expresión de los resultados**

Comparar de inmediato los tubos problemas con el testigo, cuya coloración no deberá ser inferior a éste.

**e. Preparación del testigo**

Solución de glucosa al 8%	3 ml
Yoduro de potasio al 1%	1 ml
Solución de almidón al 0,1%	2 gotas
Agua oxigenada al 3%	1 gota

El testigo es estable por 10 minutos.

## **ANEXO 5: DETERMINACIÓN DE LA GLUCOSA COMERCIAL**

Se determina glucosa comercial según lo recomendado por Bianchi (1990):

### **a. Principio del método**

Los componentes de la miel semejantes a dextrinas (azúcares superiores) si se acidula la solución de miel con ácido clorhídrico, y se mezcla luego con alcohol, no presenta reacción, a diferencia de las dextrinas de almidón.

### **b. Procedimiento**

- Preparación de la muestra para el ensayo:

En un vaso de precipitación de 50 ml. Pesar 1 g de muestra y disolverla en 5 ml. de agua destilada.

### **c. Determinación**

En un tubo de ensayo colocar 1 ml. de la solución preparada, agregarle 2 gotas de ácido clorhídrico concentrado y finalmente 5 ml. de alcohol etílico absoluto.

Tapar, agitar y observar el medio alcohólico.

### **d. Expresión de resultados Reacciones posibles**

- Negativa: mezcla límpida u opalescencia muy débil.
- Positiva: turbidez franca, líquido opaco.
- Positivo fuerte: enturbiamiento lechoso, precipitación.
- Dudosa: opalescencia débil.

**ANEXO 6: FICHAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS CUATRO SABORES PRIMARIOS**

NOMBRE: ..... OCUPACIÓN: .....

FECHA: ..... HORA: .....

LUGAR: .....

Tiene usted al frente 04 vasitos conteniendo los 04 sabores básicos:

Por, favor, ordene Ud. identificando el primer sabor ácido, luego el sabor dulce, sabor salado y sabor amargo, en ese orden, muchas gracias.

<b>Nº DE PRUEBA</b>	<b>SABOR ÁCIDO</b>	<b>SABOR DULCE</b>	<b>SABOR SALADO</b>	<b>SABOR AMARGO</b>	<b>TOTAL DE ACIERTOS</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

**FUENTE:** Adaptado de Silva 2000

**ANEXO 7: RELACIÓN DE PERSONAS QUE PARTICIPAN EN LA PRESELECCIÓN DE JUECES PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS DE MIEL DE ABEJA**

NOMBRE DE JUECES		PROCEDENCIA	EDAD	SEXO	ACTIVIDAD O PROFESIÓN	ANTECEDENTE ENFERMEDAD
FTG	Felix Torres Gil	Campo Verde	30	M	Apicultor	Ninguno
BCV	Bredin Campos Vela	Campo Verde	25	M	Técnico Apicultor	Ninguno
IGQ	Isael Gutarra Quispe	Campo Verde	38	M	Ing. Zootecnista	Ninguno
STP	Silverio Trejo Prado	Campo Verde	32	M	Apicultor Técnico Agrícola	Ninguno
EPG	Ernesto Peso García	Campo Verde	35	M	Técnico Agropecuario	Ninguno
SMR	Segundo Muñoz Ramírez	Campo Verde	40	M	Apicultor	Ninguno
HTC	Heber Tito Camilo	Campo Verde	28	M	Docente	Ninguno
IRR	Irwin Ríos Ramírez	Campo Verde	20	M	Apicultor	Ninguno
JRC	Jhony Rengifo Cardenas	Campo Verde	38	M	Empleado	Ninguno

«continuación»

GQD	Gonzalo Quinto Damian	Campo Verde	37	M	Apicultor Madero	Ninguno
NTF	Nestor Torres Figuerroa	Campo Verde	39	M	Agricultor	Ninguno
DOV	Daniel Ochavano Vel.	Campo Verde	20	M	Apicultor	Ninguno
LDD	Lidio Delgado Deza	Campo Verde	21	M	Apicultor Agricultor	Ninguno
ABC	Avelino Barrueto Cumapa	Campo Verde	23	M	Apicultor	Ninguno
PMP	Percy Muñoz Penaherrera	Campo Verde	24	M	Técnico Agropecuario	Ninguno
AR	Adán Ramírez	Campo Verde	29	M	Apicultor	Ninguno
JMC	Juan P. Mori Coral	Campo Verde	27	M	Apicultor	Ninguno
PMR	Paulo Muñoz Ramírez	Campo Verde	42	M	Técnico Agropecuario	Ninguno
EBC	Edgardo Barrueto Cumapa	Campo Verde	20	M	Apicultor	Ninguno

**FUENTE:** Adaptado de Silva 2000

**ANEXO 8: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS PRUEBAS DE RECONOCIMIENTO DE LOS CUATRO SABORES BÁSICOS**

NOMBRE	N° DE ACIERTOS				TOTAL DE ACIERTOS
	ÁCIDO	DULCE	SALADO	AMARGO	
TG	3	3	3	3	12
BCV	3	3	3	3	12
IGQ	3	3	3	3	12
STP	3	3	3	3	12
EPG	3	3	3	3	12
SMR	3	3	3	3	12
HTC	3	3	3	3	12
IRR	3	3	3	3	12
JRC	3	3	3	3	12
GQD	3	3	3	3	12
NTF	3	3	3	3	12
DOV	3	3	3	3	12
LDD	3	3	3	3	12
ABC	3	3	3	3	12
PMP	3	3	3	3	12
AR	3	3	3	3	12
JMC	3	3	3	3	12
PMR	3	3	3	3	12
EBC	3	3	3	3	12

**FUENTE:** Adaptado de Silva 2000

**ANEXO 9: FICHA DE EVALUACIÓN PARA LA PRUEBA SENSORIAL DE RECONOCIMIENTO DEL SABOR DULCE**

NOMBRE: ..... OCUPACIÓN: .....

FECHA: ..... HORA: .....

LUGAR: .....

Tiene Ud al frente 4 vasitos rotulados conteniendo sabor dulce:

Por, favor, ordene Ud. los vasitos enumerados, de tal manera que estén en orden del menos dulce al más dulce, muchas gracias.

<b>Nº DE PRUEBA</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>TOTAL DE ACIERTOS</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

**FUENTE:** Adaptado de Silva 2000

**ANEXO 10: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA PRUEBA DE DISCRIMINACIÓN DEL SABOR DULCE**

<b>JUECES</b>	<b>(7,5%)</b>	<b>(10%)</b>	<b>(12,5%)</b>	<b>(15%)</b>	<b>N ° DE ACIERTOS</b>
FTG	4B	4B	4B	4B	16
BCV	4B	4B	4B	4B	16
IGQ	4B	4B	4B	4B	16
STP	4B	4B	4B	4B	16
EPG	4B	4B	4B	4B	16
SMR	4B	4B	4B	4B	16
HTC	4B	4B	4B	4B	16
IRR	4B	4B	4B	4B	16
JRC	2M 2B	2B 2M	4B	4B	12
GQD	4B	4B	4B	4B	16
NTF	4B	4B	4B	4B	16
DOV	4B	4B	4B	4B	16
LDD	4B	4B	4B	4B	16
ABC	4B	4B	4B	4B	16
PMP	4B	4B	4B	4B	16
AR	4B	2B 2M	2B 2M	4B	12
JMC	4B	4B	2B 2M	4B	14
PMR	4B	4B	4B	4B	16
EBC	4B	4B	4B	4B	16

B: respuesta acertada, M: respuesta errada.

## ANEXO 11: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA PRUEBA DEL TRIÁNGULO

NOMBRE: ..... OCUPACIÓN: .....

FECHA: ..... HORA: .....

LUGAR: .....

Tiene Ud al frente 03 vasitos enumerados conteniendo miel de abeja, entre ellos hay un vasito con miel, diferente a los otros dos vasitos con miel, escriba Ud. su resultado en el siguiente espacio, muchas gracias.

Nº DE PRUEBA	IGUALES		DIFERENTE	NÚMERO DE ACIERTOS
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

**FUENTE:** Adaptado de Silva 2000

## **ANEXO 12: METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE JUECES MEDIANTE UNA PRUEBA SENSORIAL DEL TRIÁNGULO**

El método permite trazar un gráfico consistente en dos rectas paralelas que dividen al plano en tres zonas, la de aceptación, rechazo y la de indiferencia. Al cabo de una serie de uno ó más análisis, cada catador queda situado en una de estas tres zonas. Para la realización de la prueba se toman algunos criterios:

### **a. Criterio de aptitud de los jueces**

Está expresado como la proporción de respuestas correctas que éstos proporcionarán. Estos valores son generalmente fijados por el investigador ó el director, estos valores son dos:

$P_0$  = Es la proporción máxima de respuestas correctas de un juez con poca habilidad discriminadora, es decir rechazable. Durante las pruebas hay el riesgo de seleccionarlo como si fuera un juez con alta habilidad discriminadora (este riesgo es  $\alpha$ , es decir el error tipo I).

$P_1$  = Es la proporción mínima de respuestas correctas de un juez con alta habilidad discriminadora, es decir aceptable. Durante las pruebas hay el riesgo de rechazarlo como si fuera un juez con poca habilidad discriminadora (Este riesgo es  $\beta$ , es decir el error tipo II).

$\alpha$  = Probabilidad de aceptar a un juez con baja habilidad discriminadora, como si fuera de buena habilidad discriminadora (estadísticamente es el error Tipo I).

$\beta$  = Probabilidad de rechazar a un juez con alta habilidad discriminadora, como si fuera de baja habilidad discriminadora (Estadísticamente es el Error Tipo II).

Generalmente  $P_0 < P_1$ . Los valores que se recomiendan son generalmente 0,45 y 0,70; aunque podrían ser otros valores dependiendo del grado de exigencia de la prueba de selección. Si incrementamos  $P_0$  y  $P_1$ , los jueces que seleccionemos serán los más hábiles, pero habría el peligro de ser sumamente exigentes y de rechazar a todos los candidatos. Si disminuimos estas proporciones, la prueba de selección será muy benévola y muchos jueces con poca habilidad discriminadora serán seleccionados.

Aunque  $\alpha$  y  $\beta$  podrían adoptar cualquier valor, se deben elegir riesgos razonables de equivocarnos, por azar, y aceptar jueces rechazables o rechazar jueces aceptables. Por

comodidad se puede asumir un  $\alpha = \beta = 5\%$ .

Para hallar las rectas paralelas, se utilizarán estos parámetros previamente establecidos, de la siguiente manera:

$$d_0 = a_0 + bn \text{ (Línea inferior, } L_0)$$

$$d_1 = a_1 + bn \text{ (Línea superior, } L_1)$$

Donde:

$$b = -\frac{k^2}{k_1 - k_2}$$

$$a_1 = \frac{e_2}{k_1 - k_2}$$

$$a_0 = \frac{e_1}{k_1 - k_2}$$

$$k_1 = \log p_1 - \log p_0$$

$$k_2 = \log(1 - p_1) - \log(1 - p_0)$$

$$e_1 = \log \beta - \log(1 - \alpha)$$

$$e_2 = \log(1 - \beta) - \log \alpha$$

Obviamente el número de pruebas triangulares ( $n$ ), necesarias para seleccionar a un panelista, depende de la habilidad de éstos para discriminar un producto de otro (es decir de escoger correctamente la muestra impar), sin embargo se pueden conocer de antemano algunos números de pruebas, que pueden servir como orientadores:

- Número promedio de pruebas para un juez completamente inútil para diferenciar, es decir para aquellos que den una proporción de respuestas correctas igual a 0 ( $p = 0$ ):

$$\bar{n}_0 = \frac{e_1}{k_2}$$

- Número promedio de pruebas para un juez con bajo poder discriminante, considerando una máxima proporción de respuestas correctas ( $p = p_0$ ):

$$\bar{n}_{p_0} = \frac{(1 - \alpha)_{e_1} + \alpha_{e_2}}{p_0 k_1 + (1 - p_0)_{k_2}}$$

- Número promedio de pruebas para un juez con alto poder discriminante, considerando la mínima proporción de respuestas correctas que éstos pueden dar ( $p = p_1$ ):

$$\bar{n}_{p_1} = \frac{\beta e_1 + (1 - \beta) e_2}{p_1 k_1 + (1 - p_1) k_2}$$

- Número promedio de pruebas para un juez con alto poder discriminante, considerándolos infalibles, es decir para aquellos que puedan tener una proporción de respuestas correctas igual a 1 ( $p = 1$ ):

$$n_1 = \frac{e_2}{k_1}$$

**ANEXO 13: RESULTADOS DE LA PRUEBA SENSORIAL DEL TRIÁNGULO**

N° PRUEBAS (n)	TREJO PRADO		SEGUNDO SILVERIO		GONZALO QUINTO		BREDIN CAMPOS		DANIEL OCHAVANO		LIDIO ADAN DELGADO DEZA		PERCY MUÑOZ DE LA PEÑA	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1
3	0	1	1	3	1	2	1	3	1	3	1	3	1	2
4	1	2	1	4	1	3	0	3	0	3	1	4	1	3
5	1	3	1	5	1	4	1	4	1	4	0	4	0	3
6	1	4	1	6	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4
7	1	5	1	7	1	6	1	6	1	6	1	6	1	5
8	1	6	0	7	1	7	1	7	0	6	1	7	0	5
9	1	7	0	7	1	8	0	7	0	6	1	8	1	6
10	1	8	0	7	1	9	1	8	0	6	1	9	1	7
11	1	9	0	7	1	10	1	9	0	6	1	10	0	7
12	1	10	0	7	1	11	1	10	0	6	1	11	0	7
13	1	11	0	7	1	12	1	11	0	6	1	12	0	7
14	1	12	0	7	1	13	12		0	6	1	13	0	7
15	1	13	0	7	1	14	13		0	6	1	14	0	7

A: decisiones correctas por prueba, B: decisiones correctas acumulados.

«continuación»

N° PRUEBAS (n)	ADAN RAMIREZ		JUAN PABLO MORI CORAL		ISAIEL GUTARRA QUISPE		EDGARDO BARRUETO CUMAPA		PABLO MUÑOZ RAMIREZ		ERNESTO PEZO GARCIA	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1
3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	2
4	0	3	1	4	1	4	1	4	1	4	1	3
5	1	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4
6	1	5	1	6	1	6	1	6	1	6	1	5
7	0	5	1	7	1	7	1	7	0	6	1	6
8	1	6	1	8	0	7	1	8	1	7	1	7
9	1	7	1	9	1	8	1	9	1	8	1	8
10	1	8	1	10	1	9	1	10	1	9	1	9
11	0	8	0	10	1	10	1	11	1	10	1	10
12	0	8	1	11	1	11	1	12	1	11	1	11
13	0	8	1	12	1	12	1	13	1	12	1	12
14	0	8	1	13	1	13	1	14	1	13	1	13
15	1	9	1	14	1	14	1	15	1	14	1	14

A: decisiones correctas por prueba, B: decisiones correctas acumulados.

**ANEXO 14: FORMATO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA APARIENCIA GENERAL DE LA MIEL DE ABEJA**

Nombre: ..... Fecha: ..... N° Prueba:

Observe cuidadosamente las características de color, turbidez, transparencia y brillo de la miel y complete el formato según se le indique, muchas gracias.

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	CÓDIGO DE LAS MUESTRAS.					
EXCELENTE	Miel transparente, clara, brillo natural (cosechada en ceras estampadas nuevas), color vivo y sumamente agradable. Ausencia total de partículas sólidas y burbujas de aire.	7						
MUY BUENO	Miel transparente, clara, brillo menos intenso (cosechada en ceras estampadas nuevas), color vivo, muy agradable. Ausencia de partículas sólidas y burbujas de aire.	6						
BUENO	Miel transparente, poco clara, brillo natural (cosechada en ceras estampadas nuevas), color vivo, agradable. Ausencia de partículas sólidas, presencia moderada de burbujas de aire.	5						
REGULAR	Miel poco transparente, opacidad producida por pocas partículas sólidas (polen, cera) y presencia de burbujas de aire. Color poco llamativo.	4						

«continuación»

MALO	Miel poco transparente, presencia de partículas de polen, cera y otras que afecta el brillo y color de la miel.	3						
MUY MALO	Miel opaca, sin brillo, color muy poco agradable, presencia abundante de partículas de polen, cera y otras.	2						
PÉSIMO	Miel opaca, sin brillo, color desagradable, presencia abundante de restos de crías y abejas adultas, partículas de cera, polvo y restos extraños	1						

**FUENTE:** Adaptado de Silva 2000, Bianchi 1990, Dadant 1975

**ANEXO 15: FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL COLOR DE MIEL DE ABEJA**

Nombre: ..... Fecha: ..... N° Prueba:

Observe Ud. detenidamente los frascos conteniendo mieles de coloración patrón y compare con las muestras que se les proporcionará. Complete el formulario según se indique Muchas gracias.

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	CÓDIGO DE LAS MUESTRAS					
BLANCO AGUA	Miel blanco agua o más clara que el estándar blanco claro	7						
EXTRA BLANCO	Miel más oscura que el blanco agua, pero no más oscura del estándar extra blanco.	6						
BLANCO	Miel más oscura que el extra blanco, pero no más oscura que el blanco	5						
AMBAR EXTRA CLARO	Miel más oscura que el blanco, pero no más oscura que el estándar ámbar extra claro.	4						
AMBAR CLARO	Miel más oscura que el ámbar extra claro, pero no más oscura que el estándar ámbar claro.	3						
AMBAR	Miel más oscura que el ámbar claro, pero no más oscura que el estándar ámbar.	2						
AMBAR OSCURO	Miel más oscura que el estándar ámbar oscuro (casi negra)	1						

**FUENTE:** Adaptado de Bianchi 1990, Dadant 1975

**ANEXO 16: FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA CONSISTENCIA DE LA MIEL DE ABEJA**

Nombre: ..... Fecha: ..... N° Prueba:

Tome Ud. una cucharadita llena de miel. Levante la cucharita a la altura de sus y déjelo caer. Observe la velocidad con que fluye la formación de filamentos, el grosor de los filamentos, la continuidad de los filamentos. Tome media cucharita de miel y llévelo a la boca y tome en cuenta la consistencia y la facilidad con que se disuelve. Complete el formulario según se le indique. Muchas gracias.

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	CÓDIGO DE LAS MUESTRAS.					
EXCELENTE	Fluye lentamente formando filamentos largos, gruesos y continuos. Cuando el grosor de los filamentos disminuye, la continuidad no se interrumpe. En la boca, la miel es espesa y se disuelve lentamente produciendo una sensación agradable. Miel de adhesividad muy fuerte.	7						
MUY BUENO	Fluye lentamente formando filamentos largos, gruesos y continuos. Cuando el grosor de los filamentos disminuye, la continuidad se interrumpe. En la boca, la miel se siente espesa y se disuelve lentamente produciendo una sensación agradable. Miel de adhesividad fuerte.	6						

«coninuación»

BUENO	Fluye lentamente formando filamentos largos, gruesos y continuos. Cuando el grosor de los filamentos disminuye, la continuidad se interrumpe rápidamente. En la boca la miel es espesa y se disuelve lentamente produciendo una sensación agradable. Miel de adhesividad moderada.	5						
REGULAR	Fluye a una velocidad moderada formando filamentos largos, gruesos que pierden rápidamente su continuidad. Cuando el grosor de los filamentos disminuye, la continuidad se rompe rápidamente y se forman gotas. En la boca la miel es ligeramente fluida y se disuelve lentamente produciendo una sensación agradable. Miel con poca adhesividad.	4						
MALO	Fluye rápidamente formando filamentos cortos, gruesos que pierden rápidamente pierden su continuidad. No es posible disminuir el grosor, de los filamentos. En la boca la miel es fluida y se disuelve rápidamente miel sin adhesividad.	3						
MUY MALO	Fluye muy rápidamente formando filamentos cortos y gruesos, de muy breve duración, formación de grumos. En la boca la miel es muy fluida y se disuelve rápidamente.	2						
PÉSIMO	Fluye muy rápidamente formando filamentos cortos, gruesos e instantáneos., formación de grandes cantidades de grumos. En la boca la miel es muy aguada y grumosa.	1						

**FUENTE:** Adaptado de Silva 2000, Bianchi 1990, Dadant 1975

**ANEXO 17: FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL SABOR DE LA MIEL DE ABEJA**

Nombre: ..... Fecha: ..... N° Prueba:

Lleve media cucharadita de miel a la boca. Mezcle cuidadosamente con la saliva. Antes de la deglución ponga cuidadosa atención sobre la intensidad del dulzor, el sabor picante de la miel, el aroma de flora apícola, etc. Degluta y complete el formulario según se le indique. Muchas gracias.

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	CÓDIGO DE LAS MUESTRAS					
EXCELENTE	Intensidad de dulzura característica de la miel natural, sabor fuerte, picante, aroma típico a la flora mielífera y perfectamente reconocible. Excepcionalmente agradable. Sin trazas de granulosidad detectable en la boca. Sabor residual persistente, sumamente agradable.	7						
MUY BUEN	Intensidad de dulzura característica de la miel natural, sabor fuerte, picante, aroma típico a la flora mielífera y posible de ser reconocido sin gránulos detectables en la boca. Sabor residual persistente y muy agradable.	6						
BUENO	Intensidad de dulzura característica de la miel natural, sabor normal, picante, aroma a la flora mielífera que eventualmente puede ser reconocido. Con escasa sensación de granulocidad detectable en la boca. Sabor residual persistente y agradable	5						

«continuación»

REGULAR	Intensidad de dulzura característica de la miel natural, sabor normal, sensación picante detectable, aroma poco característico difícilmente asociable a la flora mielífera granulocidad detectable en la boca. Sabor residual persistente y aún agradable.	4						
MALO	Miel con intensidad de dulzura ligeramente disminuida, sabor normal no típico, sensación picante aún detectable, aroma poco pobre a miel natural, pero sabor intenso a hierbas, granulocidad detectable en la boca. Sabor residual persistente y poco agradable	3						
MUY MALO	Miel con intensidad de dulzura acaramelas, sabor ligeramente ácida, mohosos, olor a humo, materiales extraños. Sensación picante detectable, aroma pobre a miel natural, granulocidad detectable en la boca. Sabor residual persistente y desagradable a fermentado.	2						
PÉSIMO	Intensidad de dulzura anormal, predominio de sabores extraños (ácidos, mohosos, ahumado, caramelizado, a melaza, oxidado). Intensa granulocidad detectable en la boca. Sabor residual persistente y desagradable.	1						

**FUENTE:** Adaptado de Silva 2000, Bianchi 1990, Dadant 1975

## ANEXO 18: DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	CONDUCT. ELÉCTRICA (mS/cm)	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	0,191	0,19±0,00
	2	0,192	
	3	0,191	
II	1	0,145	0,15±0,00
	2	0,145	
	3	0,145	
III	1	0,15	0,16±0,01
	2	0,17	
	3	0,16	
IV	1	0,172	0,18±0,00
	2	0,177	
	3	0,177	
V	1	0,234	0,23±0,00
	2	0,236	
	3	0,234	
VI	1	0,185	0,19±0,03
	2	0,165	
	3	0,215	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE DE V.	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F. CALCULADO	PROB.	SIG.
Zona	5	0,08562	0,0171247	156,596401	0,0001	**
Bloque	2	0,00019	0,0000975	0,8920864	0,44	ns
Error	10	0,00109	0,0001093			
Total	17	0,08691				
C.V.	6,6					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 5	0,23	a
Zona 1	0,19	b
Zona 6	0,19	b
Zona 4	0,18	b
Zona 2	0,16	c
Zona 3	0,15	d

## ANEXO 19: DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	CONDUCT. ELÉCTRICA (mS/cm)	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR
I	1	1,4909	1,49±0,00
	2	1,4909	
	3	1,4909	
II	1	1,4909	1,49±0,00
	2	1,4909	
	3	1,4909	
III	1	1,4909	1,49±0,00
	2	1,4909	
	3	1,4909	
IV	1	1,4899	1,49±0,00
	2	1,4899	
	3	1,4899	
V	1	1,4869	1,49±0,00
	2	1,4869	
	3	1,4869	
VI	1	1,4919	1,49±0,00
	2	1,4919	
	3	1,4919	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE DE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F.	PROB.	SIG.
Zona	5	0,000064	0,0000128	1,21E+01	0,0001	**
Bloque	2	0	0	0	1	ns
Error	10	0	0			
Total	17	0,000064				
C.V.	2,18E-					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 3	1,493	a
Zona 6	1,492	b
Zona 1	1,491	c
Zona 2	1,491	c
Zona 4	1,489	d
Zona 5	1,487	e

## ANEXO 20: DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	BRIX (%)	PROMEDIO± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	79,7	79,70±0,00
	2	79,7	
	3	79,7	
II	1	79,7	79,70±0,00
	2	79,7	
	3	79,7	
III	1	80,5	80,50±0,00
	2	80,5	
	3	80,5	
IV	1	79,3	79,30±0,00
	2	79,3	
	3	79,3	
V	1	78,2	78,20±0,00
	2	78,2	
	3	78,2	
VI	1	80,1	80,10±0,00
	2	80,1	
	3	80,1	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE DE V.	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F. CALCULADO	PROB.	SIG.
Zona	5	9,385	1,877	Infty	0,0001	**
Bloque	2	0	0			ns
Error Exp.	10	0	0			
Total	17	9,385				
C.V.	0					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 3	80,5	a
Zona 6	80,1	b
Zona 1	79,7	c
Zona 2	79,7	c
Zona 4	79,3	d
Zona 5	78,2	e

## ANEXO 21: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	HUMEDAD (%)	PROMEDIO± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	18,3	18,3±0,00
	2	18,3	
	3	18,3	
II	1	18,3	18,3±0,00
	2	18,3	
	3	18,3	
III	1	17,5	17,5±0,00
	2	17,5	
	3	17,5	
IV	1	18,7	18,7±0,00
	2	18,7	
	3	18,7	
V	1	19,8	19,8±0,00
	2	19,8	
	3	19,8	
VI	1	17,8	17,8±0,00
	2	17,8	
	3	17,8	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F.	PROB.	SIG.
Zona	5	9,72	1,944	Inft	0,000	**
Bloque	2	0	0	Inft	0,000	**
Error	10	0	0			
Total	17	9,72				
C.V.	0					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 5	19,8	a
Zona 4	18,7	b
Zona 1	18,3	c
Zona 2	18,3	c
Zona 6	17,8	d
Zona 3	17,5	e

## ANEXO 22: DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	SÓLIDOS (%)	PROMEDIO± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	81,7	81,7±0,00
	2	81,7	
	3	81,7	
II	1	81,7	81,7±0,00
	2	81,7	
	3	81,7	
III	1	82,5	82,5±0,00
	2	82,5	
	3	82,5	
IV	1	81,3	81,3±0,00
	2	81,3	
	3	81,3	
V	1	80,2	80,2±0,00
	2	80,2	
	3	80,2	
VI	1	82,2	82,2±0,00
	2	82,2	
	3	82,2	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F.	PROB.	SIG.
Zona	5	9,72	1,944	1,38E	0,000	**
Bloque	2	0	0	0	1	ns
Error	10	0	0			
Total	17	9,72				
C.V.	0,01					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 3	82,5	a
Zona 6	82,2	b
Zona 1	81,7	c
Zona 2	81,7	c
Zona 4	81,3	d
Zona 5	80,2	e

## ANEXO 23: DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	AZÚCARES REDUCTORES (%)	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	70,42	70,42±0,00
	2	70,42	
	3	70,42	
II	1	66,25	66,45±0,21
	2	66,45	
	3	66,66	
III	1	67,11	67,34±0,23
	2	67,56	
	3	67,35	
IV	1	64,3	64,31±0,19
	2	64,51	
	3	64,14	
V	1	62,89	62,70±0,19
	2	62,52	
	3	62,7	
VI	1	64,93	64,7±0,20
	2	64,53	
	3	64,71	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE DE V.	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F. CALCULADO	PROB.	SIG.
Zona	5	110,6061	22,1212	549,93	0,0001	**
Bloque	2	0,0008	0,0004	0,01	0,99	ns
Error Exp.	10	0,4023	0,0402			
Total	17	111,0092				
C.V.	0.3					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 1	70,42	a
Zona 3	67,34	b
Zona 2	66,45	c
Zona 6	64,72	d
Zona 4	64,32	d
Zona 5	62,7	e

**ANEXO 24: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SACAROSA APARENTE DE LA MIEL**

**a. Resultados**

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	SACAROSA APARENTE (%)	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	3,4	3,4±0,00
	2	3,4	
	3	3,4	
II	1	4,78	4,36±0,36
	2	4,12	
	3	4,18	
III	1	3,5	3,57±0,21
	2	3,4	
	3	3,8	
IV	1	5,4	5,16±0,21
	2	5,08	
	3	5	
V	1	4,2	4,09±0,11
	2	3,98	
	3	4,08	
VI	1	4,15	4,03±0,10
	2	3,95	
	3	4	

**b. Analisis de Varianza (ANVA)**

FUENTE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F.	PROB.	SIG.
Zona	5	5,9107777	1,18215555	39,975202	0,000	**
Bloqu	2	0,1928777	0,09643889	3,261131	0,081	ns
Error	10	0,2957222	0,02957222			
Total	17	6,3993777				
C.V.	4,1					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

**c. Prueba de Tukey**

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 4	5,16	a
Zona 2	4,36	b
Zona 5	4,09	b
Zona 6	4,03	bc
Zona 3	3,57	cd
Zona 1	3,4	d

## ANEXO 25: DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ LIBRE DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	ACIDEZ LIBRE (meq/kg)	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	40,9	40,53±0,47
	2	40	
	3	40,7	
II	1	51	51±0,00
	2	51	
	3	51	
III	1	30,75	30,02±0,77
	2	29,22	
	3	30,1	
IV	1	29,2	29,67±0,42
	2	30	
	3	29,8	
V	1	35,7	36,57±0,78
	2	37,2	
	3	36,8	
VI	1	29,5	29±0,50
	2	28,5	
	3	29	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F. CALCULADO	PROB.	SIG.
Zona	5	1111,79958	222,3599166	638,995942	0,0001	**
Bloque	2	0,199433	0,0997165	0,28655542	0,7568	ns
Error	10	3,479833	0,3479833			
Total	17	1115,47885				
C.V.	1,63					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 2	51	a
Zona 1	40,53	b
Zona 5	36,57	c
Zona 3	30,02	d
Zona 4	29,67	d
Zona 6	29	d

## ANEXO 26: DETERMINACIÓN DEL PH DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	Ph A 24 °C	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	3,85	3,85±0,00
	2	3,85	
	3	3,85	
II	1	3,95	3,95±0,00
	2	3,95	
	3	3,95	
III	1	3,99	3,99±0,00
	2	3,99	
	3	3,99	
IV	1	3,85	3,85±0,00
	2	3,85	
	3	3,85	
V	1	3,81	3,81±0,00
	2	3,81	
	3	3,81	
VI	1	3,88	3,88±0,00
	2	3,88	
	3	3,88	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE DE V.	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F. CALCULADO	PROB.	SIG.
Zona	5	0,06985	0,01397	Infty	0,0001	**
Bloque	2	0	0	Infty	0,0001	**
Error Exp.	10	0	0			
Total	17	0,06985				
C.V.	0					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 3	3,99	a
Zona 2	3,95	b
Zona 6	3,88	c
Zona 1	3,85	d
Zona 4	3,85	d
Zona 5	3,81	e

## ANEXO 27: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	CENIZAS (%)	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	0,170	0,17±0,00
	2	0,165	
	3	0,175	
II	1	0,200	0,21±0,01
	2	0,220	
	3	0,198	
III	1	0,100	0,10±0,01
	2	0,110	
	3	0,090	
IV	1	0,150	0,15±0,00
	2	0,148	
	3	0,152	
V	1	0,120	0,12±0,00
	2	0,121	
	3	0,120	
VI	1	0,190	0,19±0,00
	2	0,190	
	3	0,190	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE DE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F. CALCULADO	PROB.	SIG.
Zona	5	0,0248883	0,004977656	104,889919	0,0001	**
Bloque	2	0,00008	0,00004	0,84288604	0,4584	ns
Error	10	0,0004746	0,000047456			
Total	17	0,0254429				
C.V.	4,41					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 2	0,21	a
Zona 6	0,19	a
Zona 1	0,17	b
Zona 4	0,15	c
Zona 5	0,12	d
Zona 3	0,1	e

## ANEXO 28: DETERMINACIÓN DE HIDROXIMETILFURFURAL DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	HIDROXIMETIL FURFURAL (H.M.F.) mg/kg	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	50,27	50,00±0,28
	2	49,72	
	3	50,01	
II	1	42,22	40,23±1,73
	2	39,42	
	3	39,06	
III	1	37,18	35,19±1,86
	2	33,5	
	3	34,89	
IV	1	54,27	52,13±1,88
	2	51,35	
	3	50,76	
V	1	49,23	47,58±1,45
	2	47	
	3	46,5	
VI	1	50,02	49,46±0,53
	2	49,4	
	3	48,96	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F.	PROB.	SIG.
Zona	5	653,313444	130,662688	204,41632	0,000	**
Bloqu	2	18,5080111	9,25400555	14,477505	0,001	**
Error	10	6,3919889	0,63919889			
Total	17	678,213444				
C.V.	1,7					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 4	52,13	a
Zona 1	50	ab
Zona 6	49,46	bc
Zona 5	47,58	c
Zona 2	40,23	d
Zona 3	35,19	e

## ANEXO 29: DETERMINACIÓN DE INDICE DE DIASTASA DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	INDICE DE DIASTASA (ID)	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	35,28	36,21±0,92
	2	37,12	
	3	36,24	
II	1	29	29,37±0,65
	2	30,12	
	3	28,98	
III	1	25,1	26,51±1,23
	2	27,02	
	3	27,4	
IV	1	33,18	30,06±2,75
	2	29,01	
	3	28	
V	1	23,9	24,38±0,63
	2	24,15	
	3	25,1	
VI	1	31,12	30,21±1,02
	2	30,4	
	3	29,1	

### b. Analisis de Varianza (ANVA)

FUENTE DE V.	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F. CALCULADO	PROB.	SIG.
Zona	5	243,0972	48,61944	21,4772944	0,0001	**
Bloque	2	0,9264	0,4632	0,20461533	0,8183	ns
Error Exp.	10	22,6376	2,26376			
Total	17	266,6612				
C.V.	5,11					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

### c. Prueba de Tukey

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 1	36,21	a
Zona 6	30,21	b
Zona 4	30,06	b
Zona 2	29,37	b
Zona 3	26,51	bc
Zona 5	24,38	c

## ANEXO 30: DETERMINACIÓN DE LA APARIENCIA GENERAL DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	APARENCIA GENERAL	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	6,0	5,84±1,18
	2	7,0	
	3	5,7	
	4	6,0	
	5	5,3	
	6	5,3	
	7	5,3	
	8	6	
	9	6	
II	1	5,7	6,14±0,58
	2	6,3	
	3	6	
	4	6	
	5	5	
	6	6,3	
	7	7	
	8	6,3	
	9	6,7	
III	1	6	6,1±0,57
	2	6,7	
	3	5,3	
	4	6	
	5	5,3	
	6	6,3	
	7	7	
	8	6	
	9	6,3	
IV	1	4,7	5,26±0,9
	2	6,7	
	3	4,3	
	4	6,7	
	5	5,3	
	6	5,3	
	7	5	
	8	5	
	9	4,3	
V	1	4,3	
	2	5	
	3	4,7	
	4	4,7	

«continuación»

	5	5,3	5,0±0,66
	6	5,7	
	7	4,7	
	8	6,3	
	9	4,3	
VI	1	7	6,01±0,88
	2	6,7	
	3	6,7	
	4	5	
	5	5,3	
	6	6	
	7	4,7	
	8	7	
	9	5,7	

**b. Analisis de Varianza (ANVA)**

FUENTE DE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F.	PROB.	SIG.
Zona	5	10,4377778	2,087555556	3,3023685	0,0137	**
Bloque	8	7,33	0,91625	1,44944413	0,2066	ns
Error	40	25,2855556	0,632138889			
Total	53	43,0533333				
C.V.	14					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

**c. Prueba de Tukey**

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 2	6,14	a
Zona 3	6,1	ab
Zona 6	6,01	ab
Zona 1	5,84	ab

## ANEXO 31: DETERMINACIÓN DEL COLOR DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	COLOR	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	4,3	4,19±1,18
	2	4,3	
	3	3,7	
	4	4,7	
	5	4,0	
	6	4,7	
	7	4	
	8	4	
	9	4	
II	1	2,7	2,93±0,58
	2	3	
	3	2	
	4	4,7	
	5	3	
	6	3	
	7	2	
	8	3	
	9	3	
III	1	4	3,89±0,57
	2	4	
	3	4,3	
	4	4,7	
	5	3,7	
	6	4	
	7	3,3	
	8	3	
	9	4	
IV	1	3	3,79±0,9
	2	4	
	3	4	
	4	5	
	5	3,7	
	6	4	
	7	2,7	
	8	3,7	
	9	4	
V	1	4,3	
	2	4,7	
	3	3,7	
	4	4	

«continuación»

	5	4,3	4,16±0,66
	6	4,7	
	7	4	
	8	5	
	9	2,7	
VI	1	5	4,46±0,88
	2	4,7	
	3	5	
	4	4	
	5	4,7	
	6	4,7	
	7	3	
	8	5	
	9	4	

**b. Analisis de Varianza (ANVA)**

FUENTE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F.	PROB.	SIG.
Zona	5	12,6387	2,52774	8,5255276	0,000	**
Bloqu	8	6,8515	0,8564375	2,8885809	0,012	**
Error	40	11,859629	0,29649074			
Total	53	31,349814				
C.V.	13,9					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

**c. Prueba de Tukey**

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 6	4,46	a
Zona 1	4,19	a
Zona 5	4,16	a
Zona 3	3,89	a
Zona 4	3,79	a
Zona 2	2,93	b

## ANEXO 32: DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	CONSISTENCIA	PROMEDIO $\pm$ DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	5,7	5,81 $\pm$ 1,18
	2	7,0	
	3	5,3	
	4	5,7	
	5	5,3	
	6	5,3	
	7	5,7	
	8	6	
	9	6,3	
II	1	5,7	6,19 $\pm$ 0,58
	2	6,7	
	3	6,3	
	4	5,3	
	5	6	
	6	5,7	
	7	7	
	8	7	
	9	6	
III	1	6,3	6,04 $\pm$ 0,57
	2	7	
	3	7	
	4	5,7	
	5	5,7	
	6	5	
	7	5,7	
	8	5	
	9	7	
IV	1	5,3	5,4 $\pm$ 0,9
	2	5,7	
	3	5,3	
	4	5,3	
	5	4,7	
	6	5	
	7	5	
	8	6	
	9	6,3	
V	1	4,3	
	2	6,3	
	3	5	
	4	5,3	

«continuación»

	5	4,3	4,87±0,66
	6	5,3	
	7	4,7	
	8	4,3	
	9	4,3	
VI	1	6,7	5,52±0,88
	2	5	
	3	6,3	
	4	5,7	
	5	5,7	
	6	5	
	7	4	
	8	5,3	
	9	6	

**b. Analisis de Varianza (ANVA)**

FUENTE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F.	PROB.	SIG.
Zona	5	10,4727777	2,09455555	5,2818716	0,000	**
Bloqu	8	5,97333333	0,74666666	1,8828803	0,09	ns
Error	40	15,8622222	0,39655555			
Total	53	31,6748148				
C.V.	11,1					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

**c. Prueba de Tukey**

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 2	6,19	a
Zona 3	6,04	a
Zona 1	5,81	a
Zona 6	5,52	ab
Zona 4	5,4	ab
Zona 5	4,87	b

## ANEXO 33: DETERMINACIÓN DEL SABOR DE LA MIEL

### a. Resultados

ZONA DE PROCEDENCIA DE LA MIEL	REPETICIONES	SABOR	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTANDAR
I	1	6,0	5,93±0,68
	2	7,0	
	3	5,7	
	4	5,7	
	5	5,0	
	6	7,0	
	7	5,3	
	8	5,7	
	9	6	
II	1	5,7	6,04±0,94
	2	6,7	
	3	6,3	
	4	5	
	5	5,7	
	6	4,3	
	7	7	
	8	7	
	9	6,7	
III	1	6	5,93±0,85
	2	7	
	3	7	
	4	6	
	5	5,7	
	6	4,7	
	7	5,3	
	8	5	
	9	6,7	
IV	1	6,7	5,76±0,50
	2	5,7	
	3	5,7	
	4	5,7	
	5	5	
	6	5,3	
	7	5,7	
	8	5,7	
	9	6,3	
V	1	4,7	
	2	6,3	
	3	5	
	4	5	

«continuación»

	5	6	5,44±0,80
	6	6,3	
	7	5,7	
	8	4	
	9	6	
VI	1	5,7	5,38±0,75
	2	5	
	3	6,3	
	4	5	
	5	5,7	
	6	4,7	
	7	4	
	8	6	
	9	6	

**b. Analisis de Varianza (ANVA)**

FUENTE DE	G.L.	SUMA DE C.	C. MEDIO	F.	PROB.	SIG.
Zona	5	3,47259259	0,694518518	1,26540252	0,2977	ns
Bloque	8	6,24814815	0,781018519	1,42300425	0,2169	ns
Error	40	21,9540741	0,548851852			
Total	53	31,6748148				
C.V.	12,9					

ns: no significativa, \*\*: significativa.

**c. Prueba de Tukey**

TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0,05)
Zona 2	6,04	a
Zona 1	5,93	a
Zona 3	5,93	a
Zona 4	5,76	a
Zona 5	5,44	a
Zona 6	5,38	a