

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y
TECNOLOGÍAS INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:
**VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE DIÁSTASA DE LA MIEL DE ABEJA
NATURAL Y PROCESADA PRODUCIDA EN MANABÍ (JIPIJAPA)**

AUTOR:
FIGUEROA MUGUERZA NANCY JESSICA

TUTOR:
ING. BELLO MOREIRA ITALO PEDRO MG. SC

MANABÍ – ECUADOR 2025(1)

Martes 16 de septiembre del 2025

Declaración de Autoría de tesis

Yo Figueroa Muguerza Nancy Jessica con número de cedula 130907905-9 estudiante de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología, declaro que todos los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación con el tema "Valoración De La Actividad De Diastasa De La Miel De Abeja Natural Y Procesada Producida En Manabí (Jipijapa)", previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, bajo la supervisión del tutor Ing. Bello Moreira Italo Pedro.SC, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas, por lo que son de mi exclusiva responsabilidad.



Figueroa Muguerza Nancy Figueroa

CI: 130907905-9

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Figueroa Muguerza Nancy Jessica**, legalmente matriculado/a en la carrera de Agroindustria, periodo académico 2025-1, cumpliendo el total de 14 horas, cuyo tema del proyecto es **"Valoración de la actividad de diastasa de la miel de abeja natural y procesada producida en Manabí (Jipijapa)"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, Manta 28 de julio de 2025.

Lo certifico,


 Ing. Agropecuario Italo Pedro Bello Moreira
 Docente Tutor(a)
 Área: Agroindustria

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme salud, fuerza y la tenacidad necesaria para completar esta importante etapa en mi carrera profesional.

A mis progenitores, por su amor incondicional, su constante apoyo y por ser mi mayor impulso en cada paso que he dado en este trayecto.

A mi familia, por su entendimiento, ánimo y paciencia en los momentos más difíciles.

Agradezco de todo corazón a mi tutor de tesis Ing. Ítalo Bello, por su orientación, el conocimiento que he compartido y por inspirarme a mantener altos estándares académicos durante toda la investigación.

A los profesores de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, quienes enriquecieron mi formación a través de su experiencia, exigencia y compromiso.

A mis colegas y amigos, por su compañía, por las contribuciones valiosas y por acompañarme en esta fase de esfuerzo y desarrollo personal.

Finalmente, a todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, hicieron posible la realización de este trabajo de tesis, mi más profundo agradecimiento.

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud y amor, dedico este trabajo a mis padres, quienes con su ejemplo de esfuerzo, sacrificio y perseverancia me enseñaron a nunca rendirme y a luchar por mis sueños. A ustedes debo cada paso alcanzado en este camino, pues han sido la fuerza que me sostuvo en los momentos difíciles y la motivación constante para seguir adelante.

Dedico también este logro a mi familia entera, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y la confianza depositada en mí; cada gesto de cariño se convirtió en inspiración para culminar esta meta.

A Dios, por brindarme la vida, la salud y la sabiduría necesarias para superar cada reto, así como por poner en mi camino a personas valiosas que aportaron a mi formación académica y personal.

A mis amigos, quienes compartieron conmigo no solo horas de estudio, sino también sonrisas, consejos y compañía en los momentos de cansancio y desánimo.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que creen en el valor del conocimiento y la educación como herramienta de transformación, porque este logro no solo representa un paso personal, sino también la esperanza de contribuir con responsabilidad y compromiso al desarrollo de nuestra sociedad.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	IV
2. INTRODUCCIÓN.....	
2.1. MARCO TEÓRICO	
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
2.3. JUSTIFICACIÓN	6
3. HIPÓTESIS	7
4. OBJETIVOS.....	8
4.1. OBJETIVO GENERAL	8
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
5. METODOLOGÍA	9
5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	10
5.2. TIPO DE DISEÑO.....	10
5.4. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD DIASTÁSICA	12
5.5. PROCEDIMIENTO.....	12
5.6. CÁLCULO.....	14
6. RESULTADOS.....	15
7. DISCUSIÓN.....	19
8. CONCLUSIONES.....	20
9. RECOMENDACIONES.....	21
10. BIBLIOGRAFÍA.....	22
11. ANEXOS.....	25

1. RESUMEN

El propósito de esta investigación fue analizar la efectividad de la enzima diastasa en muestra de miel pura y miel procesada, obtenidas del cantón Jipijapa de la provincia de Manabí, Ecuador. La diastasa, reconocida también como amilasa, actúa como un indicador enzimático que responde a factores como el calor y el tiempo de almacenamiento, permitiendo así evaluar la frescura y calidad de la miel, de acuerdo con los parámetros establecidos por el Codex Alimentarius y la norma ISO 9208. Se utilizó el método de Schade, el cual implica medir espectrofotométricamente (a 660nm) la transformación del almidón medida por la diastasa ($ND = 300/t$). Los hallazgos mostraron que la muestra de miel natural tenía una alta actividad enzimática, con ND superiores a 8, cumpliendo con los criterios internacionales. Por otro lado, la miel tratada presentó una notable reducción en su actividad diastásica, con valores por debajo del límite mínimo requerido. La evaluación de la diastasa representa un método eficaz para analizar la calidad de la miel e identificar efectos de degradación o adulteración.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

La miel de abeja es un alimento funcional rico en azúcares (fructosa y glucosa) y compuestos bioactivos como enzimas (diastasa, invertasa y glucosa oxidasa), polifenoles y flavonoides, los cuales le confieren propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias (Meliponii).

Entre estas enzimas, la diastasa -una amilasa producida por las abejas y presente en el néctar- es determinante debido a su papel en la digestión del almidón y su sensibilidad al calor, lo que la convierte en un excelente indicador de frescura y tratamiento térmico (Almeida, 2021).

Químicamente, la diastasa cataliza la hidrólisis de almidones en dextrinas y maltosa, facilitando su digestión. Su nivel, medido como el número de diastasa (DN) en la escala Schade, refleja la actividad enzimática residual en la miel (Sawarkar, 2023).

El tratamiento térmico, es esencial para prevenir la cristalización o eliminar levaduras osmofílicas, puede desnaturar la diástasa, reduciendo su actividad en hasta un 50 % en solo 60-90 segundos de la temperatura. No obstante, procesos cortos a alta temperatura (90-95 grados centígrados por menos de 60 segundos) o el uso de deshidratadores a baja temperatura (≤ 70 grados centígrados) pueden mantener la actividad enzimática, especialmente en mieles de abeja sin aguijón (*Meliponini*).

La diastasa se descompone con el tiempo y verano, siendo altamente dependiente de la temperatura de almacenamiento. La semivida disminuye abruptamente de décadas a horas al incrementar la temperatura (por ejemplo; 4 años a 20 grados centígrados, 200 días a 30 grados centígrados, 4.5 horas a 71 grados centígrados). En un clima tropical como Manabí, con su temperatura frecuentemente superiores a 30 grados centígrados, la conservación enzimática se ve grandemente afectada si no se garantiza un manejo adecuado (Peñañiel, 2020).

La provincia de Manabí, ubicada en zona tropical, presenta desafíos particulares: altas temperaturas ambientales y limitaciones logísticas para almacenamiento durante el transporte y acopio. Por ello, evaluar y comparar la actividad de la diastasa entre mieles puras y procesadas de jipijapa es esencial para:

1. Determinar si las prácticas de procesamiento (pasteurización, calentamiento) o almacenamiento afectan su calidad sensorial y funcional.
2. Establecer protocolos de manejo adecuados (temperatura, tiempo, método) que aseguren el cumplimiento ($DN \geq 8$).
3. Posesionar la miel de jipijapa como producto de calidad funcional en la línea con

las exigencias de mercados nacionales e internacionales.

La actividad de diástasa en la miel es un indicador de su calidad y puede utilizarse para determinar el estado de conservación y el posible adulterado. La actividad enzimática refleja no solo la frescura, sino también la composición floral de la miel, lo que es relevante para la miel de Manabí, conocida por su diversidad. (Almeida, 2021).

Manabí cuenta con una rica biodiversidad floral que influye en las características de la miel. Esta diversidad contribuye a la variabilidad en la actividad de diástasa superior la miel importada o procesada. Esta se asocia con prácticas de apicultura más tradicionales y un menor uso de tratamientos térmicos (Peñañiel, 2020).

Manabí es reconocida por la producción de miel de abeja, y estudios han documentado las características de su miel, así como su contenido enzimático

Un estudio realizado analizó la actividad de diástasa en mieles de diferentes productores de Manabí, encontrando variaciones significativas que dependían del origen floral y las condiciones de procesamiento. (Peñañiel, 2020)

La miel procesada tiende a presentar una actividad de diástasa menor en comparación con la miel pura. Una investigación comparativa destacó que la miel pura de Manabí mostraba una actividad de diástasa más alta que las mieles procesadas, lo cual sugiere que los métodos de procesamiento pueden afectar la calidad de la miel. (Reyes, 2022).

La norma Codex Alimentarius establece que la miel debe tener una actividad de diástasa mínima para considerarse de alta calidad, según un análisis se revisó las normativas aplicables a la miel en Ecuador, haciendo énfasis en la necesidad de monitorear la actividad enzimática para garantizar la calidad del producto en el mercado. (Sánchez, 2023).

Generalmente la miel pura presenta una mayor actividad de diástasa que generalmente excede 15- 20 D debido a la mínima intervención en el proceso de extracción y almacenamiento. Esto la convierte en una opción preferida para los consumidores que buscan productos naturales (Reyes, 2022).

Los métodos de calentamiento y filtrado utilizados en la miel procesada pueden reducir la actividad de diástasa, a menudo por debajo de 8 DN lo que puede comprometer la calidad del producto. Mediante una investigación demostró que la miel procesada de Manabí tenía niveles de diástasa que cumplían apenas con los estándares mínimos establecidos por el Codex Alimentarius. (Cordova, 2024). Otro estudio de la Universidad de Manabí encontró que las mieles procesadas de la región mostraban un 40% menos de actividad de diástasa en comparación con mieles crudas. (Manabí, 2023)

El Codex Alimentarius establece que la actividad de diástasa en la miel debe ser superior a 8, lo que indica que la miel no ha sido sometida a procesos que podrían deteriorar su calidad. La normativa ecuatoriana sobre la calidad de la miel se alinea con el Codex, lo que resalta la importancia de realizar controles de calidad en la producción de miel local. Los estudios sugieren que la miel de Manabí, en general, cumple con estos estándares.

La actividad de diástasa también puede estar relacionada con otros beneficios de la miel, como sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. La investigación sugiere que una

mayor actividad enzimática puede correlacionarse con un contenido más elevado de compuestos fenólicos, lo que contribuye a sus efectos saludables. (Ruiz, 2024).

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La miel de abeja es un producto apreciado por sus propiedades organolépticas y beneficios para la salud. En Ecuador, la producción es una actividad importante, especialmente en la provincia de Manabí, donde la biodiversidad floral contribuye a la singularidad de su miel. Sin embargo, la calidad de la miel puede verse comprometida por prácticas de manejo inadecuadas y adulteraciones, lo que afecta su actividad de diástasa.

La actividad de diástasa es un indicador crucial de la calidad de la miel, ya que refleja su frescura y autenticidad. A pesar de su importancia, se ha observado que la miel procesada en Manabí a menudo presenta niveles bajos de diástasa debido a la pasteurización y otros tratamientos térmicos. (Reyes, 2022). Esto genera interrogantes clave:

- Variabilidad en la calidad: ¿Cuál es la variabilidad en la actividad de diástasa entre miel de abeja pura y procesada en Manabí? La falta de datos puede llevar a una percepción negativa de la miel local (Peñañiel, 2020).
- Impacto del procesamiento: ¿Cómo afecta las prácticas de procesamiento a la actividad de diástasa? Se ha documentado que el tratamiento térmico reduce significativamente la actividad enzimática. (Córdova, 2024).
- Conocimiento de los productores: ¿Cuál es el nivel de conocimiento de los apicultores sobre la actividad de diástasa y su relación con la calidad de la miel? La educación en estas áreas es vital para mejorar las prácticas de producción. (Gutiérrez, 2022).
- Detección de adulteración: ¿Cómo se puede utilizar la actividad de diástasa para

detectar adulteraciones en la miel? Este aspecto es crucial para asegurar la autenticidad el producto en el mercado. (Sánchez, 2023).

Existe una correlación positiva entre la actividad de diástasa y otros parámetros de calidad de la miel, como la humedad y el contenido de azúcares, lo que refuerza la importancia de la actividad (Gutiérrez, 2022).

2.3. JUSTIFICACIÓN

La miel de abeja no solo es un alimento delicioso, sino que también posee propiedades beneficiosas para la salud, incluyendo antioxidantes, anti inflamatorio y antimicrobiana (Kumar, 2020). Sin embargo, la calidad de la miel puede verse comprometida por diversos factores, incluyendo el procesamiento y las condiciones de almacenamiento. La actividad de diástasa se ha establecido como un indicador de frescura y calidad de la miel, dado que su actividad disminuye con el tiempo y con tratamientos térmicos excesivos (Sujatha, 2019).

La diástasa, o alfa-amilasa, descompone los almidones en azúcares simples, y su actividad es crucial para la digestibilidad y absorción de los nutrientes en la miel (García, 2021). Manabí es una región con una rica tradición apícola donde la producción de miel es una fuente importante de ingresos para muchas familias. Sin embargo, la miel producida en esta región puede enfrentarse a desafíos de calidad debido a métodos de procesamiento inadecuado o a la falta de conocimiento sobre las mejores prácticas apícolas (Pérez, 2022). El estudio de la actividad de diástasa en la miel local permitirá identificar la calidad del producto y ofrecer recomendaciones a los apicultores sobre cómo mejorar sus técnicas de producción y procesamiento (Gutiérrez, 2022).

Este estudio no solo proporciona información valiosa sobre la calidad de la miel en Manabí, sino que también contribuirá a la literatura científica sobre la actividad enzimática en la miel como indicador de calidad.

3. HIPÓTESIS

La actividad de diástasa no difiere entre la miel de abeja natural y procesada, de tal modo no incide en la calidad y frescura en la miel.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Valorar la actividad de la diástasa en miel natural y procesada en la provincia de Manabí, como indicador de frescura.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la actividad diástasa en muestra de miel natural y procesada mediante espectrofotómetro UV-VIS
- Comparar la actividad de diástasa entre la miel natural y procesada de Jipijapa con límites permisibles Codex
- Evaluar atributos de la miel natural y procesada según la actividad de la diástasa

5. METODOLOGÍA

El presente trabajo se llevó a cabo en los laboratorios de análisis y talleres de procesos localizado en el bloque de Agropecuaria perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí "ULEAM", ubicada en la ciudad de Manta provincia de Manabí – Ecuador.

La miel pura se trajo del cantón Jipijapa y la procesada se adquirió de un supermercado de la ciudad de Jipijapa.

5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Variables

Variables independientes:

i. Tipos de mieles

1. Miel natural
2. Miel procesada

ii. Tiempo

1. 5 mnts.
2. 10 mnts.
3. 15 mnts.

Variables dependientes:

4. ND: Número de diástasa (cantidad de amilasa)

5.2. TIPO DE DISEÑO.

Diseño de investigación: El diseño del presente trabajo es bifactorial, con dos factores dentro de las variables independientes tales como, los tipos de miel siendo estas la natural y procesada, que tienen dos niveles en relación con el tiempo con sus tres niveles. Todos estos análisis se evaluaron por triplicado.

En la tabla 1. Del diseño experimental, se muestran los tratamientos con las combinaciones

de las variables de estudios.

N°1	Variable a	Variable b	Tratamientos
	Tipo de miel	Tiempo	
1	Miel natural	5	Miel natural + 5 minutos
2	Miel natural	10	Miel natural + 10 minutos
3	Miel natural	15	Miel natural + 15 minutos
4	Miel procesada	5	Miel procesada + 5 minutos
5	Miel procesada	10	Miel procesada + 10 minutos
6	Miel procesada	15	Miel procesada + 15 minutos

Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.3. ESQUEMA DE ADEVA

En la siguiente tabla (2) del diseño experimental se muestran los 6 tratamientos a realizar con tres repeticiones y dos factores de estudios.

Tabla 2 ADEVA.

Fuente de variación	Formula	G. L
Tratamientos	(t-1)	5
Repetición	(r-1)	2
Factor a	(Fa-1)	1
Factor b	(Fb-1)	2
Factor a*b	(Fa-1) *(Fb-1)	2
Error experimental	(t-1) (r-1)	10
Total	(t*r-1)	17

Se planteó un diseño experimental 2*7 con 3 repeticiones es decir 42 unidades experimentales, estos datos fueron analizados en el software Statgraphics, aplicando ANOVA con probabilidad ($p < 0,05$).

Así como también se midió el coeficiente de varianza CV

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

S: Desviación típica de la variable X

$|\bar{X}|$: Es la media de la variable X en el valor absoluto con $\bar{X} \neq 0$

5.4. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD DIASTÁSICA

La determinación de la actividad de diástasa se basó en el método de Schade (1958), modificada por White (1959) y por Hardon (1961) y según la técnica espectrofotómetro UV-VIS de doble haz y un baño de agua termostatzado. Dicha técnica se basa en la velocidad de hidrólisis de una solución de almidón al 1 % por las enzimas diástasas presentes en una solución amortiguada de la miel.

5.5. PROCEDIMIENTO

El método para evaluar la actividad de la diástasa en la miel de abeja se fundamenta en el procedimiento de Schade, que es ampliamente reconocido a nivel global y está regulado por la norma ISO 9208 así como el Codex Alimentarius.

Evaluación de la actividad de diástasa en miel (método de Schade).

1. Fundamento del método

La diástasa, también conocida como amilasa, presente en la miel, transforma el almidón en azúcares simples. Se toma en cuenta el tiempo que tarda y descompone una solución de almidón utilizando yodo como marcador. El resultado se presenta como el número de diástasa (DN).

2. Equipamiento y reactivos

- Miel de abeja (muestra)
- Solución tampón de acetato (pH 5,3)
- Solución de almidón al 1%
- Solución de yodo (yoduro de potasio)
- Agua purificada
- Baño maría a 40 grados Celsius
- Espectrofotómetro
- Cronómetro
- Tubos de ensayos
- Pipetas
- matraz

3. Preparación de la muestra

Disolver 10 gramos de miel en agua purificada y ajustar a volumen total de 100 mililitros. Filtrar si es necesario.

4. Proceso

En un tubo de ensayo, combinar: 5 mL de solución almidón, 1mL de la solución tampón y 1 mL de solución de miel, iniciar la incubación de la mezcla a 40 grados Celsius. Cada 5 minutos, extraer una alícuota de 0,5 mL y mezclar con 5 mL de solución yodo diluida.

Se lleva al espectrofotómetro midiendo la absorbancia a 660 nm.

5. Preparación de las soluciones

Solución tampón de acetato

Disolver 87 g de acetato de sodio en 400 mL de agua destilada agregar 10,5 mL de ácido acético glacial y previamente adicionado con algo de agua destilada y diluir a 500 mL en matraz. Ajustar el pH a 5,3 utilizando un pHmetro y agregando acetato de

sodio o ácido acético glacial según sea necesario.

Solución de almidón al 1%

Pesar 1 g de almidón soluble pasarlo por un Erlenmeyer de 250 mL, agregar 90 mL de agua destilada, inmediatamente calentar a ebullición por 3 minutos, dejar enfriar a temperatura ambiente. Trasvasar a un matraz aforado de 100 mL y calentar a 40 grados Celsius en baño maría. Completar el volumen manteniendo la temperatura constante.

Solución de yodo al 0,001 N

Pesar 0,127g de yodo y 2 g de yoduro de potasio (facilita la disolución del yodo en agua), en un vaso de precipitación disolver los 2 g de yoduro de potasio en unos 100 mL de agua destilada, agregar el yodo poco a poco mientras se agita para que se disuelva completamente, transferir la solución a un matraz aforado de 1 L y completar con agua destilada hasta el enrase.

5.6. CÁLCULO

Representar gráficamente A (Absorbancia) vs t (tiempo en minutos) sobre papel cuadriculado.

Considerar por lo menos los 3 últimos puntos del gráfico, trazar la recta patrón resultante para determinar el momento en que la mezcla alcanza $A = 0,235$. Del grafico determinar el tiempo de reacción en minutos de la mezcla yodo-almidón- miel. Dividir 300 por el tiempo encontrado en minutos, para obtener el número de diastasa (ND).

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

Siendo:

t: tiempo en minutos

300: Factor de corrección

ND: Actividad de diastasa o índice de diastasa en la escala de Schade, (0,235)

6. RESULTADOS

En el gráfico # (1) podemos observar que la absorbancia disminuye lentamente en el tiempo, con una caída más marcada hacia los 15 minutos. Entre los 5 y 10 minutos el sistema se mantiene estable, lo cual puede indicar una fase de equilibrio o estabilidad de la reacción/muestra. A los 15 minutos se da una pérdida de absorbancia, lo que podría sugerir una degradación, consumo del reactivo, disminución de la concentración del compuesto absorbente o algún cambio en la reacción química. Esto sugiere que el tiempo óptimo de análisis o reacción esta entre 5 y 10 minutos, antes que empiece la pérdida significativa de absorbancia.

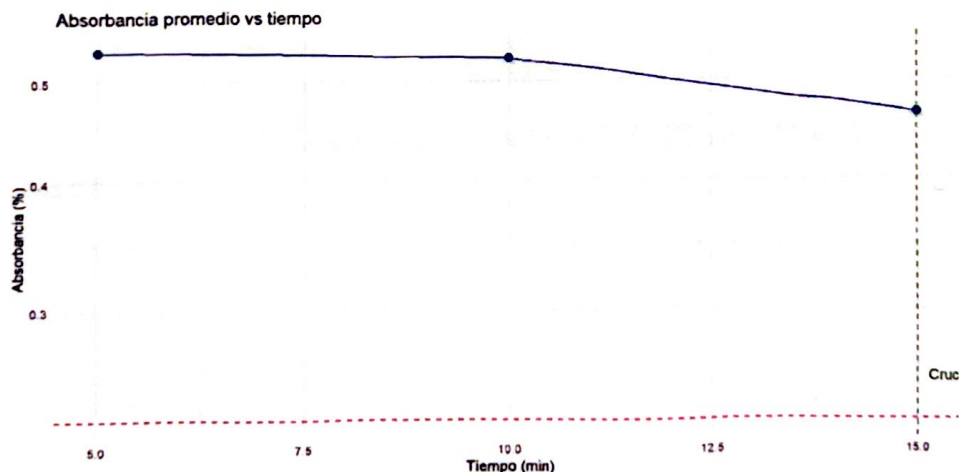


Gráfico # 1.

En el grafico # (2) se puede ver como cada muestra (T1 a T7) se comporta en términos de actividad enzimática.

Comparando Miel 1 (miel natural) vs Miel 2 (miel procesada) en cada muestra, se puede evaluar cual tiene mayor índice de diástasa.

La muestra que no alcanzan la línea roja punteada está por debajo del estándar mínimo, lo que podría indicar:

Miel envejecida.

Procesos térmicos que han degradado las enzimas.

Adulteración o mala conservación.

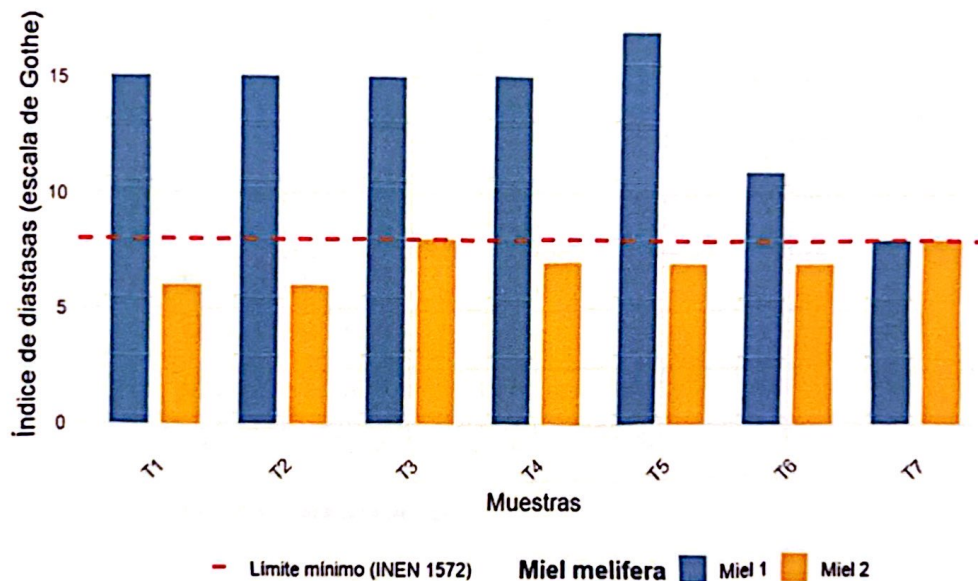


Gráfico # 2.

En la tabla (1) se presenta un índice de diástasa elevado, característico de una miel fresca y activa enzimáticamente. Según la norma Codex Alimentarius, lo que indica frescura y ausencia de deterioro significativo. La miel 1(miel natural) podemos observar que en esta alcanza valores máximos cercanos a 17 unidades, lo que indica una miel muy activa enzimáticamente y de excelente calidad incluso con cierta variabilidad, todos los promedios superan con amplitud el mínimo normativo de 8, correspondiente al índice de diástasa mínimo según la norma.

Miel 1. (Miel natural)

Muestras	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
T1	14,9	15,5	15,3	15
T2	15	14,5	14,3	15
T3	15,7	15,8	14,6	15
T4	15	15,4	14,8	15
T5	16,7	16,7	16,8	17
T6	12,11	10,3	9,5	11
T7	8,4	7,4	9,6	8
Promedio	13,97	13,66	13,56	
Desviación	2,83	3,45	2,85	
Mínimo	8,4	7,4	9,5	
Máximo	16,7	16,7	16,8	
C.V.	20,22	25,26	21,05	

Tabla 1. Comparación de I.D

En la tabla # (2) se observa que el índice de diástasa presenta valores reducidos, cercano o incluso por debajo del límite reglamentario de 8 unidades de Gothe. Esto refleja una disminución de la actividad enzimática probablemente ocasionada por un almacenamiento prolongado, exposición a temperatura o procesos de cristalización. El hecho de que ciertos resultados estén por debajo del valor mínimo (8) establecido implica que la miel podría no ajustarse a los estándares internacionales de calidad, especialmente en lo referente a exportación. Si bien el valor más alto registrado (9,7) alcanza justo el límite permitido, la mayoría de las muestras no cumplen con la exigencia normativa.

Miel 2. (miel procesada)

Muestras	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3	
T1	4,6	7,4	6,4	6
T2	5,6	5,8	5,4	6
T3	6,7	7,8	8,3	8
T4	6,4	7,5	7,4	7
T5	7,4	7,5	7,5	7
T6	8,4	7,4	5,4	7
T7	9,7	6,8	7,6	8
Promedio	6,97	7,17	6,86	
Desviación	1,71	0,68	1,14	
Mínimo	8,4	7,4	9,5	
Máximo	16,7	16,7	16,8	
C.V.	24,55	9,41	16,62	

Tabla 2. Comparación de I.D

En los tratamientos Medias n E.E. el T5 (12,10) presenta el valor mas alto y se ubica en el grupo C, siendo estadísticamente superior a los tratamientos con letras diferentes.

El tratamiento T7(8,25), con la media mas baja, ubicado en el grupo A, significativamente diferente de los tratamientos con mejores resultados.

Tratamientos Medias n E.E.

T7	8,25	6 0,81	A
T6	8,85	6 0,81	A B
T2	10,10	6 0,81	A B C
T1	10,68	6 0,81	B C
T4	11,08	6 0,81	B C
T3	11,52	6 0,81	C
T5	12,10	6 0,81	C

7. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el análisis de las muestras Miel 1(miel natural) y Miel 2 (miel procesada) muestran diferencias marcadas en el índice de diastasa (ID), con valores promedio de 13–17 en Miel 1 y 6–8 en Miel 2. Esta diferencia es significativa y sugiere una pérdida de actividad enzimática en la segunda muestra, atribuible principalmente a factores de almacenamiento prolongado y procesamiento térmico, más que a variaciones botánicas.

La literatura reciente respalda esta interpretación. Raweh HSA (2022) y Scepankova H (2024) documentan que el almacenamiento prolongado, especialmente a temperaturas elevadas, reduce significativamente la actividad diastásica. En sus estudios se comparó la calidad de mieles naturales y mieles procesadas, los resultados indicaron que la miel natural presentó mayor actividad diastásica (media $\approx 11,9$ DN) en comparación con la miel procesada que mostro un valor inferior ($\approx 7,6$ DN).

Además, el procesamiento térmico, como la pasteurización o el calentamiento para mejorar la fluidez, también contribuye a la disminución del ID. Scepankova H (2024) destaca que incluso tratamientos térmicos de baja intensidad pueden afectar negativamente la actividad enzimática, siendo la duración del calentamiento un factor crítico. Esto explica por qué mieles aparentemente frescas pero procesadas presentan índices bajos, como ocurre con Miel 2(miel procesada) en este estudio.

Aunque el origen floral puede influir en el ID, Aloisi (2010) señala que las variaciones botánicas no suelen explicar descensos tan marcados como los observados entre Miel 1(miel natural) y Miel 2(miel procesada). Por tanto, la diferencia entre ambas muestras se interpreta mejor como resultado de procesos postcosecha y condiciones de almacenamiento.

8. CONCLUSIONES

Se puede concluir que, los valores de índice de diástasa (ID) en la miel natural (Miel 1) fueron consistentemente superiores (promedio ≈ 15) en comparación con la miel procesada (Miel 2), cuyo promedio se redujo a ≈ 7 . Esto evidencia que el almacenamiento prolongado disminuye de forma significativa la actividad enzimática.

La Miel 1(miel natural), cumple con el límite mínimo establecido por la norma INEN 1572 y el Codex Alimentarius (≥ 8 en escala de Gothe), garantizando su calidad y frescura.

La Miel 2(miel procesada), en varias muestras, se ubica por debajo del límite, indicando posible degradación enzimática, lo que compromete su clasificación como miel de buena calidad.

El descenso del ID en la Miel 2(miel procesada), sugiere que el tiempo y condiciones de almacenamiento afectan directamente la estabilidad de las enzimas, en particular la diástasa, volviéndose un indicador sensible de la frescura y del manejo postcosecha de la miel.

Miel 1 – T5 alcanzó los niveles más altos de ID (≈ 17), lo que refleja una excelente calidad enzimática y frescura.

Miel 2 – T3 y T7 fueron las mejores dentro de su grupo ($\approx 7-8$), aunque aún menores en comparación con la miel natural.

Los resultados refuerzan el uso del índice de diástasa como parámetro confiable para evaluar la frescura y autenticidad de la miel, distinguiendo productos recién cosechados de aquellos que han perdido calidad por almacenamiento o posibles tratamientos térmicos.

9. RECOMENDACIONES

- Se sugiere implementar este tipo de análisis en el control de calidad de los centros de recolección y procesamiento de miel en la provincia de Manabí como los cantones Tosagua, Chone, Rocafuerte y Santa Ana ya que son zonas con mayor actividad apícola, con el objetivo de preservar las propiedades naturales del producto.
- Limitar el uso de tratamientos térmicos extremos: es esencial que los apicultores implementen métodos de calentamiento controlado durante la elaboración de miel, evitando temperaturas elevadas o prolongados periodos de tiempo que perjudiquen la actividad enzimática natural del producto,
- Formación técnica para apicultores y procesadores: se propone realizar programas de formación para los productores locales sobre la importancia de mantener la actividad de la diástasa, así como sobre mejores prácticas de manejo, almacenamiento y trazabilidad.
- Reforzar la regulación local sobre la venta de la miel: las entidades de salud y agricultura deben modernizar y fortalecer la normativa relacionada con la calidad de la miel, incluyendo la exigencia del análisis de la diástasa para la miel destinada al consumo interno y exportaciones.
- Fomentar investigaciones adicionales: se recomienda continuar con estudios similares en otras provincias de Ecuador, enfocándose en aspectos como humedad, HMF (hidroximetilfurfural), acidez y niveles de sacarosa, para crear una base de datos nacional sobre la verdadera calidad de la miel.
- Certificación de origen y calidad: se sugiere incentivar la certificación de la miel pura de Manabí como un producto con características únicas, aprovechando su valor agregado y posibilidad de exportación, siempre que se confirme su actividad enzimática.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, M.F. (2021). Enzymatic Activity in honey.
https://www.researchgate.net/publication/269799544_Activity_of_Enzymes_and_Trace_Element_Content_in_Bee_Honey
- Bogdanov, S.e. (2021). Honey quality.
https://www.researchgate.net/publication/43490075_Honey_quality_methods_of_analysis_and_international_regulatory_standards_Review_of_the_work_of_the_International_Honey_Commission
- Cordova, M. &. (2024). Impact of processing methods on the enzymatic activity of honey from Manabí, Ecuador.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/browse?type=author&value=Quijije+C%C3%B3rdova%2C+Jes%C3%BA+Bernardo>
- Crinita, P. M. (2021). Sensory evaluation of honey. <https://www.dlg.org/en/mediacenter/dlg-expert-reports/food-sensory-technology/dlg-expert-report-11-2015-sensory-analysis-of-honey>
- Garcia, M.A. (2021). Enzymatic Activity in Honey.
<https://www.redalyc.org/journal/3782/378277400013/>
- Gutierrez, L. &. (2022). Floral sources and their influence on the enzymatic profile of honey from Manabí, Ecuador. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11052768/>
- Kaska, L.e. (2021). Determination of honey purity.
https://www.researchgate.net/publication/356684819_An_approach_to_assess_the_quality_of_honey_using_partial_least_square_method
- Kumar, P. K. (2020). Health Benefits of honey. <https://www.jocpr.com/articles/medicinal-uses-and-health-benefits-of-honey-an-overview.pdf>
- Manabí, U. d. (2023). Impact of paturization on the enzymatic activity of honey in Manabí <https://www.iniap.gob.ec/manabi-se-beneficia-con-una-nueva-fabrica-de-bioinsumos/>.
- Peñafiel, J. L. (2020). Physical and chemical Characteristics of honey from Manabí province, Ecuador. <https://scholar.google.es/citations?user=oY8L2jsAAAAJ&hl=es>
- Perez, A.&. (2022). QualityAssesment of Honey in Ecuador.
<https://www.researchgate.net/profile/Amaury-Perez-2>
- Reyes, G. &. (2022). Comparison of diastase activity in pure and processed honey from Ecuador.
https://www.researchgate.net/publication/374206001_Comparing_honey_quality_by

_estimating_the_activity_of_diastase_e

nzyme_for_honey_samples_in_the_Saudi_mar_kets

Ruiz, A. &. (2024). Antioxidant properties and diastase activity in different types of honey.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154323003447>

Sanchez, A.&. (2023). Regulatory frameworks for honey quality in Ecuador.
<https://research.usfq.edu.ec/es/publications/honey-quality-parameters-chemical-composition-and-antimicrobial-a>

Sohaimy, S.A. (2020). Honey: its Medicinal Properties and Aplications.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3609166/>

Sujatha, K.&. (2019). Influence of Processing on the Qualityof honey.

<https://journal.unisza.edu.my/myjas/index.php/myjas/article/view/280>

Yao, L.e. (2019). Rheological properties of honey.

https://www.researchgate.net/publication/272702002_Rheological_properties_of_ho_n_ey

al., R. e. (2022). Impact of different Storage Regimes on the Levels of Physicochemical Characteristics.

Meliponii. (s.f.). Miel composición química y su control de calidad.

Ruiz. (2018). Effect of Different Storage Conditions.

al., R. e. (2022). Impact of different Storage Regimes on the Levels of Physicochemical Characteristics.

Sawarkar, A. (2023). Physicochemicaldetermination and effect of storage temperature on diastase level in apis mellifera honey.

<https://es.pgeneral.com/applications/agriculture/method-for-the-determination-of-diastase-number-in-honey-by-uv-vis-spectrophotometer-2/>

Aloisi. (2010). The diastase activity of honey from Chubut.

Bell, A. (2023). Indicated that temperature and time.

Commission, C. A. (1981). Codex Standard for honey.

Raweh HSA, e. a. (2022). Impact of Different Storage Regimes on the levels.

Scepankova H, e. a. (2024). Estudio sobre el efecto térmico en diastasa.

Yigit, Y. (2024). Reduction in diastase activity is primarily caused by the denaturation of the enzyme.

11. ANEXOS

