

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINÍ EN EL ESTADO DE  
CAMPECHE**

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CALABAZA ITALIANA  
CULTIVADA CON ASPERSIÓN FOLIAR DE MIEL DE ABEJA  
MULTIFLORAL”**

***TESIS PARA TITULACIÓN INTEGRAL***

**INGENIERÍA EN INNOVACION AGRICOLA SUSTENTABLE**

**EGRESADO:  
LUIS ADALBERTO UC POOT**

**DIRECTOR:  
DR. FELIPE DE JESUS GONZALEZ RODRIGUEZ**

**CO-DIRECTOR:  
DR. MARIO BEN-HUR CHUC ARMENDÁRIZ**

Calkiní, Campeche, México 2024



**Educación**  
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



**Instituto Tecnológico Superior de Calkiní**

Subdirección de Planeación y Desarrollo

*Instituto Tecnológico Superior de Calkiní*

Departamento de Administración y  
Apoyo al Estudiante

*Calkiní, Campeche 45714*

*P/02/25/594*

INGENIERIA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

## CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

**C. LUIS ADALBERTO UC POOT 7292  
PASANTE DE LA CARRERA DE  
INGENIERIA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE.  
PRESENTE**

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director DR. FELIPE DE JESUS CONZALEZ RODRIGUEZ, y el co-director DR. MARIO BEN-HUR CHUC ARMENDARIZ, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **"CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CALABAZA ITALIANA CULTIVADA CON ASPERSIÓN FOLIAR DE MIEL DE ABEJA MULTIFLORAL"**.

### ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®  
Sabiduría, Fortaleza de Nuestra Cultura®



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
DE CALKINI

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN  
ESCOLAR Y APOYO A  
ESTUDIANTES

CLAVE: 04MSU0013P  
CALKINI, CAMPECHE, MEXICO

**Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.**  
**Departamento de Administración y**  
**Apoyo al Estudiante.**

C.c.p. Archivo



**2025**  
Año de  
**La Mujer**  
Indígena

Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche,  
C.P. 24900 Tel. 996-8134870,  
e-mail: [se\\_dcalkini@tecnm.mx](mailto:se_dcalkini@tecnm.mx) | [itescam.edu.mx](http://itescam.edu.mx)



## **DEDICATORIA**

*A mi madre, la persona más importante en mi vida, la cual siempre estuvo en mis peores y mejores momentos durante cada una de mis etapas como hijo y estudiante, sin ella no estaría hasta este punto de mi vida.*

*A mis hermanos, que son una razón por la cual nunca tire la toalla con respecto a mis estudios, ya que mi hermano mayor nunca lo hizo hasta lograrlo y mi hermano menor no piensa en hacerlo.*

*A mi abuela, ella siempre me ayudo con lo que tenía a su alcance desde que estaba en primaria, pienso que sin ella en mi vida nunca hubiese llegado a escribir esta tesis.*

*A mis amigos de carrera, nos animábamos y ayudábamos mutuamente en cada semestre, a pesar de que en ocasiones no compartíamos la misma opinión.*

*Mis amigos fuera de la universidad, los cuales fueron responsables de que pueda mejorar en varios ámbitos de mi persona.*

*A las personas que formaron parte de mi vida.*

*A mis maestros y asesores de tesis, al igual que al doctor Yasser por ayudarme en la recolección de datos de laboratorio.*

## **Agradecimientos**

Por ser la razón de esforzarme aún más en mis estudios, por quererme sin importar mis errores que he cometido durante el trayecto de mi vida, la que siempre me apoyo y cuido desde que solo era un niño, la única que nunca perdió la fe en mí y que siempre tenía un lugar en sus brazos si yo lo necesitaba, a mi madre, María Guadalupe. La mujer que más amo en esta vida.

A mis hermanos, Daniel y Esteban que sin que ellos lo sepan estuvieron en momento en donde quería tirar la toalla ya que siempre salían con cualquier cosa y me hacían sonreír nuevamente. Los dos me enseñaron que el que persevera alcanza y que, sin duda alguna, les tengo un gran cariño.

A mi abuelita, doña Haas como la conocen. Podría decir con certeza que gran parte de mis estudios que logre fue por ella ya que siempre me apoyaba con lo que tenía en su alcance, ella es una gran amiga para mí y que siempre que estoy a su lado me siento tan seguro porque sé que ella me quiere sin importar lo que pase. Con ella tenía seguro un plato de comida al llegar de la escuela y con una sonrisa ella me esperaba. A mi padre, que me enseñó a trabajar y así yo poder pagar parte de mis estudios.

A amigos que hice durante la carrera, fueron mi equipo desde los primeros semestres y nos mantuvimos hasta el final, con ellos fue más fácil y divertido estar durante esta parte de la vida.

A mis amigos que hice fuera de la escuela, que me enseñaron a cómo cuidarme y esforzarme a tener la mejor versión de mí mismo, no sé qué hubiese sido de mí si no los hubiese conocido, más sin embargo los quiero mucho.

A mi compañera Fabiola, quien me ayudo en todo momento en los análisis de laboratorio y a su vez el explicarme cada proceso que se llevo a cabo.

A mis maestros que me compartieron parte de su conocimiento adquirido y que me hacían sentir como un ingeniero al aprender día con día cosas nuevas y fabulosas de la carrera.

## ÍNDICE

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCION .....                                                                   | 10 |
| ANTECEDENTES:.....                                                                   | 13 |
| Antecedentes de la calabaza italiana ( <i>cucurbita pepo</i> ) .....                 | 13 |
| Antecedentes de la miel de abeja en la agricultura como fertilizante foliar.....     | 13 |
| Antecedentes de los análisis fisicoquímicos de la calabaza italiana. ....            | 15 |
| Objetivo general: .....                                                              | 17 |
| Objetivos específicos: .....                                                         | 17 |
| Alcances: .....                                                                      | 19 |
| Limitaciones:.....                                                                   | 19 |
| Curiosidades:.....                                                                   | 21 |
| Distribución y hábitat.....                                                          | 22 |
| Morfología de la calabaza italiana ( <i>cucurbita pepo</i> ) .....                   | 23 |
| Usos de la calabaza italiana.....                                                    | 24 |
| Clasificación botánica .....                                                         | 24 |
| Nombres comunes de la calabaza italiana .....                                        | 25 |
| Refuerza nuestras defensas.....                                                      | 26 |
| Riqueza mineral .....                                                                | 26 |
| Buena para el aparato digestivo .....                                                | 26 |
| Desafíos que presenta la producción de calabaza italiana.....                        | 27 |
| Componentes principales e información nutricional.....                               | 27 |
| Composición química.....                                                             | 31 |
| Beneficios que otorga el uso de miel en diferentes cultivos .....                    | 31 |
| Análisis de pH, acidez y Sólidos Solubles Totales (SST) .....                        | 32 |
| Texturometría y otras características físicas .....                                  | 33 |
| Influencia del peso y la humedad en la calidad del fruto .....                       | 33 |
| Contenido de proteínas, fibra y grasa en calabaza italiana.....                      | 34 |
| Contenido de carbohidratos en calabaza italiana .....                                | 35 |
| Relación entre el análisis proximal y la calidad del fruto .....                     | 35 |
| Otras fuentes de fertilización foliar en calabaza italiana.....                      | 36 |
| Comparación de la fertilización foliar frente a otros métodos de fertilización ..... | 37 |
| Sostenibilidad y ventajas ambientales del uso de fertilización foliar .....          | 37 |
| Materiales, equipos y reactivos empleados: .....                                     | 38 |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preparación y aplicación de los tratamientos .....                                         | 40 |
| Preparación de las soluciones: .....                                                       | 40 |
| Aplicación foliar:.....                                                                    | 40 |
| Justificación del diseño experimental .....                                                | 41 |
| Implementación de materia orgánica al suelo:.....                                          | 41 |
| Etap 1: Materia prima.....                                                                 | 42 |
| Producción, cuidado y cosecha de la producción de calabaza italiana (cucúrbita pepo) ..... | 42 |
| Etap 2: Propiedades fisicoquímicas y proximales .....                                      | 42 |
| Determinación de humedad por el método 925.09.....                                         | 45 |
| Determinación de fibra cruda:.....                                                         | 46 |
| Determinación de Grasa: .....                                                              | 47 |
| Determinación de cenizas: .....                                                            | 48 |
| Determinación de PH: .....                                                                 | 49 |
| Determinación de Acidez .....                                                              | 49 |
| °Brix .....                                                                                | 50 |
| Análisis de PH:.....                                                                       | 52 |
| Análisis de grados brix:.....                                                              | 53 |
| Determinación de acidez titulable .....                                                    | 54 |
| Determinación de Humedad (%).....                                                          | 56 |
| Determinación de Cenizas (%).....                                                          | 57 |
| Determinación de Fibra Cruda (%) .....                                                     | 59 |
| Determinación de Grasa Cruda (%) .....                                                     | 60 |
| Determinación de Carbohidratos (%).....                                                    | 61 |
| Conclusión General.....                                                                    | 62 |
| Humedad (%) .....                                                                          | 62 |
| Cenizas (%).....                                                                           | 63 |
| Proteína (%) .....                                                                         | 63 |
| Fibra Cruda (%).....                                                                       | 64 |
| Grasa Cruda (%).....                                                                       | 64 |
| Reducción Marcada del Contenido de Fibra Cruda en T1 .....                                 | 66 |
| Incremento Inesperado del Contenido de Grasa Cruda en T3.....                              | 66 |
| Reducción del Contenido de Proteína en Todos los Tratamientos con Miel .....               | 66 |
| Oscilación del Contenido de Cenizas en los Tratamientos .....                              | 67 |
| Implicaciones practicas de los resultados obtenidos .....                                  | 67 |
| Optimización de las Concentraciones de Miel Aplicada.....                                  | 68 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Reducción de Insumos Sintéticos y Mejora de la Sustentabilidad .....       | 68 |
| Mejora en la Vida Postcosecha y Comercialización .....                     | 69 |
| Diversificación y Valor Agregado en la Producción.....                     | 69 |
| Transferencia Tecnológica y Capacitación .....                             | 70 |
| Factores que pudieron haber influido en los resultados .....               | 71 |
| Factores Ambientales .....                                                 | 72 |
| Factores Relacionados con la Miel de Abeja .....                           | 72 |
| Factores propios de la planta.....                                         | 72 |
| Limitaciones del Diseño Experimental .....                                 | 73 |
| Limitaciones en los Métodos Analíticos .....                               | 73 |
| Factores Externos No Controlados.....                                      | 73 |
| Proyecciones a futuro del estudio: .....                                   | 73 |
| Costo-beneficio del uso de miel comparado con fertilizantes químicos ..... | 75 |
| Selección de los mejores ejemplares de cada tratamiento .....              | 77 |
| Resguardo de la materia prima:.....                                        | 77 |
| Determinación de humedad en frutos de papaya.....                          | 78 |

## Índice de figuras

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. distribución de la calabaza italiana, imagen tomada de Morder intelligence market research company ..... | 22 |
| Figura 2. Planta de Calabaza italiana (cucúrbita pepo) en crecimiento, tomado de agroes (s.f.) .....               | 23 |
| Figura 3. Contenido nutrimental de cucúrbita pepo, Desarrollado por Nutrimind © basado en SMAE y USDA .....        | 28 |
| Figura 4. Huerto experimental de la Calabaza italiana; tomada por el autor. ....                                   | 39 |
| Figura 5. Efecto de la miel de abeja en humedad.....                                                               | 57 |
| Figura 6. Efecto de la miel de abeja en cenizas.....                                                               | 58 |
| Figura 7. Efecto de la miel de abeja en proteínas.....                                                             | 59 |
| Figura 8. Efecto de la miel de abeja en fibra cruda .....                                                          | 60 |
| Figura 9. Efecto de la miel de abeja en grasa cruda .....                                                          | 61 |
| Figura 10. Efecto de la miel de abeja en carbohidratos.....                                                        | 61 |
| Figura 11. parámetros evaluados de los proximales en base seca.....                                                | 62 |
| Figura 12. selección de ejemplares. fuente: propia del autor. ....                                                 | 77 |
| Figura 13. resguardo de la materia prima. fuente: propia del autor.....                                            | 77 |
| Figura 14. análisis de proximales. fuente: propia del autor.....                                                   | 78 |

## Índice de tablas

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. Taxonomía de la calabaza italiana. ....                                                                                | 25 |
| Cuadro 2. Nombres comunes de la calabaza italiana .....                                                                          | 25 |
| Cuadro 3. Materiales, equipos y reactivos utilizados durante la realización de los análisis<br>fisicoquímicos y proximales ..... | 38 |
| Cuadro 4. Dosificación de miel multifloral .....                                                                                 | 41 |
| Cuadro 5. Determinación de pH.....                                                                                               | 53 |
| Cuadro 6. Determinación de °brix .....                                                                                           | 54 |
| Cuadro 7. Determinación de acidez titulable .....                                                                                | 56 |
| Cuadro 8. Comparación de humedad.....                                                                                            | 62 |
| Cuadro 9. Comparación de cenizas .....                                                                                           | 63 |
| Cuadro 10. Comparación de proteínas.....                                                                                         | 63 |
| Cuadro 11. Comparación de fibra cruda.....                                                                                       | 64 |
| Cuadro 12. Comparación de grasa cruda .....                                                                                      | 64 |
| Cuadro 13. Comparación de carbohidratos .....                                                                                    | 65 |

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

La calabaza italiana (Cucúrbita pepo) pertenece a la familia de las cucurbitáceas, ampliamente conocido por sus propiedades nutricionales y su bajo contenido calórico, ya que aproximadamente el 94% de su composición es agua. Este fruto es una excelente fuente de vitaminas y minerales, entre los que destacan la vitamina A, la vitamina C y el hierro. Además, su contenido en potasio está muy presente, aportando beneficios para la regulación de la presión arterial.

El manejo de la producción de la calabaza requiere la implementación de diversos procesos desde la siembra hasta la cosecha. Aunque habitualmente este cultivo se siembra de manera directa en el suelo, en este estudio se optó por iniciar el proceso en charolas, ya que dicha práctica nos asegura un buen control en la nutrición de las plántulas esto para asegurar el mejor rendimiento en el cultivo, también para prolongar la uniformidad de los ejemplares. En el caso de las plagas y enfermedades, esta práctica nos asegura un mejor monitoreo en esta etapa (plántulas) para asegurar que no exista una alta cantidad de merma.

Dicha práctica tuvo como inicio el día 9 de noviembre del 2023, cuando las plántulas alcanzaron su tamaño ideal y el día 18 de noviembre del 2023 para posteriormente realizar el trasplante al campo. Este método nos permite tener a la mayor cantidad y calidad de plántulas con respecto a su nutrición para un mejor desarrollo, teniendo un control sobre las dosis de fertilización que llevan entre semana ya que un exceso de cualquier nutriente podría perjudicar de manera considerable en su desarrollo, como es el caso del nitrógeno que si esta se implementa de forma excesiva podría darse un crecimiento nitrogenado y hacer que las plantas se vuelvan vulnerables a las plagas, lo que puede llevar a tener que implementar otras alternativas para su control (Bernau, C., & Matsushita-Tseng, K. 2019).

En las últimas décadas, el uso de fertilizantes sintéticos ha presentado un alto crecimiento en sus ventas por los países en desarrollo, contribuyendo a problemas medioambientales debido a la acumulación de residuos y la degradación del suelo. Esta situación ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles que promuevan una agricultura más ecológica. Entre estas alternativas, destacan el uso de bioinsumos y fertilizantes naturales, hasta los fermentados, que son abonos orgánicos que se obtienen a partir de la

fermentación de materiales orgánicos, como restos de alimentos, estiércol, o residuos de jardín como las hojas de los árboles, frutos, cortezas, etc. En este contexto, algunos productores han comenzado a explorar prácticas agrícolas que minimizan el impacto ambiental, recurriendo a soluciones más amigables con el medio ambiente como los son los fertilizantes orgánicos e incluso los bioinsumos.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el uso de la miel de abeja multifloral como un fertilizante foliar en el cultivo de la calabaza italiana. Para ello, se han considerado diferentes análisis proximales y fisicoquímicos como la determinación de fibra cruda, grasas totales, porcentaje de humedad, proteínas, pH, grados brix, etc. Con el fin de determinar cuál es la concentración óptima de miel que promueve una mejor calidad en la pulpa. Los resultados obtenidos permitirán identificar qué cantidad de miel aplicada mediante aspersión es la más adecuada para maximizar el rendimiento nutricional y a su vez estaríamos aportando información valiosa para futuras investigaciones ya sea para otros cultivos o incluso profundizar más sobre el tema.

El estudio contempla cuatro tratamientos de las cuales estas tienen dos repeticiones cada uno para tener una mejor precisión en los resultados obtenidos, utilizando concentraciones de miel diluidas en agua que serán aplicadas de manera foliar, dichas concentraciones tienen una dosis de 0% de miel aplicada por el testigo, 10% de miel aplicada por el tratamiento 1, 20% por el segundo tratamiento y finalmente con 30% es el tercer tratamiento. Todas las pruebas y análisis se realizaron en el laboratorio de análisis químicos del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, en el estado de Campeche (ITESCAM), garantizando un control riguroso de las condiciones, por su parte la materia prima que en este caso es la calabaza fue aportada por compañeros del mismo instituto de la carrera de innovación agrícola sustentable.

Todas las prácticas agrícolas aplicada durante todo el desarrollo fisiológico del cultivo de calabaza estuvo supervisada por los doctores: Felipe de Jesús González Rodríguez y Mario Ben-Hur Chuc Armendáriz. Entre estas prácticas nos podemos encontrar con el tratamiento que tuvo el suelo donde se encontraba el cultivo el cual fue nutrido con abono orgánico y humus de lombriz Californiana. Por su parte la fertilización fue de manera foliar la cual es la dosis antes mencionada de miel de abeja, dicha fertilización fue una vez por semana desde su trasplante de la charola hacia el suelo. El estudio conto con el control de plagas que se presentaron durante la producción, dicha plaga fue la mosca

blanca (*Bemisia tabaci*) que se controló con ayuda de la aplicación de jabón potásico que funciona como un insecticida natural.

## **ANTECEDENTES:**

### **Antecedentes de la calabaza italiana (*cucúrbita pepo*)**

La calabaza italiana (*Cucúrbita pepo*) es una de las hortalizas que se cultivan en el estado de Sonora, Coahuila, Puebla y Michoacán, debido a su alto rendimiento, bajo costo de producción y su alta diversidad en la gastronomía mexicana. Originaria de América Central y México, esta hortaliza ha sido cultivada y adaptada a diferentes regiones del mundo, según el “Servicio de información agroalimentaria y pesquera (s.f)”, la calabacita es una hortaliza versátil que se adapta a diferentes condiciones climáticas, permitiendo su cultivo tanto en zonas costeras como en valles altos.

Si nos enfocamos en el punto de vista nutricional, la calabaza italiana nos ofrece una fuente importante de vitaminas, principalmente vitamina A, vitamina C y ácido fólico. Por otra parte, contiene aproximadamente 26 calorías por cada 100 gramos. Además, tiene 0 g de grasas, 4 g de carbohidratos y 2 g de proteínas. y posee un alto contenido de agua, lo que lo hace ideal en dietas para la pérdida de peso o control calórico (Megan Ware, RDN, L.D. 2021). Además, contiene minerales como el potasio y el magnesio, que son esenciales para el buen funcionamiento del sistema nervioso y muscular.

Las características físicas de la calabaza como el tamaño, color, y firmeza, son cruciales tanto como para el consumidor hasta por el productor y a su vez los mercados de exportación. En particular, el contenido de sólidos solubles (grados Brix), que mide la cantidad de azúcares presentes en el fruto, es un parámetro crucial que influye en la calidad percibida del producto. Los esfuerzos por mejorar estos aspectos de calidad han permitido encontrar alternativas más ecológicas, como es el caso de la fertilización foliar de miel multifloral.

### **Antecedentes de la miel de abeja en la agricultura como fertilizante foliar**

La aplicación de productos naturales en la agricultura ha tomado un gran impacto en los últimos años debido a la creciente necesidad de implementar nuevos métodos, de los cuales se busca que sean sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Bajo este contexto, la miel de abeja ha despertado un interés particular por sus múltiples beneficios no solo en la salud humana, sino también en el entorno de la agricultura. Tradicionalmente, la miel ha sido reconocida por sus propiedades antibacterianas, antifúngicas y antioxidantes, y aunque su uso en la agricultura ha sido más limitado

comparado con otros insumos, se han documentado casos de su aplicación para mejorar la salud del suelo y la calidad de los cultivos, reportando un porcentaje positivo en la productividad del cultivo.

En particular, la fertilización foliar, que consiste en aplicar nutrientes directamente sobre las hojas de las plantas para lograr una absorción rápida y eficiente, ha sido una de las áreas donde la miel de abeja ha mostrado un gran potencial ya que su composición rica en azúcares, aminoácidos, vitaminas y minerales permite que actúe como un bioestimulante natural, favoreciendo el metabolismo de las plantas, mejorando la fotosíntesis y promoviendo un crecimiento más vigoroso (García-Chaviano, M. E., Armenteros-Rodríguez, E., del Carmen Escobar-Álvarez, M., García-Chaviano, J. A., Méndez-Martínez, J., & Ramos-Castro, G., 2024).

Investigaciones recientes han destacado su capacidad para el crecimiento radicular y foliar, mejorar la retención de agua, incrementar la resistencia a plagas y enfermedades y estimular la absorción de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio (NPK). Los estudios preliminares realizados en cultivos como el tomate, el pepino y la calabaza indican que la aplicación de soluciones a base de miel de abeja multifloral puede mejorar tanto la calidad como la cantidad de la producción, aumentando el contenido de sólidos solubles, mejorando las propiedades organolépticas de los frutos y fortaleciendo la resistencia de las plantas ante condiciones adversas (Torres, O. G. V., Mendoza, M. D. L. N. R., Téllez, L. I. T., & González, G. A., 2001).

En otras regiones, como América Latina y Asia, el uso de la miel de abeja como insumo agrícola ha comenzado a ser estudiado con mayor interés. Por ejemplo, en países como México, se han realizado ensayos en cultivos de hortalizas, donde la miel se emplea como componente de biofertilizantes en combinación con extractos vegetales para potenciar su efecto. En India, las prácticas de agricultura orgánica han incluido la miel como alternativa a los fertilizantes químicos, reportando mejoras significativas en la calidad de cultivos como el arroz y las legumbres. Además, en países del sudeste asiático, se han documentado casos en los que la miel es utilizada para fortalecer cultivos frutales, evidenciando beneficios en términos de resistencia a enfermedades y mayor rendimiento. Estas experiencias refuerzan su potencial como una herramienta agrícola sostenible y adaptable a diversas condiciones climáticas y tipos de suelo.

Al ser una fuente natural de energía y nutrientes, la miel de abeja ofrece una alternativa ecológica y no tóxica frente a los fertilizantes sintéticos, lo que la hace compatible con las prácticas de agricultura orgánica, cada vez más demandadas en el mundo.

### **Antecedentes de los análisis fisicoquímicos de la calabaza italiana.**

La calabaza italiana (Cucúrbita pepo), también conocida como calabacín es un cultivo perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, su forma, peso y color puede variar dependiendo de varios factores que pueden intervenir e incluso mejorar en sus diferentes fenológicas, entre ellas la correcta selección de semilla, el tipo de clima e incluso en el tipo de suelo en donde se trabajaría dicho cultivo.

El análisis fisicoquímico de la calabaza italiana incluye generalmente la determinación de la composición proximal (humedad, cenizas, grasas, proteínas y carbohidratos) como también la identificación de componentes bioactivos. En la composición proximal, el alto contenido de humedad presente en la calabaza se debe a su composición celular ya que está diseñada para almacenar agua y nutrientes, lo que le permite crecer y desarrollarse adecuadamente en su entorno, un estudio realizado por Rössel Kipping, D., Ortiz Laurel, H., Amante Orozco, A., Durán García, H. M., & López Martínez, L. A. (2018) señalan que las calabazas puede alcanzar hasta un 95% de humedad en su forma fresca, este parámetro influye en su textura, sabor y susceptibilidad.

Por su parte, el contenido de fibra presente en la calabaza suele estar en un rango de hasta un 2.7g (Megan Ware, RDN, L.D. 2021) esto lo hace un alimento indispensable en una dieta saludable, no solo por el hecho de tener un alto contenido de fibra, sino que también presenta la capacidad reducir el índice de absorción de azúcar en la sangre, promueve las deposiciones regulares y ayuda a la digestión. Un consumo de fibra saludable también puede ayudar a reducir el riesgo de cáncer de colon.

La calabaza presenta un contenido de proteína relativamente bajo de hasta un 0,7g por cada 100 gramos por estudios realizados por F. E. (2013). Fundación Española de la Nutrición. Por su parte, en grasas encontramos un porcentaje de Grasas totales 0,13 g la mayoría de esta grasa es insaturada, que es la grasa más saludable que se puede consumir, dicho lo anterior Su bajo contenido de grasas la hace adecuada para dietas bajas en grasa y para personas que buscan controlar su ingesta calórica.

Además, diversos estudios han explorado el perfil de los azúcares presentes en la calabaza italiana, destacando su importancia en el sabor y en el valor nutricional. Los azúcares son componentes claves en la determinación de su dulzor y aceptabilidad sensorial, influyendo directamente en su uso en la cocina y en la industria de alimentos.

Los estudios fisicoquímicos sobre la calabaza italiana han sido fundamentales para ampliar el conocimiento sobre su valor alimenticio y sus posibles aplicaciones industriales. Estos análisis proporcionan datos esenciales para mejorar tanto las técnicas de cultivo como los métodos de conservación y procesamiento de este vegetal, con el fin de maximizar su aprovechamiento comercial y nutricional.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la agricultura moderna, el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas químicos ha sido esencial para mantener y aumentar la productividad. Sin embargo, esta práctica ha generado impactos negativos significativos en el medio ambiente, incluyendo la contaminación del suelo, agua y aire, así como efectos adversos en la salud humana debido a los residuos químicos presentes en los alimentos. La aplicación excesiva de fertilizantes sintéticos ha llevado a la degradación del suelo, provocando erosión y pérdida de nutrientes esenciales, lo que resulta en su infertilidad (Chávez-Díaz & Xóchilt, 2020). Además, el uso indiscriminado de agroquímicos ha afectado a las poblaciones de polinizadores, como las abejas, esenciales para la producción de alimentos (González Gómez, 2019).

En México, el consumo anual de fertilizantes sintéticos se estima en alrededor de 5 millones de toneladas. En 2019, de un total de 20.6 millones de hectáreas cultivadas a cielo abierto, 14.831 millones fueron fertilizadas, lo que evidencia una alta dependencia de estos productos. Sin embargo, el consumo de fertilizantes por hectárea sigue estando por debajo del promedio de otros países, afectando la competitividad de los cultivos nacionales (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2023; Contralínea, 2023).

Ante esta problemática, existe una creciente demanda por alternativas más sostenibles y naturales que mejoren la calidad de los cultivos sin comprometer la productividad ni el entorno ecológico. Los biofertilizantes han emergido como una herramienta invaluable en la búsqueda de prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio

ambiente, mejorando la estructura del suelo y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos (Redacción Contexto Ganadero, 2020). Entre las posibles soluciones, el uso de la miel de abeja como biofertilizante o agente de aspersión foliar ha captado atención debido a sus propiedades nutricionales y antimicrobianas. La miel contiene carbohidratos, ácidos orgánicos, aminoácidos, minerales y vitaminas que pueden ser absorbidos por las hojas, mejorando la producción y algunas propiedades organolépticas de los frutos de las hortalizas (Gómez et al., 2015). Además, posee propiedades antifúngicas, antibacterianas y antioxidantes, lo que podría contribuir al control de enfermedades en los cultivos (Pacheco et al., 2016).

Sin embargo, existe una falta de estudios científicos que evalúen adecuadamente el impacto de la aspersión foliar de miel de abeja en el rendimiento y la calidad fisicoquímica y proximal de los cultivos agrícolas, particularmente en hortalizas de consumo masivo. Algunos estudios han demostrado efectos positivos de la miel en el crecimiento y calidad de plántulas de hortalizas, así como en la reducción de enfermedades en cultivos como el tomate (Gómez et al., 2015; Pacheco et al., 2016). No obstante, la información específica sobre su aplicación en cultivos como la calabaza italiana es limitada.

Por lo tanto, el problema principal que aborda este estudio es la falta de evidencia científica sobre la efectividad de la aspersión foliar de miel de abeja multifloral en el cultivo de calabaza italiana, y cómo esta práctica afecta tanto la calidad fisicoquímica y proximal del fruto como el rendimiento del cultivo. Resolver este problema es esencial para determinar si esta técnica puede ser una alternativa viable y sostenible a los fertilizantes convencionales, contribuyendo al desarrollo de una agricultura más ecológica y rentable.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

Analizar las características fisicoquímicas y proximales de la calabaza italiana (*Cucurbita pepo*) cultivada utilizando la aplicación foliar de miel de abeja (*Apis mellifera*) multifloral como alternativa hacia los fertilizantes sintéticos.

### **Objetivos específicos:**

- Recolectar las muestras de cada tratamiento (3 tratamientos y el testigo) tras la aplicación foliar de la miel de abeja

- Analizar las características fisicoquímicas y proximales de las pulpas de calabazas (*Cucurbita pepo* L.) mediante métodos propuestos por la AOAC (humedad, cenizas, carbohidratos, proteínas, pH, acidez y fibra).
- Realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos para la determinar las diferencias significativas entre los tratamientos.
- Interpretar los resultados comparativos para evaluar el impacto de la aplicación foliar de miel de abeja multifloral en relación con los fertilizantes sintéticos.

#### **JUSTIFICACION:**

Este proyecto tiene un gran potencial para aportar soluciones innovadoras y sostenibles al sector agrícola, promoviendo el uso de recursos naturales para mejorar el rendimiento de monocultivos. En este estudio, nos centramos en el cultivo de la calabaza italiana mediante la aspersión foliar de miel de abeja multifloral. En un contexto donde el uso intensivo de fertilizantes químicos plantea problemas ambientales y de salud, buscamos explorar alternativas naturales que puedan mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos sin depender de productos sintéticos. La miel de abeja, un recurso natural con propiedades beneficiosas podría actuar como un biofertilizante eficiente, lo que abriría la puerta a técnicas agrícolas más ecológicas y menos dañinas.

La miel es una fuente rica en nutrientes esenciales para las plantas, incluyendo macronutrientes como fósforo y potasio, y micronutrientes como calcio, hierro, magnesio y zinc. Estos componentes la convierten en un potente fertilizante orgánico que puede mejorar la salud y el crecimiento de las plantas (Ecoinventos, 2024).

Además, este proyecto pretende generar conocimiento científico novedoso, dado que el uso de miel como agente de aspersión foliar ha sido poco estudiado, especialmente en cultivos como las cucurbitáceas. Los resultados podrían no solo validar la efectividad de la miel en la mejora de parámetros fisicoquímicos y proximales, como el contenido de azúcares y antioxidantes en la calabaza, sino también ofrecer una alternativa para productores interesados en la agricultura orgánica y en mercados que valoran productos con mayor calidad nutricional y ambientalmente responsables.

Por otra parte, las implicaciones económicas son importantes. La producción de alimentos orgánicos puede fomentar la resiliencia económica de las comunidades locales al diversificar sus actividades agrícolas y reducir su dependencia de los monocultivos y los insumos químicos. Esto no solo puede ayudar a proteger contra los riesgos asociados con

la volatilidad de los precios de los productos básicos, sino que también puede mejorar la seguridad alimentaria al promover sistemas agrícolas más sostenibles y autosuficientes (Agroempresario, 2024).

Por último, la investigación tiene el potencial de contribuir al desarrollo rural sostenible, ya que técnicas como esta permiten a los pequeños y medianos productores reducir costos, mejorar la calidad del suelo y disminuir el uso de insumos químicos. Asimismo, se fomentaría el cuidado y protección de las abejas, cuya polinización es esencial para la biodiversidad y el equilibrio ecológico.

## **ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **Alcances:**

Este estudio tiene como objetivo principal evaluar el impacto de la aplicación de miel en las calabazas y analizar si tiene un efecto en las características fisicoquímicas y proximales de los frutos cosechados, así como su influencia en la calidad nutricional de la calabaza, promoviendo sus características como en sabor o textura.

El proyecto se llevará a cabo en un lapso determinado, organizándose en varias fases que incluyen la revisión de literatura o metodología (AOAC), realizar las diferentes pruebas en el laboratorio, la recolección de muestras y el análisis de datos. Esta estructura temporal permite gestionar de manera eficiente el tiempo y los equipos disponibles, garantizando que cada fase del estudio se complete de forma ordenada y sin demoras.

Los entregables del proyecto incluyen un informe técnico detallado que documentará los métodos utilizados, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas del estudio. Este informe también ofrecerá recomendaciones para la aplicación de miel de abeja multifloral en el cultivo de calabaza italiana, lo que podrá beneficiar a los productores agrícolas interesados en adoptar prácticas más sostenibles.

### **Limitaciones:**

El estudio se enfocará exclusivamente en la caracterización fisicoquímica y proximales de la calabaza italiana bajo la influencia de la miel de abeja multifloral, lo que significa que no se abordarán otras variables agronómicas que podrían ser relevantes, como el impacto de diferentes sistemas de cultivo o la interacción con otros tratamientos agronómicos. Además, la investigación se limitará a la evaluación de ciertos parámetros específicos, como la calidad organoléptica de los frutos.

Por otro lado, también se debe considerar que el estudio se llevará a cabo en un entorno específico, lo que implica que los resultados podrían ser variables a otras regiones o condiciones de cultivo.

Además, las interacciones entre la miel de abeja multifloral y otros factores ambientales, como plagas y enfermedades, no tendrán relevancia en este estudio, lo que podría limitar la comprensión completa de los efectos de la miel en el cultivo. Estas limitaciones se considerarán al momento de interpretar los resultados y las conclusiones del estudio, ya que definirán claramente el marco en el cual se desarrollará la investigación.

### **HIPÓTESIS**

Se espera que el uso de miel de abeja multifloral tenga efectos positivos sobre las características organolépticas, sugiriendo una mejora en la calidad del fruto en términos fisicoquímicos y proximales. También deja abierta la posibilidad de evaluar si la técnica es sostenible y viable para la agricultura sin comprometer el crecimiento natural del cultivo.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### **Descripción general de la calabaza italiana**

La calabaza italiana, aunque botánicamente clasificada como una fruta, es ampliamente reconocida como una hortaliza en el ámbito culinario. Su nombre científico es *Cucúrbita pepo* y pertenece a la familia de las cucurbitáceas, que también incluye a los melones y pepinos. Esta variedad se distingue por su forma alargada y cilíndrica, con una piel de color verde oscuro uniforme y delicada, que puede dañarse fácilmente por el roce con el viento o sus propias hojas. Su tamaño óptimo para el consumo es de 16 a 18 cm de largo, cuando el fruto aún se encuentra en su etapa inmadura, momento en el que ofrece su mejor textura y sabor (Rössel Kipping et al., 2018).

La pulpa de la Calabaza italiana es de color blanco cremoso, con una textura suave pero firme, y contiene pocas semillas comestibles. Como la Calabaza de verano, su piel es lo suficientemente tierna para ser consumida junto con la pulpa, y su sabor es suave, con matices dulces y ligeros toques de nuez y pimienta negra (Rössel Kipping et al., 2018). Desde el punto de vista nutricional, es un alimento bajo en calorías, pero rico en agua, vitaminas (A, C y del complejo B) y minerales esenciales como potasio y magnesio. Además, es una excelente fuente de fibra dietética, lo que la convierte en un ingrediente ideal para una dieta equilibrada (Smart&Final, s.f.; Rössel Kipping et al., 2018).

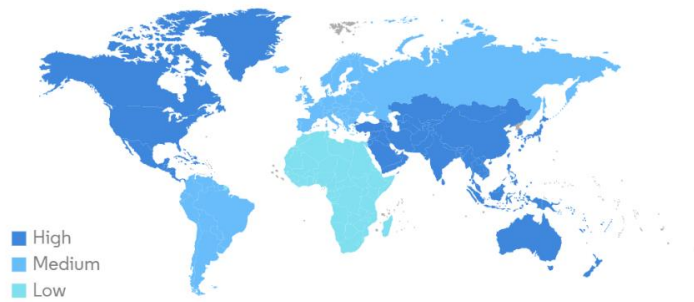
En el ámbito agronómico, el manejo adecuado de técnicas como la aspersión foliar, la fertilización equilibrada, y el control eficiente de plagas y enfermedades es esencial para garantizar la calidad y productividad de los cultivos. Estas prácticas no solo mejoran la apariencia del fruto, sino que también incrementan sus propiedades nutricionales y organolépticas, contribuyendo a una mayor aceptación en el mercado (Rössel Kipping et al., 2018).

### **Curiosidades:**

- La Calabaza Zucchini se presentó por primera vez en estados unidos en la década de 1920 por los italianos.
- El 25 de abril es el día nacional del Zucchini Bread. (Pan de Calabaza italiana)
- La flor de la planta de la Calabaza italiana es comestible. Las flores de Calabaza fritas son consideradas un manjar.
- La palabra zucchini proviene de 'Zucca' la palabra italiana para la calabacita.

## Distribución y hábitat

Fresh Pumpkin Market: Market Share (%), Global, 2022



**Figura 1.** distribución de la calabaza italiana, imagen tomada de Morder intelligence market research company

La Calabaza italiana (*Cucurbita pepo*), también conocida como calabacín o zucchini, es originaria de América Central, específicamente de las tierras altas de México. Tras su introducción en Europa alrededor del siglo XVI, se ha adaptado a diversas regiones del mundo, especialmente en áreas con climas cálidos y templados. Actualmente, su cultivo se extiende por todos los continentes, siendo particularmente común en países con estaciones cálidas que favorecen su crecimiento (Antropocene, 2023).

En cuanto a su hábitat, la calabaza italiana prospera en suelos bien drenados y ricos en materia orgánica. Prefiere exposiciones soleadas y requiere temperaturas cálidas para un desarrollo óptimo. Es sensible a las heladas y a temperaturas bajas, lo que limita su cultivo a estaciones o regiones libres de estas condiciones climáticas adversas (Antropocene, 2023).

En México, su cultivo es común en diversas regiones, incluyendo el estado de Nayarit, donde se han identificado múltiples especies de Calabaza, entre ellas *Cucurbita pepo*. Estas plantas se integran en sistemas agrícolas tradicionales como la milpa, asociándose con cultivos de maíz y frijol, lo que refleja su importancia en la agricultura y alimentación local (Ruelas Monjardín, valdivia Bernal, & López Martínez, 2015).

La capacidad de adaptación de la Calabaza italiana a diferentes condiciones ambientales ha facilitado su amplia distribución global, consolidándola como un componente esencial en diversas tradiciones culinarias y sistemas agrícolas.

## Morfología de la Calabaza italiana (Cucúrbita pepo)



**Figura 2. Planta de Calabaza italiana (cucúrbita pepo) en crecimiento, tomado de agroes (s.f.)**

La calabacita, conocida también como calabacín o calabaza de verano, es originaria de Mesoamérica y pertenece a la especie *Cucúrbita pepo* L., dentro de la familia Cucurbitácea. En América Latina, también se le denomina “zapallito”. Este vegetal tiene un hábito de crecimiento rastrero, extendiéndose a lo largo del suelo y alcanzando hasta 10 metros de longitud en condiciones óptimas. Es una planta monoica, lo que significa que posee flores masculinas y femeninas en una misma planta, pero separadas físicamente, lo que requiere la polinización cruzada, usualmente mediada por abejas (Montes Hernández & Eguiarte, 2002; Antropocene, 2023).

Desde un punto de vista fisiológico, la germinación de sus semillas ocurre en temperaturas óptimas de 22 a 25 °C. Estas condiciones favorecen procesos metabólicos clave, como la activación enzimática, la absorción de agua y el desarrollo radicular, elementos fundamentales para su crecimiento (Ruelas Monjardín, Valdivia Bernal, & López Martínez, 2015).

Las calabacitas presentan variaciones en colores, tamaños y formas según la variedad o cultivar. La variedad italiana, por ejemplo, tiene frutos alargados de entre 12 a 15 centímetros de longitud, con una piel delicada de color verde uniforme, aunque existen variedades con tonalidades más claras o moteadas. En cuanto al hábitat, prosperan en climas cálidos y bien drenados, siendo intolerantes a las heladas. Las temperaturas bajas pueden inhibir su desarrollo y afectar tanto la floración como la fructificación (Antropocene, 2023).

Además, la Calabaza italiana pertenece al grupo de las "calabazas de verano", caracterizadas por ser de ciclo corto, piel suave y frutos aptos para consumo en su estado inmaduro, lo que la diferencia de las calabazas de invierno. Este grupo es esencial en

sistemas agrícolas como la milpa, donde se cultiva junto al maíz y frijol, representando un recurso importante en la seguridad alimentaria de muchas comunidades (Montes Hernández & Eguiarte, 2002).

**Usos de la Calabaza italiana**

Culinarios:

La Calabaza italiana es muy versátil en la cocina. Puede consumirse cruda en ensaladas, cocida al vapor, salteada, asada o como parte de sopas y guisos. Su sabor suave y textura la convierten en un ingrediente ideal para muchas recetas. Además, se utiliza como sustituto de la pasta en forma de "zoodles" (espaguetis de calabacín), una alternativa saludable y baja en carbohidratos (El País, 2024; Gourmet de México, s.f.).

Medicinales:

El calabacín es beneficioso para la digestión gracias a su alto contenido de agua y fibra, ayudando a prevenir problemas intestinales como el estreñimiento. También posee propiedades antiinflamatorias que contribuyen a la salud cardiovascular y a la reducción de inflamaciones (OK Diario, 2024).

Industriales y cosméticos:

El calabacín se utiliza en la producción de cosméticos hidratantes y en la elaboración de aceites ricos en grasas saludables obtenidos de sus semillas. Este aceite también tiene aplicaciones culinarias (Gourmet de México, s.f.).

Precauciones:

En raras ocasiones, los calabacines pueden contener cucurbitacinas, compuestos tóxicos que producen un sabor amargo. Se recomienda no consumirlos si presentan esta característica, ya que podrían ser perjudiciales para la salud (Huffington Post, 2024).

**Clasificación botánica**

| Taxonomía |               |
|-----------|---------------|
| Reino:    | Plantae       |
| Subreino: | Tracheobionta |
| División: | Magnoliophyta |

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| <b>Clase:</b>     | Magnoliopsida    |
| <b>Subclase:</b>  | Dilleniidae      |
| <b>Orden:</b>     | Cucurbitales     |
| <b>Familia:</b>   | Cucurbitaceae    |
| <b>Subfamilia</b> | Cucurbitoideae   |
| <b>Tribu:</b>     | Cucurbiteae      |
| <b>Genero:</b>    | Cucúrbita        |
| <b>Especie:</b>   | Cucúrbita pepo L |

**Cuadro 1. Taxonomía de la Calabaza italiana.**

La Calabaza italiana se clasifica botánicamente como Cucúrbita pepo. Pertenece a la familia de las cucurbitáceas y es originaria de Mesoamérica y el sur de Estados Unidos. Se caracteriza por ser una planta herbácea anual cuyo fruto se utiliza como alimento.

| Nombres comunes de la Calabaza italiana |               |
|-----------------------------------------|---------------|
| <b>País:</b>                            | Nombre común: |
| <b>Argentina, Paraguay y Uruguay</b>    | Zapatillas    |
| <b>España, Venezuela y Colombia</b>     | Calabacines   |
| <b>México</b>                           | Calabacitas   |
| <b>Chile</b>                            | Zapallos      |

**Cuadro 2. Nombres comunes de la Calabaza italiana**

## **PROPIEDADES Y BENEFICIOS SOBRE EL CONSUMO DE LA CALABAZA ITALIANA**

### **Refuerza nuestras defensas**

El consumo de Calabaza italiana refuerza el sistema inmunológico gracias a su riqueza en nutrientes clave como la vitamina C, que estimula la producción de glóbulos blancos, y los betacarotenos, precursores de la vitamina A, que protegen la piel y las mucosas. Además, su contenido en fibra mejora la salud intestinal, vinculada directamente con una mejor inmunidad, y sus antioxidantes reducen el daño celular, protegiendo al cuerpo de infecciones y enfermedades crónicas (Rahman, M. M., Juahir, H., Islam, M. H., Khandaker, M. M., Ariff, T. M., & Norsani, W. 2019)

### **Riqueza mineral**

La Calabaza es una hortaliza que destaca por su alto contenido de potasio, que oscila entre 140 y 360 mg por cada 100 gramos de la parte comestible. Además, aporta otros minerales como fósforo, magnesio, azufre, zinc, cobre, calcio y una pequeña cantidad de hierro. Sin embargo, es importante señalar que tanto el calcio como el hierro presente en la calabaza son menos asimilables por el organismo en comparación con los provenientes de alimentos de origen animal. (D<sup>a</sup>. María del Carmen Moreu Burgos)

También se considera un alimento con propiedades antioxidantes notables, ya que contiene diversos compuestos antioxidantes, entre ellos:

- Carotenos, responsables de los tonos amarillos en su pulpa.
- Cumarinas, presentes en mayor proporción en las calabazas vinateras.
- Licopeno, que se encuentra en la pulpa.
- Vitamina C, cuya concentración es más alta en la calabaza vinatera.

Además, es rica en aminoácidos esenciales como alanina, arginina, ácido aspártico, glicina, histidina e isoleucina, lo que refuerza sus beneficios para la salud.

### **Buena para el aparato digestivo**

La Calabaza italiana es beneficiosa para el aparato digestivo principalmente por su alto contenido en fibra y agua. La fibra dietética que contiene favorece el tránsito intestinal y previene el estreñimiento al aumentar el volumen de las heces y facilitar su expulsión. Además, una dieta rica en fibra ayuda a mantener una flora intestinal saludable, lo cual es crucial para la digestión y la absorción de nutrientes.

### **Desafíos que presenta la producción de Calabaza italiana**

La Calabaza italiana, como otros monocultivos son susceptibles a varias plagas y enfermedades, como el oídio y la mosca blanca, que afectan tanto el rendimiento como la calidad de los frutos. Los agricultores deben adoptar prácticas de manejo integrado de plagas, lo que incluye el uso de productos biológicos y químicos, además de la rotación de cultivos para reducir la incidencia de enfermedades favoreciendo de manera significativa al desarrollo morfológico de los cultivos. Teniendo en cuenta que las plagas pueden generar resistencia a ciertos productos, esto debido a factores como la mala aplicación de una dosis.

Si hablamos del rendimiento y calidad bajo condiciones climáticas adversas, Las fluctuaciones en las condiciones climáticas, como olas de calor o lluvias excesivas, pueden afectar negativamente el crecimiento de la Calabaza italiana, reduciendo su rendimiento y calidad. Las condiciones extremas también pueden agravar problemas como el estrés hídrico, afectando la fotosíntesis y la producción de frutos esto hoy está presentando más auge por temas como el cambio climático aumentando a grados extremos de calor o bajas temperaturas.

La producción de Calabaza italiana como cualquier hortaliza depende de suelos con buen drenaje y fertilidad adecuada, un ejemplo claro de dicho tipo de suelo es el limoso. Los desequilibrios en los nutrientes del suelo pueden llevar a una menor producción y calidad de la cosecha. El manejo de la fertilización y la incorporación de prácticas sostenibles, como el uso de abonos orgánicos y fertilizantes específicos, es esencial.

El mercado de la Calabaza italiana enfrenta competencia tanto local como internacional, esto debido a la alta demanda de este cultivo por sus beneficios. La variabilidad en los precios y la demanda, junto con los estándares de calidad impuestos por los mercados internacionales, son desafíos constantes para los productores que buscan expandir sus mercados.

### **Componentes principales e información nutricional**

- Contiene luteína y zeaxantina, dos antioxidantes que se cree ayudan a prevenir las cataratas y que incluso pueden retardar el desarrollo de la degeneración macular.
- Es rica en vitaminas del complejo B (B6, B1, B2 y B3), folato, colina y minerales como hierro, manganeso y fósforo.
- Aproximadamente el 90% de su peso es agua, así que brinda pocas calorías.

- Su pulpa tiene un alto contenido en mucílagos, los cuales poseen una acción suavizante y protectora de la mucosa del estómago.
- Rica en vitaminas C y A, especialmente carotenos que funcionan como antioxidantes.

| Nutrimento              | Cantidad (100g) |
|-------------------------|-----------------|
| Lípidos                 | 0 g             |
| Carbohidratos           | 4 g             |
| Proteínas               | 2 g             |
| Calorías                | 23 g            |
| Calcio                  | 14 mg           |
| Fosforo                 | 22 mg           |
| Hierro                  | 6 mg            |
| Potasio                 | 176 mg          |
| Magnesio                | 12 mg           |
| Na                      | 1 mg            |
| Zinc                    | 0 mg            |
| Colesterol (mg)         | 0               |
| A.G.Saturados (g)       | 0               |
| A.G.Monoinsaturados (g) | 0               |
| A.G.Polinsaturados (g)  | 0               |
| Verdura                 | 0.9             |

**Figura 3. Contenido nutrimental de cucúrbita pepo, Desarrollado por Nutrimind © basado en SMAE y USDA**

### **Impacto sobre la fertilización química hacia el medio ambiente**

La fertilización química, aunque ha sido clave para incrementar la productividad agrícola, también genera impactos negativos significativos en el medio ambiente. Uno de los principales problemas es la contaminación del agua. Los nutrientes presentes en los fertilizantes, como los nitratos y fosfatos, pueden filtrarse al subsuelo o ser arrastrados por la lluvia hacia ríos, lagos y acuíferos. Este fenómeno, conocido como lixiviación y escorrentía, contribuye a la eutrofización, un proceso que promueve el crecimiento desmedido de algas y reduce el oxígeno en el agua, afectando gravemente la vida acuática (Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología [CONACYT], s.f.).

El suelo también sufre consecuencias. La aplicación excesiva de fertilizantes químicos puede alterar el pH del suelo, acidificándolo y disminuyendo su capacidad de sostener cultivos a largo plazo. Además, puede generar acumulaciones de sales que deterioran la estructura y fertilidad del suelo (Ambientum, s.f.). Este tipo de prácticas también tiene

implicaciones en el aire. Los fertilizantes nitrogenados son una fuente importante de emisiones de óxidos de nitrógeno y amoníaco, gases que contribuyen al efecto invernadero y al deterioro de la calidad del aire (Kunak Air, 2024).

La biodiversidad también se ve amenazada. Los ecosistemas acuáticos y terrestres pueden desequilibrarse debido al exceso de nutrientes provenientes de los fertilizantes, provocando la proliferación de especies invasoras y la disminución de especies nativas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], s.f.). Estos efectos no solo afectan a la naturaleza, sino también a la salud humana, ya que la presencia de nitratos en el agua potable puede causar enfermedades como el síndrome del bebé azul en lactantes (Congreso Nacional de Regadíos, 2024).

Para mitigar estos impactos, se recomienda la implementación de prácticas agrícolas sostenibles como la fertilización balanceada, que consiste en aplicar únicamente la cantidad necesaria de fertilizantes según las necesidades del cultivo y las características del suelo. También se sugiere el uso de fertilizantes orgánicos, que son menos dañinos para el medio ambiente, y la adopción de técnicas de agricultura de conservación, como la rotación de cultivos y la reducción de la labranza (Revista Completa, s.f.).

### **Casos sobre la pérdida de fertilidad del suelo por productos químicos**

La aplicación intensiva de fertilizantes químicos ha generado una pérdida significativa de fertilidad en los suelos en diversas regiones del mundo.

En México, el uso indiscriminado de fertilizantes químicos combinado con prácticas de riego intensivo ha provocado la degradación de suelos agrícolas, incluyendo la acumulación de sales y sustancias tóxicas. Esto ha resultado en una disminución de la productividad del suelo y, en casos extremos, en su esterilidad. Estos problemas se han documentado especialmente en áreas de agricultura intensiva (Benítez-Cárdenas et al., 2022).

En Perú, aproximadamente el 60% de los suelos agrícolas muestran problemas de fertilidad debido al uso excesivo de agroquímicos. Este uso desmedido ha incrementado la acidez del suelo, deteriorando su estructura y calidad, lo que afecta directamente la producción agrícola (Becerra Torres, 2023).

En Europa, se pierden mil millones de toneladas de suelo cada año debido a la erosión, un fenómeno exacerbado por la aplicación de fertilizantes químicos que alteran la

estructura del suelo y promueven su degradación. Esta problemática es particularmente grave en países con agricultura intensiva (El País, 2024).

En Colombia, el uso excesivo de fertilizantes químicos ha llevado a la degradación de suelos productivos, afectando no solo la calidad del suelo, sino también los recursos hídricos y la biodiversidad de la región. Estas prácticas han disminuido significativamente la capacidad de los suelos para sostener cultivos a largo plazo (Colombia Verde, s.f.).

Estos casos demuestran la importancia de adoptar prácticas agrícolas más sostenibles y limitar el uso indiscriminado de productos químicos para proteger los suelos y garantizar su capacidad productiva en el futuro.

### **Estudios previos sobre la aspersión foliar de productos naturales como la miel u otros biofertilizantes en la calabaza italiana**

La aspersión foliar de productos naturales como la miel de abeja y otros biofertilizantes ha demostrado ser efectiva en diversos cultivos hortícolas, incluyendo potencialmente la calabacita italiana (*Cucúrbita pepo*). Cruz Romero et al. (2016) evaluaron el uso de miel de abeja al 2% en la producción de plántulas, encontrando incrementos significativos en altura, área foliar y peso seco. Aunque el estudio se centró en hortalizas como el brócoli, la lechuga y el tomate, los resultados sugieren que esta técnica podría ser aplicada a otros cultivos, incluyendo la calabacita.

Por otro lado, Rodríguez-Mendoza et al. (2016) investigaron el efecto de la gallinaza y del hongo micorrízico arbuscular (*Rhizophagus intraradices*) en la Calabaza italiana, obteniendo mejoras en crecimiento y rendimiento, comparables a las obtenidas con fertilización inorgánica. Aunque no se trató de aspersión foliar, este estudio destaca la efectividad de biofertilizantes en el manejo de este cultivo.

Martínez-Gutiérrez et al. (2023) evaluaron el impacto de diferentes fuentes de fertilización, incluidas opciones orgánicas, en la Calabaza italiana 'Grey Zucchini', encontrando que las fuentes alternativas de nutrientes tienen el potencial de mantener altos rendimientos al tiempo que se reduce el impacto ambiental.

Estos estudios subrayan la importancia de explorar el uso de productos naturales y biofertilizantes en cultivos hortícolas, incluyendo la Calabaza italiana, para mejorar la sostenibilidad y reducir la dependencia de insumos químicos.

## **MIEL DE ABEJA MULTIFLORAL COMO FERTILIZANTE FOLIAR**

### **Composición química**

La miel de abeja multifloral es un producto natural cuya composición química puede variar dependiendo de diferentes condiciones, como lo son la flora de la que proviene el néctar, así como la región y la temporada en que es recolectada. Generalmente, está formada principalmente por carbohidratos, predominando azúcares simples como la fructosa y la glucosa, que constituyen más del 60% de su contenido, lo que la convierte en una fuente concentrada de energía. Además, contiene entre un 17 y 20% de agua, y pequeñas cantidades de proteínas, incluyendo enzimas como la diastasa, la invertasa y la glucosa oxidasa, además de aminoácidos esenciales. También posee ácidos orgánicos, entre los cuales destaca el ácido glucónico, que contribuye a su característica acidez. Si hablamos de su aporte de micronutrientes, dicha composición contiene vitaminas del complejo B, vitamina C, así como minerales como calcio, magnesio, potasio y hierro. Por último, la miel multifloral es rica en compuestos fenólicos y flavonoides, antioxidantes que le otorgan propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, según lo reportado por Khalil et al. (2010), quienes destacan que estos antioxidantes ayudan a proteger el cuerpo contra los radicales libres y el envejecimiento celular.

### **Beneficios que otorga el uso de miel en diferentes cultivos**

En los últimos años, investigadores han puesto a prueba el uso de la miel de abeja en diferentes cultivos, esto con la finalidad de verificar si este método de fertilización podría tener beneficios en el crecimiento y la productividad de las plantas, debido a sus propiedades bioestimulantes y nutritivas. La miel es rica en azúcares, minerales y vitaminas, que cuando se aplican en forma de aspersiones foliares, pueden mejorar la absorción de nutrientes y favorecer el desarrollo de los cultivos. Un reciente estudio realizado por El-Bassiouny et al. (2014) demostró que la aplicación de miel en cultivos de trigo contribuyó a un aumento en la actividad fotosintética, lo que a su vez incrementó el rendimiento y la calidad de los granos. Estos efectos se atribuyen a la capacidad de la miel de estimular la síntesis de proteínas y la actividad enzimática dentro de las células vegetales.

Otro beneficio que ofrece el uso de la miel de abeja en la agricultura es su capacidad para mejorar la resistencia de las plantas frente a condiciones de estrés ambiental, como la sequía o la salinidad. Una investigación realizada por Al-Qurashi y Awad (2011)

indicaron que la aplicación foliar de soluciones de miel en cultivos de tomate y pepino resultaron en una mayor tolerancia a la salinidad, lo que permitió una mejor absorción de agua y nutrientes en ambientes con alta concentración de sales. Esto sugiere que la miel actúa como un agente osmorregulador, ayudando a las plantas a mantener su equilibrio hídrico en condiciones adversas, este resultado abre puerta a nuevas expectativas referente a esta alternativa ecológica.

Otro dato importante sobre el uso de la miel de abeja en la agricultura es que no solo mejora en la productividad del cultivo, sino que también en la vida del suelo. Según un estudio de Muñoz y Espinosa (2018), la miel aplicada a los cultivos de fresa contribuyó a un incremento en la población de microorganismos benéficos del suelo, lo que promovió un mejor desarrollo radicular y una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas. Esto favoreció un crecimiento más rápido y una mayor producción de frutos de calidad. Este aumento en la actividad biológica del suelo también mejora la estructura y la retención de humedad, lo que a largo plazo beneficia la sostenibilidad del cultivo.

## **FACTORES FISICOQUÍMICOS DE LOS FRUTOS.**

### **Análisis de pH, acidez y Sólidos Solubles Totales (SST)**

El análisis de los factores fisicoquímicos como el pH, la acidez y los sólidos solubles totales (SST) es fundamental para caracterizar la calidad y el estado de madurez de la calabaza italiana (*Cucurbita pepo*), ya que estos parámetros influyen directamente en su sabor, textura y conservación. El pH de la calabaza italiana suele oscilar entre 5.5 y 6.5, lo que indica una acidez leve. Este parámetro es crucial para evaluar el sabor y la susceptibilidad del fruto a microorganismos, ya que un pH más bajo puede inhibir el crecimiento de patógenos y favorecer su vida útil en conservación o refrigeración (Wills et al., 2007).

La acidez titulable, que refleja la cantidad de ácidos orgánicos presentes (principalmente ácido málico y cítrico), se expresa en porcentaje y varía entre 0.1% y 0.3% en la calabaza italiana. Este valor depende del estado de madurez y las condiciones de cultivo (Hulme, 1971). La acidez influye en la percepción del sabor y la frescura del fruto, siendo un indicador de su calidad y estabilidad durante el almacenamiento.

En cuanto a los sólidos solubles totales (SST), medidos en grados Brix mediante un refractómetro, proporcionan una indicación del contenido de azúcares y otros compuestos solubles que influyen en la dulzura del fruto. En la calabaza italiana, los SST varían entre

4 y 8 grados Brix, dependiendo de la madurez y los tratamientos aplicados durante la producción, como el uso de aspersión foliar de miel de abeja, que ha demostrado mejorar este parámetro en otros cultivos (López et al., 2015).

### **Texturometría y otras características físicas**

La texturometría es una herramienta utilizada para evaluar propiedades físicas como la firmeza, elasticidad y cohesión del fruto, aspectos esenciales para determinar su calidad y aceptación comercial. La firmeza está directamente relacionada con la integridad de la pared celular y la cantidad de agua en los tejidos. A medida que la calabaza madura, la firmeza disminuye, lo cual puede indicar sobre maduración, pérdida de sabor y textura (Bourne, 2002).

La medición de la firmeza se realiza con un texturómetro equipado con sondas de penetración, que registran la fuerza necesaria para perforar la superficie del fruto.

En cuanto a otras características físicas, como el peso y el tamaño, estos son parámetros esenciales en la clasificación comercial de la Calabaza italiana. El peso promedio varía entre 200 y 500 gramos, dependiendo de las condiciones de cultivo y manejo agrícola aplicados (Maroto, 2002).

El color es otro factor clave que influye en la aceptación del consumidor. En calabazas italianas, un color verde oscuro o jaspeado es característico de frutos de buena calidad. Este parámetro se evalúa mediante técnicas de colorimetría, que permiten medir de manera objetiva la luminosidad, saturación y tono del fruto (HunterLab, 2008).

### **Influencia del peso y la humedad en la calidad del fruto**

El peso y la humedad son factores críticos en la calidad de los frutos de calabaza italiana, ya que están relacionados con la frescura, el valor comercial y la vida útil. La Calabaza italiana contiene entre 90% y 95% de agua, lo que influye en su textura, sabor y apariencia (Seymour et al., 1993).

El peso fresco aumenta conforme madura el fruto y suele oscilar entre 200 y 500 gramos, dependiendo de las prácticas agrícolas aplicadas, como el sistema de riego y fertilización (Wills et al., 2007). Sin embargo, un peso excesivo puede ser consecuencia de una alta retención de agua, lo que afecta negativamente la textura y sabor, además de incrementar la susceptibilidad a daños postcosecha.

La humedad alta mantiene la frescura y textura crujiente del fruto, pero también lo hace más susceptible al deterioro durante el almacenamiento a temperatura ambiente. Los frutos con menor humedad tienden a ser más firmes y menos propensos a daños mecánicos, aunque pueden perder parte de su calidad organoléptica (Hulme, 1971).

## **FACTORES PROXIMALES DE LOS FRUTOS.**

### **Contenido de proteínas, fibra y grasa en calabaza italiana**

El contenido de proteínas, fibra y grasa en la Calabaza italiana (*Cucurbita pepo*) es un aspecto esencial para determinar su valor nutricional, debido a su contribución a los beneficios para la salud y su interés comercial.

La proteína en la Calabaza italiana es relativamente baja, oscilando entre 1-2% del peso fresco, aunque este valor puede variar ligeramente según las condiciones de cultivo y la madurez del fruto (Maroto, 2002). A pesar de su bajo contenido, es un aporte significativo en dietas balanceadas, ya que incluye aminoácidos esenciales importantes para el crecimiento y el mantenimiento de los tejidos. Además, estudios recientes sugieren que la aplicación de bioestimulantes naturales, como la miel de abeja, puede incrementar ligeramente el contenido de proteínas en ciertos cultivos al mejorar la absorción de nutrientes y el metabolismo del fruto (López et al., 2015).

La fibra dietética es otro componente valorado de la Calabaza italiana, contribuyendo a la salud digestiva y al control de los niveles de glucosa y colesterol. Contiene entre 1.5% y 2.5% de fibra en peso fresco, de la cual una gran parte es fibra soluble, como las pectinas, que favorecen la salud cardiovascular (Seymour et al., 1993). Por otro lado, la fibra insoluble ayuda al tránsito intestinal y previene problemas digestivos, con mayores niveles en frutos menos maduros.

El contenido de grasa en la Calabaza italiana es extremadamente bajo, generalmente inferior al 0.5% del peso fresco (Sanz et al., 2011). Las grasas presentes son en su mayoría insaturadas, lo cual aporta beneficios adicionales para la salud, especialmente en dietas bajas en grasas. Además, el bajo contenido graso contribuye a una mayor estabilidad postcosecha, reduciendo el riesgo de oxidación y rancidez, lo que prolonga su vida útil.

### **Contenido de carbohidratos en Calabaza italiana**

El contenido de carbohidratos en la Calabaza italiana es una de las características nutricionales más importantes, ya que representan su principal fuente de energía y están asociados a su sabor y textura.

En promedio, los carbohidratos constituyen entre 5% y 10% del peso fresco del fruto, dependiendo de la madurez, las condiciones ambientales y las prácticas agrícolas implementadas (Wills et al., 2007). En etapas iniciales del desarrollo, el almidón es el principal carbohidrato de reserva, pero este se hidroliza durante la maduración para convertirse en azúcares simples, como la glucosa y la fructosa, lo que aumenta el dulzor del fruto (Seymour et al., 1993). Este proceso es clave para mejorar la aceptación organoléptica del fruto, especialmente en el consumo fresco.

### **Relación entre el análisis proximal y la calidad del fruto**

El análisis proximal de la Calabaza italiana es indispensable para conocer cómo los componentes nutricionales afectan el valor nutritivo, las características organolépticas y su calidad comercial.

**Proteínas:** Contribuyen al crecimiento celular y al mantenimiento del tejido muscular, aportando aminoácidos esenciales (Maroto, 2002).

**Carbohidratos:** Son la principal fuente de energía, con un aumento en azúcares simples durante la maduración que mejora el sabor y la dulzura, haciéndolos más atractivos para los consumidores (Seymour et al., 1993).

**Fibra:** Es un componente importante para la salud digestiva y el control metabólico, mejorando la aceptación del fruto en dietas saludables (Sanz et al., 2011).

**Grasas:** Su bajo contenido (<0.5%) hace a la Calabaza ideal para dietas hipocalóricas y favorece su estabilidad postcosecha, al reducir la oxidación (Kader, 2002).

**Humedad:** Representa entre 90% y 95% del peso fresco y es crucial para la frescura y textura crujiente del fruto, aunque aumenta su susceptibilidad al deterioro. La conservación en temperaturas de 10-13°C y humedad relativa del 60-70% ayuda a prolongar su vida útil y mantener la calidad sensorial (Wills et al., 2007).

### **Otras fuentes de fertilización foliar en calabaza italiana**

La fertilización foliar en la Calabaza italiana (*Cucúrbita pepo*) es una técnica que suministra nutrientes de forma directa y rápida a través de las hojas, complementando la fertilización del suelo y mejorando la calidad del fruto.

Entre las principales fuentes se encuentran los fertilizantes nitrogenados, fosfatados, potásicos, micronutrientes y bioestimulantes naturales.

**Fertilizantes nitrogenados:** La aplicación de urea o nitrato de amonio favorece el desarrollo vegetativo, el tamaño del fruto y el contenido de clorofila en las hojas, incrementando la capacidad fotosintética de la planta. Sin embargo, su aplicación debe ser controlada, ya que un exceso de nitrógeno puede favorecer un crecimiento excesivo del follaje en detrimento del fruto y aumentar la susceptibilidad a plagas (Smith y Benítez, 2015).

**Fósforo y potasio:** El fósforo es crucial en la floración y formación de frutos, mientras que el potasio es esencial en la maduración, influyendo en el tamaño, color, sabor y resistencia del fruto al estrés abiótico (Jones y Robertson, 2018).

**Micronutrientes (zinc, hierro y magnesio):** Estos elementos son necesarios en pequeñas cantidades, pero desempeñan funciones clave. El zinc favorece la división celular, el hierro interviene en la producción de clorofila y el magnesio participa en el metabolismo energético y la fotosíntesis (Barker y Pilbeam, 2007).

**Bioestimulantes naturales:** El uso de extractos de algas, ácidos húmicos y fúlvicos mejora la absorción de nutrientes y la resistencia al estrés abiótico (Calvo et al., 2014). Por ejemplo, los extractos de algas han demostrado mejorar el crecimiento y la calidad del fruto, contribuyendo al desarrollo sostenible.

**Aplicación foliar de compuestos orgánicos (miel de abeja y aminoácidos):** La miel de abeja actúa como bioestimulante debido a su contenido de azúcares, vitaminas y minerales, favoreciendo la absorción de nutrientes y el desarrollo del fruto. Por otro lado, los aminoácidos, derivados de proteínas hidrolizadas, mejoran el metabolismo de la planta y su resistencia a condiciones adversas (Hernández et al., 2017).

## **Comparación de la fertilización foliar frente a otros métodos de fertilización**

Los métodos más utilizados para suministrar nutrientes a los cultivos son la fertilización al suelo y la fertilización foliar.

Fertilización al suelo: Consiste en aplicar fertilizantes sólidos o líquidos en el sustrato, donde son absorbidos por las raíces. Este método proporciona una liberación continua de nutrientes, pero su eficacia depende de factores como el tipo de suelo, la disponibilidad de agua y la retención de nutrientes. Problemas como lixiviación y erosión del suelo pueden limitar su efectividad (Fernández et al., 2013).

Fertilización foliar: Permite una absorción rápida de nutrientes a través de las hojas, siendo especialmente útil durante fases críticas del cultivo o en condiciones de estrés abiótico. En calabaza italiana, este método ha demostrado mejorar parámetros de calidad del fruto, como el contenido de sólidos solubles, firmeza y color, al asegurar una mayor disponibilidad de nutrientes durante la floración y maduración (Marschner, 2012).

## **Sostenibilidad y ventajas ambientales del uso de fertilización foliar**

La fertilización foliar con biofertilizantes orgánicos, como la miel de abeja, es una alternativa sostenible frente a los fertilizantes químicos convencionales.

Reducción del impacto ambiental: Al aplicar los nutrientes directamente en las hojas, se minimiza la lixiviación y la contaminación de acuíferos, un problema común en suelos fertilizados químicamente (Savci, 2012).

Biofertilizantes naturales: La miel de abeja no solo aporta nutrientes esenciales, sino también azúcares, enzimas y antioxidantes que fortalecen la planta y mejoran su resistencia al estrés abiótico.

Optimización de recursos: La fertilización foliar requiere menores cantidades de fertilizante y menos aplicaciones, reduciendo el uso de maquinaria pesada y emisiones de carbono derivadas del combustible.

Práctica sostenible: Promueve la conservación de los recursos naturales y mejora la salud del suelo, siendo una estrategia eficiente para cultivos como la calabaza italiana (Rodríguez et al., 2018).

### CAPITULO III

#### METODOLOGIA

##### Materiales, equipos y reactivos empleados

| Materia prima                                                                                   | Reactivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Materiales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Equipos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulpa de calabaza italiana (cucúrbita pepo)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>H_2SO_4</math></li> <li>• Hexano</li> <li>• <math>HCl</math></li> <li>• <math>Na_2CO_3</math></li> <li>• <math>NaOH</math></li> <li>• <math>CuSO_4</math></li> <li>• Tartrato de sodio y potasio</li> <li>• Folin</li> <li>• Albumina</li> <li>• Agua destilada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabla para cortar</li> <li>• Crisoles de porcelana</li> <li>• crisoles de vidrio P2 de Velp Scientifica</li> <li>• Capsulas de porcelana</li> <li>• Guantes de látex</li> <li>• Pinzas</li> <li>• Bandeja de metal</li> <li>• Desecador</li> <li>• Micropipetas</li> <li>• Papel aluminio</li> <li>• Microespatula</li> <li>• Micropipeta de 1mL</li> <li>• Micropipeta de 100<math>\mu</math></li> <li>• Vasos precipitados de 50, 100 y 1000 mL</li> <li>• Puntas desechables para micropipetas</li> <li>• Tubos de microcentrífuga</li> <li>• Tubos graduados de 15 y 50mL</li> <li>• Piseta</li> <li>• Frascos pequeños de ámbar</li> <li>• Probetas de 10, 25, 50 y 250 mL</li> <li>• Balanza analítica</li> <li>Vortex</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Horno de convección</li> <li>•Centrifuga</li> <li>•Centrifuga pequeña</li> <li>•Espectrofotómetro</li> <li>•Placa de calentamiento</li> <li>•Equipo Soxhlet</li> <li>•Campana de extractor de gases</li> <li>•Extractor de fibra cruda</li> <li>•Mufla</li> <li>•Potenciómetro Metrohm 785</li> </ul> |

**Cuadro 3. Materiales, equipos y reactivos empleados durante la realización de los análisis fisicoquímicos y proximales.**

### **Lugar de producción de la Calabaza italiana (materia prima):**

En lugar donde se realizó la producción de las Calabaza italiana fue en el instituto tecnológico superior de Calkiní en el estado de campeche (ITESCAM), precisamente en el lugar de huerto experimental, el proyecto estuvo a cargo de los compañeros de innovación agrícola sustentable, el cual estuvo bajo supervisión del doctor Felipe de Jesús González Rodríguez, dicha producción tuvo por fecha de inicio el día 9 de noviembre del 2023 con la producción de las plántulas de calabaza con ayuda de charolas y sustrato, todo el proceso de las charolas tuvo su determinado cuidado en temas de higiene y calidad de semillas.

La producción de Calabaza italiana tuvo el primer corte en donde se tomó la selección de los mejores ejemplares de cada tratamiento el día 11 de diciembre del 2023. Posterior a la selección se llevó la materia a resguardo en refrigeración en el laboratorio de análisis químico y biológico para sus posteriores análisis fisicoquímicos.



**Figura 4. Huerto experimental de la Calabaza italiana (cucúrbita pepo) cultivada con aspersión foliar de miel de abeja multifloral**

### **Dosificación de miel en cada tratamiento:**

En el presente estudio se evaluaron cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de miel de abeja multifloral aplicadas foliarmente sobre plantas de Calabaza italiana (Cucurbita pepo). Las concentraciones utilizadas fueron preparadas en base a porcentaje de miel disuelta en agua destilada, siguiendo una dosificación progresiva. A continuación, se describen los tratamientos:

T0 (Control): 0% de miel aplicada foliarmente. Este tratamiento no incluyó la aplicación de miel, siendo utilizado como testigo para evaluar las diferencias respecto a los tratamientos con aplicación de miel, esto con la finalidad de analizar si el tratamiento de miel en sus diferentes concentraciones tiene algún cambio en sus características organolépticas.

T1 (10% de miel): Se aplicó una solución con 10% de miel, lo que equivale a 100 ml de miel disueltos en 900 ml de agua para completar un volumen total de 1 litro de solución.

T2 (20% de miel): Se aplicó una solución con 20% de miel, es decir, 200 ml de miel disueltos en 800 ml de agua, completando un volumen total de 1 litro.

T3 (30% de miel): Se aplicó una solución con 30% de miel, lo que corresponde a 300 ml de miel disueltos en 700 ml de agua, logrando un volumen total de 1 litro de solución.

## **Preparación y aplicación de los tratamientos**

### **Preparación de las soluciones:**

Las soluciones fueron preparadas disolviendo las cantidades específicas de miel en agua a temperatura ambiente, utilizando de igual manera un colador para evitar la presencia de residuos que puedan obstruir la boquilla de la bomba y a su vez impidiendo una fertilización uniforme. La concentración de cada tratamiento se midió con precisión utilizando un vaso medidor de 250 ml.

### **Aplicación foliar:**

La aplicación se realizó mediante aspersión foliar, utilizando una bomba fumigadora de mochila de presión ajustable.

Las aplicaciones fueron dirigidas a la parte del haz de las hojas de la planta en las horas tempranas de la mañana (7:00 a.m. a 9:00 a.m.) para evitar pérdidas por evaporación y favorecer la absorción. Cada planta recibió un volumen uniforme de solución, un aproximado de 200 ml por planta.

La frecuencia de aplicación fue una vez por semana desde el día de trasplante, durante el ciclo de crecimiento del cultivo, hasta la etapa de madurez.

## Justificación del diseño experimental

Las concentraciones seleccionadas (10%, 20% y 30%) se basaron en estudios previos sobre el uso de productos naturales en fertilización foliar y su influencia en la calidad y rendimiento de cultivos hortícolas. El tratamiento T0 (0%) se utilizó como control para comparar los efectos de la miel aplicada foliarmente. La gradualidad en las dosis permite evaluar el impacto de la concentración de miel en parámetros físicos, químicos y organolépticos del fruto.

| Dosificación de miel multifloral |                      |                      |                      |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| TESTIGO (T0R3)                   | T1R2                 | T2R1                 | T3R2                 |
| 0% de miel de abeja              | 10% de miel de abeja | 20% de miel de abeja | 30% de miel de abeja |

Cuadro 4. Dosificación de miel multifloral

## Implementación de materia orgánica al suelo:

Una de las prácticas agrícolas que se emplearon durante la producción de la Calabaza italiana, fue la introducción de materia orgánica al suelo, es bien sabido que la materia orgánica juega un papel importante en la producción de cualquier cultivo, esto debido a sus efectos positivos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Según Brady y Weil (2008), la materia orgánica mejora la estructura del suelo, promoviendo la formación de agregados estables que incrementan la porosidad y facilitan la aireación y retención de agua, condiciones esenciales para el desarrollo radicular de las plantas. Además, la materia orgánica actúa como un reservorio de agua, lo que beneficia a los cultivos en periodos de sequía (Pérez et al., 2016).

En términos de fertilidad, la materia orgánica es una fuente natural de nutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), que se liberan progresivamente a través de su descomposición, mejorando la nutrición de las plantas y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos (Altieri, 2015). Asimismo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, favoreciendo la retención y disponibilidad de nutrientes (López et al., 2012).

Por otro lado, la materia orgánica fomenta la actividad biológica del suelo, ya que sirve como fuente de alimento para microorganismos beneficiosos (hongos, bacterias y lombrices), que contribuyen a la descomposición de residuos y a la liberación de

nutrientes de forma gradual (Acosta-Martínez et al., 2010). Además, su incorporación ayuda a reducir la erosión, al mejorar la cohesión de las partículas del suelo y su capacidad para retener agua, lo cual disminuye las pérdidas por escorrentía y viento (Lal, 2004).

Desde una perspectiva ambiental, la materia orgánica desempeña un papel importante como reservorio de carbono, contribuyendo a mitigar los efectos del cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Lehmann y Kleber, 2015).

## **Etapas 1: Materia prima**

### **Producción, cuidado y cosecha de la producción de Calabaza italiana (Cucúrbita pepo)**

La materia prima fue producida y recolectada por los compañeros de la carrera de ingeniería en innovación agrícola sustentable, ya que ellos fueron responsables de la producción de dicho cultivo, en los que se implementó una serie de tratamientos a base de fertilización foliar por medio de miel de abeja multiflora, pero también usando buenas prácticas de campo como lo es un buen sistema de riego en este por goteo, también un control de los datos que recolectaban a través de cierto tiempo como los son las medidas de los tallos, hojas y hasta el fruto.

En las hojas hacían medidas del tamaño, peso, entre otros datos. Por su parte en los tallos medían grosor ya que esta parte de la planta suele estar creciendo conforme pasa el tiempo y más si lleva un tratamiento como los es la fertilización foliar con el ingrediente que queremos estudiar, en este caso la miel de abeja. En cambio, el fruto tomaba datos del tamaño, peso, pH, la densidad de la pulpa, etc.

Una vez teniendo los frutos listos se prosiguió a cosechar los primeros cortes de calabaza de cada tratamiento tratando de no juntarlas para tomar evidencias en este caso el testigo y los tratamientos.

## **Etapas 2: Propiedades fisicoquímicas y proximales**

Este análisis se realizó en el Laboratorio del ITESCAM, según la metodología propuesta por la Asociación Oficial de Químicos Analistas AOAC, por sus siglas en inglés, para muestras de alimentos de animales y frutas (AOAC, 1990). Para realizarlo se requirió la pulpa de calabaza italiana que fue extraída de cada tratamiento y almacenada en refrigeración.

## **Tipos de instrumentos utilizados durante el análisis fisicoquímico y proximal.**

**Horno de convección:** El horno de convección es un equipo fundamental en el laboratorio para la realización de análisis fisicoquímico y proximal de pulpas de cultivos, ya que permite el secado uniforme y eficiente de las muestras mediante la circulación controlada de aire caliente. Su funcionamiento se basa en un sistema de resistencias eléctricas y un ventilador que distribuye el calor de manera homogénea, asegurando la eliminación gradual de la humedad sin generar puntos fríos o calientes que puedan afectar los resultados.

En el análisis de humedad, el horno de convección es utilizado para secar las muestras a temperaturas controladas, generalmente entre 60 °C y 105 °C, hasta alcanzar un peso constante. Este proceso es crucial para determinar el contenido de agua presente en la muestra, un parámetro clave en la evaluación de la calidad y conservación del producto. Además, el secado permite calcular la materia seca, es decir, los sólidos totales restantes tras la eliminación de la humedad, lo que facilita la evaluación de la concentración de nutrientes en el producto.

**Extractor de grasas soxhlet:** El extractor de grasas Soxhlet es un equipo ampliamente utilizado en laboratorios para la determinación del contenido de grasa en muestras sólidas, especialmente en análisis fisicoquímico y proximal de alimentos y productos agroindustriales. Su método se basa en un proceso de extracción sólido-líquido que permite separar los lípidos de la muestra utilizando un disolvente orgánico, como el hexano o éter de petróleo.

De acuerdo con Pomeranz y Meloan (2000), el método Soxhlet es uno de los procedimientos más confiables y precisos para medir el contenido de grasa en alimentos y otros productos. Consiste en someter la muestra previamente deshidratada y triturada a un ciclo continuo de extracción, donde el disolvente evapora, condensa y atraviesa la muestra repetidamente, arrastrando los lípidos hacia un matraz colector. Este proceso se repite hasta que la extracción sea completa, garantizando la recuperación casi total de las grasas presentes.

Según AOAC International (2016), el método Soxhlet es considerado un estándar en el análisis proximal, especialmente para la determinación de grasas crudas en productos agrícolas y alimentarios. El disolvente utilizado disuelve únicamente los componentes

lipídicos, que luego se recuperan mediante la evaporación del disolvente, dejando como residuo las grasas puras que se cuantifican por diferencia de peso.

**Extractor de fibra cruda FIWE:** El extractor de fibra cruda FIWE es un equipo especializado en laboratorios de análisis fisicoquímico y proximal, utilizado para la determinación de fibra cruda en muestras alimentarias y agroindustriales. Este método es fundamental en la caracterización nutricional de productos como pulpa de cultivos y otros materiales vegetales, siendo ampliamente aceptado en estudios de calidad y composición.

Según Van Soest (1994), la fibra cruda corresponde a la fracción de materiales insolubles de las paredes celulares, principalmente celulosa y lignina, que resisten la digestión con ácidos y bases débiles. El extractor FIWE automatiza este proceso, permitiendo obtener resultados más rápidos y precisos que los métodos manuales tradicionales.

De acuerdo con AOAC International (2016), el procedimiento se basa en someter la muestra desengrasada y seca a un tratamiento secuencial con ácido sulfúrico diluido e hidróxido de sodio diluido bajo condiciones controladas de temperatura y tiempo. Este proceso elimina los componentes solubles, como proteínas, azúcares y grasas, dejando únicamente la fibra cruda, la cual se seca, calcina y pesa para su cuantificación.

**Mufla:** La mufla de laboratorio es un equipo esencial en análisis fisicoquímico y proximal, ampliamente utilizada para la determinación de cenizas en muestras de alimentos y productos agroindustriales, como la pulpa de cultivos. Este equipo permite alcanzar altas temperaturas controladas (generalmente entre 500 °C y 600 °C) en un ambiente cerrado, lo cual facilita la calcinación de las muestras, eliminando la materia orgánica y dejando únicamente el contenido mineral.

De acuerdo con AOAC International (2016), la determinación de cenizas consiste en someter una muestra previamente deshidratada a un proceso de calcinación en la mufla, donde las altas temperaturas incineran la materia orgánica y permiten obtener el residuo inorgánico o cenizas. Este análisis es fundamental para evaluar la cantidad de minerales totales presentes en un alimento, lo que aporta información importante sobre su calidad nutricional.

**Refractómetro:** El refractómetro es un instrumento ampliamente utilizado en laboratorios para la determinación del índice de refracción y la concentración de sólidos solubles (°Brix) en muestras líquidas, semilíquidas o pulpas de cultivos. En el análisis

fisicoquímico de alimentos, este equipo es esencial para medir el contenido de azúcares totales presentes en productos agroindustriales, como frutas, jugos y pulpas de cultivos.

Según Fennema (2010), el refractómetro funciona midiendo cómo la luz cambia de dirección (refracta) al pasar a través de una muestra. El índice de refracción depende de la densidad del medio y está directamente relacionado con la concentración de sólidos disueltos, principalmente azúcares en soluciones alimenticias.

**Para análisis de acidez titulable:** La acidez titulable es un parámetro fundamental en el análisis fisicoquímico de alimentos, especialmente en productos agroindustriales como pulpa de cultivos, ya que permite cuantificar el contenido total de ácidos orgánicos presentes en una muestra. Este análisis es ampliamente utilizado para evaluar la madurez, calidad y estabilidad de productos frescos o procesados.

Según Pomeranz y Meloan (2000), la acidez titulable se determina mediante un proceso de titulación ácido-base, donde los ácidos presentes en la muestra se neutralizan con una base estándar (generalmente hidróxido de sodio, NaOH) en presencia de un indicador de pH como la fenolftaleína. El volumen de la base consumida durante la titulación se utiliza para calcular la concentración de ácidos en términos de un ácido predominante, como el ácido cítrico en frutas.

### **Determinación de proximales:**

#### **Determinación de humedad por el método 925.09**

Para este paso se llevó a cabo la realización del estudio de la humedad de la calabaza tratada con miel de abeja con ayuda del Método 925.09.

Como primer paso se llevan a un horno de convección 4 crisoles de porcelana a una temperatura de 105 C durante un tiempo de 4 horas aproximadamente, una vez pasado las 4 horas se colocan a un desecador con ayuda de una pinza y se deja ahí por 20 minutos para eliminar cualquier rastro de humedad. Posterior a eso se llevan a una balanza analítica para tomar su peso constante de cada crisol y a su vez pesar en este caso 0.5 g de cada muestra y colocarlas en los crisoles, para este punto cada crisol ya habrá tenido sus iniciales esto para no confundir los datos. Una vez pesado las muestras están vuelven a introducirse en el horno convección por 4 horas a 105 C, después que pasen las 4 horas se retira y regresan al desecador por 20 minutos para que luego se pesen nuevamente en

la balanza analítica. Una vez teniendo estos datos, se recopilan y se implementa la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de humedad:

$$\% \text{Humedad} = \frac{(M1) - (M2)}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

**Donde:**

- M1: Peso constante de la cápsula con la muestra húmeda.
- M2: Peso de la cápsula con la muestra seca.
- M: Peso de la muestra.

#### **Determinación de fibra cruda por el método 962.09:**

Para la determinación de fibra se usaron reactivos, los cuales fueron NaOH (hidróxido de sodio) y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido sulfúrico).

Como primer paso, se colocaron crisoles de vidrio para extractor FIWE en un horno de convección por 24 horas, al día siguiente se retiraron de este y posterior a eso se colocaron en un desecador por 20 minutos para luego pesarse en una balanza analítica para obtener el peso constante

Una vez teniendo los crisoles de vidrio listo, se prepararon soluciones de NaOH y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 2.5% y se puso a calentar 975 ml de H<sub>2</sub>SO y 975 ml de agua destilada en una placa de calentamiento doble en jarras de vidrio. Se peso 0.5 gramos de cada tratamiento en cada crisol y se insertaron al extractor de fibra cruda, luego se vertió a cada crisol 150 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> previamente ya calentado y se enciende el equipo, cuando las muestras disueltas en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> empezaron a burbujear se programó a un tiempo de extracción de 45 minutos.

Transcurrido el tiempo se abrió la válvula de vacío para eliminar el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que se empleó y se lavaron 3 veces las muestras con agua destilada previamente ya calentado. Luego el proceso se repitió nuevamente pero ahora empleando NaOH.

Finalizada la extracción se retiraron con cuidado los crisoles del extractor empleando una pinza y se colocaron al horno de convección por gravedad en donde se dejaron a 105 °C por 1:20 horas. Una vez transcurrido el tiempo, se colocó en un desecador por 20 minutos y se pesaron en una balanza analítica.

Por último, se colocaron en una mufla digital por media hora a 550 °C y al día siguiente, se sacaron, se dejaron enfriar en un desecador por 20 minutos y se pesaron nuevamente en una balanza analítica.

Para obtener los resultados de la extracción de fibra se usó la siguiente formula:

$$F = \left( \frac{(\text{peso del Crisol} + \text{muestra1}) - (\text{peso del Crisol} + \text{muestra 2})}{\text{peso de la muestra}} \right) * 100$$

**Donde:**

- M1: Peso del crisol + muestra al salir de la estufa
- M2: Peso del crisol + muestra al salir de la mufla
- M: Peso de la muestra

#### **Determinación de Grasa por el método 920.39:**

Para la determinación de grasas se usó el método soxhlet que consiste en una técnica de extracción sólido-líquido que se emplea para determinar la cantidad de grasa en muestras de diferente tipo. Como primer paso se lavan los 8 matraces con jabón líquido, posterior a eso se proceden a marcar con lápiz el nombre de cada tratamiento para distinguirlos mejor.

Una vez marcados cada matraz se llevan al horno de convección por 105 C durante un lapso de 24 horas, esto para eliminar cualquier impureza que pueda interferir, una vez pasado este lapso se llevan a un desecador con ayuda de una pinza y sin tocarlos con las manos, en el desecador se hizo un tiempo de 20 minutos y luego se retiran para llevarlos a la báscula analítica para tomar sus pesos de cada matraz, este sería el peso constante de cada matraz.

En este punto ya deberíamos tener listas las muestras en un cartucho de papel filtro, este cartucho se realiza haciendo dobleces hasta formar un tipo vaso de papel con ayuda de grapas y ahí dentro se pondrían las muestras, en cada cartucho se le pone la cantidad de 0.5 gramos de cada tratamiento, teniendo las muestras dentro de cada cartucho se le pone una bolita de algodón.

Se procede a colocar los matraces de balón con sus perlas de ebullición en su respectivo lugar y antes de poner los extractores de grasa en cada uno de los matraces, se les

introduce el cartucho de papel filtro con la muestra con ayuda de una micro espátula, una vez que los extractores tengan la muestra se colocan en sus respectivos matraces. Se enciende el refrigerante hasta que llegue a 15°C, una vez que llegue a esta temperatura, con ayuda de un embudo de vidrio se le colocan a cada extractor una cantidad de 150 mililitros de éter de petróleo o hasta que hagan sifón, una vez listos los matraces con el éter de petróleo se enciende el equipo y cuando haga el primer sifón se comienza a contar las 4 horas de extracción, cuando pase este tiempo se empieza a esperar a que antes que haga el sifón otra vez se retira el extractor con mucho cuidado con ayuda de guantes y se recupera el éter de petróleo. Una vez que se retira todo el éter de cada matraz se lleva al horno de convección a una temperatura de 60° por 40 minutos y luego se lleva al desecador por 20 minutos, cuando transcurra los 20 minutos se lleva a la balanza analítica para proceder a pesar los matraces.

$$\% \text{Grasa cruda} = \frac{P2 - P1}{M} \times 100$$

**Donde:**

- **P1:** Peso constante del matraz
- **P2:** Peso del matraz + grasa
- **M:** Peso de la muestra

#### **Determinación de cenizas por el método 923.03:**

Para la determinación de cenizas se empleó los siguientes pasos: se seleccionan 8 crisoles ya que son 4 tratamientos, pero son por duplicados, se procede a lavar con jabón líquido y una vez que se sequen se procede a marcar con un lápiz para distinguirlos mejor y evitar alguna confusión. Después, se colocan en un horno de convección por un lapso de 4 horas a una temperatura de 105 C, para que después de las 4 horas se lleven al desecador por otros 20 minutos y finalmente a la balanza analítica para tomar los pesos de cada crisol, este sería el peso constante.

Después se procede a pesar una cantidad de 0.5 gramos de cada tratamiento en sus respectivos crisoles ya marcados, una vez teniendo las muestras listas en cada crisol se vuelve a colocar en el horno de convección durante otras 4 horas a una temperatura de 105°C.

Cuando pase este tiempo se retiran del horno y se colocan en una placa de calentamiento a una temperatura de 210° Para que se eliminar cualquier residuo orgánico que no se quemó dentro del horno y evitar algún problema en la mufla. Este paso con la placa se realizó dentro de una campaña para que se expulse hacia afuera del laboratorio los gases que provoca. Las muestras deben alcanzar un rojo vivo para que posterior a eso se lleven finalmente a la mufla por un lapso de 4 horas a 550° C, una vez transcurrido el tiempo se apaga el equipo y al día siguiente se sacan para llevarlos a una desecador por 20 minutos y posterior a eso pesar cada crisol en la balanza analítica.

$$\% \text{Cenizas} = \frac{P2 - P1}{M} \times 100$$

**Donde:**

- P1: Peso constante del crisol
- P2: Peso del crisol + muestra calcinada
- M: Peso de la muestra

#### **Determinación de fisicoquímicos:**

##### **Determinación de pH por el método 981.12:**

Para la determinación de pH se empleó la ayuda de un potenciómetro de medición de pH. Se toman una cantidad de 0.5 gramos de cada tratamiento y se colocan en un vaso precipitado de 50 ml y se le agrega una cantidad de 10 ml de agua destilada y con una espátula limpia se empieza a revolver para que la muestra se disuelva con el agua.

Antes de que se encienda el equipo se enjuaga el electrodo con agua destilada y se procede a encender con el botón START para que este marque 0, una vez listo se coloca el vaso precipitado con la muestra ya disuelta debajo del electrodo y se procede a introducir el electrodo a la muestra hasta que marque la primera lectura y luego a eso retirarlo para enjuagarlo con agua destilada y volver a tomar la lectura, esto se hizo 3 veces con la intención de sacar una ponderación al final de cada tratamiento. Una vez que se tomen todos los datos de los tratamientos se enjuaga el electrodo con agua destilada y se apaga el equipo.

##### **Determinación de Acidez por el método 942.15:**

Para la determinar la acidez total titulable (ATT) de la pulpa de la calabaza italiana se seguirá el método 942.15 descrito por la AOAC, 2002 que se emplea la solución de NaOH y fenolftaleína como indicador por titulación con ligeras modificaciones en el

procedimiento. Se tomará 0.5 g de pulpa de la calabaza y se diluirá en 50 ml de agua destilada, el cual se tomará 10 ml con ayuda de una probeta de capacidad de 10 ml y se verterá en un vaso precipitado al cual se le agregará 2 gotas de fenolftaleína, a la bureta se le agregará 25 ml de hidróxido de sodio.

Se coloca el vaso con la muestra ya disuelta con la fenolftaleína debajo de la válvula de la bureta, esta se abrirá cuidadosamente para que caigan gotas de forma lenta y que se agite al mismo tiempo el matraz, este irá tomando un color rosa claro, cuando tenga este tono se debe quedar por lo menos unos 30 segundos de ese color para que nos asegure una titulación precisa.

#### **Determinación de °Brix por el método 970.59:**

Para la determinación de °brix se empleara el equipo que tiene por nombre de refractómetro, se toma 0.5 gramos de pulpa de calabaza y se colocan en un vaso precipitado al cual se le agregara 50 ml de agua destilada, después con ayuda de una micro espátula se agitara hasta que este se disuelva lo mayor posible, después se le quita la tapa del lente al refractómetro y con agua destilada se moja un pedazo de papel para limpiar el lente y proceder a encender el equipo, se colocan unas gotas en el lente y se presiona el botón de START y se procederá a calcular el valor de sólidos disuelto.

#### **Expresión de resultados en base seca**

En los análisis de composición proximal, los resultados iniciales suelen expresarse en base húmeda, lo que puede llevar a que la suma de los componentes exceda el 100%. Esto se debe a la presencia variable de humedad en las muestras, lo que dificulta la comparación precisa entre diferentes estudios o productos. Para obtener una representación más exacta de la composición de los sólidos, es necesario convertir estos valores a base seca.

Este ajuste permite que los resultados reflejen únicamente la composición de la materia seca, eliminando la variabilidad introducida por el contenido de humedad y facilitando comparaciones más precisas entre diferentes muestras o estudios. Según Martines y Lira (2010), expresar el contenido de humedad en base seca es esencial para aplicaciones relacionadas con la investigación de procesos de humectación o secado, ya que está referida a la masa seca y permite expresar cambios de manera proporcional con la masa de agua.

En este estudio, se aplicó esta metodología para ajustar los valores de proteína, grasas, carbohidratos y otros componentes proximales a base seca, utilizando el contenido de humedad determinado experimentalmente como referencia.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **Análisis fisicoquímico de la pulpa de calabaza italiana:**

##### **Análisis de PH:**

En primer lugar, se observa en la Tabla 5 los valores correspondientes a las repeticiones al tratamiento control (T0), identificados como T0A y T0B, en los cuales el pH promedio fue de 4.53 y 4.45 respectivamente. Estos valores reflejan la condición natural del fruto, donde la acidez es predominante, algo esperable en frutas frescas debido a la presencia de ácidos orgánicos como el cítrico, málico o tartárico, responsables de conferir la acidez característica a este tipo de producto.

Por otro lado, los tratamientos que implican la aspersión de miel de abeja multifloral (T1, T2 y T3) muestran un incremento significativo en los valores de pH en comparación con los tratamientos control. Este aumento puede interpretarse como una reducción en la acidez de los frutos, lo cual sugiere una relación directa entre la aplicación de la miel de abeja y la modificación de las características químicas de la calabaza italiana. En el tratamiento T1 nos muestra que sus repeticiones T1A y T1B, los valores promedio de pH se elevaron hasta 5.19 y 5.14, respectivamente. Este cambio, aunque moderado, ya refleja una tendencia hacia un fruto con menor acidez, lo que podría estar asociado con un metabolismo más equilibrado de los ácidos orgánicos en la planta.

A medida que avanzamos en los tratamientos, se evidencia que los valores de pH continúan incrementándose. Por ejemplo, el tratamiento T2 nos señala que ambas repeticiones T2A y T2B, alcanzaron valores de 5.07 y 5.05, manteniéndose superiores a los controles, aunque ligeramente por debajo de los resultados observados en T1. Finalmente, el tratamiento T3 en sus repeticiones T3A y T3B obtuvo valores más altos de pH, con promedios de 5.13 y 5.22, respectivamente, siendo T3B el tratamiento con el mayor efecto sobre la reducción de la acidez. Esto indica que una mayor concentración o frecuencia de la aspersión de miel de abeja multifloral intensifica este efecto positivo.

La explicación de este fenómeno podría estar relacionada con las propiedades bioestimulantes y nutricionales de la miel de abeja multifloral. Al aplicarse de manera foliar, los nutrientes y compuestos bioactivos presentes en la miel, como minerales, vitaminas, aminoácidos y enzimas, pueden ser absorbidos por la planta y transportados hacia los frutos. Estos compuestos podrían actuar equilibrando procesos metabólicos

internos, disminuyendo la concentración de ácidos orgánicos y, por ende, elevando el pH de los frutos. Además, es posible que la miel de abeja mejore la eficiencia fisiológica de la planta, estimulando procesos enzimáticos que regulan la síntesis y descomposición de ácidos orgánicos, lo cual se refleja en un fruto menos ácido.

Este aumento del pH tiene implicaciones importantes en la calidad de los frutos. Frutos con un pH más elevado suelen ser menos ácidos y presentan un sabor más suave, lo que podría mejorar su aceptación por parte de los consumidores. Además, una reducción de la acidez podría estar asociada con un mayor equilibrio químico y fisiológico del fruto, lo cual podría mejorar su estabilidad y vida útil postcosecha. Esto es relevante si se considera que una menor acidez podría conferir ventajas comerciales, especialmente en mercados donde los consumidores prefieren productos con sabores menos intensos y más balanceados.

| RESULTADOS DE PH        |      |      |     |      |
|-------------------------|------|------|-----|------|
| TRATAMIENTO             | T0   | T1   | T2  | T3   |
| RESULTADO<br>(1ra Rep.) | 4,53 | 5,19 | 5,7 | 5,13 |
| RESULTADO<br>(2da Rep.) | 4,45 | 5,14 | 5,5 | 5,21 |

**Cuadro 5. Resultados de pH de la calabaza italiana con y sin aspersión foliar de miel de abeja**

**Análisis de grados brix:**

En los tratamientos control (T0A y T0B), los valores de ambas repeticiones muestran un porcentaje de 0.5% y 0.6% respectivamente. Estos valores reflejan el contenido natural de sólidos solubles en las calabazas sin tratamiento. Es importante destacar que, aunque estos valores son bajos, el tratamiento control T0B muestra un porcentaje ligeramente superior, lo que podría deberse a variaciones naturales entre las muestras.

En los tratamientos con aspersión foliar de miel de abeja multifloral, los resultados muestran cierta variabilidad, aunque se mantienen en un rango similar. Los valores más relevantes son los siguientes:

En el caso del tratamiento T1 nos muestra que en ambas repeticiones (T1A y T1B) Se registran porcentajes de 0.4% en ambos casos. A pesar de que el contenido de Brix no aumenta significativamente, se mantienen dentro de un rango cercano al control.

Por otra parte, el tratamiento T2 nos muestra que igual, en ambas repeticiones muestran valores de 0.5% en ambos casos. Aquí se observa un ligero incremento respecto a los controles, especialmente en el tratamiento T2A, lo que podría sugerir un efecto moderado de la miel en el aumento de los sólidos solubles totales.

En el caso del tratamiento T3, sus repeticiones muestran porcentajes de 0.4% y 0.5% respectivamente. Es relevante notar que T3B presenta el valor más alto de Brix, lo que indica un posible incremento en la concentración de azúcares debido a la aspersión de miel.

Al analizar estos resultados, se puede observar que, aunque los valores de Brix no muestran incrementos drásticos, hay una tendencia leve al alza en los tratamientos con aspersión foliar de miel de abeja multifloral, especialmente en T2A y T3B. Este comportamiento podría explicarse por el aporte de azúcares simples y nutrientes presentes en la miel, que podrían ser absorbidos por la planta y metabolizados para mejorar la calidad interna del fruto.

La miel, al contener glucosa, fructosa y otros compuestos bioactivos, podría actuar no solo como un bioestimulante, sino también como un potenciador del contenido de sólidos solubles, aunque el efecto no sea tan marcado. Sin embargo, es importante considerar que la variabilidad en los valores obtenidos podría estar influenciada por factores externos como la absorción de nutrientes, condiciones climáticas y metabolismo propio de la planta.

| Resultados de grados brix |     |     |     |     |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Tratamiento               | T0  | T1  | T2  | T3  |
| Resultado (1ra rep.)      | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| Resultado (2da rep.)      | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,5 |

**Cuadro 6. Resultados de grados brix en calabaza italiana (cucúrbita pepo) con y sin aspersión foliar de miel de abeja multifloral**

**Determinación de acidez titulable**

En los tratamientos T0 (T0A, T0B y TOC), los valores de acidez muestran cierta variabilidad natural. El desgaste de NaOH fue de 0.3 ml en T0A, con un resultado de

0.00020112, mientras que en T0B aumentó a 0.4 ml con 0.00026816 y en TOC alcanzó 0.7 ml, con un valor considerablemente más alto de 0.00046928. Estos valores muestran que, incluso en las muestras control, existen diferencias en el contenido de ácidos orgánicos, con un rango que va de baja acidez (T0A) a alta acidez (TOC).

En los tratamientos con aspersión de miel de abeja multiflora, los resultados son interesantes y evidencian una tendencia general hacia la moderación de la acidez en algunas muestras. Por ejemplo, en el tratamiento T1 nos muestra que en sus repeticiones T1A, T1B y T1C, se reportó un desgaste constante de 0.3 ml NaOH, con valores de 0.00020112, similares al control menos ácido (T0A). Esto sugiere que la aplicación de miel de abeja multiflora puede contribuir a estabilizar el contenido de ácidos en el fruto, reduciendo la acidez en comparación con controles más elevados como TOC. Esta moderación podría estar relacionada con la acción bioestimulante de la miel, la cual aporta nutrientes, minerales y compuestos bioactivos que equilibran procesos metabólicos en la planta y favorecen un ajuste en la síntesis y acumulación de ácidos orgánicos.

Por otra parte, en el tratamiento T2 nos señala que en sus repeticiones T2A y T2B, el desgaste fue de 0.4 ml NaOH, con valores de 0.00026816, similares a T0B. Esto indica que, en estos casos, la aspersión de miel no tuvo un efecto tan pronunciado en la reducción de la acidez, manteniendo niveles intermedios que reflejan un equilibrio parcial. Sin embargo, en el tratamiento T2C, los valores de acidez aumentaron notablemente, registrando un desgaste de 0.7 ml NaOH y un valor de 0.00046928, comparable con el control más ácido (TOC). Este resultado sugiere que la respuesta de la planta a la aspersión foliar de miel puede variar dependiendo de la concentración aplicada, la frecuencia de las aplicaciones y las condiciones ambientales, que podrían influir en la absorción y metabolismo de los compuestos bioactivos presentes en la miel.

Un aspecto importante para destacar es la ausencia de datos para los tratamientos T3 (T3A, T3B y T3C), los cuales no se reportaron en la tabla presentada. Esto se debe a que las muestras se agotaron al realizar los análisis de grasa que por sí solo, requieren una cantidad alta de muestra para dicho análisis.

Al correlacionar los resultados de acidez titulable con los valores de pH y grados Brix obtenidos en las pruebas anteriores, se puede identificar un patrón coherente: los tratamientos con menor acidez, como T1, también presentan valores de pH más elevados y un contenido moderado de sólidos solubles. Esto indica que la miel de abeja multifloral no solo podría actuar como un moderador de la acidez, sino también como un bioestimulante que favorece el equilibrio entre ácidos y azúcares en el fruto, mejorando así su calidad química y organoléptica. La reducción de la acidez observada en tratamientos como T1 es particularmente relevante porque frutos menos ácidos suelen ser más aceptables para el consumidor y tienen un mejor perfil de sabor, lo que puede mejorar su valor comercial.

| <b>Resultado de acidez titulable</b> |            |            |            |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|
| Tratamiento                          | T0         | T1         | T2         |
| Resultado (1ra rep.)                 | 0,00020112 | 0,00020112 | 0,00026816 |
| Resultado (2da rep.)                 | 0,00026816 | 0,00020112 | 0,00026816 |
| Resultado (3era rep.)                | 0,00046928 | 0,00020112 | 0,00046928 |

**Cuadro 7. Resultado de acidez titulable en calabaza italiana (cucúrbita pepo) con y sin aspersión foliar de miel de abeja multifloral.**

### DETERMINACIÓN DE PROXIMALES

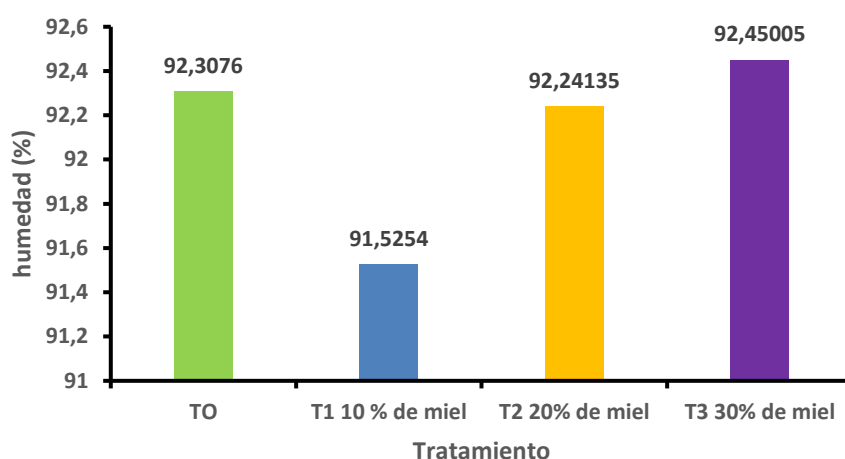
La composición proximal obtenida en la pulpa de calabaza italiana (Cucurbita pepo L.) tratada con diferentes concentraciones de miel de abeja multifloral evidencia cambios significativos en parámetros como humedad, cenizas, proteína, fibra cruda, grasa cruda y carbohidratos. Estos cambios sugieren una influencia de la miel de abeja en el metabolismo del fruto, lo que coincide con estudios que demuestran el papel de los bioestimulantes naturales en cultivos agrícolas.

#### Determinación de Humedad (%)

El contenido de humedad es un parámetro esencial que determina la textura, firmeza y vida poscosecha del fruto. Los resultados muestran que el control (T0) presentó una humedad de 7.7%, mientras que en T1 se incrementó significativamente a 8.48%, lo cual es consistente con la capacidad de la miel para mejorar la absorción y retención de agua

en tejidos vegetales debido a sus propiedades osmóticas (De Souza et al., 2021). La presencia de azúcares simples, como glucosa y fructosa, favorece la absorción de humedad y actúa como fuente de energía para procesos metabólicos (Gómez-Merino y Trejo-Téllez, 2015). Esto podría explicar el incremento observado en T1.

Sin embargo, en T2 (7.7%) y T3 (7.55%), la humedad disminuyó ligeramente, indicando que, a concentraciones más altas, la planta regula la retención de agua en favor de otros procesos metabólicos. Estos resultados coinciden con lo reportado por Navarro et al. (2018), quienes encontraron que el uso excesivo de bioestimulantes naturales puede ocasionar un efecto de saturación osmótica, donde la planta equilibra el contenido hídrico para evitar estrés metabólico.



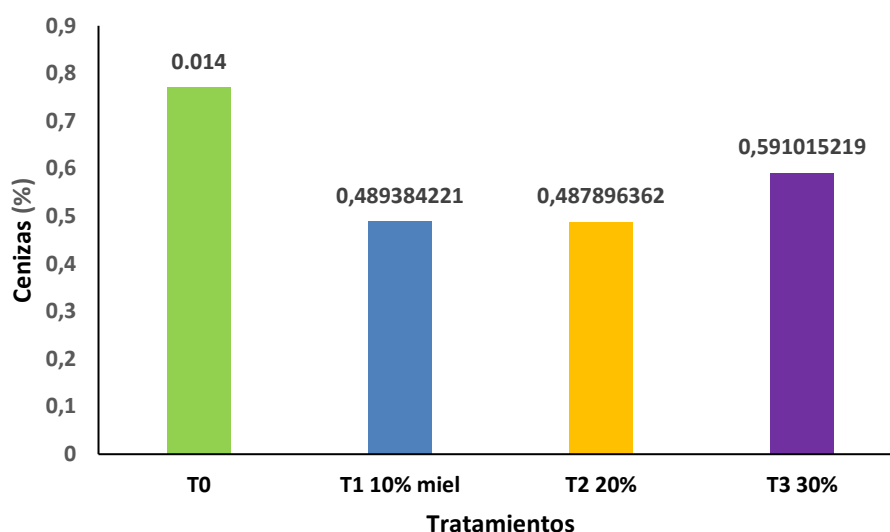
**Figura 5.** Efecto de la aspersión foliar de miel de abeja a 10, 20 y 30% más el control sin miel sobre la determinación del porcentaje de humedad de frutos de calabaza italiana en el Laboratorio de análisis químicos y biológicos del ITESCAM

### **Determinación de Cenizas (%)**

El contenido de cenizas refleja la cantidad de minerales en el fruto. En el control (T0), se obtuvo el valor más alto (9.8%), disminuyendo significativamente en T1 (5.66%) y T2 (6.18%), y recuperándose parcialmente en T3 (7.81%). La reducción en cenizas podría deberse a un efecto dilución, producto del incremento en humedad observado en T1. Esta situación ha sido descrita por Pérez et al. (2020), quienes demostraron que el aumento de humedad en frutos frescos diluye la concentración de minerales presentes en la materia seca.

Por otro lado, el leve incremento en T3 sugiere una recuperación del contenido mineral, probablemente debido a un mejor equilibrio fisiológico en respuesta a las concentraciones más altas de miel. Según Marques et al. (2019), los bioestimulantes naturales pueden

mejorar la absorción de nutrientes y su transporte hacia los órganos de reserva, lo que podría explicar este comportamiento.

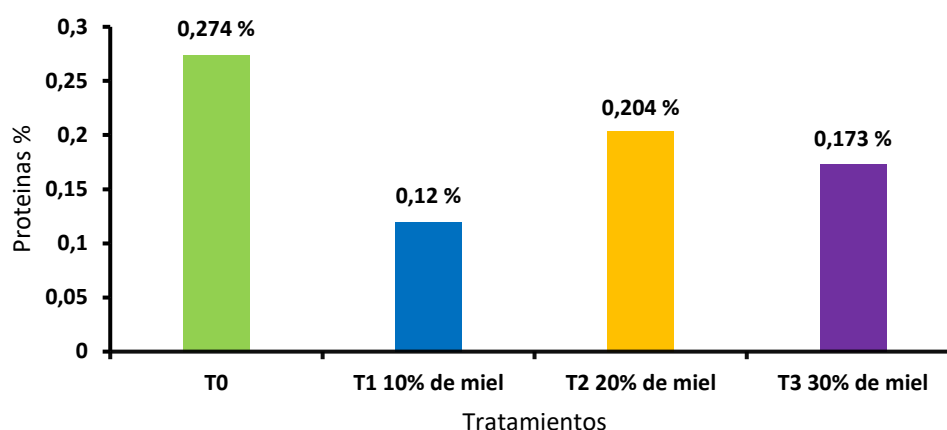


**Figura 6.** Efecto de la aspersión foliar de miel de abeja a 10, 20 y 30% más el control sin miel sobre la determinación de Cenizas de frutos de calabaza italiana en el Laboratorio de análisis químicos y biológicos del ITESCAM

### **Determinación de Proteína (%)**

El contenido proteico disminuyó significativamente con la aplicación de miel de abeja, pasando de 3.5% en el control a 1.41% en T1, con una recuperación parcial en T2 (2.62%) y T3 (2.29%). La reducción en proteínas puede explicarse por una redistribución metabólica donde, en presencia de azúcares aportados por la miel, la planta prioriza la síntesis de carbohidratos en lugar de proteínas. Este fenómeno ha sido reportado por Fernández et al. (2017), quienes señalaron que en cultivos tratados con bioestimulantes ricos en azúcares, la actividad metabólica se enfoca en la acumulación de compuestos energéticos como carbohidratos.

Además, la ligera recuperación en T2 y T3 puede sugerir que, a concentraciones más altas, la planta equilibra su metabolismo, favoreciendo parcialmente la síntesis de proteínas necesarias para funciones estructurales y enzimáticas (Abd El-Mageed et al., 2021).



**Figura 7.** Efecto de la aspersión foliar de miel de abeja a 10, 20 y 30% más el control sin miel sobre la determinación de proteínas de frutos de calabaza italiana en el Laboratorio de análisis químicos y biológicos del ITESCAM

La fibra cruda, un indicador de los componentes estructurales como celulosa y lignina, mostró una reducción drástica en T1 (3.89%) en comparación con el control (26.49%). Este resultado indica que, en bajas concentraciones, la miel de abeja favorece un crecimiento celular más rápido y menos denso, posiblemente debido a la mayor disponibilidad energética aportada por los azúcares presentes en la miel. Según García et al. (2020), los bioestimulantes naturales pueden estimular la expansión celular, reduciendo la síntesis de componentes rígidos como la fibra.

En T2 (15.33%) y T3 (23.31%), el contenido de fibra aumenta, lo que sugiere que mayores concentraciones de miel promueven una mayor síntesis de estructuras celulares, probablemente como una respuesta de la planta para fortalecer sus tejidos y equilibrar el crecimiento celular. Este comportamiento coincide con estudios de Marschner (2012), quien menciona que el metabolismo de celulosa y lignina está relacionado con procesos de maduración y resistencia estructural en frutos.

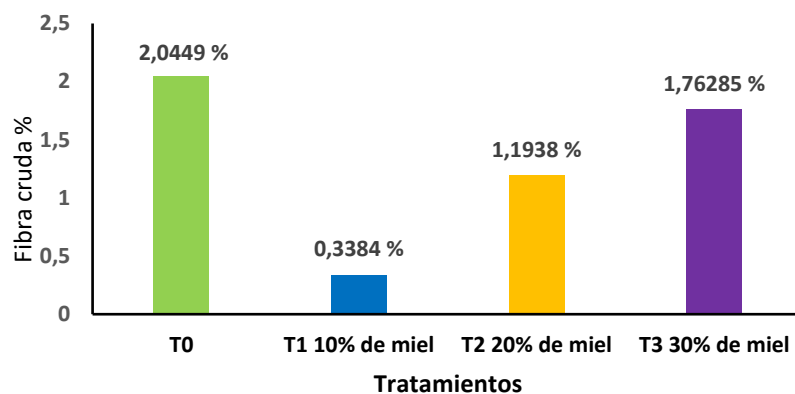


Figura 8. Efecto de la aspersión foliar de miel de abeja a 10, 20 y 30% más el control sin miel sobre la determinación de fibra cruda de frutos de calabaza italiana en el Laboratorio de análisis químicos y biológicos del ITESCAM

### Determinación de Grasa Cruda (%)

El contenido de grasa cruda en el control fue de 6.36%, mientras que los tratamientos T1 (5.07%) y T2 (3.08%) mostraron una reducción significativa. Esta disminución puede explicarse por una redistribución metabólica, donde la planta utiliza la energía aportada por la miel para sintetizar carbohidratos en lugar de lípidos. Estudios de Ali et al. (2018) demuestran que, en condiciones de alta disponibilidad de azúcares, la síntesis de lípidos puede verse reducida en favor de carbohidratos.

No obstante, en T3 (9.53%), el contenido de grasa aumentó notablemente, lo que podría indicar un proceso de acumulación compensatoria en respuesta a las altas concentraciones de miel. Esta acumulación de lípidos podría ser una estrategia de la planta para almacenar energía y fortalecer su metabolismo, como lo señala Chaves et al. (2021) en estudios similares sobre cultivos tratados con azúcares exógenos.

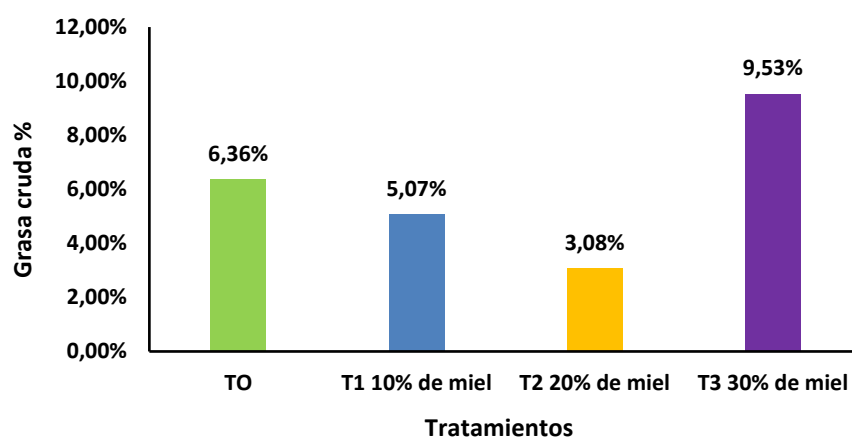


Figura 9. Efecto de la aspersión foliar de miel de abeja a 10, 20 y 30% más el control sin miel sobre la determinación de fibra cruda de frutos de calabaza italiana en el Laboratorio de análisis químicos y biológicos del ITESCAM

### Determinación de Carbohidratos (%)

El contenido de carbohidratos mostró un incremento significativo en T1 (75.49%), disminuyendo a 65.28% en T2 y 49.51% en T3, en comparación con el control (46.15%). El notable incremento en T1 se debe a la asimilación de azúcares aportados por la miel de abeja, que actúan como fuente directa de energía y promueven su almacenamiento en forma de carbohidratos. Según Khan et al. (2020), la aplicación de compuestos ricos en azúcares estimula la actividad fotosintética y la acumulación de reservas energéticas.

A medida que aumenta la concentración en T2 y T3, el contenido de carbohidratos disminuye, posiblemente debido a un efecto de saturación metabólica donde la planta equilibra la síntesis de otros compuestos como fibra y grasa.

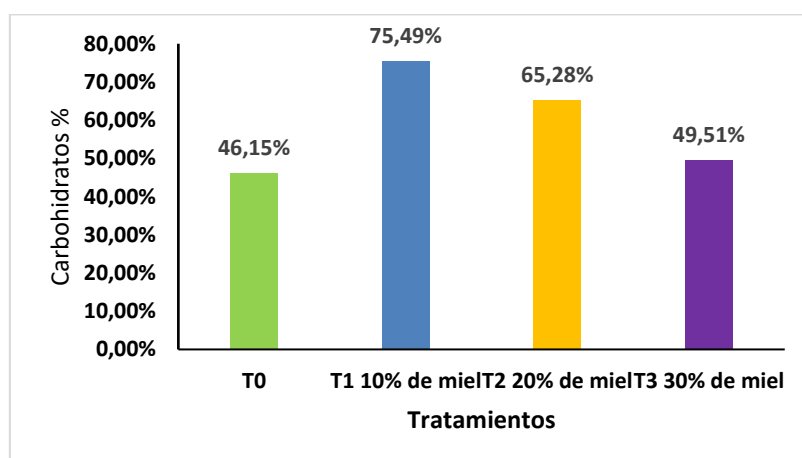


Figura 10. Efecto en el total de carbohidratos en la aspersión foliar de miel de abeja a 10, 20 y 30% más el control sin miel de frutos de calabaza italiana en el Laboratorio de análisis químicos y biológicos del ITESCAM

Conclusión General

En conclusión, la aplicación de miel de abeja multifloral tuvo efectos significativos y dosis-dependientes en la composición proximal de la calabaza italiana. En bajas concentraciones (T1), se observó un incremento notable en humedad y carbohidratos, acompañado de una reducción en fibra y proteínas, lo que sugiere una aceleración del metabolismo energético. En concentraciones mayores (T2 y T3), se presentó un reequilibrio metabólico, con incrementos en fibra cruda, grasa y cenizas, indicando una adaptación fisiológica para fortalecer estructuras celulares y almacenar energía. Estos resultados concuerdan con estudios previos que destacan el potencial de los bioestimulantes naturales en la modulación del metabolismo vegetal (Gómez-Merino y Trejo-Téllez, 2015; Ali et al., 2018).

| PARÁMETROS EVALUADOS |            |            |            |               |               |                 |
|----------------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos         | Humedad %  | Cenizas %  | Proteína % | Fibra Cruda % | Grasa Cruda % | Carbohidratos % |
| T0                   | 7.7± 0.00  | 9.8 ±0.01  | 3.5        | 26.49±0.05    | 6.36±0.03     | 46.15           |
| T1                   | 8.48 ±0.00 | 5.66± 0.07 | 1.41       | 3.89±0.05     | 5.07±0.09     | 75.49           |
| T2                   | 7.7± 1.21  | 6.18± 0.02 | 2.62       | 15.33±0.07    | 2.83±0.05     | 65.28           |
| T3                   | 7.55± 0.20 | 7.81± 0.05 | 2.29       | 23.31±0.04    | 9.53±0.09     | 49.51           |

NOTA: Los datos están expresados en base seca. Se muestran los valores medios (n=3). Letras diferentes en la misma columna indican valores significativamente diferentes (P≤0.05).

Figura 11. parámetros evaluados en calabaza italiana con y sin aspersión foliar de miel de abeja al 10%, 20% y 30%

Comparación entre los tratamientos de parámetros de proximales con y sin aplicación de foliar de miel de abeja multifloral:

Humedad (%)

|              |              |
|--------------|--------------|
| T0 (Control) | 7.7 ± 0.00%  |
| T1           | 8.48 ± 0.00% |
| T2           | 7.7 ± 1.21%  |
| T3           | 7.55 ± 0.20% |

Cuadro 8. Comparación de humedad

La aplicación de miel de abeja incrementó significativamente la humedad en el tratamiento T1, alcanzando 8.48%, en comparación con el control (7.7%). Esto sugiere que la miel, rica en azúcares simples como la fructosa y glucosa, favorece la retención de agua en el tejido vegetal debido a su capacidad osmótica, proporcionando un efecto hidratante. Sin embargo, a medida que la concentración aumenta (T2 y T3), la humedad

tiende a disminuir, lo que puede estar asociado con un reequilibrio metabólico de la planta, priorizando otros procesos, como la síntesis de componentes estructurales (fibra cruda) o carbohidratos.

**Cenizas (%)**

|               |              |
|---------------|--------------|
| T0 (Control): | 9.8 ± 1.00%  |
| T1:           | 5.66 ± 0.07% |
| T2:           | 6.18 ± 0.02% |
| T3:           | 7.81 ± 0.05% |

**Cuadro 9. Comparación de cenizas**

El contenido de cenizas fue notablemente mayor en el control (9.8%), disminuyendo drásticamente en T1 (5.66%) y T2 (6.18%), para recuperarse parcialmente en T3 (7.81%). La disminución en los tratamientos con miel puede explicarse por un efecto de dilución debido al incremento de humedad en T1. Como lo reporta Navarro et al. (2018), un mayor contenido de agua tiende a diluir la concentración de minerales en la materia seca. El incremento en T3 sugiere que, a concentraciones más altas de miel, la absorción y transporte de nutrientes minerales se regulan, logrando un equilibrio en la disponibilidad y minerales.

**Proteína (%)**

|               |       |
|---------------|-------|
| T0 (Control): | 3.5%  |
| T1:           | 1.41% |
| T2:           | 2.62% |
| T3:           | 2.29% |

**Tabla 9. Comparación de proteínas**

El contenido de proteína fue significativamente mayor en el control (3.5%) y disminuyó en los tratamientos con miel, siendo más evidente en T1 (1.41%). Esta reducción puede deberse a un redireccionamiento metabólico, donde la planta, en presencia de azúcares provenientes de la miel, prioriza la síntesis de carbohidratos en lugar de proteínas estructurales o funcionales (Fernández et al., 2017). En T2 (2.62%) y T3 (2.29%), el contenido proteico muestra una recuperación parcial, lo cual podría reflejar un reequilibrio metabólico en respuesta a la mayor concentración de miel.

**Fibra Cruda (%)**

|               |               |
|---------------|---------------|
| T0 (Control): | 26.49 ± 0.05% |
| T1:           | 3.89 ± 0.05%  |
| T2:           | 15.33 ± 0.07% |
| T3:           | 23.31 ± 0.04% |

**Cuadro 10. Comparación de fibra cruda**

La fibra cruda, que representa los componentes estructurales como celulosa y lignina, presentó el valor más alto en el control (26.49%). La aplicación de miel en bajas concentraciones (T1) provocó una reducción drástica a 3.89%, sugiriendo una menor acumulación de tejido estructural debido a un crecimiento celular más rápido y menos denso, promovido por los azúcares presentes en la miel (García et al., 2020). En T2 (15.33%) y T3 (23.31%), el contenido de fibra aumenta nuevamente, indicando una síntesis compensatoria de componentes estructurales a medida que la concentración de miel aumenta, lo cual proporciona mayor resistencia física al fruto.

**Grasa Cruda (%)**

|               |              |
|---------------|--------------|
| T0 (Control): | 6.36 ± 0.03% |
| T1:           | 5.07 ± 0.09% |
| T2:           | 3.08 ± 0.05% |
| T3:           | 9.53 ± 0.09% |

**Cuadro 11. Comparación de grasa cruda**

El contenido de grasa cruda disminuyó en los tratamientos T1 (5.07%) y T2 (3.08%), en comparación con el control (6.36%), lo cual podría deberse a un redireccionamiento de energía hacia la síntesis de carbohidratos. Esto coincide con estudios de Ali et al. (2018), quienes mencionan que la aplicación de azúcares exógenos reduce la acumulación de lípidos en los frutos. En T3 (9.53%), el contenido de grasa aumenta significativamente, lo que puede interpretarse como una reserva energética compensatoria, producto del metabolismo de la planta en respuesta a mayores concentraciones de miel.

### **Carbohidratos (%)**

|               |        |
|---------------|--------|
| T0 (Control): | 46.15% |
| T1:           | 75.49% |
| T2:           | 65.28% |
| T3:           | 49.51% |

**Cuadro 12. Comparación de carbohidratos**

El contenido de carbohidratos mostró un incremento significativo en T1 (75.49%), lo cual sugiere que la miel de abeja, rica en glucosa y fructosa, estimula la acumulación de azúcares en los frutos. Esto coincide con lo reportado por Khan et al. (2020), quienes afirman que los bioestimulantes ricos en azúcares promueven la actividad fotosintética y la acumulación de reservas energéticas en frutos. A medida que la concentración de miel aumenta en T2 (65.28%) y T3 (49.51%), el contenido de carbohidratos disminuye, posiblemente debido a un efecto de saturación metabólica, donde la planta redistribuye sus recursos hacia otros compuestos como la fibra y los lípidos.

### **CONCLUSIÓN COMPARATIVA**

La comparación entre el tratamiento control (T0) y los tratamientos con aplicación de miel (T1, T2 y T3) demuestra que la miel de abeja tiene un efecto modulador sobre los parámetros proximales de la calabaza italiana. En concentraciones bajas (T1), la miel favorece un incremento significativo en humedad y carbohidratos, acompañado de una reducción en fibra, proteínas y grasas, lo cual sugiere un crecimiento más energético y menos estructural. A concentraciones moderadas y altas (T2 y T3), se observa un reequilibrio metabólico, con incrementos en fibra cruda y grasas, mientras que los carbohidratos tienden a disminuir.

Con estos resultados, nos muestran que la capacidad de la miel de abeja para actuar como un bioestimulante natural, optimizando el metabolismo energético y mejorando parámetros de calidad en los frutos. Sin embargo, su efecto es dependiente de la concentración aplicada, mostrando una respuesta adaptativa del fruto que equilibra la síntesis de componentes estructurales y energéticos.

## **Análisis de resultados no esperados en la composición proximal de la pulpa de la calabaza italiana**

### **Reducción Marcada del Contenido de Fibra Cruda en T1**

Uno de los resultados más inesperados fue la drástica disminución del contenido de fibra cruda en el tratamiento T1 ( $3.89 \pm 0.05\%$ ), en comparación con el control ( $T0 = 26.49 \pm 0.05\%$ ). De acuerdo con estudios previos sobre bioestimulantes naturales, como los realizados por García et al. (2020), se esperaba que la aplicación de miel promoviera un incremento moderado en los componentes estructurales, como celulosa y lignina, debido a la estimulación metabólica general que estos compuestos ejercen en la planta.

Sin embargo, la marcada reducción de fibra en T1 podría explicarse por un efecto metabólico inicial, donde la planta, en presencia de azúcares simples aportados por la miel, prioriza la expansión celular rápida y el crecimiento energético, relegando temporalmente la síntesis de componentes estructurales. Esta tendencia ha sido observada en cultivos tratados con azúcares exógenos, los cuales promueven un crecimiento vegetativo menos denso debido al redireccionamiento de los recursos metabólicos hacia la acumulación de carbohidratos solubles (Fernández et al., 2017).

### **Incremento Inesperado del Contenido de Grasa Cruda en T3**

Otro resultado no esperado fue el incremento significativo del contenido de grasa cruda en el tratamiento T3 ( $9.53 \pm 0.09\%$ ), en comparación con los tratamientos T1 y T2, que presentaron valores más bajos (5.07% y 3.08%, respectivamente). Teóricamente, se esperaba una disminución progresiva en los lípidos a medida que aumentaba la concentración de miel, debido a la competencia metabólica entre la síntesis de carbohidratos y lípidos en respuesta a los azúcares exógenos (Ali et al., 2018).

El aumento observado en T3 puede interpretarse como una estrategia compensatoria de la planta para almacenar energía en forma de lípidos, una respuesta adaptativa ante el exceso de recursos energéticos aportados por la miel de abeja en altas concentraciones. Este fenómeno ha sido reportado por Chaves et al. (2021), quienes encontraron que las plantas sometidas a una alta disponibilidad de azúcares tienden a redirigir su metabolismo hacia la síntesis y acumulación de lípidos como reserva energética.

### **Reducción del Contenido de Proteína en Todos los Tratamientos con Miel**

Un comportamiento inesperado fue la disminución generalizada del contenido de proteínas en todos los tratamientos con miel ( $T1 = 1.41\%$ ,  $T2 = 2.62\%$  y  $T3 = 2.29\%$ )

respecto al control ( $T_0 = 3.5\%$ ). Este resultado contrasta con estudios donde los bioestimulantes naturales han sido reportados como promotores de la síntesis de proteínas debido a su contenido de nutrientes y compuestos bioactivos (Abd El-Mageed et al., 2021).

La reducción del contenido proteico podría deberse a un efecto de dilución metabólica, donde la planta prioriza la síntesis de carbohidratos como fuente inmediata de energía, relegando la producción de proteínas. Además, la alta disponibilidad de azúcares simples provenientes de la miel podría interferir con la síntesis de aminoácidos, al desviar recursos hacia rutas metabólicas relacionadas con el almacenamiento de reservas energéticas (Khan et al., 2020).

### **Oscilación del Contenido de Cenizas en los Tratamientos**

El comportamiento del contenido de cenizas mostró una tendencia inesperada, con una disminución significativa en  $T_1$  (5.66%) y  $T_2$  (6.18%), seguida de una recuperación parcial en  $T_3$  (7.81%), en comparación con el control (9.8%). La disminución inicial en  $T_1$  y  $T_2$  contradice la idea de que los bioestimulantes favorecen la absorción de minerales por parte de la planta (Marques et al., 2019).

Una posible explicación podría estar relacionada con el efecto dilución observado en la humedad de los frutos, especialmente en  $T_1$ , donde el incremento en el contenido de agua podría reducir la concentración relativa de minerales en la materia seca (Pérez et al., 2020). En  $T_3$ , la recuperación del contenido de cenizas puede deberse a una absorción más eficiente de minerales en respuesta a las concentraciones más altas de miel, favoreciendo el transporte y acumulación de nutrientes hacia los tejidos del fruto.

### **Implicaciones prácticas de los resultados obtenidos**

**Uso de Miel de Abeja como Bioestimulante Natural:** Los resultados muestran que la aplicación de miel de abeja multifloral, especialmente en concentraciones bajas a moderadas ( $T_1$  y  $T_2$ ), puede actuar como un bioestimulante natural al favorecer la retención de humedad, el aumento de carbohidratos y una reducción controlada de fibra cruda en los frutos. Esto es relevante porque:

**Mejor calidad del fruto:** Un mayor contenido de carbohidratos (75.49% en  $T_1$ ) y humedad contribuye a obtener frutos más dulces y jugosos, características que los hacen más atractivos para el consumo fresco y mercados especializados.

Crecimiento equilibrado: La reducción de fibra cruda en concentraciones bajas (T1) sugiere que los frutos tienden a ser menos densos y más tiernos, mejorando su textura y aceptabilidad para los consumidores.

Alternativa natural y sustentable: La miel de abeja puede reemplazar bioestimulantes químicos comerciales, ofreciendo una opción ecológica y sostenible, alineada con las prácticas de agricultura orgánica.

### **Optimización de las Concentraciones de Miel Aplicada**

Los resultados evidencian que la respuesta del fruto depende directamente de la concentración de miel aplicada. En bajas concentraciones (T1), se maximizan los beneficios, mientras que en concentraciones más altas (T3), se observan comportamientos compensatorios, como el aumento de grasa cruda y fibra. Esto tiene las siguientes implicaciones:

Los agricultores deben optimizar la dosis y frecuencia de aplicación de miel de abeja para obtener los máximos beneficios en términos de calidad y rendimiento.

Aplicaciones moderadas de miel pueden ser implementadas en etapas tempranas del desarrollo del fruto para favorecer la acumulación de carbohidratos y agua, logrando frutos más jugosos.

Las altas concentraciones podrían reservarse para momentos específicos, como etapas de maduración final, donde se prioriza la acumulación de fibra cruda o grasas, lo cual puede mejorar la vida útil y resistencia física del fruto durante el transporte y almacenamiento.

### **Reducción de Insumos Sintéticos y Mejora de la Sustentabilidad**

El uso de miel de abeja como bioestimulante representa una alternativa natural a fertilizantes sintéticos y reguladores de crecimiento artificiales, lo que puede reducir los costos económicos y ambientales de la producción agrícola. Las implicaciones son:

Reducción de químicos: La miel aporta nutrientes y azúcares simples que pueden estimular la planta de forma natural, disminuyendo la dependencia de insumos sintéticos que pueden ser contaminantes.

Mejor aceptación en mercados orgánicos: La implementación de miel en cultivos posiciona el producto como parte de la agricultura sustentable, un valor añadido para

mercados de alto valor, como los productos orgánicos y aquellos con certificación ecológica.

Cuidado del suelo y ambiente: Al ser un producto natural, la miel no afecta negativamente el microbiota del suelo ni genera residuos tóxicos, promoviendo prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente.

### **Mejora en la Vida Postcosecha y Comercialización**

Los resultados obtenidos sugieren que la aplicación de miel puede influir en parámetros clave, como humedad, fibra y grasa crudas, lo cual tiene un impacto directo en la durabilidad y calidad postcosecha de la calabaza:

El incremento en fibra cruda observado en T3 proporciona frutos más resistentes, lo cual es ventajoso para transporte y almacenamiento, reduciendo las pérdidas poscosecha.

El mayor contenido de carbohidratos en frutos tratados con miel mejora su sabor y dulzura, características que incrementan su valor comercial, especialmente en mercados gourmet o para consumo directo.

La variación en el contenido de grasa cruda en altas concentraciones (T3) sugiere que los frutos pueden tener mayor estabilidad energética, lo que podría contribuir a una mayor vida útil en almacenamiento.

### **Diversificación y Valor Agregado en la Producción**

La aplicación de miel de abeja no solo mejora la calidad del fruto, sino que también permite a los agricultores diferenciar sus productos en el mercado. Las calabazas tratadas con miel podrían ser promocionadas como un producto con valor agregado, destacando sus beneficios:

Productos etiquetados como naturales y enriquecidos con miel pueden captar la atención de consumidores interesados en alimentos más saludables y sostenibles.

El uso de miel en la producción ofrece una historia de valor para el consumidor, conectando la producción agrícola con prácticas tradicionales y naturales.

La implementación de miel puede formar parte de un sistema integrado de producción, donde los apicultores y agricultores colaboren para generar beneficios económicos compartidos.

### **Transferencia Tecnológica y Capacitación**

Los resultados obtenidos en esta investigación pueden servir como base para la capacitación de agricultores en el uso de bioestimulantes naturales, como la miel de abeja. Esto incluye:

Talleres y capacitaciones sobre la dosis óptima y las técnicas de aspersión foliar para garantizar la eficacia del tratamiento.

Desarrollo de manuales de buenas prácticas agrícolas (BPA) que incluyan recomendaciones precisas para la implementación de miel en cultivos de calabaza y otros frutos.

Promoción de proyectos de transferencia tecnológica, especialmente en zonas rurales donde los agricultores puedan acceder a alternativas naturales y de bajo costo.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusión general:**

Esta investigación es un aporte innovador y relevante para el desarrollo de una agricultura más sostenible, centrándose en el uso de miel de abeja multifloral como fertilizante foliar en el cultivo de calabaza italiana (*Cucurbita pepo*). Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de miel, particularmente en una concentración del 20%, tiene un impacto positivo en la calidad fisicoquímica y proximal del fruto. Este tratamiento permitió mantener parámetros óptimos como el contenido de humedad, mejoró el porcentaje de fibra cruda y equilibró valores importantes como el pH y la acidez titulable, todos ellos determinantes para la calidad del producto.

El uso de miel como biofertilizante no solo contribuye a mejorar la calidad de los frutos, sino que también promueve prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente al reducir la dependencia de fertilizantes químicos. Este enfoque resulta especialmente valioso para pequeños y medianos productores que buscan alternativas sostenibles y económicamente viables. Además, la miel de abeja, al ser rica en nutrientes esenciales y compuestos bioactivos, no solo estimula el desarrollo de la planta, sino que también beneficia la estructura del suelo, favoreciendo su conservación y mejorando su productividad a largo plazo.

Aunque los resultados de este estudio son prometedores, es importante reconocer las limitaciones encontradas. Factores como las condiciones ambientales y la variabilidad en la composición de la miel pudieron haber influido en algunos de los resultados obtenidos. Además, no se evaluó la interacción de la miel con plagas o enfermedades, lo que deja abierta la posibilidad de realizar investigaciones futuras que aborden estos aspectos. Esto no resta mérito al trabajo realizado, sino que subraya la necesidad de seguir explorando el potencial de estas alternativas naturales.

#### **Factores que pudieron haber influido en los resultados**

Durante la producción de la calabaza italiana en el huerto experimental se llegó a identificar diversos posibles factores que pudieron influir en los resultados obtenidos, tanto en los análisis proximales como en los fisicoquímicos. A continuación, se describen estas limitaciones, clasificadas según su origen, con el objetivo de ofrecer un análisis crítico y transparente.

### **Factores Ambientales**

Condiciones climáticas: Cambios en la temperatura, humedad relativa y radiación solar durante el periodo de cultivo pudieron impactar el metabolismo de las plantas y, en consecuencia, la composición de los frutos. Estas condiciones pueden haber variado entre días o semanas, afectando de manera heterogénea a las muestras.

Precipitaciones inesperadas: Lluvias excesivas o períodos de sequía pudieron diluir o limitar la absorción de los compuestos provenientes de la aspersión foliar de la miel.

Calidad del suelo: Aunque se consideró homogéneo, pequeñas variaciones en la composición de nutrientes del suelo o en la capacidad de retención de agua pudieron afectar el crecimiento de las plantas y su respuesta al tratamiento.

### **Factores Relacionados con la Miel de Abeja**

La calidad y manejo de la miel utilizada representan una fuente importante de variabilidad:

Composición natural de la miel multifloral: Al ser un producto natural, su composición varía dependiendo de las flores de origen, lo que puede haber generado diferencias en la cantidad de azúcares, minerales y compuestos bioactivos disponibles para las plantas.

Dosificación y uniformidad: La aplicación manual de la aspersión puede haber presentado variaciones en la cantidad de miel depositada en cada planta, lo que afectaría la homogeneidad de los resultados.

### **Factores propios de la planta**

El comportamiento biológico de las plantas también es un elemento de influencia:

Estado de maduración: La etapa de desarrollo del fruto al momento de la cosecha podría haber influido en los resultados fisicoquímicos, como el contenido de azúcares, humedad y fibra.

Tolerancia a la aspersión foliar: Algunas plantas pueden haber mostrado una mayor o menor tolerancia al tratamiento, afectando su fisiología y composición.

### **Limitaciones del Diseño Experimental**

El diseño y la implementación del estudio también presentaron restricciones que pudieron influir en los resultados:

Tamaño de muestra reducido: El número limitado de plantas y frutos analizados podría no ser completamente representativo de la población total, ya que solo se tomaron algunos ejemplares que mostraron mejor calidad del fruto de cada tratamiento.

Duración del estudio: El tiempo de evaluación podría no haber sido suficiente para observar ciertos efectos a largo plazo de la aspersión foliar de miel.

### **Limitaciones en los Métodos Analíticos**

Los procedimientos utilizados para la evaluación fisicoquímica y proximal también presentan fuentes de variabilidad:

Precisión de los instrumentos: Los equipos utilizados para medir grados Brix, contenido de humedad, proteínas, grasas y otros parámetros pueden tener un margen de error que influye en los resultados obtenidos, el estudio pudo haber alcanzado resultados más precisos si se empleara instrumentos más sensibles en la lectura de datos de cada muestra.

Almacenamiento de las muestras: las muestras fueron almacenadas en congelación y posterior a eso a descongelación para realizar los diferentes análisis, este proceso se repitió constantemente, esto pudo haber influido en la calidad de la pulpa de calabaza y por consecuencia la alteración de algunos resultados.

### **Factores Externos No Controlados**

Presencia de plagas o enfermedades: Aunque se implementaron medidas de control, estas pudieron generar estrés en las plantas y alterar su composición química.

### **Proyecciones a futuro del estudio:**

El presente estudio ha permitido establecer las bases para comprender los efectos de la aspersión foliar con miel de abeja multiflora sobre las propiedades fisicoquímicas y proximales de la calabaza italiana. Sin embargo, aún quedan aspectos importantes por abordar que podrían complementar y ampliar el conocimiento generado. Una de las principales líneas de investigación futura se centra en el análisis de los compuestos antioxidantes, los cuales no fueron evaluados en este trabajo. Estos compuestos son esenciales por su capacidad para combatir el estrés oxidativo y promover la salud humana, lo que abre múltiples posibilidades para profundizar en su estudio.

En primer lugar, se propone realizar investigaciones que determinen y cuantifiquen los antioxidantes presentes en las calabazas tratadas con miel de abeja multifloral. Estos estudios podrían centrarse en compuestos clave como flavonoides, polifenoles, carotenoides y vitamina C, los cuales han demostrado propiedades beneficiosas para la salud. Además, sería relevante comparar los niveles de antioxidantes entre calabazas tratadas con miel y aquellas cultivadas de manera convencional o sin tratamiento, con el fin de evaluar si la aspersión foliar promueve una mayor acumulación de estos compuestos.

Otro aspecto importante sería explorar cómo interactúan los procesos metabólicos de las plantas con el tratamiento aplicado. En este sentido, sería interesante investigar si la aspersión foliar con miel de abeja reduce el estrés oxidativo en las plantas, lo que podría estimular la síntesis de antioxidantes de forma indirecta. Adicionalmente, el impacto del tratamiento sobre el metabolismo secundario de la calabaza podría ser una línea de investigación valiosa, ya que muchos compuestos secundarios, como los mencionados flavonoides y polifenoles, poseen propiedades antioxidantes significativas.

Para abordar estos temas, sería necesario desarrollar y aplicar metodologías analíticas avanzadas. Por ejemplo, la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) podría ser utilizada para identificar y cuantificar de manera precisa los compuestos antioxidantes presentes en las calabazas. Asimismo, los análisis espectrofotométricos, como los ensayos DPPH, ABTS o FRAP, permitirían medir la capacidad antioxidante total de los frutos, proporcionando una visión integral de su perfil antioxidante.

Además, los resultados obtenidos podrían tener aplicaciones prácticas en la industria alimentaria. Las calabazas tratadas con miel de abeja multifloral podrían ser utilizadas en el desarrollo de alimentos funcionales, que no solo ofrezcan propiedades nutricionales, sino también beneficios antioxidantes para los consumidores. Por otro lado, sería interesante evaluar si los antioxidantes presentes en estos frutos contribuyen a prolongar su frescura y calidad durante el almacenamiento, lo que también beneficiaría su comercialización.

Finalmente, sería valioso investigar las propiedades de la miel de abeja multifloral utilizada en este tratamiento. Analizar su perfil antioxidante ayudaría a comprender mejor el mecanismo por el cual podría estar influyendo en las propiedades de las calabazas. Asimismo, optimizar las condiciones del tratamiento, como la concentración de miel, la

frecuencia de aplicación y la etapa de desarrollo de la planta, podría maximizar los beneficios observados, tanto en términos de antioxidantes como de otros compuestos bioactivos.

### **Costo-beneficio del uso de miel comparado con fertilizantes químicos**

El uso de miel de abeja multifloral como tratamiento agrícola mediante aspersión foliar se presenta como una alternativa natural y sostenible frente a los fertilizantes químicos convencionales. Este análisis de costo-beneficio explora las implicaciones económicas, sociales y ambientales de ambas prácticas, considerando tanto el costo inicial como los beneficios a corto y largo plazo.

En términos de costos, la miel de abeja multifloral tiene un precio inicial más elevado, influenciado por factores como la región, la temporada y su calidad. En aplicaciones agrícolas, se utiliza en bajas concentraciones, lo que optimiza su uso y reduce el costo por hectárea. Además, la miel es un producto natural y biodegradable que no genera residuos tóxicos ni afecta negativamente al medio ambiente, convirtiéndola en una opción atractiva para sistemas agrícolas sostenibles (Asemiel, n.d.).

Por otro lado, los fertilizantes químicos son más accesibles económicamente y su aplicación puede generar respuestas rápidas en los cultivos, especialmente cuando se presentan deficiencias nutricionales severas. Sin embargo, su uso conlleva costos ocultos a largo plazo, como la degradación del suelo, la acidificación y la contaminación de fuentes de agua debido a la lixiviación. Estos impactos negativos no solo afectan al medio ambiente, sino que también incrementan la dependencia de los agricultores a insumos sintéticos, elevando los costos de producción en ciclos futuros (SciELO, 2017).

En términos de beneficios, la miel de abeja multifloral contiene azúcares, enzimas y compuestos bioactivos que pueden estimular el metabolismo de las plantas y mejorar la calidad de los frutos. Su uso permite diferenciar los productos agrícolas tratados, aumentando su valor comercial en mercados que priorizan alimentos naturales y sostenibles. Por ejemplo, los cultivos tratados con miel podrían obtener certificaciones orgánicas, accediendo a mercados premium con precios más altos. Además, la aplicación de miel contribuye a la conservación del suelo y promueve la biodiversidad, factores esenciales para la sostenibilidad agrícola (API Natura, n.d.).

En contraste, los fertilizantes químicos ofrecen la ventaja de maximizar los rendimientos en menor tiempo. Sin embargo, sus impactos negativos a largo plazo, como la contaminación de ecosistemas acuáticos y la pérdida del microbiota del suelo, representan un costo ambiental significativo. Estos efectos adversos pueden afectar tanto la salud del ecosistema como la viabilidad económica de los sistemas agrícolas que dependen exclusivamente de insumos químicos (SciELO, 2017).

## ANEXOS:

**Selección de los mejores ejemplares de cada tratamiento:** este procedimiento se llevó a cabo realizando un método de selección el cual implicaba observar el tamaño homogéneo, mal formaciones y por maduración.



Figura 12. selección de ejemplares. fuente: propia del autor.

## Resguardo de la materia prima:

Como se mencione anteriormente, todas las calabazas de cada tratamiento fueron embolsadas en bolsas ziploc y etiquetadas con sus respectivos nombres para evitar confusión en futuros análisis, por último, fueron resguardadas en refrigeración.



Figura 13. resguardo de la materia prima. fuente: propia del autor.

### Determinación de humedad en frutos de papaya:



Figura 14. análisis de proximales. fuente: propia del autor.

## BIBLIOGRAFÍAS

Ambientum. (s.f.). El daño de los fertilizantes químicos a los suelos. Recuperado el 15 de diciembre de 2024, de <https://www.ambientum.com/ambientum/suelo/dano-provocan-los-fertilizantes-quimicos-a-los-suelos.asp>.

Antropocene. (2023). Cucurbita pepo: Sistemática, Etimología, Hábitat, Cultivo.... Recuperado de <https://antropocene.it/es/2023/01/07/cucurbita-pepo-3/>

Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología (CONACYT). (s.f.). Consecuencias ambientales de la fertilización química. Recuperado el 15 de diciembre de 2024, de [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F27059%2F1%2FConsecuencias\\_ambientales\\_de\\_la\\_aplicacion\\_de\\_fertilizantes.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F27059%2F1%2FConsecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf)

Cruz Romero, W., Barrios Díaz, J. M., Rodríguez Mendoza, M. de las N., & Espinoza Victoria, D. (2016). Producción de plántulas de hortalizas con Azospirillum sp. y aspersión foliar de miel de abeja. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(1), 59-70. Recuperado el 15 de diciembre de 2024, de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000100059&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000100059&script=sci_arttext)

Kunak Air. (2024). Contaminación por fertilizantes y su impacto en la calidad del aire. Recuperado el 15 de diciembre de 2024, de <https://kunakair.com/es/contaminacion-de-la-industria-de-fertilizantes-y-su-impacto-en-la-calidad-del-aire>

Montes Hernández, S., & Eguiarte, L. E. (2002). Diversidad y distribución de calabazas (Cucurbita spp.) en México. Revista Fitotecnia Mexicana, 25(1), 1-9. Recuperado de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802002000100001&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802002000100001&script=sci_arttext)

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (s.f.). Fertilizantes: desafíos y soluciones para proteger el planeta. Recuperado el 15 de diciembre de 2024, de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/fertilizantes-desafios-y-soluciones-para-proteger-nuestro-planeta>

Rössel Kipping, D., Ortiz Laurel, H., Amante Orozco, A., Durán García, H. M., & López Martínez, L. A. (2018). Calidad en cultivos de calabaza: Factores que influyen en la producción y características organolépticas. *Revista Agronómica*.

Ruelas Monjardín, L. M., Valdivia Bernal, R., & López Martínez, V. (2015). Diversidad morfológica de especies cultivadas de calabaza en Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(8), 1845-1858. Recuperado de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000801845&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000801845&script=sci_arttext)

SciELO. (2017). Impacto de los fertilizantes químicos en la contaminación del agua y suelo. Recuperado de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2395-87152017000100045&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2395-87152017000100045&script=sci_arttext)

Smart&Final. (s.f.). Calabaza Italiana. Recuperado el 15 de diciembre de 2024, de <https://www.smartnfinal.com.mx/calabaza-italiana-covilli/>