



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

Evaluación del rendimiento y procesamiento del cultivo de Tonkua (*Benincasa hispida* Thunb), bajo tres volúmenes de riego por goteo de botones, UNA, Managua, Nicaragua 2021

#### Autores

Br. Kevin Antonio Herrera Pineda  
Br. Jefferson Zeledón Mairena

#### Asesores

Ing. MSc. Hellen Ruth Ramírez Velázquez  
Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales

Managua, Nicaragua  
Diciembre, 2021



“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

Evaluación del rendimiento y procesamiento del cultivo de Tonkua (*Benincasa hispida* Thunb), bajo tres volúmenes de riego por goteo de botones, UNA, Managua, Nicaragua 2021

#### Autores

Br. Kevin Antonio Herrera Pineda  
Br. Jefferson Zeledón Mairena

#### Asesores

Ing. MSc. Hellen Ruth Ramírez Velázquez  
Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales

Presentado a la consideración del honorable comité  
evaluador como requisito final para optar al grado de  
Ingeniero Agrónomo

**Managua, Nicaragua**  
**Diciembre, 2021**

## Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

***Ingeniero Agrónomo***

---

Miembros del Tribunal Examinador

---

Presidente (MSc. Jorge Gómez  
Martínez)

Secretario (MSc. Mercedes  
Ordoñez)

Vocal (MSc. Norland Méndez)

Lugar y Fecha: Sala Magna de la Facultad de Agronomía, 10 de diciembre 2021

---

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a mi familia en especial a mi papá Francisco Herrera Sánchez quien me animo a seguir mis estudios y cumpliera mis sueños; a mi mamá Alba Nubia Pineda Izaguirre por todo el apoyo brindado durante mi trayectoria dentro y fuera de la universidad, a mis hermanos por su contribución de una u otra manera.

**Br. Kevin Antonio Herrera Pineda**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico principalmente a Dios todo poderoso, porque sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible, por haberme permitido la vida, salud y el entendimiento así de igual manera darme las fuerzas para no desistir en el transcurso de este periodo de formación profesional, por su gracia y misericordia me ha concedido cumplir con mi objetivo.

A mis amados padres, Francisco Zeledón Córdoba y Santos Sabina Mairena Reyes, por brindarme su incondicional apoyo para cumplir mis metas, ellos siempre estuvieron para mí, en los malos y buenos momentos transcurridos en esta etapa de mi vida. A mis hermanos que demostraron su disponibilidad y contribución para lograr ser una persona de bien.

**Br. Jefferson Zeledón Mairena**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecer a Dios por permitirme llegar a la recta final de mi carrera universitaria, él es quien nos permite la vida y las oportunidades de salir adelante, agradezco a mi familia que me ha instado a seguir creciendo profesionalmente en especial a mi mamá por ese apoyo incondicional día a día. A todos los profesores que han venido enriqueciendo mis conocimientos en mi trayectoria de preparación, desde la primaria hasta la universidad, en principal a mis asesores y acompañante de tesis. Agradezco a todos los compañeros de clases, en especial a Francis Karina Arévalo Martínez, Kevin Kalixto Hidalgo Castellón, Santos Rafael Álvarez Morales y Carlos Alfredo García Salazar, amistades que creyeron y me apoyaron de una u otra manera.

**Br. Kevin Antonio Herrera Pineda**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todo poderoso por nunca desampararme y ayudar a ser siempre perseverante hasta lograr cada una de las metas propuestas, dándome salud, sabiduría y entendimiento y por hacer posible culminar esta etapa de preparación profesional.

Agradezco a mi familia principalmente a mis padres y hermanos que siempre confiaron en mí y estuvieron para apoyarme en diferentes momentos; siempre les estaré agradecido. A Heyzell Fernanda obregón por sus ánimos y buenas vibras para conmigo y su apoyo siempre.

Agradezco a mis amistades y compañeros de clase que a pesar de tener altos y bajos siempre salimos adelante con su apoyo moral. A cada uno de los docentes que aportaron con su aprendizaje y paciencia a mi desarrollo profesional. Agradezco también a mis asesores de tesis por el acompañamiento durante el desarrollo de este trabajo investigativo brindándome la atención necesaria para culminar este trabajo. A mi compañero de tesis que entre ambos nunca desistimos hasta lograr lo propuesto.

**Br. Jefferson Zeledón Mairena**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	iv
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	v
<b>RESUMEN</b>	vi
<b>ABSTRACT</b>	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	4
3.1. Generalidades del cultivo	4
3.2. Características edafoclimáticas las que se adapta el cultivo	5
3.3. Zonas productoras en Nicaragua	5
3.4. Estudios realizados	6
3.5. Importancia del riego por goteo en el cultivo	6
<b>IV. MATERIALES Y METODOS</b>	9
4.1. Ubicación del estudio	9
4.2. Diseño metodológico	10
4.3. Descripción de los tratamientos	10
4.3.1. Método de cálculo para riego por botones	11
4.4. Manejo agronómico	13
4.4.1. Establecimiento de semillero	13
4.4.2. Preparación del suelo	13
4.4.3. Construcción de la enramadas	14
4.4.4. Siembra	14
4.4.5. Distancia entre plantas	14
4.4.6. Preparación de hamacas para los frutos	14
4.4.7. Control de plagas	15
4.4.8. Control de malezas	15
4.4.9. Cosecha	15
4.5. Preparación de la confitura de la pulpa del fruto de tonkua	16
4.5.1. Proceso para la elaboración de la confitura de tonkua	16
4.6. Variables evaluadas	17
4.6.1. Longitud del fruto (cm)	17
4.6.2. Diámetro del fruto (cm)	17
4.6.3. Peso del fruto (kg)	17
4.6.4. Valor agregado de la confitura de tonkua	17
4.7. Recolección de los datos	18
4.8. Análisis de la información	18
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	19
5.1. Variables de rendimiento	19
5.2. Calidad y valor agregado de la confitura de Tonkua	21

---

5.3.	Conocimiento del fruto y confitura del Tonkua	22
5.4.	Preferencia del tipo de preparación	23
5.5.	Aspectos sensoriales de la confitura	24
5.6.	Calificación de la confitura	24
5.7.	Presentaciones de la confitura de tonkua	25
5.8.	Precio a pagar por la confitura	25
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	27
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	28
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	29
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS</b>	31

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Distribución de láminas de riego en las diferentes fases del cultivo de Tonkua	10
2	Materiales y equipos para la preparación de la confitura de tonkua	15
3	Rendimiento por bloques en cada una de las laminas de riego	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Funcionamiento del riego de goteo por botones	8
2.	Condiciones climáticas en el área de estudio. Estación meteorológica Aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino (INETER, 2019)	9
3.	Botón de riego por gotero	11
4.	Estratos consultados dentro de la muestra poblacional	22
5.	Personas que conocen del fruto	22
6.	Personas que conocen de la confitura	22
7.	Preferencia del tipo de preparación	23
8.	Selección por los aspectos organolépticos de la confitura	24
9.	Calificación de la confitura de Tonkua	24
10.	Preferencia de la presentación de la confitura de Tonkua	25
11.	Precio a pagar por la confitura de Tonkua	25

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Plano de campo utilizado en el estudio	31
2.	Puesta de semillero	32
3.	Semillero en bolsa de plástico para estimular la germinación de las semillas.	32
4.	Plántulas germinadas	32
5.	preparación de área de estudio	32
6.	Instalación del riego por goteo	32
7.	Prueba de presión del riego	32
8.	Construcción de enramada	33
9.	Aparición de los primeros frutos	33
10.	Elaboración de hamacas para los frutos	33
11.	Cosecha del fruto de Tonkua	33
12.	Peso del fruto	33
13.	Separación de la pulpa del fruto	33
14.	Cocción del fruto	34
15.	Confitura de tonkua	34
16.	Levantamiento de encuesta y degustación de la confitura de tonkua	34
17.	CROPWAT y CLIMWAT	34
18.	Ejemplo de cálculo sobre el requerimiento de riego	35
19.	Cálculo de riego por cada tratamiento según las etapas fenológicas del cultivo	36
20.	Cálculo de riego en litros para cada tratamiento durante todo el periodo del cultivo por bloques y hectárea	36
21.	Encuesta aplicada	37

## RESUMEN

El cultivo de Tonkua (*Benincasa hispida* Thunb), pertenece a la familia de las cucurbitáceas. Es producido principalmente en el departamento de Chinandega, Nicaragua. Dicha familia comprende alrededor de 118 géneros y 825 especies, muchas son originarias del continente americano. El sistema de riego presenta diversas ventajas desde el punto de vista agronómico, técnico y económico; derivados de un uso más eficiente de agua y mano de obra. El objetivo del estudio consistió en evaluar el efecto de tres volúmenes de riego por goteo de botones en el rendimiento del cultivo de Tonkua y calificar mediante la aplicación de encuesta, dos tipos de preparación de confitura de Tonkua aprovechando el valor agregado de la pulpa del fruto. Se estableció en un diseño de bloques completos al azar, divididas en tres repeticiones con tres volúmenes de riego, mínimo, medio y máximo. Se evaluaron las variables de rendimiento, longitud, diámetro, peso del fruto y la aceptación de la confitura de la pulpa, los resultados se analizaron en el programa estadístico Infostat, utilizando la prueba de rango múltiple DUNCAN y análisis de encuestas en SPSS. El T2 y T3 obtuvieron diferencia significativa en comparación al tratamiento T1 sobre el rendimiento el cual fue de 28 650 kg ha<sup>-1</sup> recomendando el T2 por reducción de mano de obra, tiempo, recursos económicos y naturales , la confitura de Tonkua preparada la pulpa con el menor tiempo de exposición en agua de cal fue la más aceptada y catalogada como excelente por su mejor, sabor, olor y textura por parte de la población encuestadas, afirmando alrededor del 50 % que sí conoce la fruta de Tonkua. Además, en los precios por diferentes presentaciones de contenido de confitura el 20.5 % de la muestra poblacional está dispuesto a pagar de C\$ 20 a 30 por 100 g.

**Palabras clave:** Láminas de riego, agronómico, técnico, económico, preparación, efecto.

## ABSTRACT

The cultivation of Tonkua (*Benincasa hispida* Thunb), belongs to the family of cucurbits. It is produced mainly in the department of Chinandega, Nicaragua. This family comprises about 118 genera and 825 species, many of which are native to the Americas. The irrigation system has several advantages from the agronomic, technical and economic point of view; derived from a more efficient use of water and labor. The objective of the study was to evaluate the effect of three volumes of button drip irrigation on the yield of the Tonkua crop and to qualify by applying survey, two types of Tonkua jam preparation taking advantage of the added value of the fruit pulp. It was established in a design of random complete blocks, divided into three repetitions with three volumes of irrigation, minimum, medium and maximum. The variables of yield, length, diameter, fruit weight and acceptance of pulp jam were evaluated, the results were analyzed in the Infostat statistical program, using the DUNCAN multiple range test and survey analysis in SPSS. The T2 and T3 obtained significant difference compared to the T1 treatment on the yield which was 28 650 kg ha<sup>-1</sup> recommending the T2 for reduction of labor, time, economic and natural resources, the Tonkua jam prepared the pulp with the shortest exposure time in lime water was the most accepted and cataloged as excellent for its best, taste, smell and texture by the population surveyed, stating about 50% that they do know the fruit of Tonkua. In addition, in the prices for different presentations of jam content 20.5% of the population sample is willing to pay from C\$ 20 to 30 per 100 g.

**Keywords:** Irrigation sheets, agronomic, technical, economic, preparation, effect.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tonkua (*Benincasa hispida* Thunb), pertenece a la familia de las cucurbitáceas es mayormente producido en la parte occidente de Nicaragua principalmente en el departamento de Chinandega.

De acuerdo Moreno et al. (2011):

La familia de las cucurbitáceas comprende cerca de 118 géneros y alrededor de 825 especies, muchas son originarias del Continente Americano y algunos géneros de ambos hemisferios, resultando uno de los grupos de plantas con mayor número de especies utilizadas como alimento humano. La marginación de algunas de estas especies, todas han aportado desde tiempos muy remotos productos alimenticios imprescindibles en la dieta de las comunidades rurales y de algunas urbanas del continente americano, y de muchas otras partes del mundo, puesto que son ricas en nutrientes y se adaptan a la agricultura de bajos insumos. (párr. 1)

Ramírez y Moran (2019) afirman que:

En Nicaragua no se cuenta con información sobre la introducción de la especie de Tonkua (*Benincasa hispida* Thunb), se considera que probablemente fue introducida por migrantes asiáticos, el nombre común de este cultivo en China es Don gua, quizá de ese nombre de una degeneración idiomática, las personas de las comunidades rurales del occidente de Nicaragua le denominaron Tonkua, nombre coloquial con el que es conocido actualmente. (p.1)

Algunas especies de cucurbitácea constituyen un factor importante en la economía de varios países, pues se utilizan para el consumo interno y/o como producto de exportación, lo cual genera empleo y captación de divisas para los sectores agrícola y agroindustrial. No existen estudios sobre el cultivo de Tonkua que permitan tener una buena información sobre el requerimiento de agua en las plantaciones de esta especie, es bien conocido que las cucurbitáceas no suelen tolerar altas precipitaciones por ende es necesario considerar la cantidad de agua que esta necesita para su desarrollo fisiológico.

Según, FREJOURNAL (2020):

El riego por goteo es un medio eficaz y pertinente que aporta agua a la planta, ya sea en cultivos hortícolas o bajo invernadero, viñedos o en plantaciones de árboles aislados vergeles. Este sistema de riego presenta diversas ventajas desde los puntos de vista agronómico, técnicos y económicos derivados de un uso más eficiente del agua y de la mano de obra. Además, permite utilizar caudales pequeños de agua; una importante reducción de la evaporación del suelo, lo que trae una reducción significativa de las necesidades de agua al hacer uso más eficiente gracias a la localización de las pequeñas salidas de agua (párr. 18)

Según Resh (1997):

La frecuencia de los ciclos tiene que ser suficiente para impedir cualquier déficit de agua en las plantas, pero, tienen que ser lo suficientemente largos para proporcionar un drenaje adecuado del medio, de forma que haya una oxigenación apropiada de las raíces de la planta. (p. 509)

En el presente estudio se aplicaron tres volúmenes de riego por goteo de botones en el cultivo de Tonkua para determinar el efecto sobre el rendimiento de este cultivo, con el fin de que los productores conozcan la cantidad de agua necesaria de este cultivo y de esta manera hacer un uso racional de las fuentes hídricas, contribuyendo al cuidado y protección del medio ambiente, conservando, suelo y agua así como también reducir los costos de producción generando mejores ingresos que permitan desarrollar la economía familiar.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el rendimiento y procesamiento del cultivo de Tonkua (*Benincasa hispida* Thunb), bajo tres volúmenes de riego por goteo de botones, UNA, Managua, Nicaragua 2021.

### **2.2. Objetivos específicos**

Determinar el efecto de tres volúmenes de riego por goteo de botones sobre las variables de rendimiento (longitud, diámetro y peso) del fruto de tonkua.

Evaluar la calidad y aceptación de la confitura de tonkua en diferentes tiempos de preparación

Estimar los precios a pagar por diferentes presentaciones de la confitura de tonkua mediante aplicación de encuesta.

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. Generalidades del cultivo

“(Benincasa hispida Thunb), es una planta originaria de Asia, posiblemente cultivada a través de la India y países tropicales y subtropicales. Es un cultivo de hortalizas popular, especialmente entre los asiáticos” (Al-Snafi, 2013, p. 165).

La planta de Tonkua (*Benincasa hispida* Thunb), se adapta a una gran variedad de suelos, es una planta que requiere suficiente humedad en la etapa de crecimiento. Las plantas de Tonkua requieren temperaturas por encima de 25 °C, fotoperiodos cortos, temperaturas más bajas al rango citado, pueden estimular el desarrollo de flores femeninas y temperaturas más altas pueden llegar a estimular la producción de flores masculinas (Ramírez y Moran, 2019, p. 10).

De acuerdo con Lira y Rodríguez (2006):

Estas son Plantas herbáceas, anuales, trepadoras; [con] tallos anguloso-surcados, densamente vellosos, el indumento de color pardo oscuro, Zarcillos 2-3 fidos, tienen Hojas simples, pecioladas, anchamente ovado-cordadas a orbicular-reniformes, de consistencia subcoriácea, 6 - 20 cm de largo y casi igual o poco más de ancho, 5 - 7 anguloso-lobadas, ápice agudo a acuminado, márgenes dentados, base cordada, superficie adaxial pubescente a hispido-escabrosa, la abaxial hispido-setulosa especialmente sobre las venas. (p.22)

Las características de la flor, son flores grandes, amarillas, monoicas, solitarias, hipantio masculino corto, campanulado, sépalos ovados a lanceolados, enteros o generalmente lobados, corola casi dialipétala, rotada, con pétalos de margen entero, estambres en general 3, 2 dobles dítecos y 1 sencillo monoteco, insertos sobre el hipantio, libres, tejido conectivo ancho, tecas flexuosas, flores femeninas con hipantio cilíndrico muy corto, perianto similar al de las flores masculinas, ovario cilíndrico a subgloboso, densamente piloso, óvulos numerosos horizontales, estigmas 3 (Lira y Rodríguez, 2006, p.22).

En cuanto con las características del fruto Liras y Rodríguez (2006) dicen que:

El tamaño del fruto es de mediano a grande de epicarpio duro, resto carnosos, cilíndrico a globoso, originalmente blanco ceroso por la presencia de una abundante capa de cera, o verde por la ausencia de la misma. Frutos subglobosos a cilíndricos o elípticos, 25-35 cm de largo (tal vez más), 15-25 cm de diámetro, cuando jóvenes hispídicos y de color verde, al madurar tornándose glabros, blanquecinos o amarillentos y usualmente cubiertos por una delgada capa cerosa; mesocarpio carnosos de color blanco; pedúnculo 5-6 cm de largo, ligeramente expandido hacia arriba; semillas ovadas, 8-14 mm de largo, 5-8 mm de ancho, de color pardusco-rojizo pálido, la testa lisa o muy finamente granulosa. (p.22)

### **3.2. Características edafoclimáticas a las que se adapta el cultivo.**

La planta de tonkua (*Benincasa hispida* Thunb), se adapta a una gran variedad de suelos, es una planta que requiere suficiente humedad en la etapa de crecimiento. Las plantas de Tonkua requieren temperaturas por encima de 25 °C, fotoperiodos cortos, temperaturas más bajas al rango citado, pueden estimular el desarrollo de flores femeninas y temperaturas más altas pueden llegar a estimular la producción de flores masculinas (Ramírez y Moran, 2019, p. 10).

### **3.3. Zonas productoras en Nicaragua**

Ramírez y Moran (2019) mencionan que:

En Nicaragua se encuentra en la zona del pacífico como cultivo de patio en el antiguo puerto el Realejo, el Viejo y en la ciudad de Chinandega, donde se planta como “bahareque”. En el departamento de Rivas, se cultiva como comida para cerdos y en algunos casos venden las frutas de mejor tamaño. En la región de la Costa Caribe Norte se encontró en Prinzapolka, cultivado por sus propiedades medicinales (p. 2).

### **3.4. Estudios realizados**

En el 2020 en la Universidad Nacional Agraria se realizó un ensayo para determinar el efecto de dos tipos de abonos orgánicos (compost y humus de lombriz) sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de Tonkua (*Benincasa hispida*, Thunb), este estudio fue llevado a cabo por Gutiérrez y Blandón como parte de su trabajo investigativo para obtener su título de pregrado.

Benavides et al., (2010) “realizaron un diagnóstico socioeconómico en la reserva de recursos genéticos de Apacunca, Nicaragua, donde se describe que las familias que habitan que en la reserva cultivan tonkua” (Citado por, Gutiérrez y Blandón, 2020, p. 6).

El estudio más reciente sobre el cultivo de Tonkua se llevó a cabo en la parcela orgánica de la Universidad Nacional Agraria donde las aspirantes al título ingeniero agrónomo Establecieron el material genético en las parcelas demostrativas, haciendo aplicación correcta de sus tratamientos a evaluar y del manejo agronómico definido para dicho cultivo, así como también información botánica y valor agregado, en la tesis de grado elaborada por (Gutiérrez y Blandón, 2020).

### **3.5. Importancia del riego por goteo en el cultivo**

Ayuda a tener un nivel constante de humedad en el suelo o en el medio de cultivo, lo cual beneficia estimulando el crecimiento de las plantas y a evitar la evaporación del agua permitiendo que esté disponible todo el tiempo de manera uniforme; además gracias a esto es posible disminuir el desarrollo de malezas que puedan intervenir de forma negativa con los cultivos. Es importante mencionar que a través de este sistema también es posible aplicar fertilizantes y nutrientes necesarios para aumentar la calidad de los productos (Hidro-environment, 2016, Párr. 3)

Otro de los beneficios que aporta este sistema, es que debido a sus características se puede automatizar la cantidad de agua que reciben las plantas y se puede programar el tiempo en que la reciben, lo cual ayuda a generar un mayor rendimiento y rentabilidad en los cultivos; asimismo, mejora la relación que existe entre el agua, la planta y el medio de cultivo. Por otro lado, este [sistema] permite tener mayor control sobre la producción, por lo tanto, se puede reducir de forma considerable la aparición de plagas y enfermedades. (Hidro-environment, 2016. Párr. 4)

El sistema de riego localizado consiste en que solo se humedece parte del volumen del suelo y se pretende que las raíces obtengan el agua y los nutrientes que necesitan. Por esta razón no es tan fácil aumentar las producciones con marcos de plantaciones más densos que los tradicionales ya que las limitaciones no están en el suelo sino en la competencia por la luz y/o en la exigencia de espacios libres para las labores agrícolas necesarias. El efecto de la localización se manifiesta en modificar la evaporación, la transpiración y la distribución de las raíces.

El riego por botones coloca el agua en un sitio, en el caso del cultivo de la parchita cerca del tronco de la planta y el riego por cintas distribuye el riego en franjas por lo general debajo del follaje de la planta a lo largo de la espaldera.

Al colocar toda el agua que requiere un cultivo de parchita en un solo sitio como en el caso del riego por botones, se produce un exceso de humedad que tapa los poros grandes y pequeños del suelo produciendo asfixia radical y pérdidas en la producción del cultivo. Esa zona está marcada con el color morado.

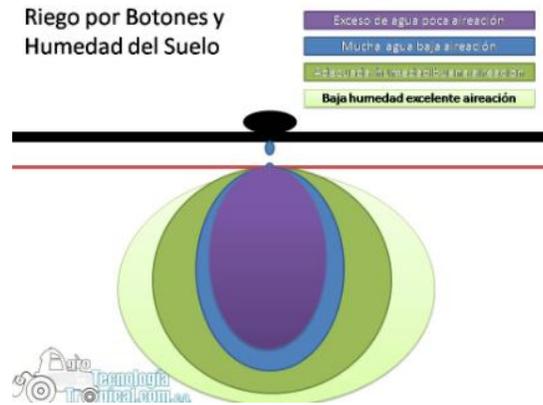


Figura 1. Funcionamiento del riego de goteo por botones

### Características técnicas

- Alta resistencia a la obturación.
- 5 caudales disponibles de 2, 4 y 8 l hora (diferenciación por código de colores).
- 2 salidas de agua opcionales (cilíndrica o cónica).
- El coeficiente de variación en fabricación (CV) es el más bajo del mercado (0,03).
- Como todos los goteros Netafim®, cumplen con la normativa ISO 9261.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación del estudio

Este ensayo se estableció en el área experimental de la parcela con enfoque agroecológico en la Facultad de Agronomía (FAGRO), perteneciente a la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el kilómetro 12 ½ carretera norte, en el departamento de Managua, con coordenadas geográficas de 12° 08' 36'' latitud norte y 86° 09' 49'' longitud oeste, elevación de 56 msnm. La precipitación anual oscila entre los 1 100 a 1 600 mm, con una temperatura promedio de 27 °C a 40 °C, humedad relativa promedio anual de 75 %, la dirección predominante del viento es al este con velocidad de 12 km hr<sup>-1</sup>. El suelo presenta pH de 7.5 a 8.5, pendiente entre 0 y 2 % (Martínez y Granados, 2011, p. 5)

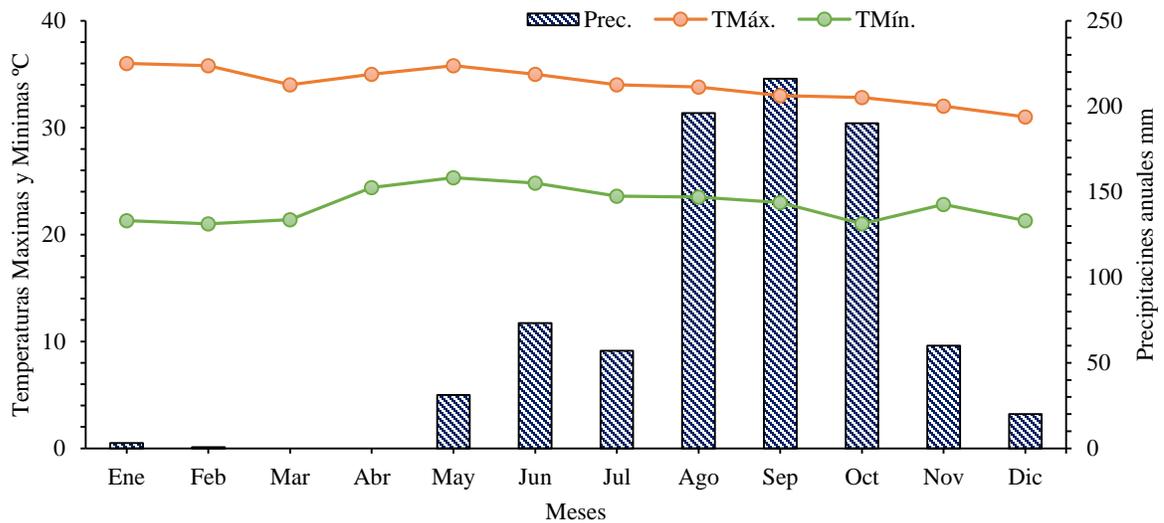


Figura 2. Condiciones climáticas en el área de estudio. Estación meteorológica Aeropuerto Internacional Augusto César Sandino (INETER, 2019).

## 4.2. Diseño metodológico

El ensayo se estableció en un diseño de bloques completo al azar (BCA unifactorial), con dimensiones de 2 m de ancho y 11 m de largo, cada bloque estaba representado por un volumen de riego diferente fraccionados en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, cada bloque se dividió en cuatro enramadas diferentes a una distancia de 2 m de ancho y 2 m de largo, correspondientes a cuatro m<sup>2</sup> para cada una de estas, formando una parcela con cada una de ellas, a un distanciamiento de 1 m entre cada una de las enramadas (Anexo 1).

## 4.3. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron tres volúmenes de riego distribuidos en las etapas de crecimiento y desarrollo de la planta de tonkua (*Benincasa hispida* Thunb) las cuales correspondieron desde el trasplante hasta su cosecha (90 días). Cada volumen de riego se efectuó de acuerdo a la demanda hídrica y a las etapas vegetativas del cultivo (inicio, desarrollo, floración y fructificación), realizando una repetición por cada bloque donde cada volumen de agua se extrapoló a metros cúbicos por hectárea obteniendo las cantidades de agua utilizada en cada uno de los bloques en las diferentes etapas vegetativas del cultivo de tonkua (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de volumen de agua en m<sup>3</sup> por tratamiento en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de tonkua.

Tratamiento	Inicio 0-30 dias m <sup>3</sup>	Desarrollo 30-50 dias m <sup>3</sup>	Floración 50- 70 dias m <sup>3</sup>	Fructificación 70-110 dias m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
T1	106.875	120.75	161	241.5	630.125
T2	213.750	241.5	322	183	960.25
T3	318.350	362.25	483	724.5	1 888.1

#### 4.3.1. Método de cálculo para riego por botones

la evapotranspiración del cultivo de referencia ( $E_{To}$ ) fue tomada con el programa CROPWAT y CLIMWAT INETER, 2020, datos que corresponden a la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto internacional Augusto C Sandino Managua Nicaragua. (Anexo 17 y 18).

Se utilizó un botón por planta con un caudal de 8 l por hora y presión de trabajo 10 a 15 PIS



Figura 3. Botón de riego por gotero

Los parámetros de riego se realizaron mediante la metodología propuesta por (Briceño et al., 2012).

Coefficientes experimentales, llamados Coeficientes del Cultivo ( $K_c$ ), son usados para relacionar la  $E_{Tc}$  con la  $E_{To}$  ya que  $E_{Tc} = E_{To} \times K_c$ . El  $K_c$  cambia según el estadio de la planta, es usualmente menor que 1; pero alcanza valores de hasta 1.2 cuando está en floración.

$$ETC = (E_{To} \times K_c)$$

Donde

$E_{Tc}$  = evapotranspiración del cultivo

$E_{To}$  = evapotranspiración del cultivo de referencia

$K_c$  = Coeficiente del cultivo

### **Requerimiento de riego**

Representa la fracción de los requerimientos de agua del cultivo que necesita ser satisfecha a través del riego a fin de garantizar óptimas condiciones de desarrollo del cultivo.

$$RR = \frac{ETc}{EF}$$

Donde

RR= requerimiento de riego

ETc= evapotranspiración del cultivo

EF= eficiencia del riego

### **Volumen de agua por planta**

Cantidad de agua necesaria para asegurar en un vegetal en plena actividad, un desarrollo óptimo.

Las precipitaciones más el riego deberán cubrir este valor.

$$G = \frac{db}{f} \times Sp \times Sl$$

Donde

G= volumen de agua por planta

RR o db= requerimiento de riego o lámina bruta

F= es la frecuencia de riego

SP= espaciamiento entre plantas

SI= espaciamiento entre laterales de riego

### **Tiempo de aplicación**

Es el tiempo que se necesita para que opere el sistema para entregar la lámina bruta de riego utilizaremos la ecuación

$$TA = \frac{G}{Np} \times qa =$$

Donde G= volumen de agua por planta

TA= tiempo de aplicación

Np= punto de emisión por planta

Qa= es el caudal nominal del gotero de lateral de riego

## **4.4. Manejo agronómico**

### **4.4.1. Establecimiento de semillero**

La siembra de semillero se realizó a los 22 días del mes de febrero del 2021, fueron necesarias dos bandejas de polietileno de 50 orificios, el sustrato utilizado para el semillero fue una mezcla de humus de lombriz +compost. Posteriormente se llenaron las bandejas y se ubicaron cada semilla por orificio. logrando emerger las primeras plántulas a los 12 días después de la siembra, cabe mencionar, que para este ensayo se realizó un doble trasplante siendo el primero a bolsas negras con sustrato para un mejor desarrollo radicular, una vez que estas plántulas desarrollaron sus hojas verdaderas, éstas se establecieron en el área de la parcela definitiva del ensayo.

### **4.4.2. Preparación del suelo**

La preparación del suelo fue mediante el método de labranza mínima, haciendo uso de azadones y machetes como herramientas de trabajo.

#### **4.4.3. Construcción de enramadas**

Una vez ya preparada el área de estudio se procedió a la construcción de enramada, los materiales usados fueron pilares de cemento y madera, con medidas aproximadas de 0.11 x 0.11 m de ancho y 2.5 m de largo y se enterraron una profundidad de 0.6 m. Los postes de cementos se utilizaron alrededor de la enramada como base con el fin de lograr una mejor fortaleza a toda la enramada y fuese capaz de soportar el peso de los frutos, los postes de madera estaban situados en el interior de la enramada con el fin de obtener un mejor tejido con alambre de amarre y sostener las plántulas, además de favorecer que estas se enredaran y lograr un buen desarrollo y crecimiento de la planta. La distancia entre cada poste fue de dos metros largo por dos de ancho.

#### **4.4.4. Siembra**

La siembra se realizó el 22 de marzo del 2021 y posteriormente las plantas se trasladaron al área experimental; teniendo una altura aproximada de 15 cm. Esta labor se realizó de forma manual, colocando dos plantas por cada enramada para un total de 48 plantas en todas las enramadas evaluadas.

#### **4.4.5. Distancia entre plantas**

El cultivo se sembró a una distancia 2 m de largo por 2 m de ancho, permitiendo esta área la distancia necesaria para realizar las prácticas culturales para un mejor desarrollo de las plantas en la enramada.

#### **4.4.6. Preparación de hamacas para los frutos**

Una vez que el fruto va aumentando de tamaño se hace necesario la construcción de hamacas de sacos macen, para que soporten el peso, estas se elaboraron cortando los sacos por mitad de forma vertical y favorecer la forma de una hamaca; luego se tensaron en el alambre de las enramadas con mecates para ayudar a soportar el peso de los frutos, se perforaron las hamacas con el objetivo de evitar la acumulación de agua y pudrición del fruto.

La ubicación de las hamacas se hizo a los ocho días después de la aparición del fruto porque estos tienen un crecimiento rápido (25 a 30 días). Ya que este puede causar desprendimiento del fruto debido al peso.

#### **4.4.7. Control de plagas**

Ramírez y Morán, (2019), recomiendan que el control de plaga se efectuó con productos biológicos y botánicos. El manejo de plagas en el cultivo de Tonkua se realizó a través de la aplicación de productos de origen vegetal, se utilizó extracto de Neem (*Azadirachta indica*) para el manejo de mosca blanca, (*Bemisia tabaci*), y la eliminación de frutos para el control de (*Diaphania nitidalis*).

#### **4.4.8. Control de malezas**

El control de maleza se realizó de forma manual utilizando machete y azadón.

Las malezas son plantas de diferentes especies que suelen invadir las praderas y los lotes de pastos. Estas plantas compiten por luz, agua, espacio y nutrientes (...), Inhiben su normal crecimiento, reducen el área disponible y por lo tanto el volumen potencial de forraje. Las malezas pueden causar otro tipo de daños, por ejemplo: ser hospedantes de plagas y enfermedades que pueden ser tóxicas, afectar el suelo, obstaculizar el riego, los drenajes y el manejo de los animales. (Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], 1985. P.7)

#### **4.4.9. Cosecha**

La cosecha se realizó a los 90 días después de la siembra, una vez que el fruto logró alcanzar su madurez comercial. Ramírez y Morán (2019), mencionan que el fruto del tonkua, está maduro cuando este se vuelve opaco, desaparece la pilosidad del fruto quedando completamente liso. También se puede observar en la enramada que las hojas se vuelven oscuras y dan la apariencia de estar secas.

#### 4.5. Preparación de la confitura de la pulpa del fruto de tonkua

Se realizaron dos tipos de confituras de la pulpa del fruto de tonkua con distintos procesos de preparación en tiempo, donde el principal conservante fue el azúcar utilizando ingredientes y equipos (cuadro 2.)

Cuadro 2. Materiales y equipos para la preparación de la confitura de Tonkua. Laboratorio de agroindustria de los alimentos, Universidad Nacional Agraria, 2021

<b>Materia prima e ingredientes</b>	<b>Equipos y materiales</b>
Pulpa de tonkua	Tabla de picar
Agua	Cuchillo
Cal	Ollas
Ácido cítrico 3%	Cocina
Azúcar	Balde de 20 lt
	Balanza electrónica en gramos
	Rayador
	Cucharas

##### 4.5.1. Proceso para la elaboración de la confitura de tonkua

**Selección y peso del fruto** se eligieron dos frutos de tonkua grandes y se procedió a pesar haciendo uso de balanza digital en gramos luego fueron convertidos a kilogramos´

**Corte de pulpa** se utilizaron cuchillos para retirar la epidermis del fruto y posterior mente se realizaron los cortes.

**Encalado** se realizó una solución en la cual se mezclaron 10 litros de agua más el 2 % de cal para cada fruto seleccionado. La pulpa de cada uno de los frutos fue sometida a diferentes tiempos, las cuales tuvieron una duración de 30 minutos para la muestra uno y una hora para muestra dos, una vez concluido el tiempo definido se retiraron los trozos del fruto y luego fueron lavados con abundante agua para eliminar los residuos de cal.

**Confitado y cocción** se utilizó un quilogramo de azúcar en dos litros de agua agregándoles tres gramos de ácido cítrico se calentó a ebullición durante dos minutos luego se sumergieron los trozos de la pulpa de tonkua y se procedió a la cocción durante dos horas y media.

## **4.6. Variables evaluadas**

La variable de rendimiento se hizo efectiva una vez que el fruto alcanzo su madurez comercial, tomando como muestra 10 frutos por cada tratamiento para tener un promedio de cada una de las variables.

### **4.6.1. Longitud del fruto (cm)**

Haciendo uso de cinta métrica se midió desde el pedúnculo hasta la base inferior a cada fruto.

### **4.6.2. Diámetro del fruto (cm)**

Se utilizó la cinta métrica y se midió el ancho del fruto de forma radial.

### **4.6.3. Peso del fruto (kg)**

Haciendo uso de una balanza de reloj con capacidad de 40 libras, se pesaron cada uno los frutos obtenidos mediante la cosecha del cultivo.

### **4.6.4. Valor agregado de la confitura de tonkua**

El valor agregado a los derivados de los productos agrícolas, es de gran importancia porque permite garantizar mejor utilidad de la materia prima, proporcionando un incremento en el desarrollo productivo en la obtención de mejor rentabilidad, con énfasis económico, social y ambiental. Para realizar la encuesta se utilizó un cuestionario como instrumento para recolectar información a cada una de las personas que participaron a las que se les realizaron diferentes preguntas, así como también degustar dos diferentes preparaciones de la confitura. Se evaluaron dos tiempos de exposición en agua con cal a la pulpa, ya que de esto depende la textura de la confitura. la encuesta permitiría determinar las siguientes variables.

- Distribución por sexo y rango de edad de las personas
- Consumo de dulces
- Frecuencia del consumo de dulce
- Conocer la fruta y confitura de Tonkua

- Degustación de la confitura de Tonkua
- Cuál de las dos preparaciones fue mejor apetecida por los encuestados
- Elección de la preparación 1 y/o 2
- Calificación de la confitura seleccionada
- Disponibilidad para comprar este dulce
- Tamaño y precio de preferencia para compras en un futuro del producto preparado

Antes de aplicar la encuesta se le brindó una explicación a cada persona y seguidamente se procedió a degustar una muestra de la confitura, para que desde su percepción emitiera juicio de valor referente a la calidad del producto (Anexo 21)

#### **4.7. Recolección de datos**

La recolección de datos se realizó una vez que aparecieron los primeros frutos; que fue a los 70 días de después de la siembra (dds) del cultivo hasta el momento de la cosecha, dicha actividad se llevó a cabo cada 5 días para lograr una mejor precisión en los resultados, la información obtenida se organizó en hojas electrónicas Excel.

#### **4.8. Análisis de la información**

Los resultados obedecen a los datos tomados en campo durante toda la etapa del cultivo, fueron realizados al azar en cada uno de los bloques establecidos para el cultivo de tonkua. Estos fueron procesados en una hoja de Excel y el programa estadístico infoStast.

Para determinar la significancia estadística a las variables cuantitativas, se hizo mediante la prueba de rango múltiple de Duncan, la cual fue retomada para los descriptores cuantitativos para la variable rendimiento.

Los datos obtenidos de las encuestas fueron procesados en el programa estadístico SPSS (V.18), mediante análisis cuantitativa (frecuencias y porcentaje), de lo expresado por los encuestados.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El riego por goteo es de vital importancia para el cultivo de tonkua, cuando este se cultive en épocas secas al igual que otros cultivos, porque permitirá tener un mejor rendimiento en esta época de producción, no existe información que presente antecedentes del efecto del riego por goteo en cultivo debido a que es una especie que está comenzando a desarrollarse y a tener auge en las familias productoras en Nicaragua.

### 5.1. Variables de rendimiento

En la familia de las cucurbitáceas la longitud y tamaño del fruto depende del tipo de planta que se esté utilizando, lo cual permite obtener frutos diferentes.

#### **Longitud del fruto (cm)**

Mediante el análisis de varianza realizado a los datos obtenidos se demostró que para la variable de rendimiento longitud del fruto existió diferencia significativa en la longitud del fruto en cuanto a la aplicación del volumen de riego uno en comparación con los volúmenes dos y tres, aunque, los volúmenes de agua dos y tres no difirieron estadísticamente, en esta variable.

Al respecto Morales (1999), menciona que:

La agricultura satisface las exigencias del consumidor que principalmente es el público en general o familias de pocos ingresos que desean frutas de buena calidad con un precio y tamaño accesible al consumidor, quien es el que le dará éxito o fracaso de cualquier producto agropecuario “(Citado por, González, 2009.p.23).

#### **Diámetro del fruto (cm)**

Para la variable diámetro del fruto el mejor promedio se dio en el T<sub>2</sub> del bloque número dos (volumen de riego medio) aunque el resultado con el volumen de riego tres fue muy similar. “El diámetro del fruto es un componente importante en cuanto al rendimiento, es por tal razón que el diámetro influye grandemente en la apreciación del fruto tanto para el productor como para el consumidor” (González, 2009, p. 23).

## Peso en kilogramos

Para la variable del rendimiento peso en kilogramos por bloques se obtuvo mejor peso en el T<sub>3</sub> bloque tres al cual se le aplicó el volumen de riego 3 (máximo) con similitud al tratamiento dos, donde no hubo diferencia significativa entre dichas variables.

En el rendimiento del cultivo por ha<sup>-1</sup> de acuerdo con el análisis realizado, el mejor resultado fue obtenido con la aplicación del volumen de riego número tres en los tratamientos.

Al no existir una diferencia estadística altamente significativa entre cada uno de los tratamientos volumen de riego dos y volumen tres se podría recomendar a los productores en épocas de siembra de este cultivo aplicar la cantidad de agua usada en el tratamiento dos, debido a que los resultados de rendimientos en kg/ha<sup>-1</sup> son similares a la aplicación del volumen de riego número tres, por lo que el gasto de agua y tiempo disminuirían, logrando mantener una alta productividad con menos inversión económica

Cuadro 3. Rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> por tratamiento de estudio

Tratamiento	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Rendimiento kg	Rendimiento en kg ha <sup>-1</sup>
T <sub>1</sub>	32.67 b	21.33 b	5.62 a	27 277.8 b
T <sub>2</sub>	35.90 a	23.03 a	5.73 a	28 650.0 a
T <sub>3</sub>	35.55 a	22.58 a	5.80 a	28 796.9 a
CV (%)	2.77	2.45	3.61	3.65
R <sup>2</sup>	0.69	0.79	0.69	0.64

## **5.2. Calidad y valor agregado de la confitura de Tonkua**

El instrumento utilizado para determinar la calidad de la confitura de tonkuá fue una encuesta con preguntas abiertas y cerradas, se tomó como muestra poblacional a 44 personas de la comunidad universitaria UNA. Se estratificó en tres grupos diferentes; estudiantes (n= 15), profesores (n=14) y administrativo (n=15), permitiendo determinar el grado de conocimiento del cultivo tonkua, así como la confitura elaborada a partir de la pulpa del fruto, por parte de los encuestados y la disponibilidad de pago con respecto a las presentaciones de tamaño de la confitura de tonkuá.

La recolección de la información sobre la calidad de la confitura de tonkua, se utilizó como herramienta la encuesta, consultando a 44 personas de la UNA. La población muestral fueron estudiantes, docentes y personal administrativo, quienes forman parte de la comunidad universitaria. Dentro de la muestra que fue encuestas se tomó rango de edades; con una frecuencia de cada 5 años con un rango de edad entre los 15 y 60 años, donde el rango de edad 21 a 25 años tuvo un mayor personal encuestado. Del total de los encuestados el 65.9 % pertenecen al sexo femenino, el resto fue sexo masculino.

Dentro de la consulta a la población; se elaboró una pregunta que fue; si le gustaban los dulces elaborados a base de frutas; afirmando en un 100% que si le gustan los dulces a base de frutas.

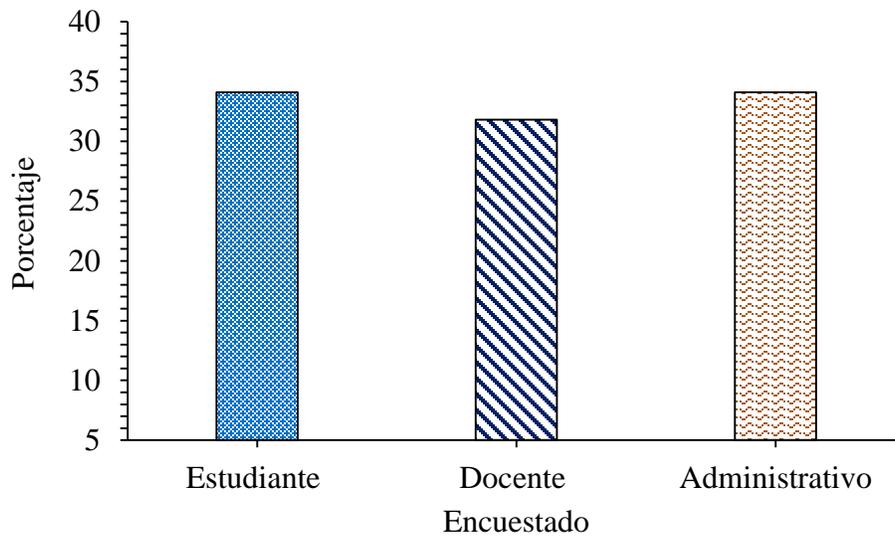


Figura 4. Estratos consultados dentro de la muestra poblacional. UNA. 26-08-2021

### 5.3. Conocimiento del fruto y confitura del Tonkua

Para fundamentar el estudio realizado se necesitaba saber cuánta población conocía la fruta de tonkua, donde el 56.8%, afirmó si conocer el fruto, el 43.2% negó conocer el cultivo. Con respecto a la confitura de tonkua la mayoría del personal no conocían alcanzado un 63.6% de la población encuestada.

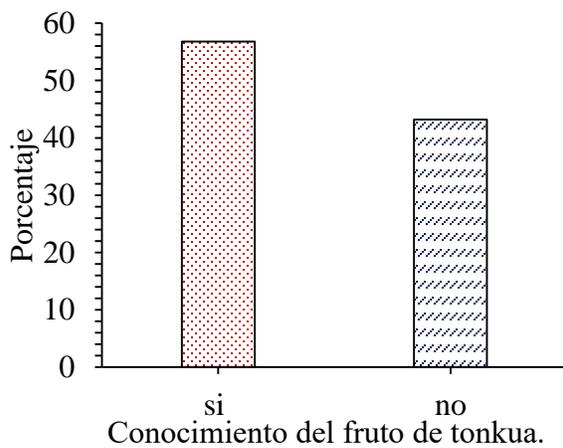


Figura 5. Personas que conocen el fruto  
UNA 26-08-2021

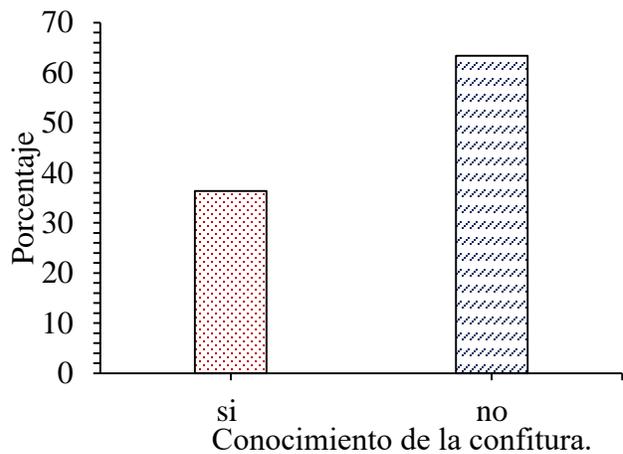


Figura 6. Personas que conocen de la confitura. UNA-26-08-2021

#### 5.4. Preferencia del tipo de preparación

Al momento del llenado de la encuesta se le ofreció degustar la confitura del tonkua preparadas de forma diferente cada una de las dos muestras; consistiendo la diferencia entre las muestras fue el tiempo de exposición de la pulpa en agua de cal; la primera fue expuesta a 30 minutos en mezcla de agua con cal y la segunda muestra a una hora. Al consultarles cuál de las dos confituras les parecía fuese de mejor sabor; el 68.2% afirmó preferir la confitura de la muestra uno. La muestra uno tuvo mejor aceptación debido a que era más crujiente con respecto al de una hora.

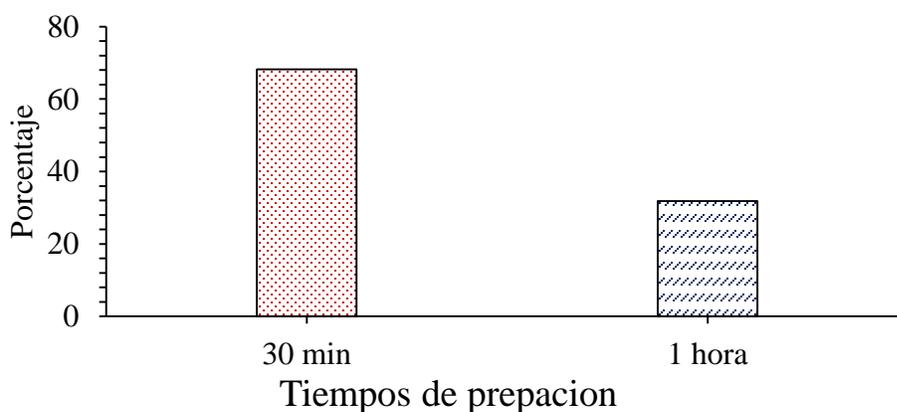


Figura 5. Preferencia del tipo de preparación. UNA. 26-08-2021

### 5.5. Aspectos sensoriales de la confitura

En cuanto a la consulta de aspectos organolépticos que prevalecieron en sus resultados, los encuestados decidieron definirla por el sabor; los resultados reflejaron que el 43.2% aprobaron esta cualidad organoléptica. En el sabor ya que este estaba menos dulce que la muestra dos la que consistía en el tiempo de preparación de 1 hora y su textura porque estaba más duro y crujiente.

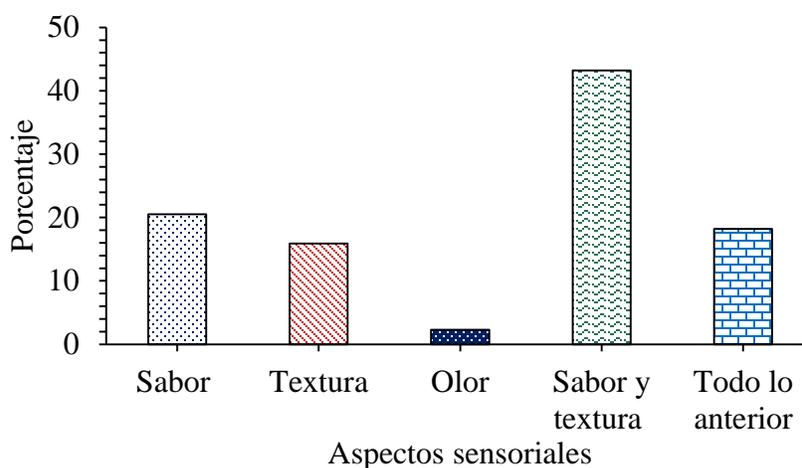


Figura 6. Selección por los aspectos sensoriales de la confitura. UNA. 26-08-2021

### 5.6. Calificación de la confitura

En la calificación de la confitura de Tonkua el 52.3% afirmó que el producto es de excelente calidad afirmando en un 100 % de la población muestreada estaría dispuesto a comprar y consumir la confitura.

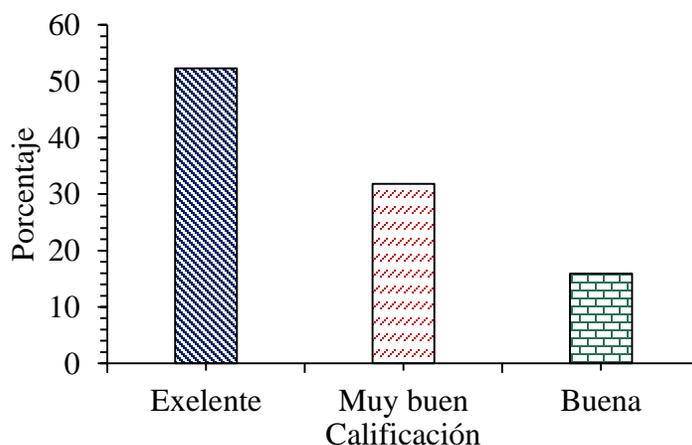


Figura 7. Calificación de la confitura de Tonkua. UNA. 26-08-2021

### 5.7. Presentación de la confitura de Tonkua

En la siguiente gráfica se reflejan los tamaños de las porciones que podrían tener cada uno de los paquetes para la venta de 100 g, 454 g. Donde el 70.5 % del personal encuestado prefiere la presentación en empaques con un contenido de 100 g de confitura.

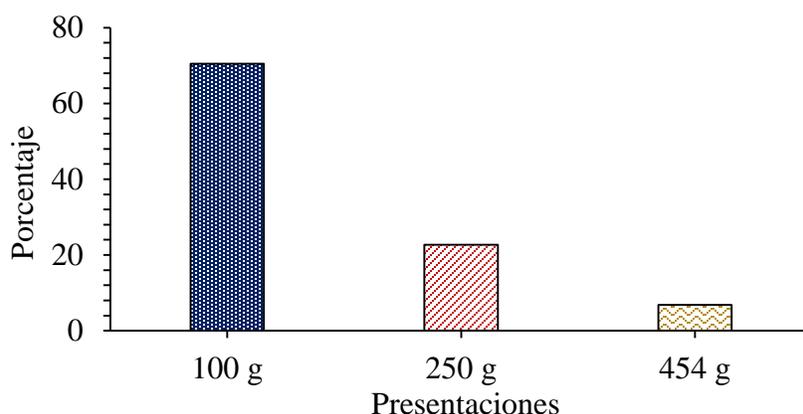


Figura 8. Presentación en gramos preferida por el universo muestral.

### 5.8. Precio a pagar por la confitura

En la encuesta se le consulto a la población que rango de precios estarían dispuesto a pagar por la confitura de la fruta de la pulpa del fruto de tonkua, los precios que presentaron un mayor porcentaje de aceptación fueron los rangos de C\$ 20 a 29 representando un 20.5 % del universo muestral la cual estaría dispuesta a pagar ese precio por la presentación de 100 g, al igual que el rango de C\$ 70 a 100 fue otro de los rangos de precios a pagar con 20.5% de aceptación por el universo muestral.

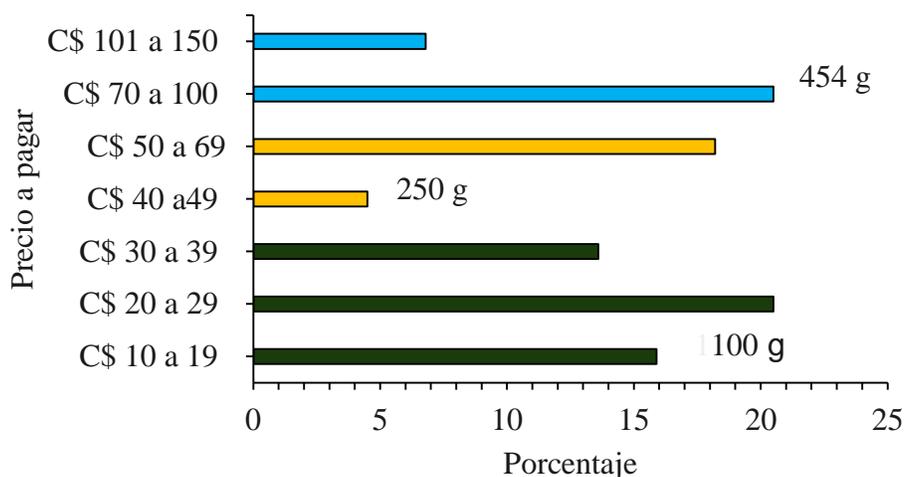


Figura 9. Precio a pagar por la confitura de Tonkua. UNA. 26-08-21

Al evaluar el rendimiento y valor agregado del cultivo de Tonkua afirmamos que este cultivo es una alternativa de negocio por sus cualidades y propiedades culinarias, obteniéndose un sabor exquisito y buena aceptación por parte de los consumidores.

## VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados el efecto del riego por goteo por botones fue positivo para la variable rendimiento del cultivo de tonkua, el mejor rendimiento en  $\text{kg ha}^{-1}$  se obtuvo con la aplicación del volumen de riego dos,  $T_2$ , ( $960.25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Dado que la inversión en tiempo, mano de obra, agua y recursos económicos para la aplicación del  $T_2$  fue más bajo en comparación con el  $T_3$ , por ende este sería un mejor resultado por la reducción de gastos mostrando una mejor rentabilidad para los productores.

La confitura de la pulpa de tonkua, un 70 % de la población muestral la calificó como excelente. Y la mejor aceptación por parte de los encuestados fue la muestra uno. (expuesta a 30 minutos agua con cal) valorada por su sabor y textura.

De acuerdo a los precios por cada una de las presentaciones propuestas el 20.5 % de la población está dispuesta a pagar de C\$ 20 a 29 por la presentación de 100 g.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar ensayos con el volumen de riego utilizado para el tratamiento (T<sub>2</sub>), tomando en cuenta los requerimientos del cultivo y las condiciones edafoclimáticas en diferentes zonas del país.

Realizar estudios comparativos aplicando abonos orgánicos y sintéticos con lámina de riego del tratamiento dos y su efecto en el rendimiento.

Hacer uso de sacos mayas para sujetar los frutos y evitar la acumulación de agua en la hamaca donde se ubica el fruto durante su desarrollo.

Evaluar diferentes tipos de uso del fruto de tonkua y así aumentar el valor agregado del cultivo.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Al-Snafi, A. E. (diciembre, 2013). The Pharmacological Importance of Benincasa hispida. A review. *IJPSR*, 4(12), 1-6. <http://www.ijpsr.info/docs/IJPSR13-04-12-007.pdf>
- Briceño, M., Álvarez, F. y Barahona U. (2012). Manual de riego y drenaje. [https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo\\_5\\_Manual\\_de\\_Riego\\_y\\_Drenaje..pdf](https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_5_Manual_de_Riego_y_Drenaje..pdf)
- FREEJOURNAL. (2020, mayo 22). *Riego por goteo*. <https://es.freejournal.org/466922/1/riego-por-goteo.html>
- González García, G. G. (2009). *Evaluación del cultivo de sandía (Citrullus lanatus L) variedad Mickey Lee utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2146/1/tnf01g643s.pdf>
- Gutiérrez, J. y Blandón, O. (2020). *Evaluación de abonos orgánicos en el cultivo de Tonkua (Benincasa hispida, Thunb), UNA, Nicaragua, 2020* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4250/1/tnf04g984e.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2019). *Registro de datos meteorológicos*.
- Lira, S. y Rodríguez, A. (2006). *Catálogo de la familia Cucurbitácea de México*. UNAM. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/CatIDS002.pdf>
- Martínez Núñez, A. D. y Meza Granados, N.A. (2011). *Evaluación de riego y biofertilizante sobre seis poblaciones de tomate silvestre (Lycopersicum spp.), colectado en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Chinandega* Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2156/1/tnf06m385.pdf>
- Moreno, V., Cañet, F. y Reyes, E. (2011). Nuevo cultivar de calabaza china (Benincasa hispida (Thunb.) Cogn.) en la colección de Cucurbitáceas del Banco de Germoplasma del INIFAT. *Agrisost*, 17(3), 39-44. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/350>

Ramírez V., H. R y Moran C., J. C. (noviembre, 2019). Cultivo de Tonkua (*Benincasa hispida* Thunb) en villa Nueva Chinandega. Guía técnica N°23

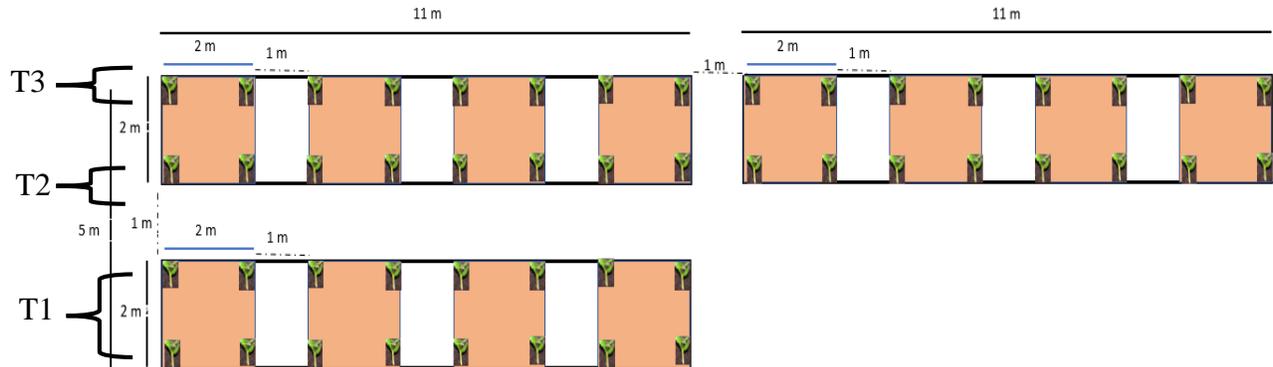
Resh, H. (1997). *Cultivos Hidropónicos*. Ediciones Mundi Prensa.

Servicios Nacional de Aprendizaje. (1985). *Control de malezas*.  
[https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/451/vol9\\_control\\_malezas\\_op.pdf;jsessionid=70931389F493D56473E04F9EA00DCF49?sequence=12](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/451/vol9_control_malezas_op.pdf;jsessionid=70931389F493D56473E04F9EA00DCF49?sequence=12)

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Plano de campo utilizado en el estudio

#### Plano de campo



Distancia entre plantas 2 m por cada enramada.  
1 metro de distancia entre cada enramada.  
1 metro de distancia entre cada bloque.  
Cada parte sombreada representa cada una de las enramadas.

Anexo 2. Puesta de semillero



Anexo 3. Semillero en bolsa de plástico para estimular la germinación de las semillas



Anexo 4. Plántulas germinadas



Anexo 5. preparación de área de estudio



Anexo 6. Instalación del riego por goteo



Anexo 7. prueba de presión del riego



Anexo 8. Construcción de enramada



Anexo 9. Aparición de los primeros frutos



Anexo 10. Elaboración de Hamacas para los frutos



Anexo 11. Cosecha del fruto de Tonkua



Anexo 12. Peso del fruto



Anexo 13. Separación de la pulpa del fruto



Anexo 14. Cocción del fruto



Anexo 15. Confitura de Tonkua



Anexo 16. Levantamiento de encuesta y degustación de la confitura de Tonkua



Anexo 17. CROPWAT y CLIMWAT

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\Program Files (x86)\CLIMWAT 2.0 for CROPWAT V2.0\MA...

País Location 19 Estación MANAGUA-A\_C\_SANDINO

Altitud 56 m. Latitud 12.15 °N Longitud 86.16 °W

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m <sup>2</sup> /día	ETo mm/día
Enero	21.0	31.6	60	259	7.1	17.4	5.06
Febrero	21.5	33.0	57	285	8.3	20.4	6.01
Marzo	22.7	34.6	52	302	8.3	21.8	6.95
Abril	23.5	35.2	53	285	8.5	22.7	7.11
Mayo	24.1	34.7	59	225	8.4	22.2	6.27
Junio	23.0	31.4	76	164	6.7	19.3	4.51
Julio	22.8	31.1	75	190	7.0	19.9	4.67
Agosto	22.7	31.7	71	173	7.3	20.5	4.87
Septiembre	22.4	31.5	79	147	7.0	19.8	4.39
Octubre	22.2	30.9	79	112	5.6	16.8	3.70
Noviembre	21.5	31.2	75	138	6.7	17.1	3.84
Diciembre	20.7	31.5	64	216	6.3	15.8	4.37
Promedio	22.3	32.4	67	208	7.3	19.5	5.15

Anexo 18. Ejemplo de cálculo sobre el requerimiento de riego para la etapa inicial.

tomando en cuenta el coeficiente del cultivo de melón, este mismo procedimiento se usó para determinar las siguientes etapas fenológicas del cultivo de Tonkua, cabe mencionar que se tomó el Kc (coeficiente de cultivo) de melón porque pertenecen a la misma familia, por ende, la demanda hídrica debería ser similares ya que el cultivo de Tonkua no tiene Kc establecido

<b>Kc del melón por etapas</b>			
inicio	desarrollo	media	Maduración
0.45	0.75	1	0.75

### **Determinación del coeficiente de cultivo**

$$ETC = (ET_0 \times Kc)$$

**Donde**

$$ETC = (5.15 \times 0.45) = 2.32 \text{ mm}$$

### **Requerimiento de riego**

$$RR = (ET_c / EF) =$$

$$RR = (2.32 / 0.80) = .2.9$$

### **Volumen de agua por planta**

$$G = \left( \frac{db \times SP \times SI}{F} \right) =$$

$$\left( \frac{2.9}{2} \times 2 \times 2 \right) = 5.8 \quad \text{litros por día}$$

### **Tiempo de aplicación**

$$TA = \frac{G}{N_p} \times qa =$$

Donde

$$TA = \frac{5.8}{1 \times 8 \text{ L} * h} = 0.73 * h$$

**Nota.** El volumen de agua por planta estableció mediante la aplicación de las ecuaciones que se utilizaron en la determinación del coeficiente del cultivo.

Anexo 19. Cálculo de riego por cada tratamiento según las etapas fenológicas del cultivo

Etapa inicial 22 marzo al 24 de abril riego cada dos días en litros					
Tratamientos	Días de riego	Volumen litros por planta cada dos días	Total, de litros por plantas	Plantas ha <sup>-1</sup>	Litros por ha <sup>-1</sup> en cada etapa
T1	15	2.85	42.75	2 500	106 875
T2	15	5.70	85.50	2 500	213 750
T3	15	8.50	127.50	2 500	318 350
Etapa de desarrollo 24 abril al 13 de mayo riego cada dos días en litros					
T1	10	4.83	48.3	2 500	120 750
T2	10	9.66	96.6	2 500	241 500
T3	10	14.49	144.9	2 500	362 250
Etapa de floración 13 de mayo al 03 de junio riego cada dos días en litros					
T1	10	6.44	64.4	2 500	161 000
T2	10	12.88	128.8	2 500	322 000
T3	10	19.32	193.2	2 500	483 000
Etapa de maduración 03 junio al 20 de Julio riego cada dos días en litros					
T1	20	4.83	96.6	2 500	241 500
T2	20	9.66	193.2	2 500	183 000
T3	20	14.49	289.8	2 500	724 500

Anexo 20. Cálculo de riego en litros para cada tratamiento durante todo el periodo del cultivo por bloques y hectárea

Volumen de agua en litro por etapa del cultivo					
Tratamiento	Inicio 0-30 días	Desarrollo 30-50 días	Floración 50-70 días	Fructificación 70-110 días	Litros por ha <sup>-1</sup>
T1	106 875	120 750	161 000	241 500	630 125
T2	213 750	241 500	322 000	183 000	960 250
T3	318 350	362 250	483 000	724 500	1 888 100

## Anexo 21. Encuesta aplicada

**Cuestionario acerca de la aceptación del dulce de Tonkua**

Nombre completo Heidy Corca Edad (opcional) \_\_\_\_\_  
Estudiante \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
Administrativo \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
Docente  Sexo

1.- ¿Le gusta los dulces a base de frutas? Si  No \_\_\_\_\_

2.- ¿Que tan frecuentemente consume dulces, cajeta o caramelos?

1. Todos los días \_\_\_\_\_  
2. una vez a la semana \_\_\_\_\_  
3. dos veces a la semana \_\_\_\_\_  
4. Más de 2 veces a la semana \_\_\_\_\_

3. Conoce la fruta del tonkua? Si  No \_\_\_\_\_

4.- ¿Conoce la confitura Tonkua? Si \_\_\_\_\_ No

5.- ¿Le gustaría degustar el almibar de Tonkua? Si  No \_\_\_\_\_

6.- ¿Cuál de las 2 degustaciones le pareció mejor? 1 \_\_\_\_\_ y 2

7. ¿A qué se debió que escogió ya sea (1 o 2) le pareció mejor por:

Sabor   
Textura \_\_\_\_\_  
Olor \_\_\_\_\_

8.- ¿Cómo calificaría esta confitura seleccionada?

Excelente \_\_\_\_\_  
Muy Buena \_\_\_\_\_  
Buena   
Regular \_\_\_\_\_  
Mala \_\_\_\_\_  
Muy Mala \_\_\_\_\_

9.- ¿Estaría dispuesto a comprar este dulce? Si  -No \_\_\_\_\_

10. De qué tamaño preferiría la presentación? 100 gramos \_\_\_\_\_  250 gramos \_\_\_\_\_ 454 gramos \_\_\_\_\_

11.- Cuántos estaría dispuesto a pagar por este producto? 05.00

Muchas gracias por sus aportes