

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**“DETERMINACIÓN DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA  
EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ZAPALLO DE PLANTA  
(*Cucurbita spp.*) EN LA IRRIGACIÓN MAGOLLO -TACNA”**

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. VICTORIO RONAL GARCIA NINAJA**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA – PERÚ**

**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**TESIS**

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ZAPALLO DE PLANTA (*Cucurbita spp.*) EN LA IRRIGACIÓN MAGOLLO - TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 14 DE JULIO DEL 2023,  
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



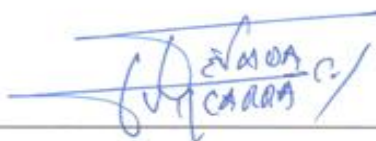
MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

MIEMBRO:



MSc. ARISTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

MIEMBRO:



Dr. JUAN CARLOS TEJADA VIZCARRA

ASESOR:



MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo MSc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA, en mi condición de asesor del trabajo tesis titulado "DETERMINACIÓN DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ZAPALLO DE PLANTA (*Cucurbita spp.*) EN LA IRRIGACIÓN MAGOLLO - TACNA" presentado por el bachiller Victorio Ronal Garcia Ninaja para ser publicado en el repositorio institucional. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de Trabajo TESIS y producción intelectual, considerando que según la evaluación realizada a través de software de similitud textual Turnitin cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es de 10 % de similitud general. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD del Trabajo Informe que está de acuerdo al nivel permitido, para continuar con los tramites correspondientes y para su publicación. Se emite el presente certificado con los fines de continuar con los tramites respectivos para su publicación.

TACNA, 19 DE AGOSTO 2022

  
.....  
MSc. Nivardo Nuñez Torreblanca

DNI 01248854  
Asesor de Tesis



  
.....  
Bach. Victorio Ronal Garcia Ninaja

DNI 41153219  
Tesisista



## **DEDICATORIA**

A Dios padre todopoderoso, por darme vida, salud, inteligencia, sabiduría y guiarme por buen camino para seguir superándome.

A mis padres Hilario Garcia y Esperanza Ninaja, por darme la vida, cuidarme incondicionalmente. Doy gracias a Dios por darme unos padres y hermanos maravillosos, su apoyo fue el soporte para lograr mis objetivos, triunfos y éxitos en mi vida.

A mis hijos Mayte y Leonel, que son el motor y motivo para seguir superándome en la vida.

A mis profesores, amigos, compañeros que con su experiencia me enseñaron, apoyaron y ayudaron a culminar mi carrera profesional. Gracias totales.

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, por impartir con paciencia y sabiduría sus conocimientos que me permitieron lograr mis objetivos trazados.

Al MSc. Nivardo Núñez Torreblanca, por su asesoría y apoyo incondicional en la ejecución y culminación del presente trabajo de tesis.

A todos mis amigos y compañeros de estudio que de una u otra manera me apoyaron en la ejecución y culminación de la tesis.

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>CONTENIDO.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA</b>	
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problema específico .....	5
1.3. Justificación de la investigación.....	5
<b>CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	
2.1. Objetivos de la investigación .....	8
2.1.1. Objetivo general.....	8

2.1.2. Objetivo específico.....	8
2.2. Hipótesis de la investigación .....	8
2.1.1. Hipótesis general .....	8
2.2.2. Hipótesis específica .....	9
2.3. Variables .....	9
2.3.1. Variables independientes.....	9
<b>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO</b>	
3.1. Antecedentes de la investigación .....	10
3.2. Cultivo de zapallo .....	16
3.2.1. Origen.....	16
3.2.3. Descripción botánica.....	17
3.2.4. Clasificación taxonómica.....	18
3.2.5. Morfología.....	19
3.2.6. Características edafoclimáticas.....	20
3.3. Manejo del cultivo .....	22
3.3.1. Preparación del terreno.....	22
3.3.2. Abonamiento y fertilización .....	23
3.3.3. Cosecha y manejo post cosecha .....	25
3.4. Nitrógeno.....	26
3.5. Fertilización química.....	29
3.6. Fuente nitrogenada .....	30

3.6.1. Urea .....	30
-------------------	----

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

4.1. Tipo de investigación.....	32
4.2. Ubicación de la parcela Experimental.....	32
4.3. Material experimental .....	32
4.5. Datos meteorológicos.....	35
4.6. Tratamientos en estudio.....	37
4.7. Variables de respuesta.....	37
4.7.1. Porcentaje de prendimiento (%).....	37
4.7.2. Longitud de planta (cm) .....	38
4.7.4. Diámetro polar (cm) .....	38
4.7.5. Diámetro ecuatorial (cm).....	38
4.7.6. Peso de fruto por planta (g) .....	39
4.7.7. Rendimiento de fruto por hectárea (t ha <sup>-1</sup> ) .....	39
4.8 Características agro botánicas y taxonómicas .....	39
4.8.1. Raíz .....	39
4.8.2. Tallo .....	39
4.8.3. Hojas .....	40
4.8.4. Inflorescencia.....	40
4.8.5. Flores.....	40
4.8.6. Fruto .....	40

4.8.7. semilla.....	40
4.8. Diseño experimental.....	41
4.9. Características de campo experimental .....	41
4.9.1. Dimensiones del campo experimental.....	41
4.9.2. Dimensiones del bloque experimental .....	42
4.9.3. Dimisiones de la unidad experimental.....	42
4.10. Aleatorización de los tratamientos en el experimento.....	43
4.11. Análisis estadístico.....	43
4.12. Conducción del experimento .....	44
4.12.1. Instalación del campo experimental.....	44
4.12.2. Preparación del terreno.....	44
4.12.3. Plantación .....	44
4.12.4. Riego .....	45
4.12.5. Control de malezas .....	45
4.12.6. Control fitosanitario .....	45
4.12.7. Fertilización.....	46
4.12.8. Cosecha.....	46
 <b>CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
5.1. Porcentaje de prendimiento.....	47
5.2. Longitud de planta (cm).....	48
5.3. Número de frutos por planta.....	51

5.4. Peso unitario de fruto (kg) .....	52
5.5. Diámetro ecuatorial (cm) .....	55
5.6. Diámetro polar de fruto (cm).....	57
5.7. Rendimiento de frutos (t/ha).....	61
5.8. Características agro botánicas .....	66
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	9
Tabla 2 Resultado del análisis de caracterización del suelo experimental.....	33
Tabla 3 Temperaturas y humedad relativa, registradas durante la ejecución d la investigación .....	35
Tabla 4 Dosis nitrogenada a aplicar para su estudio.....	37
Tabla 5 Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento (%).....	47
Tabla 6 Análisis de varianza de longitud de planta (cm).....	48
Tabla 7 Análisis de regresión de longitud de planta (cm).....	48
Tabla 8 Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión.....	49
Tabla 9 Análisis de varianza de número de frutos por planta.....	51
Tabla 10 Análisis de varianza de peso unitario de fruto (kg).....	52
Tabla 11 Análisis de regresión de peso unitario de fruto del zapallo de planta (kg) .....	52
Tabla 12 Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión.....	53
Tabla 13 Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de fruto (cm) .....	55

Tabla 14 Análisis de regresión de diámetro ecuatorial de fruto (cm) .....	56
Tabla 15 Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión.....	56
Tabla 16 Análisis de varianza para diámetro polar de fruto (cm).....	57
Tabla 17 Análisis de regresión de diámetro polar de fruto (cm) .....	58
Tabla 18 Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión.....	58
Tabla 19 Análisis de varianza de rendimiento de frutos (t ha <sup>-1</sup> ).....	61
Tabla 20 Análisis de regresión de rendimiento de frutos (t ha <sup>-1</sup> ) .....	62
Tabla 21 Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión.....	62
Tabla 22 Caracteres morfológicos raíz, tallo y hoja evaluados en el cultivo de Cucurbita spp. "zapallo de planta" .....	66
Tabla 23 Caracteres morfológicos órganos reproductores, fruto y semilla evaluados en el cultivo de Cucurbita spp. "zapallo de planta" .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aleatorización de los tratamientos en estudio .....	43
Figura 2. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre la longitud de planta del zapallo de planta.....	49
Figura 3. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre el peso unitario de fruto del zapallo de planta .....	54
Figura 4. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre el diámetro ecuatorial de fruto del zapallo de planta.....	57
Figura 5. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre el diámetro polar de fruto del zapallo de planta.....	59
Figura 6. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre el rendimiento de frutos de fruto del zapallo de planta .....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de porcentaje de prendimiento (%).....	81
Anexo 2. Datos originales de longitud de planta (cm) .....	81
Anexo 3. Datos originales de número de frutos/planta .....	81
Anexo 4. Datos originales de diámetro ecuatorial de fruto (cm) .....	82
Anexo 5. Datos originales de diámetro polar de fruto (cm).....	82
Anexo 6. Datos originales de peso unitario de fruto (kg) .....	82
Anexo 7. Datos originales de rendimiento de frutos (t/ha).....	83
Anexo 8. Resultados del análisis del suelo .....	84
Anexo 9. Costo de ejecución del proyecto de tesis .....	85
Anexo 10. Panel fotográfico .....	86

## RESUMEN

La tesis titulada determinación de la dosis de fertilización nitrogenada en el rendimiento del cultivo de zapallo de la planta (*Cucurbita sp.*), se realizó en la irrigación Magollo, Tacna. El objetivo fue determinar el nivel óptimo de nitrógeno en el rendimiento del cultivo de zapallo de planta propagado por esquejes. Los tratamientos fueron los siguientes niveles de nitrógeno 50; 100; 150; 200 y 250 kg ha<sup>-1</sup> de N establecidos en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Para el análisis de datos se usó el ANOVA, la prueba fue F a un nivel de significancia de 1 y 5 %, la dosis óptima se determinó mediante el análisis de regresión. Con los resultados encontrados, se concluye que para el rendimiento, se determinó una dosis óptima de 171,16 kg ha<sup>-1</sup> de N obteniendo un rendimiento de 15,68 t ha<sup>-1</sup>. Con respecto al peso unitario de fruto y el diámetro polar, los niveles óptimos fueron 170,86 kg ha<sup>-1</sup> de N y 213,99 kg ha<sup>-1</sup> de N; alcanzando un peso de fruto de 2,34 kg y un diámetro polar de 17,70 cm. La respuesta del diámetro ecuatorial del fruto y la longitud de la planta fue lineal.

**Palabras clave:** *Cucurbita spp.*, niveles de nitrógeno, dosis óptima, rendimiento

## ABSTRACT

The thesis entitled determination of the nitrogen fertilization dose on the yield of the plant squash crop (*Cucurbita* sp.), was carried out at Magollo irrigation, Tacna. The objective was to determine the optimum level of nitrogen on the yield of the plant squash crop propagated by cuttings. The treatments were the following nitrogen levels: 50; 100; 150; 200 and 250 kg ha<sup>-1</sup> of N established in a randomized complete block experimental design with three replications. ANOVA was used for data analysis, the test was F at a significance level of 1 and 5 %, the optimum dose was determined by regression analysis. With the results found, it is concluded that for yield, an optimum dose of 171,16 kg ha<sup>-1</sup> of N was determined, obtaining a yield of 15,68 t ha<sup>-1</sup>. With respect to fruit unit weight and polar diameter, the optimum levels were 170.86 kg ha<sup>-1</sup> of N and 213,99 kg ha<sup>-1</sup> of N; reaching a fruit weight of 2,34 kg and a polar diameter of 17,70 cm. The response of fruit equatorial diameter and plant length was linear.

**Key words:** *Cucurbita* spp., nitrogen levels, optimum dose, yield.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se planteó la necesidad de generar información académica científica con respecto a una hortaliza que se encuentra en plena etapa de extinción, y su área de influencia es cada vez más reducida, al punto que se la considera en algunas zonas como maleza. Esta planta no ha logrado ser identificada a nivel de especie y no se cuenta con información de datos agronómicos y edafoclimatológicos, y menos no se tiene información agro botánica específica, refiere Ramos (2007) y Zegarra & Arévalo (2012) que en sus tiempos esta hortaliza era muy apreciada por características en la alimentación de niños y ancianos, y preguntar como es el mecanismo de su manejo, es aprender de este cultivo conjuntamente con los agricultores de la zona, hablamos de Pachía y Caplina, estas versiones de diferentes agricultores y la necesidad de tener información referente al cultivo, desde el punto de vista agronómico es el motivo que nos permitió plantear el presente trabajo de investigación, con la intención que otros colegas puedan refrendar este trabajo con el resto de parámetros para identificar cada potencial no desarrollado por el cultivo, así por ejemplo mediante el presente trabajo a nivel de nutrición de la planta y fertilidad de suelos se determinó el nivel óptimo de nitrógeno con respecto

a los rendimientos en general. Otras informaciones como la determinación de potasio, fósforo, calcio, magnesio, entre otros minerales serian parte de otros trabajos que fortalecerán y permitirán en el tiempo tener un bloque tecnológico rico en información científica que pueda utilizarse en presentar a esta hortaliza de nuevo en la mesa de las familias tacneñas. El fertilizante nitrogenado según muchos autores es el más importante para el desarrollo del cultivo, por tal motivo es que se ha elegido trabajar con este mineral que necesariamente debe aportarse al suelo para que las plantas puedan asimilarla y formar estructuras carboproteicas que permitan desarrollar el potencial agronómico de la misma. Al ser el primer mineral que las plantas requieren para su nutrición y debe aportarse externamente es que se plantea el presente trabajo para elevar el rendimiento del cultivo y establecer la dosis exacta de nitrógeno que la planta requiere.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

En la región Tacna existe un ecotipo de zapallo, más conocido por los agricultores como *zapallo de planta*. Ramos (2007) indica que se conocen dos especies de zapallo de planta una con cascara blanca y con mesocarpio amarillo, y la otra con cascara verde oscura con mesocarpio amarillo, este cultivo en la antigüedad tenía muy buena demanda, llegando muchas veces la producción hasta la vecina ciudad de Arica, era cultivada mayormente en Pachía, Calana, Pocollay, Para y Magollo, una de las cualidades de este cultivo es que se consume como alimento para bebés (papillas) y en la dieta de los ancianos. En estudios realizados en *Cucurbita spp.* *zapallo de planta* indican que es una *Cucurbitácea* cultivada que se va perdiendo su material genético en la provincia de Tacna. Actualmente, el cultivo de *zapallo de planta* se ha reducido en la comunidad de Higuera y los anexos de Pachía, por lo que es necesario realizar investigaciones para, caracterizar, seleccionar, recuperar y preservar las especies nativas de la zona entre ellas el *zapallo de planta*, teniendo en cuenta que se tiene pocos

antecedentes publicados de esta especie de zapallo. La información bibliográfica consultada en su mayoría se refiere material documentado con respecto a los manejos agronómicos. Las únicas referencias que se tienen en la zona está referida a la fenología del *zapallo de planta* publicadas por Ramos en el 2007 y Zegarra & Arévalo 2012.

El problema de la falta de información a nivel agro edafoclimático y agro botánico, el desconocimiento a nivel de especie de esta planta nos permite plantear el presente trabajo de investigación a nivel de pregrado. Cuyos resultados será la herramienta para desarrollar un paquete tecnológico en el cultivo de zapallo de planta para el sector agrícola de la zona, dentro del ámbito de la agronomía que nos permita revalorar esta hortaliza y explotarla en todo la amplitud de su potencial genético, desde luego es un atractivo económico para los agricultores de la zonas. Asimismo, el desarrollo de las potencialidades del *zapallo de planta* a nivel agronómico; además generará que esta hortaliza sea parte de la dieta especial de cierto sector de la población, como un recurso natural e inocuo apropiado. Por ser un cultivo poco difundido, no obstante, sus cualidades se desconoce, por ejemplo su requerimiento de nutrientes en diferentes ámbitos de las potencialidades del suelo.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo responderá el cultivo del zapallo de planta (*Cucurbita spp.*) propagada por esquejes a nivel de rendimiento en la irrigación Magollo, Tacna, a diferentes niveles de fertilización nitrogenada?

### **1.2.2. Problema específico**

¿Cuál es la cantidad apropiada de nitrógeno para el rendimiento del zapallo de planta (*Cucurbita spp.*) propagada por esquejes en la irrigación Magollo, Tacna?

## **1.3. Justificación de la investigación**

El nitrógeno (N) es el nutriente que más influye en el rendimiento de los cultivos, favorece el crecimiento vegetativo, al ser componente de la clorofila intensifica la coloración verde de las hojas; es constituyente de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos; es componente de la clorofila junto al Mg; además, actúa como regulador del P, K y otros nutrimentos mejorando la succulencia de los cultivos. La escasa investigación y la falta de información científica, hace que los agricultores desconozcan las cantidades necesarias de fertilizantes nitrogenados que requieren los

cultivos entre ellos el *zapallo de planta*, es por esta razón, que este trabajo de investigación busca determinar un nivel óptimo de nitrógeno para el *zapallo de planta* con la que se puede obtener altos rendimientos con el desarrollo del potencial genético de esta especie de hortaliza y reducir los costos de producción.

El uso de fertilizantes químicos es importante debido a que incrementan los rendimientos en la producción agrícola permitiendo producir lo necesario para la seguridad alimentaria de la población mundial. Al mismo tiempo, la utilización adecuada de estos fertilizantes tienen impactos positivos indirectos para el medio ambiente natural; asimismo permiten intensificar la agricultura en los suelos agrícolas existentes sin la necesidad de expandir hacia otras áreas que tienen usos naturales y/o sociales. En la actualidad los agricultores realizan una inadecuada fertilización nitrogenada en el cultivo de *zapallo de planta*, por esta razón se realizó este estudio con la finalidad de determinar las cantidades de nitrógeno necesarias para obtener los rendimientos óptimos, lo cual es muy importante y un gran aporte a los agricultores de los valles interandinos donde se cultiva el *zapallo de planta*.

Con este estudio se busca que esta *Cucurbitácea* cultivada vuelva a tomar importancia económica en la provincia de Tacna ya que se encuentra en peligro de extinción, Asimismo, es necesario resaltar que el *zapallo de planta* es de origen regional por lo tanto compete su conservación, manejo agronómico, diversificación, propagación, desarrollo de tecnología y repoblamiento a los agricultores, autoridades políticas y académicas de la región, con el argumento descrito justificamos el planteamiento del presente trabajo de investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **2.1. Objetivos de la investigación**

##### **2.1.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento del *zapallo de planta (Cucurbita spp)* propagada por esquejes en la irrigación Magollo, Tacna.

##### **2.1.2. Objetivo específico**

Determinar el nivel óptimo de nitrógeno en el rendimiento del *zapallo de planta (Cucurbita spp.)* propagada por esquejes en la irrigación Magollo, Tacna.

#### **2.2. Hipótesis de la investigación**

##### **2.1.1. Hipótesis general**

La fertilización nitrogenada tendrá efecto positivo en el rendimiento del *zapallo de planta (Cucurbita spp.)* propagada por esquejes en la irrigación Magollo, Tacna.

### 2.2.2. Hipótesis específica

Existe un nivel óptimo de nitrógeno en el rendimiento de frutos del de zapallo de planta (*Cucurbita spp.*) propagada por esquejes en la irrigación Magollo, Tacna.

### 2.3. Variables

#### 2.3.1. Variables independientes

Niveles de nitrógeno (**N**)

#### 2.3.2. Variable dependiente

Rendimiento de frutos de zapallo de planta (**Y**)

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Variable independiente</b>	
Niveles de nitrógeno	kg/ha
<b>Variable dependiente</b>	
Rendimiento de zapallo de planta	t/ha

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Antecedentes de la investigación**

Muñoz (2016), en su investigación *influencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo de zapallo (Cucurbita pepo L.) plantado con diferentes distancias de siembra*. Con el objetivo de aumentar el rendimiento y la calidad del zapallo con la aplicación de diferentes niveles de fertilización nitrogenada. Los factores fueron: distanciamientos de siembra y niveles de nitrógeno (0; 40; 80 y 120 kg ha<sup>-1</sup> de N). Los tratamientos fueron establecidos en el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2x4 + 1 con cuatro repeticiones. Los resultados a los 20 días después de la fertilización nitrogenada, la dosis de 120 kg ha<sup>-1</sup> N reportó la mayor longitud de guía con 29,52 cm, el mayor peso promedio del fruto con 5,51 kg; el mayor número de frutos por planta con 1,62 (4 050 frutos por hectárea), la mayor longitud del fruto con 32,13 cm, siendo superior a los demás tratamientos. En cuanto al diámetro de fruto la dosis de 80 kg ha<sup>-1</sup> N produjo el mayor diámetro con 28,08 cm estadísticamente similar a las dosis de 40 y 80 kg ha<sup>-1</sup> N. Mientras, que el mayor rendimiento lo obtuvo la dosis de 120 kg ha<sup>-1</sup> N con 50 800 kg ha<sup>-1</sup>.

Vásquez (1991), en su estudio *efecto de densidad de siembra y niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento del zapallo (Cucurbita moschata Duchense) cultivar Butternut bajo protección*. En este ensayo evaluaron tres niveles de fertilización nitrogenada y tres niveles de densidad para determinar su efecto en el rendimiento del zapallo (*Cucurbita moschata Duchense*). El cultivar utilizado fue "Early Butternut" y la fuente de nitrógeno fue urea. El diseño experimental fue DBCA y los tratamientos se ordenaron en parcelas divididas. Los niveles de nitrógeno usados fueron 0, 75 y 150 kg ha<sup>-1</sup> N, y los niveles de densidad fueron de 0,25 m; 0,50 m y 0,50 m entre plantas, dejando dos plantas por golpe. Las características evaluadas fueron rendimiento, largo de planta, días a floración, número de frutos por planta, peso promedio de frutos por planta, largo y ancho de los frutos. El terreno presento una alta fertilidad lo cual no permitió al cultivo responder a la aplicación de nitrógeno. Estos niveles no influenciaron ninguna de las características evaluadas.

Peláez et al. (1984) en su estudio *respuesta del calabacín (Cucurbita pepo L.) a fertilización con nitrógeno, fosforo, potasio y materia orgánica*. Cuyo estudio fue establecido en el diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, los tratamientos estuvieron constituidos por 18 combinaciones de fertilizantes químicos (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) y dos con abono orgánico (gallinaza). El zapallito italiano o calabacín presentó mejor respuesta a la

fertilización orgánica, donde el tratamiento 10 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza obtuvo el mayor rendimiento y número de frutos, seguido por la combinación de fertilizantes químicos 100 N; 300 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 75 K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>. Mientras que en las combinaciones químicas, el nivel más alto de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (300 kg ha<sup>-1</sup>) alcanzó el mayor rendimiento y tamaño de frutos. No hubo interacción entre las combinaciones de los fertilizantes químicos.

Méndez y Chacón (2009) evaluaron de *tres dosis de fertilización con abono orgánico y sintético en la producción de zapallo (Cucurbita pepo) en Zamorano, Honduras*. Siendo el objetivo evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes químicos como el nitrato de amonio, fosfato monoamónico, nitrato de potasio y un abono orgánico (compost) con tasas de 75, 100 y 125 % con relación a una dosis estándar (168 N; 112 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 112 K<sub>2</sub>O en kg ha<sup>-1</sup>) en la producción del calabacín. El diseño que utilizó fue completamente al azar (DCA) con cuatro repeticiones. Las características evaluadas fueron: mortalidad de plantas, número de frutos, peso de frutos comerciales, peso de frutos no comerciales y frutos totales. Todos los tratamientos, independientemente de la fuente de fertilización, produjeron más que el tratamiento control. Sin embargo, las parcelas con fertilizante sintético produjeron más frutos comerciales respecto a las parcelas con abonos orgánicos. No obstante, los rendimientos totales fueron estadísticamente similares entre los tratamientos y el rendimiento por

planta en todos los tratamientos con fertilizantes químicos fueron estadísticamente similares (2,6 a 2,9 kg planta<sup>-1</sup>) y superiores al testigo (2,0 kg planta<sup>-1</sup>). La tasa simple de retorno (TSR) o rentabilidad fue 23 y 71%. Concluyendo que todos los tratamientos con fertilizante sintético presentaron mayor producción y rentabilidad.

Menjívar et al. (2015), en su ensayo *evaluación de la eficiencia de tres fertilizantes edáficos sobre el rendimiento y calidad del zapallo (Cucurbita maxima var. Unapal - Mandarin) por efecto de la aplicación de tres fertilizantes edáficos en el desarrollo, producción y rendimiento del cultivo* realizado en el Valle del Cauca, Colombia. Los tratamientos evaluados fueron: dosis comercial, dosis comercial + 25 % y dosis comercial +50 % y se establecieron en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Las características evaluadas fueron: peso y números total de frutos, peso unitario del fruto, diámetro polar y ecuatorial del fruto, índice de esfericidad, grosor de la pulpa, color de pared, peso unitario de semilla, peso de 100 semillas, peso total de semillas, número total de semillas y materia seca (%). Los resultados muestran que la dosis comercial y dosis comercial +25% fueron no significativas. Sin embargo, la dosis comercial +50 % se influyó positivamente en el peso total de frutos, diámetro polar y ecuatorial del fruto, número total de semillas y peso total de semillas por

fruto. Concluyen que al aumentar la dosis comercial del fertilizante, los componentes agronómicos del fruto se incrementan.

Viza (2010) en su trabajo de tesis *influencia de cuatro niveles de fertilización nitrogenada y potásica en el rendimiento de sandía (Citrullus lanatus Thunb)*, realizada en el valle de Moquegua. Utilizando como material vegetal plantas de sandía 'Santa Amelia', los factores fueron cuatro niveles de fertilización nitrogenada y potásica. Los tratamientos se establecieron en un diseño experimental de bloques completos al azar con 10 tratamientos definidos por el diseño plan puebla 11 con cuatro repeticiones. Los mejores rendimientos lo obtuvieron los tratamientos T<sub>9</sub> (250 N y 140 K<sub>2</sub>O); T<sub>7</sub> (150 N y 100 K<sub>2</sub>O); T<sub>8</sub> (200 N y 60 K<sub>2</sub>O) y T<sub>1</sub> (250 N y 180 K<sub>2</sub>O) con promedios de 65,88; 64,45; 63,50 y 54,83 t ha<sup>-1</sup> superando a los demás tratamientos.

Tancara (2009), en su trabajo de investigación *niveles de nitrógeno y fósforo en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cultivar 'Klondike' bajo RLAF goteo*, realizado en el CEA-III "Los Pichones" de la UNJBG. El objetivo fue determinar la dosis óptima de N y P para el eficiente manejo de la fertilización. Los tratamientos se establecieron en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los niveles de nitrógeno fueron: 80; 160; 240; 320 kg ha<sup>-1</sup> N) combinados con cuatro

niveles de fósforo: 40; 80; 160; 240 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Los resultados hallados demuestran que existe interacción de los factores nitrógeno y fósforo en el rendimiento total de frutos, el peso de fruto, diámetro longitudinal y concentración de sólidos solubles, es decir que los factores son dependientes uno del otro. Se concluye que el nivel de fertilización 218,44 kg ha<sup>-1</sup> de N y 138,49 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obtuvieron el mejor rendimiento con 57,086 t ha<sup>-1</sup>.

Acero (2015), en su tesis *efecto de la inoculación de Azotobacter spp y nitrógeno en el rendimiento de sandía (Citrullus lanatus L.)*. Esta investigación se realizó en el CEA III “Los Pichones” de la UNJBG, Tacna. Los tratamientos evaluados se establecieron en el diseño experimental bloques completos al azar con arreglo factorial de 4x2 con cuatro repeticiones. Los factores fueron: sin Azotobacter y con Azotobacter combinados con cuatro niveles de nitrógeno (0,0; 100; 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>). El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el análisis de varianza, y la comparación de medias se determinó mediante la prueba post hoc de Duncan. Los resultados hallados, indican que el mayor rendimiento de sandía se logró con la aplicación de Azotobacter con 43,13 t ha<sup>-1</sup> combinado de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N.

## **3.2. Cultivo de zapallo**

### **3.2.1. Origen**

Según Cabrera & Mosquera (1998), señalan que los zapallos son originarios del continente americano, asimismo indican que existen hallazgos arqueológicos de esta especie en México en suroeste de los Estados Unidos. Otros autores afirman que el zapallo es originario de México debido a que existen otras especies del género *Cucurbita* y fue muy cultivado en estado de Puebla. Investigaciones arqueológicas señalan que, el zapallo junto con el maíz, el poroto fue la base de la alimentación de los Incas, Aztecas y Mayas antes de la colonización española. El posible centro de domesticación sería la costa del Perú donde fue cultivada antes de la llegada de los españoles. Existen dudas sobre el origen del zapallo. Otro lado, Lira (1995) manifiesta que la familia cucurbitácea se cultivan principalmente en regiones tropicales del mundo.

Planta de zapallo posiblemente fue domesticada en la costa desértica del Perú, ya que en estas zonas y en las zonas trópicas del país, esta especie es muy cultivada. Asimismo, las culturas preincaicas habrían utilizado al zapallo como junto al maíz, quinua, papa, pepino y otros cultivos originarios de la zona andina en su dieta alimenticia. Además, esta especie se adapta bien a condiciones ecológicas totalmente diferentes, como los

trópicos húmedos de Sudamérica o las zonas frías y templadas donde son cultivadas en el verano (Lira, 1995; Cabrera & Mosquera, 1998).

Zegarra & Arévalo (2012) afirman que las especies del género *Cucúrbita*, son originarias de América. Durante la época prehispánica fue domesticada *Cucurbita máxima* "Zapallo"; asimismo 5 700 años a.C., se encontraron restos en las tumbas precolombinas de *Cucurbita tiritona* "Calabaza". Otras cucúrbitas cultivadas desde épocas prehispánicas fueron *Cucurbita moschata* "Avinca, Loche", *Cucúrbita pepo* var. Zucchini "zapallo italiano" esta última originaria del centro de México. Mientras que *Cucurbita mixta* "Pipian" fue cultivada en Centroamérica menor escala. Estas especies son cultivadas especialmente por sus frutos y son incluidas en la rama de las olerizas.

### **3.2.3. Descripción botánica**

Montes et al. (2004) indican que existen muchas especies de zapallo que pertenecen a la familia de las cucurbitáceas las más importantes son *C. argyrosperma*, *Cucurbita foetidissima*, *Cucurbita lundelliana*, *Cucurbita maxima* (calabaza), *Cucurbita palmata*, *Cucurbita pedatifolia*, *Cucurbita pepo* (calabacín, zucchini, zapallito), *Cucurbita moschata*, *Cucurbita okechobeensis*, *Cucurbita cordata*, *Cucurbita digitata*, *Cucurbita ecuadorensis*, *Cucurbita ficifolia* (alcayote), *Cucurbita radicans*, conocidos

en todo el mundo con diferentes nombres comunes, zapallo, calabaza, calabacín, zapallito, calabazas, calabacera, abóbora, gerinum.

#### **3.2.4. Clasificación taxonómica**

Según Valadez (2010) la ubicación taxonómica del zapallo es la siguiente:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Tribu: Cucurbitteae

Género: *Cucurbita*

Especie: *Cucurbita maxima*.

### **3.2.5. Morfología**

El zapallo de planta se encuentran dos tipos un rastrero y arbustivo. Es una planta herbácea presenta un tallo trepador, con presencia de zarcillos. El tallo y las hojas presentan una suave pubescencia; tiene espículas alternas con una pilosidad muy fina (Zegarra & Arévalo, 2012).

**Raíz:** presenta una raíz adventicia, este tipo de raíz se forma cuando las plantas son propagadas por esquejes, las raíces nacen de los nudos de los tallos; y de yemas vegetativas con primordios radiculares (Ramos, 2007; Zegarra & Arévalo, 2012).

**Tallo:** es herbáceo, cilíndrico, rastrero de 6 a 7 m de longitud de color verde oscuro, presenta zarcillos cortos, caulinares simples, y delgados. Asimismo presenta vellosidad moderadamente áspera (Ramos, 2007).

**Hojas:** presenta hojas alternas, simples, con pentalobuladas, forma triangular cordiforme. Con un peciolo de 30 cm o más de largo, borde aserrado y/o denticulado con ápice agudo, palminervias. El ancho de la hoja es 15 a 20 cm de largo (Zegarra & Arévalo, 2012)

El fruto, es un pepónide, los frutos son ovalados, oval alargadas, piriformes, esféricos, asimismo presenta 10 gajos poco definidos. La superficie del epicarpio es liso o ligeramente rugoso, delgado, de color

verde con verrugas de 0,3 a 1 mm. El mesocarpio está formado por tejido parenquimatoso de un cm de grosor de estructura suave, color verde claro. El endocarpio es amplio, de color amarillo intenso, el caroteno es almacenado en las células parenquimatosas, se confunde con las placentas. El fruto mide de 3 a 4,5 cm con un peso promedio de 2,5 a 3 kg. El número promedio de frutos por planta es de 4 a 6 (Ramos, 2007; Zegarra & Arévalo, 2012).

Semillas: son planas, delgadas, ovaladas de color blanco amarillento de un centímetro de ancho por 1,5 a 2 centímetros de largo. Las placentas tienen 3 cm de largo (Zegarra & Arévalo, 2012).

### **3.2.6. Características edafoclimáticas**

#### **3.2.6.1. Temperatura**

La temperatura es un factor importante que determina el crecimiento y producción del zapallo, el rango térmico para la germinación varía entre 21 a 35 °C y la temperatura óptima para el crecimiento vegetativo y maduración de frutos se sitúa entre los 18 a 24 °C (Maroto, 2002).

### **3.2.6.2. Altitud**

El zapallo se desarrolla bien desde los 300 hasta 1 800 msnm, otras *Cucurbitáceas* prosperan muy bien en la sierra y valles interandinos(Maroto, 2002).

### **3.2.6.3. Fotoperiodo**

El zapallo es una hortaliza insensible al fotoperiodo de clima cálido, por lo cual no tolera las heladas (Valadez, 2010).

### **3.2.6.4. Humedad relativa y luminosidad**

Sus exigencias en humedad relativa ambiental está comprendido entre 65 y el 80%. Es una especie muy exigente a la iluminación (Maroto, 2002).

### **3.2.6.5. Suelo**

Valadez (2010), reporta que el zapallo crece en cualquier tipo de suelo, sin embargo, prefiere suelos profundos, ricos en materia orgánica y bien drenados, es una especie que tolera los suelos ligeramente ácidos, siendo el pH de 5,5 a 7. Asimismo, tolera la salinidad de 4 a 6 dS/m, además se recomienda una buena preparación del suelo y un buen abonado que no presenten dificultades para drenar el agua. Por otro lado, Ugás et al. (2000) indican que el zapallo es ligeramente tolerante a la salinidad y acidez, se

desarrolla mejor en pH de 5,7 a 6,8. Asimismo, Filgueira (2009), señala que el zapallo prospera mejor en suelos de textura areno-arcillosos, con un pH, de 6,0 a 6,8. Mientras que, Villasanti et al. (2013) señalan que el zapallo se desarrolla en cualquier de suelo, sin embargo, prefiere suelos ricos en materia orgánica, profundos con un pH de 5,5 a 6,8 siendo moderadamente tolerante a la acidez.

#### **3.2.6.6. Requerimiento de esquejes y periodo vegetativo**

Para la instalación de esta especie, se requiere de 300 a 1 400 esquejes por hectárea. El periodo vegetativo desde la siembra hasta la cosecha es de 120 a 150 días; mientras que la cosecha tiene una duración de 30 días (Zegarra & Arévalo 2012)

### **3.3. Manejo del cultivo**

#### **3.3.1. Preparación del terreno**

El arado del terreno debe ser superficial a una profundidad máxima de 40 centímetros, ya que el desarrollo de las raíces es superficial (Valadez, 2010).

Primeramente se realiza un riego machaco dependiendo de la humedad del suelo y del cultivo de la campaña anterior. Seguidamente se realiza un arado y volteo del terreno, generalmente con un arado de vertedera (reja)

o de discos. Luego del arado se debe hacer un gradeo con rastra de discos para mullir el terreno rompiendo los terrones más grandes, y terminar con el nivelado del terreno (Ugas y Carazas, 2005).

El zapallo de planta requiere una íntegra preparación del terreno como otros cultivos, ya que se propaga por esqueje. Posteriormente, se realiza el surcado del campo según los distanciamiento de siembra cuando se planta en surcos simples el distanciamiento es 4 a 6 m entre surcos obteniéndose una baja densidad de plantas. Se recomienda aplicar materia orgánica (estiércol) de manera localizada, sin embargo, se puede aplicar al fondo del surco antes de la siembra, requiriendo un segundo surcado para tapar el estiércol. Asimismo, se aprovecha la labor del primer cambio de surco para aplicar el estiércol (Ramos, 2007).

### **3.3.2. Abonamiento y fertilización**

Ugas y Carazas (2005) indican que el zapallo de planta, es exigente en macro y micronutrientes, es necesario realizar una buena fertilización para alcanzar buenos rendimientos y obtener frutos de buena calidad. Se recomienda realizar un abonado aplicando materia orgánica (estiércol) a razón de 15 TM ha<sup>-1</sup> año al momento de la preparación del terreno. En la fertilización de fondo todo el fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y el potasio (K<sub>2</sub>O) se aplican durante el primer cambio de surco a los 20 DDS. El nitrógeno (N) se

fracciona en por tres partes, la primera aplicación se realiza junto con el  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , la segunda aplicación a los 20 días después de la primera o al momento del cambio de surco y finalmente la tercera aplicación del N a los 20 días después del segundo cambio de surco. Las deficiencias nutricionales en el zapallo producen clorosis, plantas poco vigorosas, deformación de los frutos. La fertilización foliar es una forma efectiva y complementaria de corregir deficiencias nutricionales en los cultivos, asimismo recomiendan aplicar  $168 \text{ kg ha}^{-1}$  N,  $130 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  y  $220 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $K_2O$  (Mengel & Kirkby, 2000).

Vásquez (1991) afirma que el N, es el elemento más importante y el que más limita el rendimiento de los cultivos. Las plantas solo aprovechan del 25 a 50 % de todo el fertilizante nitrogenado que se aplica al suelo. Las pérdidas de este elemento se pueden reducir al hacer aplicaciones menores y más frecuentes. En plantaciones encontraron que los rendimientos de Zapallo de invierno fueron mayores cuando usaron dosis de  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de N aplicados desde la segunda hasta la sexta semana después de la siembra en incrementos de 18 kg. Mientras que al usar la misma dosis pero aplicando  $45 \text{ kg ha}^{-1}$  a la siembra y los demás  $45 \text{ kg ha}^{-1}$  cuatro semanas después también incremento el rendimiento.

Miselem et al. (1989) recomiendan una aplicación de 145 kg ha<sup>-1</sup> de urea (CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, 145 kg ha<sup>-1</sup> de 0-46-0 y 100 kg ha<sup>-1</sup> de cloruro de potasio (KCl) al momento de la siembra. A los 21 días después de la siembra aplicar 50 kg ha<sup>-1</sup> de urea y 100 kg ha<sup>-1</sup> de cloruro de potasio, y a los 50 días después de la siembra aplicar 50 kg ha<sup>-1</sup> de urea. A los 35 días después de la siembra hacer aplicaciones foliares de fertilizante cada 10 días. Se pueden usar sulfato de magnesio (MgSO<sub>4</sub>), en dosis de 27 y 16 g galón<sup>-1</sup> de agua, respectivamente.

### **3.3.3. Cosecha y manejo post cosecha**

Giacconi (1989) señala que un indicativo de la maduración de los frutos es el endurecimiento de la cascara (epicarpio) y el cambio color siendo el momento para cosechar. Durante la recolección de los frutos se recomienda dejar un pedazo del pedúnculo sobre todo si se va almacenar hasta su comercialización.

#### **3.3.3.1. Momento de cosecha**

Cosecha se realiza cuando el fruto está en su madures comercial, 45 días después de la floración.

### **3.3.3.2. Forma de cosecha**

Se realiza retirando los frutos de la planta y cargándolos fuera del campo para su acopio.

### **3.3.3.3. Envase utilizado**

Inmediatamente después de la cosecha los zapallos son transportados a granel en camiones de carga para su selección y posterior comercialización.

### **3.3.3.4. Conservación postcosecha**

Los frutos enteros se conservan después de la cosecha por un periodo de 10 días en lugares fresco, ventilados; para mantener sus propiedades organolépticas y nutricionales.

## **3.4. Nitrógeno**

El nitrógeno (N) se encuentra en la planta cumpliendo importantes funciones biológicas y bioquímicas. El nitrógeno mineral una vez en el interior de las células va a constituir las bases nitrogenadas para las distintas funciones fisiológicas de la planta. El nitrógeno ingresa en la síntesis de los aminoácidos, luego éstos entran en la formación de los prótidos y las proteínas del vegetal, formando un elemento plástico por

excelencia. El nitrógeno se halla en la síntesis de las hormonas, ácidos nucleicos y la clorofila (Rodríguez, 1999).

La aplicación del nitrógeno en la agricultura, es considerado un factor determinante que permite incrementar los rendimientos de los cultivos aumentando la producción de alimentos. No obstante, el nitrógeno es esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Lawlor et al., 2001; Mengel & Kirkby, 2001). La aplicación de N a los cultivos, en particular en la olerizas se utilizan altas cantidades superiores a las requeridas, con una baja eficiencia de recuperación del elemento (i.e. cantidad absorbida/cantidad aportada x 100). Esta tasa de recuperación del nitrógeno generalmente es menor al 50 % (Wiesler, 1998).

La aplicación de nitrógeno incrementa la eficiencia del uso del agua por los cultivos. En consecuencia, aumenta la producción de biomasa y el rendimiento (Díaz et al., 2004). La fertilización nitrogenada incrementa el área foliar, alarga el periodo vegetativo, incrementa la producción de biomasa y el rendimiento. La duración del área foliar durante el período reproductivo es determinante en la producción (Escalante, 1999).

La aplicación de N no afecta el número de hojas por m<sup>2</sup>, pero si aumenta el índice del área foliar, la producción de materia seca y el rendimiento. A la madurez fisiológica las plantas con un adecuado aporte de nitrógeno

muestran un alto índice de cosecha, mayor distribución y acumulación de materia seca en el fruto y menor en el follaje (Olalde et al., 2000).

El uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, esta asociados a graves problemas de contaminación ambiental que año tras año incrementa. Asimismo, los costos de producción se incrementan, por lo que es necesario tener información que permita elaborar un programa de fertilización adecuado aportando cantidades adecuadas requeridas por el cultivo para alcanzar el máximo rendimiento. Asimismo, es importante estudiar los modelos de absorción de N por los cultivos en función a los factores climáticos y los métodos de diagnóstico para determinar su estado nutrimental, lo que nos llevará a realizar un uso más eficiente de los fertilizantes nitrogenados (Olalde et al., 2000).

De Grazia et al. (2003) manifiestan que es importante realizar un ajuste de los niveles de fertilización nitrogenada y potásica en la fase del crecimiento para promover la producción de flores y obtener altos rendimientos en forma temprana. Una relación N:K elevada retrasa la floración disminuyendo la precocidad del cultivo, ocasionando un crecimiento vigoroso sobre todo en aquellos genotipos de alto vigor, condicionando la inducción, diferenciación y apertura de flores y el posterior cuajado de frutos.

### **3.5. Fertilización química**

Asgrow (2008) indica que el nitrógeno es el elemento primario que más escasea en los suelos agrícolas. Es el macronutriente más utilizado, el más absorbido y el más exportado por los cultivos. Por otro lado, Domínguez (2008) señala que el nitrógeno acelera el desarrollo inicial, induce la floración, mejora la maduración, influye directamente en la producción, el nitrógeno constituye de 2 a 5 % de la materia seca de la planta.

La aplicación de nitrógeno, tiene que ser oportuna hasta la etapa del cuajado de frutos, para que la planta forme muchas hojas y no se vaya en vicio cuando el fruto ha empezado su crecimiento y desarrollarse, esto permitiría que los fotosintatos que se sintetizan se almacenen en las hojas y no en fruto, lo que perjudicaría el rendimiento del cultivo (Valadez, 2010).

Jaramillo (2010) indica que una fertilización excesiva de N causa una disminución en el contenido de sólidos solubles en frutos de calabaza. Mientras que, Ospina (1995) indica que las cucurbitáceas responden bien a la fertilización nitrogenada, lo que favorece su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, una aplicación en exceso ocasiona problemas en la fecundación de las flores y cuajado de frutos, por consiguiente prolongo el ciclo del cultivo retardando la cosecha. Este nutriente tiene un efecto importante sobre la proporción entre flores pistiladas y estaminadas en la

planta; altas tasas de N aumentan el número de flores masculinas en comparación con relación a las flores femeninas, disminuyen el número de frutos por planta. Asimismo, Guzmán (1991), manifiesta que es importante realizar un análisis de suelo para determinar la cantidad de N a utilizar para un crecimiento y desarrollo adecuado del cultivo. AGRO (2009) manifiesta que el  $N-NH_4^-$  es retenido en el suelo; no obstante, a altas temperaturas y alta humedad en el suelo, toda la fuente de nitrógeno se oxida a  $N-NO_3^-$  a través de los microorganismos, y puede ser fácilmente movilizado por el agua por lixiviación o transformado a amoníaco y se pierde a la atmosfera.

### **3.6. Fuente nitrogenada**

#### **3.6.1. Urea**

La urea es uno de los fertilizantes más importantes para la producción agrícola porque tiene un alto contenido de nitrógeno y un coste relativamente bajo. Se aplica al suelo y suministra nitrógeno a la planta, asimismo, debido a su bajo contenido de biuret (0,03 %) se puede utilizar como fertilizante foliar sobre todo frutales. Dado que la urea presenta limitaciones en su uso, deben adoptarse algunas estrategias para reducir las pérdidas de nitrógeno a la atmósfera, que pueden superar el 50%. La urea como fertilizante provee un alto contenido de nitrógeno para el metabolismo de la planta. La situación óptima para la aplicación de la urea

a los cultivos se produce antes del riego, es decir, en un lugar seco y sólo entonces se expone la urea a la humedad. Si la urea se aplica después del riego, es muy probable que se convierta en amoníaco, un gas que acaba evaporándose junto con el agua (Ospina, 2009).

Para maximizar la eficiencia de la urea, es habitual utilizar una estrategia de aplicación del fertilizante, especialmente cuando se trabaja con dosis elevadas. Esto permite un cierto control, reduciendo las pérdidas por volatilización (Ospina, 2009).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. Tipo de investigación**

La presente investigación fue de tipo experimental

#### **4.2. Ubicación de la parcela Experimental**

La investigación se ejecutó en el sector de la irrigación Magollo, lateral N° 01 a la margen derecha de la costanera, de propiedad del Sr. Hilario García Ale, la fuente hídrica utilizada fue del río Uchusuma. Ubicado políticamente en el distrito, provincia y región de Tacna, su ubicación geográfica: latitud sur: 18°04'04,0"; latitud oeste: 70°18'57,5" y una altitud de 324 msnm.

#### **4.3. Material experimental**

El material experimental que se empleó para la presente investigación estuvo conformado por esquejes de zapallo de planta (*Cucurbita sp*). Los esquejes de zapallo fueron obtenidos de campos de plantas madres que presentaron buen comportamiento agronómico, suculentas y vigorosas, los tamaños que se utilizaron fueron mayores o iguales de 40 cm por esquejes;

un grosor aproximadamente de un cm. Los fertilizantes nitrogenados utilizados fueron de fuentes amónicas y nítricas (urea y nitrato de amonio) que se incorporaron en la preparación del campo experimental y en cobertura durante el desarrollo del cultivo en evaluación. Las cantidades se calcularon y ajustaron según los resultados del análisis de suelo.

#### 4.4. Características del suelo

La determinación de las características físico-químicas se realizó mediante el análisis de suelo correspondiente, cuyos resultados se expresan en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Resultado del análisis de caracterización del suelo experimental*

<b>Análisis físico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Interpretación</b>
Textura		Franco arenoso
Limo	19,60%	
Arcilla	7,60%	
Arena	72,80%	
<b>Análisis químico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Interpretación</b>
pH	7,55	Moderad. Alcalino
CE	0,26 mS/cm	No salino
CaCO <sub>3</sub>	0,39 %	Deficiente
MO	0,75 %	Deficiente
N	0,04 %	Deficiente
P	76,74 ppm	Excesivo
K	390 ppm	Alto
CIC	8,4 meq/100 g	Bajo
PSI	5,12 %	No sódico

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E. I. R. L. Arequipa, 2017

Dentro de las principales características físicas químicas que presenta el suelo, se tiene un suelo de textura franco arenoso, el pH es moderadamente alcalino, no salino, deficiente en materia orgánica y nitrógeno, excesivo en fósforo y alto en potasio.

Al establecer cultivos, las propiedades físicas del suelo son importantes porque afectan fuertemente el desarrollo de las raíces y, por lo tanto, la capacidad de las plantas para absorber los nutrientes que requieren. Las cucurbitáceas desarrollan su sistema radicular en los primeros 30 cm del suelo, aunque su raíz principal puede alcanzar una profundidad de 90 cm (Weaver, 1994). Es importante realizar una buena labranza antes de sembrar o trasplantar estas especies a una profundidad que garantice un desarrollo radical. La labranza excesiva puede causar problemas de compactación y destrucción de la estructura del suelo, lo que afecta negativamente el drenaje y la aireación. Las cucurbitáceas son sensibles a los altos niveles de humedad del suelo; por lo tanto, los suelos de textura franca, franco arenosos y arenosos garantizan un buen drenaje, siendo los ideales para el establecimiento del cultivo (Weaver, 1994).

El pH del suelo en los cultivos de cucurbitáceas debe mantenerse entre 6,0 y 6,5 especialmente para melón. La sandía es más tolerante a condiciones de acidez en el suelo, mientras que los cultivos de calabaza y

calabacita son intermedios. De manera general, permitir que el pH baje a valores inferiores de 6,0 afecta no solo al rendimiento, sino a la calidad del producto cosechado (Warncke, 2007). Las cucurbitáceas usan eficientemente el N que se libera de materiales orgánicos en el suelo. El P es más disponible entre pH de 6,0 a 6,5.

Es importante hacer un análisis de suelo que permita hacer un programa de fertilización nitrogenada y evitar con ello excesos, los cuales puedan ocasionar crecimientos vegetativos exagerados, retraso en la producción de fruta, disminución de calibres y disminución en el rendimiento (Warncke, 2007).

#### 4.5. Datos meteorológicos

**Tabla 3**

*Temperaturas y humedad relativa, registradas durante la ejecución d la investigación*

Meses	Temperaturas °C			Humedad relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media	
Noviembre	27,00	12,00	19,50	74,70
Diciembre	27,00	10,00	18,50	83,80
Enero	29,00	16,00	22,50	89,20
Febrero	30,00	18,00	24,00	82,50
Marzo	28,00	16,00	22,00	87,00
Abril	26,00	15,00	20,50	83,80
Mayo	25,00	11,00	18,00	82,70
Junio	21,00	11,00	16,00	87,60

Fuente: SENAMHI - Oficina de Estadística, 2017 - 2018

El zapallo no es demasiado exigente en temperatura, menos que el melón, pepino y sandía, aunque soporta temperaturas más elevadas. Para la germinación la temperatura óptima varía de 20 a 25 °C, una mínima de 15 y una máxima de 40 °C (temperatura del suelo); para el crecimiento vegetativo requiere una temperatura óptima de 25 a 30 °, una mínima de 10 y una máxima de 30 °C, y en la etapa de floración requiere una temperatura óptima de 20 a 25 °C, una mínima de 10 y una máxima de 35 °C.

La humedad relativa óptima está entre el 65% y el 80%. La humedad relativa muy alta promueve el desarrollo de enfermedades transmitidas por el aire y dificulta la polinización. La gran masa foliar de la planta y el alto contenido de agua del fruto indican que es un cultivo exigente en agua, por lo que el rendimiento dependerá en gran medida de la disponibilidad de agua en el campo.

Sin embargo, el exceso de humedad del suelo afecta la germinación de las semillas o prendimiento de los esquejes y puede causar asfixia de las raíces, y la baja humedad puede causar deshidratación de los tejidos, reducción del desarrollo vegetativo, mala polinización debido a la caída de las flores, lo que resulta en una reducción de la producción y un retraso en el crecimiento.

#### 4.6. Tratamientos en estudio

Los tratamientos fueron diseñados de tal manera que las dosis nitrogenadas a diferente escala permitan establecer tratamientos que se aplicaron a la especie en estudio. En la tabla 4 se muestra la formulación de los tratamientos desde 50 hasta 250 unidades de nitrógeno en kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 4**

*Dosis nitrogenada a aplicar para su estudio*

Tratamientos	Dosis de N
t <sub>1</sub>	50 kg ha <sup>-1</sup>
t <sub>2</sub>	100 kg ha <sup>-1</sup>
t <sub>3</sub>	150 kg ha <sup>-1</sup>
t <sub>4</sub>	200 kg ha <sup>-1</sup>
t <sub>5</sub>	250 kg ha <sup>-1</sup>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7. Variables de respuesta

##### 4.7.1. Porcentaje de prendimiento (%)

Para evaluar esta variable se procedió a contar el número de plantas prendidas, y se calculó el porcentaje con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de prendimiento} = \frac{\text{Número de plantas prendidas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

#### **4.7.2. Longitud de planta (cm)**

Esta evaluación consistió en tomar las medidas de la longitud de las plantas por tratamiento desde el inicio de la floración, la medición se realizó desde la base de la plantas hasta el eje apical, tomando 5 plantas al azar por unidad experimental.

#### **4.7.3. Número de fruto por planta**

Para esta variable se contó todos los frutos de 5 plantas elegidas al azar por unidad experimental, esta operación se realizó en función a la maduración comercial de los frutos.

#### **4.7.4. Diámetro polar (cm)**

Se tomaron las medidas del diámetro polar del fruto con el uso de una cinta métrica, para ello se seleccionaron 10 frutos al azar por unidad experimental obteniendo el diámetro polar promedio del fruto.

#### **4.7.5. Diámetro ecuatorial (cm)**

Se tomaron las medidas del diámetro ecuatorial del fruto con el uso de una cinta métrica, para los cual se seleccionaron 10 frutos al azar por unidad experimental.

#### **4.7.6. Peso de fruto por planta (g)**

Para evaluar esta variable se utilizó una balanza digital y se pesaron individualmente 10 frutos seleccionados al azar por unidad experimental, luego se procedió a sacar la media aritmética.

#### **4.7.7. Rendimiento de fruto por hectárea (t ha<sup>-1</sup>)**

Para estimar el rendimiento se registró el peso de todos frutos cosechados por parcela útil, con los datos del número de frutos total por planta, el peso de fruto y la densidad de plantación, se estimó el rendimiento por hectárea.

### **4.8 Características agro botánicas y taxonómicas**

#### **4.8.1. Raíz**

Se evaluó las raíces de la especie en estudio a nivel agronómico, con finalidad de cubrir el objetivo propuesto

#### **4.8.2. Tallo**

Se evaluó los tallos de la especie en estudio a nivel agronómico, con finalidad de cubrir el objetivo propuesto.

#### **4.8.3. Hojas**

se evaluó las hojas de la especie en estudio a nivel agronómico, con finalidad de cubrir el objetivo propuesto

#### **4.8.4. Inflorescencia**

Se evaluó las inflorescencias de la especie en estudio a nivel agronómico, con finalidad de cubrir el objetivo propuesto

#### **4.8.5. Flores**

Se evaluó las flores de la especie en estudio a nivel agronómico, con finalidad de cubrir el objetivo propuesto ítem anterior.

#### **4.8.6. Fruto**

Se evaluó los frutos de la especie en estudio a nivel agronómico, con finalidad de cubrir el objetivo propuesto

#### **4.8.7. semilla**

Se evaluó las semillas de la especie en estudio a nivel agronómico, con finalidad de cubrir el objetivo propuesto

#### 4.8. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en la ejecución del trabajo fue el Diseño de Bloques Completos Aleatorios DBCA, con 4 repeticiones; siendo el modelo aditivo lineal estadístico o matemático el siguiente:

$$\bar{Y}_{ij} = u + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$\bar{Y}_{ij}$ = La unidad experimental que recibe el tratamiento i y está en el bloque j

$u$  = El verdadero efecto medio

$\tau_i$ = El verdadero efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$ = El verdadero efecto del j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$ = Error experimental

#### 4.9. Características de campo experimental

##### 4.9.1. Dimensiones del campo experimental

Ancho : 24,0 m

Largo : 40,0 m

Área total : 960,0 m<sup>2</sup>

Número de bloques: 4

Número de unidades experimentales : 20

#### **4.9.2. Dimensiones del bloque experimental**

Ancho : 10,0 m

Largo : 24,0 m

Área total : 240,0 m<sup>2</sup>

#### **4.9.3. Dimensiones de la unidad experimental**

Largo : 6,0 m

Ancho : 5,0 m

Área : 30 m<sup>2</sup>

Número de plantas: 8

Distanciamiento entre líneas: 4 m

Distanciamiento entre plantas: 1,5 m

#### 4.10. Aleatorización de los tratamientos en el experimento

En la figura 1, se muestra la aleatorización de los tratamientos en el campo experimental.

Bloque I	Bloque II	Bloque III
t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>1</sub>
t <sub>0</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>
t <sub>4</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>0</sub>
t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>3</sub>
t <sub>2</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>

**Figura 1.** Aleatorización de los tratamientos en estudio

Fuente: Elaboración propia

#### 4.11. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de datos de las variables en estudio del presente trabajo de tesis, se empleó el análisis de variancia (ANVA), usando la prueba F a un nivel de significación de 5 y 1 %. Para determinar la dosis adecuada se estableció la función de respuesta utilizando la técnica de regresión. En la tabla se muestra la esquematización del análisis de variancia para el diseño estadístico correspondiente.

## **4.12. Conducción del experimento**

### **4.12.1. Instalación del campo experimental**

La parcela experimental presento las siguientes dimensiones 40,0 m de largo x 24 m de ancho con un área de 960 m<sup>2</sup>.

El sistema de riego instalado, fue por goteo en cinta, con separación entre goteros de 20 cm, y una descarga de 5 l/hora.

### **4.12.2. Preparación del terreno**

La preparación del terreno se llevó a cabo en diciembre de 2017. Empezando con el arado del terreno y su nivelación con rastra de discos, posteriormente se llevó a cabo el trazado y apertura de surcos, dejando todo listo para la incorporación de las dosis materia orgánica y la fertilización de fondo. Para el desarrollo de las labores culturales se utilizaron herramientas manuales tales como: palas, zapapicos, rastrillos, carretillas y un tractor agrícola con sus respectivos implementos de labranza (Arado de disco y rastra de disco).

### **4.12.3. Plantación**

Esta actividad consistió en la plantación de esquejes de zapallo 2 unidades por golpe a campo definitivo, en forma manual. En cada línea se

realizaron pequeños hoyos de aproximadamente 15 cm de profundidad, con 1 m de separación entre ellas. Posteriormente se procedió a efectuar el riego de asentamiento con abundante agua.

#### **4.12.4. Riego**

Los riegos se realizaron bajo sistema de riego tecnificado, por goteo con una frecuencia de tres veces por semana.

#### **4.12.5. Control de malezas**

El control de malezas se realizó semanalmente en forma manual haciendo uso de herramientas manuales tales como: Palas, picos. Las principales malezas que se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron las siguientes: *Portulaca oleracea* “Verdolaga”; *Amaranthus hybridus* “Yuyo”; *Malva spp.* “Malva” y *Taraxacum officinale* “Diente de león”

#### **4.12.6. Control fitosanitario**

El control fitosanitario se realizó de forma preventiva para el gusano de tierra (*Prodenia eridania*, *Agrotis Ipsilón*) y polilla de las *Cucurbitáceas* (*Diaphania sp.*); así mismo para prevenir ataque de enfermedades.

Los productos empleados en el control de plagas y enfermedades fueron: Lorsban, Sunfire, Lannate, Proclain, Lancer, Bayfidan, Cypermex,

Abamex, Rhizolex-T, Ridomil y coadyuvantes, en dosis indicadas en el envase, y haciendo uso de una mochila de fumigación de solución de pesticidas para el control de plagas.

#### **4.12.7. Fertilización**

La fertilización se realizó con fertilizantes de fuentes nítricas (nitrato de amonio) y amónicas (urea) en 5 dosis. Se aplicó 1/3 de fondo al momento de la preparación del terreno y 2/3 en cobertura. La aplicación en cobertura estuvo compuesto por fertilizantes nítricos con las que se estableció equilibrios nutricionales que sean necesario según los cálculos para el cultivo de zapallo y el análisis de suelo.

#### **4.12.8. Cosecha**

La cosecha se realizó semanalmente, de forma manual, esto ocurrió cuando el fruto está maduro y la cáscara es dura, el color del fruto cambia de verde brillante a verde opaco. Después de la cosecha, las frutas se clasificaron en la primera, segunda y tercera categorías y luego se pusieron en el mercado para su comercialización.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Porcentaje de prendimiento

**Tabla 5**

*Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento (%)*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	2	0,133	0,0667	0,09	4,46	8,65	ns
Tratamientos	4	7,733	1,9333	2,64	3,84	7,01	ns
Error exp.	8	5,867	0,7333				
Total	14	13,733					

CV= 0,88 %

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5, el análisis de varianza de porcentaje de prendimiento de esquejes de zapallo de planta, muestra que, no existen diferencias estadísticas entre bloques. Asimismo, para tratamientos no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue de 0,88 % aceptable para el experimento en campo. El porcentaje de prendimiento varió entre 96 a 98 %, siendo un valor alto, esto podría deberse al material genético y a las condiciones ambientales favorables para el prendimiento de los esquejes. Sin embargo, la escasa información y poca investigación referente a esta especie en nuestra región los resultados encontrados son muy favorables que servirán para estudios posteriores.

## 5.2. Longitud de planta (cm)

**Tabla 6**

*Análisis de varianza de longitud de planta (cm)*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	2	0,009	0,0046	6,6	4,46	8,65	*
Tratamientos	4	0,342	0,0856	123,09	3,84	7,01	**
Error exp.	8	0,006	0,0007				
Total	14	0,357					

CV= 0,5 %

\*=Significativo \*\*= Alta significación

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, se presentan los resultados del análisis de varianza de longitud de planta, indica que existen diferencias significativas entre bloques. Los tratamientos en estudio mostraron diferencias altamente significativas. El coeficiente de variabilidad fue 0,5 %.

**Tabla 7**

*Análisis de regresión de longitud de planta (cm)*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	1	0,320333	0,320333	113,78	4,67	9,07	**
Residuo	13	0,0366	0,00281538				
Total	14	0,356933					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7, se muestra el análisis de varianza de regresión resultando significativo, lo que indica que los niveles de nitrógeno y longitud de planta del zapallo de planta están relacionados.

**Tabla 8**

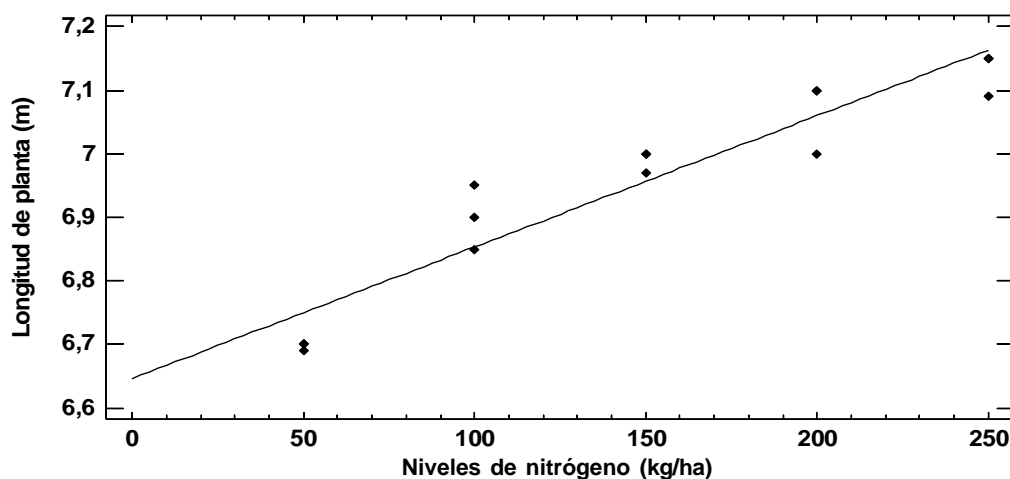
*Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión*

	<b>Coefficientes</b>	<b>Error típico</b>	<b>T</b>	<b>Probabilidad</b>	
Intercepción	6,64667	0,0321295	206,871		
Lineal	0,00206667	0,000193748	10,6668	0,00000	**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, los resultados de la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión para la longitud de planta (tabla 8), muestra que alta significación estadística, indicando que por cada kg de nitrógeno la longitud de planta se incrementa en 0,00206667 cm; estableciéndose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 6,64667 + 0,00206667N$$



**Figura 2.** Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre la longitud de planta del zapallo de planta

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, se observa una tendencia lineal, donde se visualiza que al aumentar las unidades de nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), se incrementa la longitud de planta del zapallo respectivamente.

La longitud de planta presentó una respuesta lineal positiva a la aplicación del N, lo que nos indica que al incrementar las dosis de N, la longitud de planta se incrementa, asimismo todas las plantas en todos los tratamientos presentaron un comportamiento similar. Estos resultados difieren a los encontrados por Vásquez (1991) donde los niveles de nitrógeno no presentaron efecto positivo sobre la longitud de plantas en zapallo. Asimismo, indica que esta respuesta podría deberse a la alta fertilidad del suelo. Mientras que Muñoz (2016) reportó que a una dosis de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N a los 60 días alcanzó la mayor longitud de planta en *Cucurbita pepo*. Viza (2010) en sandía la mayor longitud de planta se obtuvo con  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Barrera & Sáenz (2016) afirman que si bien el N es el nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, también es el elemento que se encuentra en menor cantidad en los suelos agrícolas. Estos autores también señalan que el nitrógeno se requiere en mayores cantidades que otros elementos, ya que es importante para muchos componentes bioquímicos, incluidas las proteínas, los aminoácidos y los ácidos nucleicos. Cerón y Aristizábal

(2012) afirman que la disponibilidad de N para las plantas es la principal limitación del crecimiento vegetal.

### 5.3. Número de frutos por planta

**Tabla 9**

*Análisis de varianza de número de frutos por planta*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	Fa		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	2	3,733	1,8667	16	4,46	8,65	**
Tratamientos	4	1,067	0,2667	2,29	3,84	7,01	ns
Residuo	8	0,933	0,1167				
Total (corregido)	14	5,733					

CV= 9,67 %                      \*\*= Alta significación                      ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, se presenta el análisis de varianza para el número de frutos por planta, muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre bloques, lo cual indica que existe heterogeneidad entre los bloques. Sin embargo, para los tratamientos no se encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad de 9,67 %.

El número promedio de frutos por planta hallado en el presente estudio varió entre 3,33 y 4,00 frutos planta<sup>-1</sup>, no encontrándose diferencias entre los tratamientos. Tancara (2009) en su investigación en *Citrullus lanatus*, no encontró diferencias. Por lo tanto, podríamos inferir que el número de frutos en las especies *Cucurbitáceas* es un carácter genético de cada

variedad y que no es influida por los niveles de nitrógeno. Cerón y Aristizábal (2012) indica que para las plantas la disponibilidad de N es el principal limitante en la productividad de los cultivos.

#### 5.4. Peso unitario de fruto (kg)

**Tabla 10**

*Análisis de varianza de peso unitario de fruto (kg)*

Fuente	GI	SC	CM	Fc	F $\alpha$		Sig
					0,05	0,01	
Bloques	2	0,005	0,0027	2,38	4,46	8,65	ns
Tratamientos	4	0,151	0,0378	33,06	3,84	7,01	**
Error exp.	8	0,009	0,0011				
Total	14	0,166					

CV= 1,52 %

\*\*= Alta significación

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10, se muestra el análisis de varianza de peso unitario de frutos de zapallo de planta, muestra que, no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques. Para los tratamientos se halló alta significación estadística significativa. El coeficiente de variabilidad fue 1,52 %.

**Tabla 11**

*Análisis de regresión de peso unitario de fruto del zapallo de planta (kg)*

Fuente	SC	GI	CM	Fc	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	0,1469	2	0,07346	46,76	3,89	6,93	**
Residuo	0,0189	12	0,00157				
Total	0,1658	14					

Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión de peso unitario de fruto (tabla 11), resultó altamente significativo; lo que indica que los niveles de nitrógeno y el peso unitario de frutos están relacionados positivamente.

**Tabla 12**

*Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión*

	<b>Coeficientes</b>	<b>Error típico</b>	<b>T</b>	<b>Probabilidad</b>	
Intersección	1,772	0,049082	36,1029		
Lineal	0,006607	0,000748	8,83157	0,00000	**
Cuadrático	-0,000019	0,000002	-7,90256	0,00000	**

Fuente: Elaboración propia

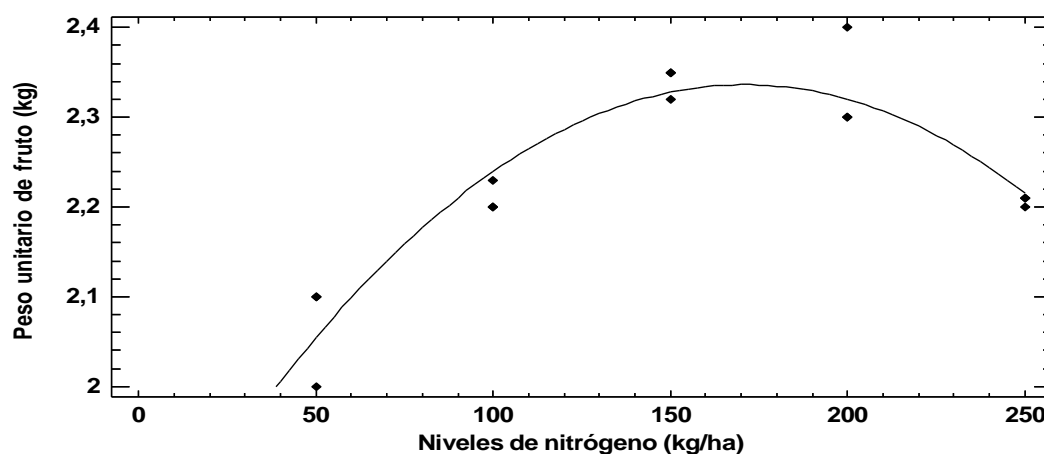
La prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de peso unitario de fruto (tabla 12), muestra que, el componente lineal y el componente cuadrático resultaron altamente significativos, estableciéndose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 1,772 + 0,00660667N - 0,0000193333N^2$$

Al derivar la función cuadrática encontrada, se halló el nivel óptimo de nitrógeno de 170,86 kg ha<sup>-1</sup>, lo que permite alcanzar un peso unitario de fruto máximo de 2,34 kg fruto<sup>-1</sup>.

En la figura 3, se muestra la gráfica del efecto de los niveles de nitrógeno, en la que se observan cambios en el peso unitario de fruto en relación con los niveles de nitrógeno aplicados al suelo; donde se visualiza que a

mayores cantidades de nitrógeno no favorecen el aumento del peso unitario de fruto del zapallo de planta.



**Figura 3.** Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre el peso unitario de fruto del zapallo de planta

Fuente: Elaboración propia

Los resultados encontrados en el presente estudio para el peso de frutos fue 2,34 kg con 170,86 kg ha<sup>-1</sup> de N este resultado concuerda con las características morfológicas del cultivar. Asimismo Méndez y Chacón (2009) en *Cucurbita* pepo encontraron respuestas similares, ya que los niveles de N incrementan el peso de los frutos. Menjívar et al. (2015) en zapallo var. Unapal utilizando dosis comercial de fertilización incremento el peso de frutos. Bazán (2015) en melón aplicando diferentes dosis de nitrógeno obtuvo un incremento en el peso de frutos. Tancara (2010) en sandía determino que el peso máximo de fruto se obtiene con 203 kg ha<sup>-1</sup> de N. Sin embargo, Vásquez (1991) utilizando distintos niveles de N en

zapallo no obtuvo respuestas significativas. Cuenca (2002) menciona que las cucurbitáceas generalmente presenta diferentes formas y tamaños de frutos, asimismo indica que estas características pueden ser influenciadas por la fertilización de los cultivos. Esto tiene relación con Fageria & Moreira (2011) indican que el nitrógeno es uno de los nutrientes que más limitan el rendimiento de los cultivos en la mayoría de los agroecosistemas. Asimismo, el nitrógeno desempeña numerosas funciones clave en la bioquímica de las plantas, como ser un constituyente esencial de las enzimas, la clorofila, los ácidos nucleicos, las proteínas de almacenamiento, las paredes celulares y una amplia gama de otros componentes celulares.

### 5.5. Diámetro ecuatorial (cm)

**Tabla 13**

*Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de fruto (cm)*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	Fa		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	2	6,500	3,2502	27,7	4,46	8,65	**
Tratamientos	4	20,906	5,2266	44,54	3,84	7,01	**
Error exp.	8	0,939	0,1173				
Total	14	28,346					

CV= 2,16 %

\*\*= Alta significación

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, el análisis de varianza de diámetro ecuatorial de fruto, muestra que, existe diferencias estadísticas altamente significativas entre

bloques. Asimismo, los tratamientos presentaron alta significación estadística. El coeficiente de variabilidad fue 2,16 %.

**Tabla 14**

*Análisis de regresión de diámetro ecuatorial de fruto (cm)*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	1	19,5052	19,5052	28,68	4,67	9,07	**
Residuo	13	8,8404	0,68003				
Total	14	28,3456					

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de regresión para diámetro ecuatorial de fruto (tabla 14), resultó altamente significativo, lo cual indica que los niveles de nitrógeno y el diámetro ecuatorial de frutos están relacionados.

Tabla 15

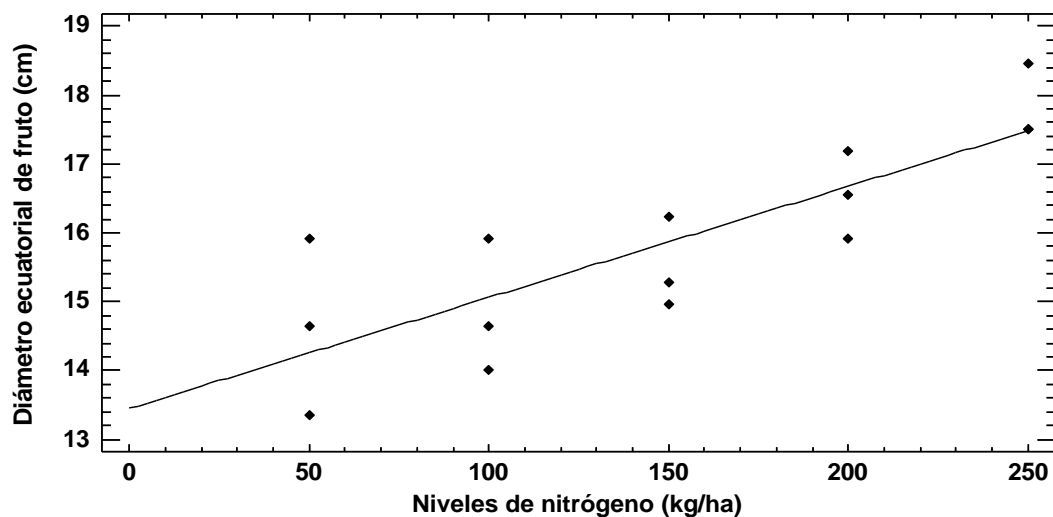
*Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión*

	Coefficientes	Error típico	T	Probabilidad	
Intercepto	13,449	0,499345	26,9333		
Lineal	0,016127	0,003011	5,35562	0,00010	**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión, resultó altamente significativo, revelando que por cada kg de nitrógeno (N) el diámetro ecuatorial de fruto se incrementa en 0,016127 cm. Encontrándose la siguiente función matemática:

$$\hat{Y} = 13,449 + 0,016127N$$



**Figura 4.** Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre el diámetro ecuatorial de fruto del zapallo de planta

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, se visualiza la tendencia lineal, en la que se observa que al aumentar las unidades de nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) respectivamente, se incrementa el diámetro ecuatorial de frutos del zapallo de planta propagados por esquejes.

## 5.6. Diámetro polar de fruto (cm)

**Tabla 16**

*Análisis de varianza para diámetro polar de fruto (cm)*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	Fa		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	2	0,093	0,0464	0,36	4,46	8,65	ns
Tratamientos	4	30,818	7,7045	58,9	3,84	7,01	**
Residuo	8	1,046	0,1308				
Total (corregido)	14	31,957					

CV= 2,18 %

\*\*= Alta significación

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, el análisis de varianza de diámetro polar de fruto del zapallo de planta, indica que, no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques. Los tratamientos presentaron alta significación estadística, con un coeficiente de variación de 2,18 %.

**Tabla 17**

*Análisis de regresión de diámetro polar de fruto (cm)*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	2	29,3171	14,6585	66,62	3,89	6,93	**
Residuo	12	2,6402	0,22002				
Total	14	31,9573					

Fuente: Elaboración propia

En análisis de varianza de regresión (tabla 17), resultó altamente significativo indicando que, los niveles de nitrógeno y el diámetro polar de frutos de zapallo de planta están relacionados.

**Tabla 18**

*Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión*

	Coefficientes	Error típico	T	Probabilidad	
Intersección	11,4487	0,580825	19,711		
Lineal	0,060342	0,008853	6,81633	0,00000	**
Cuadrático	-0,000141	0,000029	-4,88511	0,00040	**

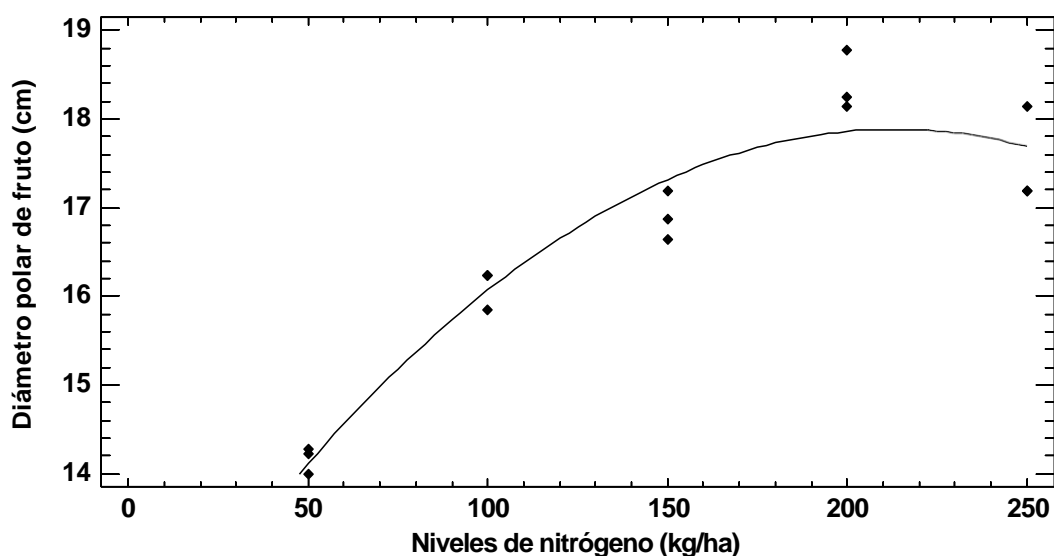
Fuente: Elaboración propia

La prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión (tabla 18), muestra que, el componente lineal y cuadrático presentaron alta significación estadística; encontrándose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 11,4487 + 0,060342N - 0,000141N^2$$

Al desarrollar la función cuadrática, se obtuvo el nivel óptimo de nitrógeno de 213,99 kg ha<sup>-1</sup>; los que permite alcanzar un diámetro polar de fruto máximo de 17,70 cm.

En la figura 5, se presenta la gráfica del efecto de los niveles de nitrógeno, en la que se visualizan cambios en el diámetro polar de fruto en relación con los niveles de nitrógeno aplicados al suelo; donde se observa que a mayores cantidades de nitrógeno no favorecen el aumento del diámetro polar de fruto del zapallo de planta.



**Figura 5.** Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre el diámetro polar de fruto del zapallo de planta

Fuente: Elaboración propia

Los resultados hallados para el diámetro polar se encontró una respuesta lineal, lo que indica que al incrementar las dosis de N, el diámetro

polar del fruto se incrementa. En cambio para el diámetro ecuatorial, con 213,99 kg ha<sup>-1</sup> de N se obtiene el mayor diámetro con 17,70 cm. Velásquez (2016) en zapallo, hallaron que los diámetros de los frutos se incrementan utilizando distintos niveles de N. Bazán (2015) en melón incremento su diámetro polar y ecuatorial utilizando diferentes niveles de N, asimismo, Viza (2010); Tancara (2009) & Acero (2015) en sandía hallaron que los diámetros del fruto se incrementaron utilizando distintos niveles de fertilización. Méndez & Chacón (2009), Muñoz (2016) en *Cucurbita pepo* el diámetro de fruto se incremento utilizando diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Los resultados encontrados en esta investigación podrían deberse a que el N aumenta el área radicular, lo que incrementa la absorción de los nutrientes, el área foliar y la tasa fotosintética lo que se ve reflejado en una mayor acumulación de foto asimilados por los órganos de reserva, aumentando el peso y diámetro de los frutos. Kiba & Krapp, (2016) indican que el nitrógeno es el macronutriente esencial para el crecimiento y el desarrollo de la planta. Fageria & Moreira (2011) manifiestan que el nitrógeno desempeña numerosas funciones clave en la bioquímica de las plantas, siendo el constituyente esencial de las enzimas, la clorofila, los ácidos nucleicos, las proteínas de almacenamiento, las paredes celulares y una amplia gama de otros componentes celulares. Moriwaki et al. (2019)

indican que la capacidad fotosintética de las hojas depende directamente del contenido de nitrógeno de las mismas. Barrera & Sáenz (2016) mencionan que la estabilidad del N aplicado permite que la planta absorba más y mejor, este nutriente fundamental. Al examinar la utilización de nutrientes en el zapallo de planta con diferentes dosis de nitrógeno nuestro estudio proporciona información para mejorar las prácticas de este cultivo e incrementar la producción.

### 5.7. Rendimiento de frutos (t ha<sup>-1</sup>)

**Tabla 19**

*Análisis de varianza de rendimiento de frutos (t ha<sup>-1</sup>)*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	Fa		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	2	1,044	0,5219	2,48	4,46	8,65	ns
Tratamientos	4	49,310	12,3276	58,48	3,84	7,01	**
Residuo	8	1,686	0,2108				
Total (corregido)	14	52,041					
CV= 3,24 %		**= Alta significación		ns= No significativo			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, se presenta el análisis de varianza de rendimiento de frutos, muestra que, no se encontró diferencias estadísticas entre bloques. Para los tratamientos se halló alta significación estadística, con un coeficiente de variabilidad de 3,24 %.

**Tabla 20***Análisis de regresión de rendimiento de frutos (t ha<sup>-1</sup>)*

Fuente	gl	SC	CM	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	2	49,2548	24,6274	106,09	3,89	6,93	**
Residuo	12	2,7857	0,23214				
Total	14	52,0405					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20, el análisis de regresión resultó altamente significativo, lo cual indica que los niveles de nitrógeno y el rendimiento están relacionados.

**Tabla 21***Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión*

	Coefficientes	Error típico	T	Probabilidad	
Intersección	5,956	0,596618	9,98293		
Lineal	0,113652	0,009093	12,4985	0,00000	**
Cuadrático	-0,000322	0,000030	-10,815	0,00000	**

Fuente: Elaboración propia

La prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión (tabla 21), muestra que, el componente lineal y cuadrático resultaron altamente significativos; estableciéndose la siguiente función matemática:

$$\hat{Y} = 5,956 + 0,113652N - 0,000332N^2$$

Al derivar la función cuadrática encontrada, se obtuvo el nivel óptimo de nitrógeno de 171,16 kg ha<sup>-1</sup> lo que permite obtener un rendimiento de frutos máximo de 15,68 t ha<sup>-1</sup>.

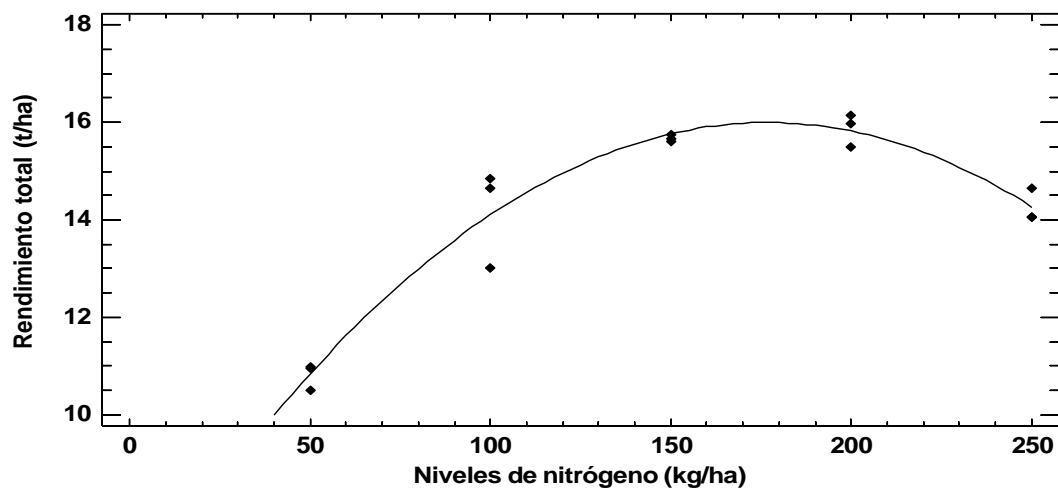


Figura 6. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo sobre el rendimiento de frutos de fruto del zapallo de planta

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se muestra la gráfica del efecto de los niveles de nitrógeno, en la que se observan cambios en el rendimiento de fruto ( $t\ ha^{-1}$ ) en relación con los niveles de nitrógeno aplicados al suelo; donde se visualiza que a mayores cantidades de nitrógeno no favorecen el incremento del rendimiento de fruto del zapallo de planta.

El rendimiento obtenido en esta investigación fue  $15,68\ t\ ha^{-1}$  que se obtuvieron con  $171,16\ kg\ ha^{-1}$ . Estudios realizados en otras cucurbitáceas también indican que la fertilización nitrogenada incrementa el rendimiento. Velásquez y Carrillo (2016) reporta que el rendimiento en zapallo se incrementó utilizando una dosis media de N. Tancara (2009), Viza (2010), Muñoz (2016) & Orrala et al. (2018) reportan que los rendimientos en Sandía se incrementaron utilizando diferentes dosis de N. Muñoz (2016)

concluye que el rendimiento de *Cucurbita pepo* se incrementó con la aplicación de distintas dosis de N. Maroto (2002) señala que el rendimiento comercial de las cucurbitáceas se incrementa en conforme aumentan los niveles de fertilización nitrogenada.

Según los resultados obtenidos se comprueba que, conforme se incrementan los niveles de fertilización y la planta cuenta con un adecuado abastecimiento de nutrientes para su crecimiento y desarrollo incrementando el rendimiento del cultivo. Esto tiene relación con lo indicado por Guzmán (2008) que antes de iniciar un programa de fertilización es importante evaluar la fertilidad del suelo mediante un análisis y en base a los resultados determinar los requerimientos nutricionales del cultivo y establecer la cantidad de fertilizantes a utilizar. Cerón & Aristizábal (2012) indican que la disponibilidad de N para las plantas es el principal limitante en la productividad. Asimismo el N determina el crecimiento vegetal. Krapp (2015) mencionan que la disponibilidad de nitrógeno es un factor importante que determina el crecimiento, rendimiento y la productividad de las plantas. Asimismo, manifiestan que las plantas adquieren los nutrientes nitrogenados del suelo a través de sus raíces, principalmente en forma de amonio y nitrato. McAllister et al. (2012) manifiestan que el nitrógeno (N) es un macronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo y la resistencia contra el estrés biótico y abiótico de las plantas lo que se ve reflejado en un

incremento en el rendimiento. Aziz et al. (1975) indican que el cultivo de zapallo, a diferencia de otras olerizas, requiere una cantidad moderada de nitrógeno, pero eso sí, altas cantidades de fósforo y potasio. Agripac (2008), revela que para el crecimiento y desarrollo normal de la zapallo, es necesaria una disponibilidad adecuada de nitrógeno. Por el contrario, un exceso provoca un crecimiento exuberante con el consiguiente retraso en la recolección y disminución del contenido de sólidos solubles. Valadez (2010), dice que la incorporación o aplicación de nitrógeno debe ser lo suficientemente baja en el momento del cuajado para que la planta no forme muchas hojas cuando el fruto ha comenzado a desarrollarse, esto permite que los azúcares sintetizados vayan al fruto y no a las hojas. Ospina (1995), dice que las cucurbitáceas responden bien a los aportes de nitrógeno, que es esencial para el crecimiento, pero en exceso puede causar problemas en la polinización de las flores y, en consecuencia, retrasar la cosecha. Este elemento también tiene un efecto importante en la proporción de diferentes tipos de flores en la planta; las aplicaciones más altas aumentan el número de flores estaminadas, en comparación con las pistiladas, que aumentan el número de frutos. La cantidad de fertilizante es de acuerdo al análisis del suelo. Asgrow (2008) revela que los rendimientos de los cultivos con fertilizantes químicos son relativamente moderados. El nitrógeno es el elemento más escaso, para dar un desarrollo vigoroso a las

plántulas, una alta calidad de frutos y una mayor productividad, especialmente en suelos alcalinos. Guzmán (1991) dice que antes de iniciar un programa de fertilización es importante realizar un análisis de fertilidad del suelo con la finalidad de determinar las cantidades a aplicar en base a los requerimientos nutricionales del cultivo.

## 5.8. Características agro botánicas

**Tabla 22**

*Caracteres morfológicos raíz, tallo y hoja evaluados en el cultivo de Cucurbita spp. "zapallo de planta"*

<b>Raíz</b>	<b>Tallo</b>	<b>Hojas</b>
<b>Clase de raíz:</b> adventicia	<b>Consistencia:</b> herbácea	<b>Posición:</b> alternas
<b>Consistencia:</b> herbácea	<b>Forma:</b> cilíndrica	<b>Clase:</b> simple
<b>Tamaño promedio:</b> 0,90 m	<b>Tamaño:</b> 6 a 7 m	<b>Morfología:</b> Pentalobular, cordiformes
	<b>Rigidez:</b> rastrero	<b>Pecíolo:</b> 25 a 30 cm o mas
	<b>Zarcillos:</b> caulinares simples, delgados, cortos	<b>Base:</b> reniforme
	<b>Pubescencia:</b> medianamente áspera	<b>Borde:</b> aserrado, denticulado
	<b>Color:</b> verde oscuro	<b>Nervaduras:</b> palminervias
	<b>Duración:</b> anual	<b>Ancho:</b> 15 a 25 cm de largo

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos de la evaluación de los caracteres morfológicos. Se puede observar acuerdo a las características morfológicas respecto a la raíz, tallo y hoja del material vegetal en estudio (tabla 22) coinciden con los resultados mostrados por Zegarra & Arévalo (2012). Asimismo, el tipo de raíz adventicia se genera de acuerdo al tipo de propagación, el material vegetal utilizado fue propagado vegetativamente,

los resultados tienen relación con lo manifestado por Ramos (2007). El tallo es rastrero de 6 a 7 m de longitud. Zegarra & Arévalo (2012) en su estudio lograron plantas de 7 m de longitud similares a los encontrados en este estudio. La mayoría de las especies del género *Cucurbita* presentan hojas de variada morfología, se ha observado que el *zapallo de planta* difiere en relación con las otras especies (Zegarra & Arévalo, 2012).

**Tabla 23**

*Caracteres morfológicos de órganos reproductores, fruto y semilla evaluados en el cultivo de Cucurbita spp. "zapallo de planta"*

Órganos reproductores	Fruto	Semillas
<b>Inflorescencias:</b> solitarias; Flores: la especie es monoica <b>Perianto:</b> en ambas flores presenta 5 sépalos, 5 pétalos, corola campanulada con 5 lóbulos triangulares, ovario ínfero con tres carpelos, estilo columnar, estigma dividido en tres.	<b>Tipo:</b> pepónide <b>Forma:</b> ovalados, piriformes, esféricos <b>Tamaño:</b> variado <b>Costillas:</b> 9 a 10 poco pronunciados <b>Epicarpo:</b> delgado, verde, liso o ligeramente rugoso, verrugas de 0,3 a 1 mm <b>Mesocarpo:</b> con tejido parenquimático, 1 cm de grosor, estructura suave, verde claro <b>Endocarpo:</b> amplio, amarillo intenso, parenquimatoso de 4 a 5 cm, <b>Peso promedio:</b> 2 a 2,5 <b>Numero de frutos planta<sup>-1</sup>:</b> 4 a 5	<b>Forma:</b> planas, ovales <b>Tamaño:</b> 1,5 a 2 cm de largo, 1 cm de ancho, placentas de 2,5 a 3 cm de largo

Fuente: Elaboración propia

El *zapallo de planta* presenta inflorescencias solitarias axilares, esta es una especie monoica, lo que quiere decir que en la misma planta se observan flores estaminadas y flores pistiladas, siendo las flores masculinas en mayor número. En ambas flores el perianto está compuesto de 5 sépalos verdes, pubescentes y agudos, los sépalos son más grandes en las flores femeninas; 5 pétalos. Presenta una corola campanulada con

5 lóbulos triangulares, las flores masculinas presentan sinfiandría, esto quiere decir que las anteras estas unidas, no producen polen viable. Las flores pistiladas presentan un perianto mas grande. El ovario es ínfero tricarpelar, esférico, elipsoidal, verdoso con muchos óvulos, tiene un estilo de forma columnar y un estigma dividido en tres. Los caracteres morfológicos evaluados tienen relación con los reportados por Zegarra & Arévalo (2012).

## CONCLUSIONES

Para el rendimiento de frutos del *zapallo de planta*, se determinó una dosis óptima de nitrógeno de  $171,16 \text{ kg ha}^{-1}$  lo que permite obtener un rendimiento de frutos máximo de  $15,68 \text{ t ha}^{-1}$ .

Para el peso unitario de fruto y diámetro polar se estableció los niveles óptimos de nitrógeno con  $170,86$  y  $213,99 \text{ kg ha}^{-1}$ ; permitiendo alcanzar un peso máximo de fruto de  $2,34 \text{ kg}$  y un diámetro polar de  $17,70 \text{ cm}$ .

La respuesta del diámetro ecuatorial de fruto a los diferentes niveles de nitrógeno fue lineal, por lo tanto al incrementar un  $\text{kg}$  de nitrógeno el diámetro ecuatorial se incrementa en  $0,016 \text{ cm}$ .

La longitud de planta presentó una respuesta lineal a los niveles de N, al incrementar un  $\text{kg}$  de N, la longitud de planta incrementa en  $0,0020 \text{ cm}$ .

## RECOMENDACIONES

Para el cultivo de *zapallo de planta* se recomienda aplicar 171,16 kg ha<sup>-1</sup> de N, ya que permitió alcanzar un rendimiento de 15,68 t ha<sup>-1</sup>.

Para obtener un mayor peso de fruto y diámetro polar se recomienda aplicar 170,86 y 213,99 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Se recomienda realizar trabajos de investigación utilizando las dosis óptimas obtenidas en otras zonas de producción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, M. Y. (2015). *Efecto de la co-inoculación de Azotobacter spp y nitrógeno en el rendimiento de sandía (Citrullus lanatus L.) en el CEA III Los Pichones*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. 86 pp.
- Agripac S.A. (2008). *Guía práctica de cultivos en la costa ecuatoriana*. Folleto Divulgativo. Manabí, Ecuador. p. 44.
- Agro S. A. (2009). *Tecnología y plásticos para la agricultura. Cultivos protegidos y controlados*. Recuperado de <http://web.tagro.com>.
- Asgrow S. A. (2009). *Reporte agronómico. Investigación de hortalizas al servicio técnico*. Michigan, USA: Asgrow Seed Company S.A. pp. 8.
- Aziz, A. A., Desouki, I., y El-Tanahy, M. M. (1975). Effect of nitrogen fertilization on yield and fruit oil content of avocado trees. *Scientia Horticulturae*, 3(1): 89-94.
- Barrera, O. A., y Sáenz, M. (2016). El aprovechamiento del nitrógeno por la planta con tecnología N-HIB®. *Revista Ingenio*, 12(1), 85-99.

- Bazan, A. D. (2015). Cuatro niveles de fertilización N – P – K en el cultivo de melón (*Cucumis melo var. reticulatus* L.) bajo las condiciones del valle de Cañete. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 113 pp.
- Cabrera, F. A., y Mosquera, E. (1998). Transferencia del gen Bu a poblaciones de zapallo *Cucurbita* sp. Con crecimiento postrado. *Acta Agronómica*, 48(3-4): 7-11.
- Cerón, L. E., y Aristizábal, F. A. (2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. *Revista colombiana de Biotecnología*, 14(1), 285-295.
- Cuenca, F. (2002). Jornadas técnicas sobre melón y sandía. Horticultura: *Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, (160), 38-43.
- De Grazia, J., Tiftonell, P., Salvador, O., Caruso, A., y Chiesa, A. (2003). Precocidad y rendimiento en zapallito redondo de tronco (*Cucurbita maxima* var. zapallito (Carr.) Millán) en función de la relación nitrógeno: potasio. *Agricultura Técnica*, 63(4): 428-435.

- Díaz, A. C., Escalante, J. A., Trinidad, A., Sánchez, P., Mapes, C., y Martínez, D. (2004). Rendimiento, eficiencia agronómica del nitrógeno y eficiencia en el uso del agua en amaranto en función del manejo del cultivo. *Terra Latinoamericana*, 22(1): 109-116
- Domínguez, A. (2008). *Tratado de Fertilización*. 1ra Edición, Madrid, España: Editorial Mundi-Prensa. 585 pp.
- Escalante, J. A. (1999). Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. *Terra Latinoamericana*, 17(2): 149-157
- Fageria, N. K., & Moreira, A. (2011). The role of mineral nutrition on root growth of crop plants. *Advances in agronomy*, 110, 251-331.
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado de <http://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>.
- Filgueira, F. (2009). *Manual de Olericultura. Cultura y comercialización de hortalizas*. Segunda Edición. Sao Paulo. Brasil: Editorial Ceres. pp 231-237.
- Gobierno Regional de Tacna (2009). *Plan estratégico regional del sector agrario de Tacna 2008 – 2015*. Dirección Sectorial de Agricultura Tacna, 98 pp.

Giacconi, V. (1988). *Cultivo de hortalizas*. Sexta edición actualizada. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

Guzmán, J. (1991). *Patilla y Melón*. Venezuela: Espasande SRL Editores. 152 – 155 pp.

Jaramillo, S. (2010). *Manual de asistencia técnica del Ministerio de Agricultura*. Cali, Colombia: IICA. 555 pp.

Krapp, A. (2015). Plant nitrogen assimilation and its regulation: a complex puzzle with missing pieces. *Current opinion in plant biology*, 25, 115-122.

Kiba, T., & Krapp, A. (2016). Plant nitrogen acquisition under low availability: regulation of uptake and root architecture. *Plant and Cell Physiology*, 57(4), 707-714.

Lawlor, D., Lemaire, G., y Gastal, F. (2001). Nitrogen and yield. In: Lea, P. J., Morot, J. F. (Eds). *Plant nitrogen* (pp. 343-367). Berlin, Germany: Springer Verlag-INRA.

Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. 550 pp.

- McAllister, C. H., Beatty, P. H., & Good, A. G. (2012). Engineering nitrogen use efficient crop plants: the current status. *Plant biotechnology journal*, 10(9), 1011-1025.
- Menjivar, J. C., Enciso, C. F., y Martinez, H. E. (2015). Evaluación de la eficiencia de tres fertilizantes edáficos sobre el rendimiento y calidad del zapallo (*Cucurbita maxima* var. Unapal- Mandarin). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1): 185-197
- Méndez, J. C. & Chacón, C. A. (2009). *Evaluación de tres dosis de fertilización con abono orgánico y sintético en la producción de zapallo (Cucurbita pepo)*. (Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura). Zamorano, Honduras. 24 pp.
- Mengel, K. & Kirkby, E. 2000. *Principios de nutrición vegetal*. Basel, Switzerland: International Potash Institute. 692 pp.
- Miselem, J. M., Suazo, A. & Pérez, W. (1989). Cultivo de calabacita. Honduras: Fundación Hondureña para la Investigación Agrícola Comayagua. 8 pp.

- Montes, C., Vallejo, F. A. & Baena, D. (2004). Diversidad genética de germoplasma colombiano de zapallo (*Cucurbita moschata* Duchesne Exp. Prior). *Acta Agronómica*, 53(3): 43-50.
- Moriwaki, T., Falcioni, R., Tanaka, F. A. O., Cardoso, K. A. K., Souza, L. A., Benedito, E., Nanni, M. R., Bonato, C. M., & Antunes, W. C. (2019). Nitrogen-improved photosynthesis quantum yield is driven by increased thylakoid density, enhancing green light absorption. *Plant Science*, 278:1-11
- Muñoz, V. J. (2016). *Influencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo de zapallo (Cucurbita pepo L.) plantado con diferentes distancias de siembra*. (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Ecuador. 65 pp.
- Olalde, V. M., Escalante, J. A., Sánchez, P., Tijerina, L., Mastache, A. A., & Carreño, E. (2000). Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. *Terra Latinoamericana*, 18(4): 313-323
- Orrala, N., Herrera, L., & Balmaseda, C. (2018). Rendimiento y calidad de la sandía bajo diferentes patrones de injerto y dosis de NPK. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 25-30.

- Ospina, D. (2009). *Ficha técnica de la urea*. Medellín, Colombia: Distribuidora de químicos industriales S.A (DQI S.A).
- Peláez, J. P. R., De la Pava, C. C. & Jaramillo, J. (1984). Respuesta del calabacín (*Cucurbita pepo* L.) a fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica. *Acta Agronómica*, 34(3): 86-95.
- Ramos, C. (2007). *Estudio de la fenología del zapallo de planta (*Cucurbita* spp) en condiciones de la localidad de Calientes departamento de Tacna*. (Tesis Ing. Agrónomo). UNIDO. 95 pp.
- Rodríguez, S. F. (1999). *Fertilizantes, nutrición vegetal*. 4a reimpresión. México, D.F.: Editorial AGT. 157 pp.
- Sedano, G., González, V. A., Saucedo, C., Soto, M., Sandoval, M. & Carrillo, J. A. (2011). Rendimiento y calidad de frutos de calabacita con altas dosis de N y K. *Terra Latinoamericana*, 29 (2): 133-142
- Tancara, A. (2009). *Niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento de sandía (*Citrullus lanatus*) cultivar Klondike bajo RLA, goteo*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. 86 pp.
- Ugas, R. & Carazas, H. (2006). *Cultivo del zapallo*. Programa de horticultura. Universidad Agraria la Molina. Lima, Perú. 10 pp.

Ugás, R.& Siura, S., Delgado De La Flor, F., Casas, A. & Toledo, J. (2000).  
*Hortalizas. Datos básicos.* Ediciones Universidad Nacional Agraria  
La Molina.

Valadez, A. (2010). *Producción de Hortalizas.* 1ra Edición. México: Editorial  
Limusa S.A. 258 pp.

Vásquez, O. (1991). *Efecto de densidad de siembra y niveles de fertilización  
nitrogenada en el rendimiento del zapallo (Cucurbita moschata  
Duch.) cultivar Butteere bajo protección.* (Tesis Ing. Agrónomo).  
Escuela Técnica Panamericana. Zamorano, Honduras. 67 pp.

Velásquez, G. A. (2016). Evaluación del efecto de las aplicaciones edáficas  
de diferentes niveles de nitrógeno sobre los componentes de  
rendimiento e incidencia de algunos problemas fitosanitarios en  
Ahuyama Valluna (Cucurbita Máxima). (Tesis de grado).  
Universidad de los Llanos. 95 pp.

Villasanti, C., Román, P. & Pantoja, A. (2013). *El manejo del suelo en la  
producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas.* Paraguay:  
FAO.

Viza, A. A. (2010). *Influencia de cuatro niveles de fertilización nitrogenada y potásica en el rendimiento del cultivo de sandía (Citrullus lanatus Thunb), del valle de Moquegua*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. 120 pp.

Warncke, R. (2007). El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas” FAO. P. 20.

Wiesler, F. (1998). Comparative assessment of the efficacy of various nitrogen fertilizers, In: Rengel, Z. (Ed.). *Nutrient use in crop production* (pp. 81-114). Binghamton, USA: Food Products Press.

Zegarra, R.& Arévalo, N. (2012). El Zapallo de Planta (Cucurbita spp.), Especie Local Cultivada, en Vías de Extinción. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 14: 35-39

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Datos originales de porcentaje de prendimiento (%)

N°	Tratamientos	Bloques			Promedio
		I	II	III	
1	50 kg de N/ha	96	96	96	96,00
2	100 kg de N/ha	96	97	97	96,67
3	150 kg de N/ha	98	96	98	97,33
4	200 kg de N/ha	99	98	97	98,00
5	250 kg de N/ha	96	97	96	96,33

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 2. Datos originales de longitud de planta (cm)

N°	Tratamientos	Bloques			Promedio
		I	II	III	
1	50 kg de N/ha	6,69	6,70	6,70	6,70
2	100 kg de N/ha	6,95	6,85	6,90	6,90
3	150 kg de N/ha	7,00	6,97	7,00	6,99
4	200 kg de N/ha	7,10	7,00	7,10	7,07
5	250 kg de N/ha	7,15	7,09	7,15	7,13

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3. Datos originales de número de frutos/planta

N°	Tratamientos	Bloques			Promedio
		I	II	III	
1	50 kg de N/ha	3	4	3	3,33
2	100 kg de N/ha	3	4	4	3,67
3	150 kg de N/ha	3	4	3	3,33
4	200 kg de N/ha	3	5	4	4,00
5	250 kg de N/ha	3	4	3	3,33

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4. Datos originales de diámetro ecuatorial de fruto (cm)

N°	Tratamientos	Bloques			Promedio
		I	II	III	
1	50 kg de N/ha	15,91	13,36	14,64	14,64
2	100 kg de N/ha	15,91	14	14,64	14,85
3	150 kg de N/ha	16,23	14,96	15,27	15,49
4	200 kg de N/ha	17,18	15,91	16,55	16,55
5	250 kg de N/ha	18,46	17,5	17,5	17,82

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 5. Datos originales de diámetro polar de fruto (cm)

N°	Tratamientos	Bloques			Promedio
		I	II	III	
1	50 kg de N/ha	14,23	14	14,27	14,17
2	100 kg de N/ha	16,23	15,84	16,23	16,10
3	150 kg de N/ha	17,18	16,64	16,87	16,90
4	200 kg de N/ha	18,78	18,25	18,14	18,39
5	250 kg de N/ha	17,18	18,14	17,18	17,50

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 6. Datos originales de peso unitario de fruto (kg)

N°	Tratamientos	Bloques			Promedio
		I	II	III	
1	50 kg de N/ha	2	2,1	2,1	2,07
2	100 kg de N/ha	2,2	2,23	2,2	2,21
3	150 kg de N/ha	2,32	2,35	2,35	2,34
4	200 kg de N/ha	2,3	2,3	2,4	2,33
5	250 kg de N/ha	2,21	2,2	2,21	2,21

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 7. Datos originales de rendimiento de frutos (t/ha)

N°	Tratamientos	Bloques			Promedio
		I	II	III	
1	50 kg de N/ha	10,96	10,99	10,50	10,82
2	100 kg de N/ha	13,00	14,86	14,66	14,17
3	150 kg de N/ha	15,60	15,66	15,75	15,67
4	200 kg de N/ha	15,50	16,16	15,99	15,88
5	250 kg de N/ha	14,05	14,66	14,05	14,25

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8. Resultados del análisis del suelo



### LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;  
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO  
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 011 - 05 - SUE - 2017

#### 1. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : AGROPECUARIA E INDUSTRIAS FAFIO S. A.  
DIRECCIÓN : Asoc. Tacna Heroica Mz. B Lote 3. Ciudad Nueva Tacna.  
TIPO DE MUESTRA : SUELOS  
SERVICIO SOLICITADO : ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO  
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M-1 = 086 ; M-2 = 087  
LUGAR DE MUESTREO : Predio Finca Maravilla-Magollo-Tacna;  
M-1 = 086 Prof: 0.30 m  
M-2 = 087 Prof: 0.30 m  
CULTIVO : M-1 = Vid, Variedad Italia; M-2 = Ampliación Vid  
FECHA DE MUESTREO : 12 de Mayo del 2017  
PRESENTACION : 02 Bolsas de plástico con 1.0 Kg. de muestra aproximado.  
FECHA DE RECEPCION : 15 de Mayo del 2017  
FECHA ENTREGA RESULTADO : 18 de Mayo del 2017

#### II.- RESULTADO ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN EN SUELOS

Mtra	ANÁLISIS MECANICO				ANÁLISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES		
	Cod. Lab.	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	CO <sub>3</sub> Ca %	pH	C.E. mS/cm	Mat. Org. %	Nitróg. % N.	Fósforo ppm P	Potasio ppm K
086		80.8	5.6	13.6	Ar. Francoso	0.45	7.93	0.50	0.69	0.038	51.36	600
087		72.8	7.6	19.6	Fco. Arenoso	0.39	7.55	0.26	0.75	0.040	76.74	390

Abreviaturas: Ar. Francoso = Arena Francoso ; Fco. Arenoso = Franco Arenoso  
C.E. = Conductividad Eléctrica C.E. y pH = relación suelo/agua = 1/2.5 mS/cm = milisiemens por cm = mmho por cm  
% = Porcentaje ppm = partes por millón CO<sub>3</sub>Ca = Carbonato de Calcio Mat. Org. = Materia Orgánica Nitróg. = Nitrogeno

Cod. Lab.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES				CIC Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs	PSI Porcentaje de Sodio Intercambiable %
	Ca <sup>++</sup> meq/100gs	Mg <sup>++</sup> meq/100gs	K <sup>+</sup> meq/100gs	Na <sup>+</sup> meq/100gs		
086	4.86	0.97	1.64	0.43	7.9	5.44
087	5.67	1.12	1.18	0.43	8.4	5.12

Abreviaturas CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs = mliecuivalentes x 100gs de suelo PSI = Porcentaje de Sodio Intercambiable

#### III.- INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

Cod. Lab.	CO <sub>3</sub> Ca	pH	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
086	Deficiente	Moderad. Alcalino	No Salino	Deficiente	Deficiente	Excesivo	Alto
087	Deficiente	Moderad. Alcalino	No Salino	Deficiente	Deficiente	Excesivo	Alto

Cod. Lab.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>		
086	Bajo	Bajo	Muy Alto	Medio	Bajo	No Sódico
087	Medio	Medio	Muy Alto	Medio	Bajo	No Sódico

Abreviaturas Moderad. Alcalino = Moderadamente Alcalino

Victoria Haydee Frisnacho Motta  
Licenciada en Química COP-CRS N° 270  
Calle Roma N° 227 - Santa Rosa  
M. Tumbes - Arequipa



PROHIBIDA DE REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME  
VALIDO SOLO PARA LA MUESTRA ANALIZADA

Pág. 1 de 3

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab\_laquis@hotmail.com  
PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA  
www.laboratoriolaquis.com  
AREQUIPA - PERU

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E. I. R. L. Arequipa, 2017

### Anexo 9. Costo de ejecución del proyecto de tesis

Actividades	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	P. Parcial S/.
<b>Costos directos</b>				<b>8 671,00</b>
<b>Trabajos preliminares</b>				<b>260,00</b>
Traslado de materiales	Jornal	1	65,00	65,00
Traslado de insumos	Jornal	1	65,00	65,00
Limpieza de campo	Jornal	1	65,00	65,00
Riego machaco	Jornal	1	65,00	65,00
<b>Preparación de terreno</b>				<b>840,00</b>
Arado de terreno	H/m	1	80,00	80,00
Rastra de discos	H/m	1	80,00	80,00
Ranfla nivelación	H/m	1	80,00	80,00
Surcado de líneas	H/m	1	80,00	80,00
Aplicación de pesticidas	Jornal	2	65,00	130,00
Labranza y apertura de líneas	Jornal	1	65,00	65,00
Aplicación de materia orgánica	Jornal	2	65,00	130,00
Fertilización de fondo	Jornal	1	65,00	65,00
Labranza de cierre de líneas	Jornal	1	65,00	65,00
Tendido de las cintas de riego	Jornal	1	65,00	65,00
<b>Manejo agronómico</b>				<b>1 430,00</b>
Plantación	Jornal	3	65,00	195,00
Control fitosanitario	Jornal	3	65,00	195,00
Riegos	Jornal	3	65,00	195,00
Control de malezas	Jornal	2	65,00	130,00
Fertirriego	Jornal	1	65,00	65,00
Cosecha	Jornal	10	65,00	650,00
<b>Insumos</b>				<b>3 985,00</b>
Letreros	Unidad	1	100,00	100,00
Banner letrero	Unidad	1	80,00	80,00
Cinta de riego	M	1000	0,20	200,00
Abonos foliares	L	3	80,00	240,00
Insecticidas	L	2	260,00	520,00
Fungicidas	L	2	260,00	520,00
Fertilizantes	Kg	300	1,50	450,00
Fitorreguladores de crecimiento	L	1	180,00	180,00
Bioestimulantes	L	3	100,00	300,00
Ácidos húmicos	L	5	30,00	150,00
Enraizantes	L	1	120,00	120,00

Esquejes	Unidad	350	1,50	525,00
Materia orgánica	Kg	1 000	0,60	600,00
<b>Servicios</b>				<b>2 070,00</b>
Servicios de análisis de especie	Servicios	1	800,00	800,00
Transporte varios	Servicios	1	200,00	200,00
Servicios de análisis de suelo	Servicios	1	920,00	920,00
Servicios de impresión	Servicios	1	100,00	100,00
Servicio de anillados y/o empastado	Servicios	1	50,00	50,00
<b>Útiles de escritorio</b>				<b>86,00</b>
Libreta de campo	Unidad	2	5,00	10,00
Lapiceros	Unidad	4	1,50	6,00
Papal bond A4	Millar	2	35,00	70,00
<b>Costo indirectos</b>				
C.I= Imprevistos 5%				433,55
<b>Costo total</b>				<b>9 104,55</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 10. Panel fotográfico



Tallo de *Cucurbita* spp. zapallo de planta



Hoja de *Cucurbita* spp. zapallo de planta



Flor de *Cucurbita* spp. zapallo de planta



Fruto de *Cucurbita* spp. zapallo de planta



semillas de *Cucurbita* spp. zapallo de planta