

# UNIVERSIDAD INDÍGENA BOLIVIANA AYMARA “TUPAK KATARI”

## CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



## TESIS DE GRADO

### EVALUACIÓN DE DOS TRAMIENTOS DE TERMO-HIDROTERAPIA EN LA PRODUCCIÓN DE TRES ECOTIPOS DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet.) EN UNIBOL AYMARA “TUPAK KATARI” PROVINCIA OMASUYOS

SIMEON QUIROZ ARUQUIPA

**ASESOR:** Ph. D. Ing. Agr. VICTOR HUGO MENDOZA CONDORI

LA PAZ – BOLIVIA  
2018

**UNIVERSIDAD INDÍGENA BOLIVIANA AYMARA  
“TUPAK KATARI”  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE DOS TRAMIENTOS DE TERMO-HIDROTERAPIA  
EN LA PRODUCCIÓN DE TRES ECOTIPOS DE TARWI (*Lupinus  
mutabilis* Sweet.) EN UNIBOL AYMARA “TUPAK KATARI”  
PROVINCIA OMASUYOS**

SIMEON QUIROZ ARUQUIPA

**ASESOR:** Ph. D. Ing. Agr. VICTOR HUGO MENDOZA CONDORI

**LA PAZ – BOLIVIA  
2018**

**UNIVERSIDAD INDÍGENA BOLIVIANA AYMARA  
"TUPAK KATARI"**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**UNIBOL AYMARA "TUPAK KATARI" JACH'A YATIQAÑA UTANA  
KIMSA ECOTIPOS KASTA TARWINAKA (*Lupinus mutabilis* Sweet.)  
ACHUYAÑXATA PÄ KASTA JUNT'U UMANAKAMPI QULLT'ASA  
YANT'ATA**

Sawi, Título de Gestor Productivo - Licenciado en  
Ingeniería Agronómica katuqañataki

**YATXATIRI :** SIMEON QUIROZ ARUQUIPA

**YANAPT'IRI :**

Ph. D. ING. AGR. VICTOR HUGO MENDOZA CONDORI

**UÑAKIPIRINAKA:**

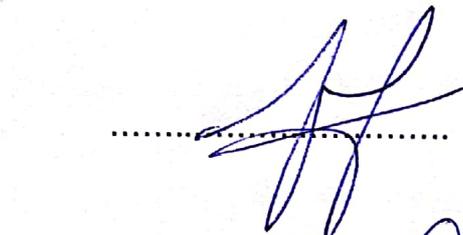
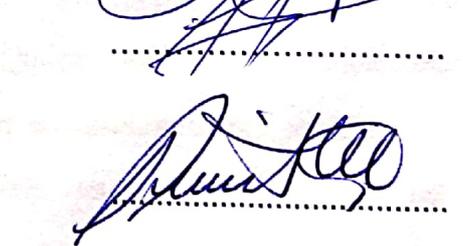
Ing. Agr. Israel Quispe Turpo

Ing. Agr. Hernan Conde Crespo

Lic. René Saico Carvajal

**JAYSATA**

**TAMA IRPIRI**

  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
Ing. Grax Sergio Nao Apaza  
DIRECTOR DE CARRERA a.i.  
INGENIERIA AGRONÓMICA  
UNIVERSIDAD INDÍGENA BOLIVIANA AYMARA  
"TUPAK KATARI".....

## RESUMEN

La investigación se realizó en las áreas experimentales de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Indígena Boliviana Aymara "Tupak Katari", ubicado en la Comunidad de Cuyahuani Municipio Huarina provincia Omasuyos del departamento de La Paz Bolivia. La producción de tarwi en la región Altiplánica algunas veces se ve afectada por diferentes agentes patógenos como plagas, enfermedades, nematodos, hongos, bacterias y esencialmente la presencia de virus que incide directamente en producción por lo tanto:

Con la presente Tesis de investigación se determinó los efectos de termo hidroterapia en el cultivo de tarwi, el procedimiento experimental fue realizado en un primer momento el tratamiento con la inmersión de las semillas en dos niveles de termo hidroterapia de 50 y 60 °C en ollas a presión en un tiempo de 1 hora, posteriormente ellas fueron sembradas en el campo experimental bajo un diseño de con dos factores de estudio; niveles de temperatura y ecotipos de tarwi. El análisis de varianza se realizó con el programa estadístico **Info Stat** para los siguientes variables de respuestas; Altura de planta, número de ramas, número de vainas, longitud de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 1000 semillas, peso de semilla por planta, peso de semilla por unidad experimental, rendimiento, días a emergencia, días a la floración, días a la fructificación y días a la madures fisiológica

Se observó como el mejor tratamiento T9 el ecotipo E3 por nivel de termo hidroterapia NT3 (E3=blanco \* N3= 60°C) en cuanto a la la altura de la planta (135,73 cm.), peso de semilla por planta (18,03 g./planta), peso de semilla por unidad experimental (630 g./unidad experimental) y rendimiento (700kg./ha.) salvo que en número de ramas por planta mejoró el T3 (E1\*NT3) con 7,7 ramas, sin embargo no fue factor terminante para el rendimiento, con menos costos de producción.

## I. INTRODUCCIÓN

El Tarwi (*Lupinus mutabilis* Swet.) se cultiva de forma tradicional en Bolivia y Perú a orillas de Titicaca y valles interandinos, en Ecuador, Méjico y países de Europa, con buenos resultado, mostrando una amplia diversidad genética en base a la adaptación de suelos (CIPCA, 2009).

El tarwi es una leguminosa originaria de los Andes, fue desatendido en su cultivo, difusión, investigación y como en su consumo en el ámbito local y nacional. En la actualidad se constituye en la alimentación cotidiana de numerosas familias campesinas, convirtiendo a este cultivo en uno de los recursos de mayor potencial alimenticio del área andino, debido a que los granos son consumidos en las épocas de deficiencia alimentaria y en las poblaciones de escasos recursos económicos, principalmente como mote (grano cocido y desamargado en agua corriente).

Por otro lado Editorial Cambio, (2010) citado por Apaza (2014), la tabla de composición de alimentos para uso en America Latina, reportan que el tarwi contiene un 44,3%de proteína frente al 33,4% de la soya. Las áreas cultivadas en Bolivia se encuentran en el Altiplano Norte de La Paz en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca y potosí. Se entiende que la extensión de cultivo llega a 4000 hectareas.

El presente documento plantea una metodología para la producción del cultivo de tarwi que sean libres de algunos patógenos atraves de tratamientos de termo hidroterapia, ya que estos agentes se presentan ciclo tras ciclo de siembra por medio de diversos tipos de síntomas que cada vez incide en producción, es así que se pretende aumentar el rendimiento obteniendo vainas y granos de buena presentación.

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En estos últimos años, la explotación irracional de los suelos agrícolas va año tras año de manera continua dejando de lado la rotación de los cultivos, por lo general los suelos ya quedan como hospedantes de algunos agentes patógenos que a su vez emiten algunas plagas y enfermedades de generación en generación en los cultivos posteriores.

Por lo tanto es preciso promover la producción del cultivo de tarwi que sean libres de algunos patógenos a través de tratamientos de termo hidroterapia, y convertirla en un cultivo de mayor importancia. Considerando además de su importante aporte de alto contenido proteínico para la alimentación, sobre todo se considera que es fijador de nitrógeno para los suelos erosionados, la misma producción de cultivo se encargaría de generar la calidad de vida mediante la cifra de ingresos económicos familiares.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Los resultados de la investigación tendrán como alternativa posibilidad de mejorar los ingresos económicos en diferentes familias, dando respuesta a otros problemas planteados como recuperación de propiedades de suelo, seguridad y soberanía alimentaria de acuerdo a sus propiedades nutricionales que contiene el producto así para corresponder en diferentes necesidades de las familias del lugar.

El tratamiento de termo hidroterapia aplicado en la producción de tarwi, además de combatir con algunos patógenos permite el incremento en calidad de la producción.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar los tratamientos de termo-hidroterapia en la producción de tres ecotipos de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) en la **UNIBOL A –“T-K”** Provincia Omasuyus Departamento de La Paz.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de dos tratamientos de termo-hidroterapia en el comportamiento agronómico y fenológico de tres ecotipos de Tarwi.
- Determinar el ecotipo de Tarwi con mejor respuesta por el efecto de tratamiento con termo-hidroterapia.
- Identificar el mejor tratamiento en la interacción de niveles de termo-hidroterapia con los ecotipos de tarwi.
- Evaluar los costos parciales de los tratamientos.

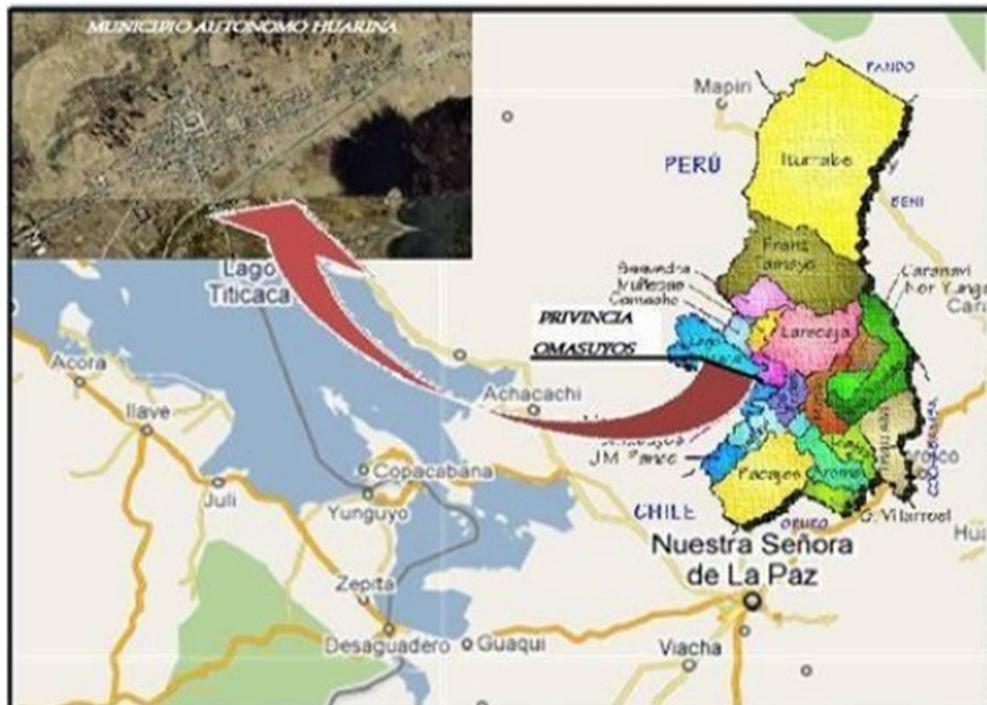
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en campo Experimental de la Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupaka Katari, que se encuentra ubicada en la Comunidad de Cuyahuani del Municipio de Huarina Cuarta Sección Municipal de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz.

#### 3.2. Ubicación geográfica

Geográficamente la comunidad Cuyahuani se encuentra ubicado entre las coordenadas a: 16° 20' y 16° 25' de Latitud Sur y 68° 43' y 68° 35' de Longitud Oeste, a una altura promedio de 3810 m.s.n.m. (SENAMHI, 2013).



**Fuente:** Gobierno Autónomo Municipal Huarina 2012

### **3.3. Materiales**

#### **3.3.1. Material genético**

##### **Ecotipos de tarwi**

- Ecotipo 1 = Blanco
- Ecotipo 2 = Blanco y negro
- Ecotipo 3 = Jaspeado

#### **3.3.2. Material de laboratorio**

- Cocinilla a gas
- Recipientes metálicos (olla)
- Termómetro

#### **3.3.3. Materiales de campo**

- Chuntillanaka
- Chontillas
- Rastrillo
- Tractor
- Estacas de madera
- Letreros identificadores
- Marbetes
- Marcadores
- Flexómetro
- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica

### **3.3.4. Material de gabinete**

- Laptop
- Hojas bond tamaño carta
- Impresora
- Fotocopias
- Estuche geométrico

### **3.4. Metodología**

El tipo de investigación se realizó de manera experimental, basado en un enfoque cuantitativo.

#### **3.4.1. Muestreo y análisis de suelo**

El muestreo del suelo de la parcela experimental de la Universidad Indígena Boliviana Aymara “tupak- Katari” en Cuyahuani se realizó sobre los componentes físico, químico y biológico, antes de la preparación del terreno, por el método de zigzag. El mismo análisis se efectuó en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN-La Paz, 2017).

#### **3.4.2. Procedimiento experimental**

El procedimiento experimental que se realizó en esta investigación, es de manera gradual tradicional de la siguiente manera.

#### **3.4.3. Elección y preparación del terreno**

La elección del terreno se realizó a través de un reconocimiento visual, luego se procedió el roturado y el rastreado del terreno con tractor, y posteriormente se ha realizado nivelado del área de estudio para facilitar la emergencia de forma homogénea.

#### 3.4.4. Delimitación del área

El total del área experimental delimitada fue de 478.5 m<sup>2</sup>. y la dimensión del área a cultivar fue de 315 m<sup>2</sup> sin contar los pasillos, los pasillos llegarán a ocupar 163.5m<sup>2</sup>y cada unidad experimental ha sido de 3 x 3 m. equivalente a 9 m<sup>2</sup>.

El área experimental fue conformada por las siguientes características:

**Cuadro 5. Características del área experimental**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Área total	m <sup>2</sup>	478,5
Área útil del cultivo	m <sup>2</sup>	315
Área total del pasillo	m <sup>2</sup>	163,5
Área del pasillo Horizontal	m <sup>2</sup>	87
Área del pasillo vertical	m <sup>2</sup>	33
Número de pasillos horizontal		3
Numero de pasillos vertical		2
Numero de tratamientos		9
Numero de repeticiones		10
Numero de bloque		4
Área del bloque	m <sup>2</sup>	87
Número de unidades experimentales	Unidad	36
Ancho de la unidad experimenta	M	3
Largo de la unidad experimental	M	3
Área de la unidad experimental	m <sup>2</sup>	9
Numero de tratamientos por bloque	Unidad	9

**Fuente:** propia 2018.

### **3.4.5. Tratamiento de termo-hidroterapia en la semilla**

Este tratamiento consistió en la aplicación de 3 diferentes niveles de termo hidroterapia 0°, 50 y 60°C en tres ecotipos de tarwi en un tiempo de 1 hora. En una olla de presión, controlando la temperatura con un termómetro y el tiempo con un reloj digital.

### **3.4.6. Siembra**

Una vez realizado los tratamientos del termo hidroterapia a las semillas se procedió a la siembra abriendo surcos de manera manual a una distancia entre surcos de 50 cm y entre plantas de 40 cm.

## **3.5. Labores culturales**

### **3.5.1. Control de malezas**

El control de malezas se realizó de acuerdo a la presencia de malezas como: ñustasas agujillas o llamados también reloj reloj de forma manual en cada una de las parcelas experimentales, para evitar la competencia con el cultivo por la luz, nutrientes entre otros durante todo el desarrollo del cultivo.

### **3.5.2. Cosecha**

La cosecha se procedió posterior a la madurez fisiológica del cultivo de forma manual, simplemente cortando con hoz, en primera instancia todas las plantas etiquetadas de muestra fueron recogidas cuidadosamente, posterior a ello de manera general para su posterior secado.

### **3.5.3. Formación de parvas y secado**

Después de realizar el corte, se formaron pequeñas parvas en las mismas parcelas con la finalidad de que completen con la madurez algunas vainas, permaneciendo

entre 2 semanas el mismo con la finalidad de reducir la humedad de la planta, para facilitar el trillado.

#### **3.5.4. Trillado y venteado de granos**

Posterior al secado se procedió con el trillado, mediante método tradicional golpeando con un palo hasta desprender los granos y posteriormente se realizó el venteado en una carpa de lona, para separar la semilla de la broza mediante la fuerza del viento.

#### **3.5.5. Toma y manejo de datos**

Se realizó según las fases fenológicas del comportamiento del cultivo, una primera toma de datos se hizo en la etapa de emergencia por unidad experimental, así mismo en la fase de floración, fructificación, madurez y cosecha.

### **3.6. Diseño experimental**

Debido a las características de estudio de investigación se empleó, diseño bloques al azar con arreglo factorial en parcelas divididas utilizando cuatro repeticiones o bloques, bajo dos factores de estudio factor A ecotipos de tarwi (blanco, jaspeado, blanco y negro) y factor B niveles de termo hidroterapia recomendado para ello recomendado por Ochoa, (2009).

### 3.6.1. Modelo lineal aditivo

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + y_j + \alpha_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- $Y_{ijk}$  = Es una observación cualquiera
- $\mu$  = Es la media general del experimento
- $\beta_k$  = k-ésimo efecto del bloque
- $\alpha_i$  = i-ésimo efecto del nivel de temperatura
- $\epsilon_{ik}$  = Error A o error de la parcela grande
- $y_j$  = j-ésimo efecto de ecotipos de tarwi
- $\alpha_{ij}$  = Efecto de la interacción entre la temperaturas y ecotipos de tarwi
- $\epsilon_{ijk}$  = Error B o error de la parcela menor (error experimental)

### 3.6.2. Tratamientos o factores de estudio

Cuadro 6. Tratamientos en función a la combinación de factores de estudio

FACTOR (A) ECOTIPOS DE TARWI	FACTOR (B) NIVELES DE TERMO- HIDROTERAPIA	COMBINACION DE FACTORES (TRATAMIENTOS)
$E_1$ = (Blanco)	$NT_1 = 0^\circ\text{C}$ (Testigo)	$E_1 \times NT_1 = T_1$ $E_1 \times NT_2 = T_2$ $E_1 \times NT_3 = T_3$
$E_2$ = (Blanco y negro)	$NT_2 = 50^\circ\text{C}$	$E_2 \times NT_1 = T_4$ $E_2 \times NT_2 = T_5$ $E_2 \times NT_3 = T_6$
$E_3$ = (Jaspeado)	$NT_3 = 60^\circ\text{C}$	$E_3 \times NT_1 = T_7$ $E_3 \times NT_2 = T_8$ $E_3 \times NT_3 = T_9$

Fuente: Propia 2018.

- E = Ecotipos
- NT = Niveles de termo hidroterapia
- T = Tratamientos
- X = Multiplicador

### 3.6.3. Croquis del experimento

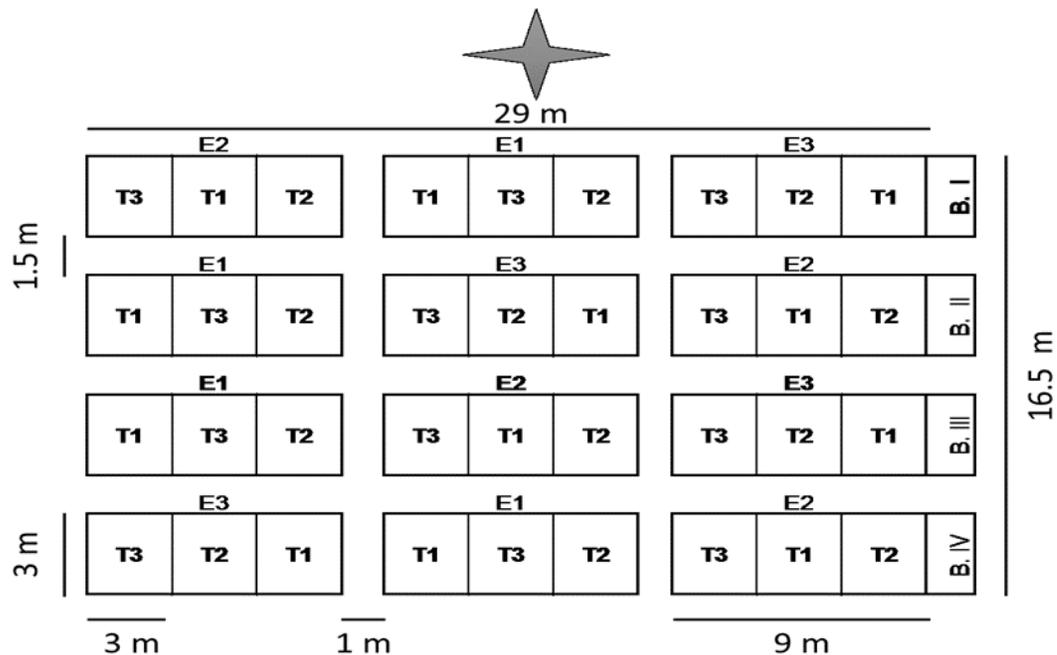


Figura 1. Croquis experimental

### 3.7. Variables de respuesta

#### 3.7.1. Variables agronómicas

**Altura de planta**, se realizó midiendo desde la base del tallo hasta la parte apical de la inflorescencia del tallo central de la planta con la ayuda de un fluxómetro, a plantas que fueron muestreadas al azar para cada unidad experimental un número de 10 plantas tomadas para después de haber sido etiquetadas el mismo en cada unidad experimental. Por otro lado vale aclarar que se ha tomado tres datos al respecto de la altura de la planta, posterior a la germinación, en fase de la floración y en la madurez fisiológica.

**Número de ramas por planta**, El número de ramas se determinó a la madurez fisiológica de las plantas, efectuando el conteo de ramas de las 10 plantas muestreadas de cada unidad experimental.

**Número de vainas por planta,** Se efectuó el conteo de las vainas a la madurez fisiológica en las plantas muestreadas de cada unidad experimental cuando estas completaron su total desarrollo fisiológico

**Longitud de la vaina,** esta variable longitud de vainas fue medida a la madurez fisiológica, desde la base hasta el ápice de la vaina utilizando una regla portátil en centímetro (cm), cuando estas completaron su desarrollo en las 10 plantas etiquetadas de cada unidad experimental, para luego obtener un promedio.

**Número de granos por vaina,** posterior a la evaluación de la longitud de vaina, estas fueron desgranadas individualmente y contabilizando el número de granos contenidos por cada una de las vainas, consecutivamente estos datos fueron promediados.

**Calidad (peso de semillas),** Este parámetro se efectuó contando 1000 granos al azar de cada unidad experimental, luego se pesó mediante una balanza de precisión en gramos.

**Peso de semilla por planta,** se efectuó posterior a la madurez fisiológica, de cada una de las 10 plantas muestreadas de cada tratamiento.

**Peso de semilla por unidad experimental,** Este parámetro peso se efectuó posterior a la cosecha, una vez desgranado de cada unidad experimental, luego se pesó en una balanza de precisión en kg.

**Rendimiento kg./ha,** Se realizó con relación a los datos obtenidos en cuanto al peso por planta expresadas en gramos y peso por parcela en Kg/ha. por unidad experimental y posteriormente para determinar el rendimiento Kg./ha.

### 3.7.2. Variables fenológicas

**Días a emergencia**, se cuantificaron para la investigación en cuanto a los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta el momento en que más del 50 % de las plantas emergieron a la superficie, esto se realizó por tratamiento.

**Días a la floración**, Los días a la floración fueron cuantificados a partir de la siembra hasta el momento en que 50% de las plantas de cada unidad experimental se encontraron en floraciones en el tallo central.

**Días al fructificación (vainas)**, se determinó contando los días transcurridos desde la siembra hasta que la planta esté al 50 % de las vainas estén llenas, y luego cuantificarlos por tratamientos.

**Días a la madurez fisiológica**, Los días a madurez fisiológica se registraron a partir de la siembra, hasta que el 50% de las plantas presentaron las vainas de una coloración amarillenta en el tallo central de cada tratamiento.

### 3.8. Análisis económico

El análisis económico de los costos parciales de la producción en el presente estudio, se realizó según la metodología de evaluación económica sugerida por Perrin *et al.* (1976), realizado en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y trigo (CIMMYT).

**Beneficio Bruto.** El beneficio bruto de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado.

$$BB = P \times R$$

**Dónde:**

BB = Beneficio bruto

P = Precio del producto

R = Rendimiento promedio ajustado por tratamiento

**Beneficio Neto.** Se calcula mediante la diferencia del beneficio bruto de campo menos el total de los costos variables.

$$BN = BB - CT$$

**Dónde:**

BN = Beneficio neto

BB = Beneficio bruto

CT = Costos variables totales

**Tasa de Retorno Marginal.** Es el beneficio neto marginal (el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresado en porcentaje.

$$TRM = (BNM / CM) \times 100$$

**Dónde:**

TRM = Tasa de retorno marginal

BNM = Beneficio neto marginal

CM = Costo marginal

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo de investigación permite realizar resultados y discusiones de acuerdo a los objetivos planteados.

##### a) Evaluación del efecto de dos niveles de termo-hidroterapia (50 – 60°C) en el comportamiento agronómico y fenológico de tres ecotipos de Tarwi.

Respecto a este primer objetivo se tiene estudiado los variables fenológicas en cuanto al comportamiento de cada uno de ellos.

#### 4.1. Comportamiento agronómico

##### 4.1.1. Altura de la planta

**Cuadro 7. Significancias ANVA de la altura de planta por efecto de ecotipos y niveles de termo-hidroterapia al término de tres evaluaciones**

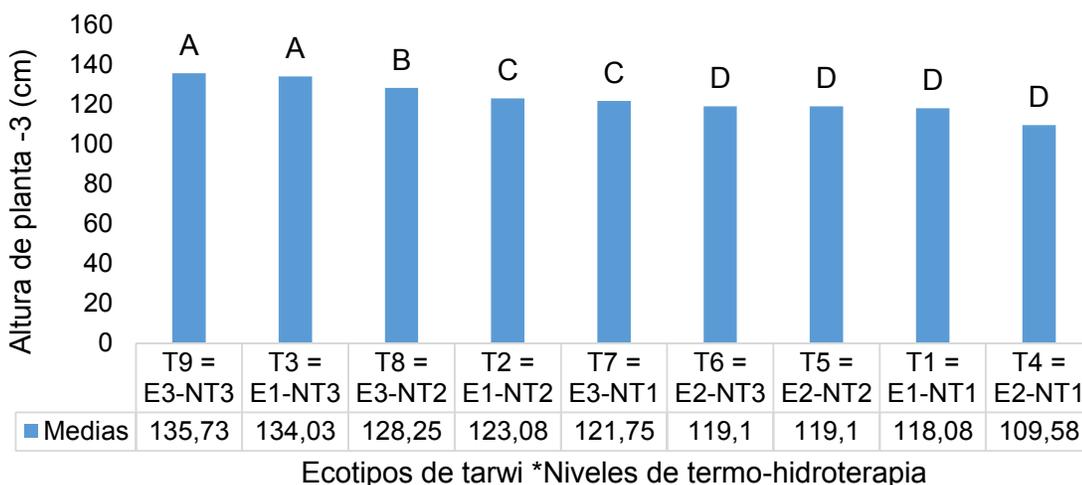
F.V.	Significancia					
	Altura		Altura 2		Altura3	
Ecotipos de tarwi(A)	0,01	**	0,01	**	0,01	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	0,019	**	0,01	**	0,01	**
Interacción (A*B)	5,26	N	78	N	0,15	**
Bloque	28,19	N	47,19	N	30,23	NS
C.V.	25,29		7,8		6,72	

\*\* = Altamente significativo

N.S. = No significativo

En el Cuadro 7, se observa la significancia ANVA de la variable altura de planta por efecto de la interacción ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia donde el factor ecotipos y los niveles de termo hidroterapia fueron altamente significativos con respecto a los tres datos tomados. Por otro lado se muestra que la interacción ecotipos de tarwi por niveles de termo hidroterapia no es significativos en la primera y segunda

evaluación de la investigación. Excepcionalmente en la tercera evaluación fue altamente significativo. Así también se observa que el coeficiente de variación tiene un valor menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados adecuadamente.



**Figura 2. Comparación de medias de altura de planta de la tercera evaluación por efecto del factor ecotipo \* niveles de termo-hidroterapia. Duncan al 5%. T = tratamientos, E = ecotipos y NT =niveles de termo-hidroterapia**

En la Figura 2, se muestra la comparación de medias de altura de planta de la tercera evaluación por efecto de la interacción ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia, donde se observa la mayor altura de crecimiento en los tratamientos T9 (135,73 cm) y T3 (134,03) respecto a los tratamientos T6 (119,1 cm), T5 (119,1 cm), T1 (118,08 cm) y T4 (109,58 cm). Así mismo según la prueba de Duncan al 5% existen diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Esta variación del crecimiento de la altura de la planta puede ser debido a la influencia de los niveles de termo hidroterapia, donde a mayor NT se logra alcanzar el mayor tamaño de altura, para ello se presume que a mayor temperatura se elimina alguno de los patógenos podía haber perjudicado en su desarrollo normal de la planta.

Los resultados obtenidos en presente trabajo de investigación, aplicando 60°C de nivel de termo hidroterapia en ecotipos de tarwi se obtiene la mayor altura de la planta en T9 con 135, 73 cm, muy parecido a los resultados encontrado por Chambi (2008), en un trabajo de investigación realizado sobre la producción de semilla de haba, aplicando termo hidroterapia de 70°C.en tiempo de 1hr., obtuvo la mayor altura de la planta de 117,1 cm. Por lo tanto se sustenta que a mayores niveles de termo hidroterapia se posibilita la limpieza de patógenos existentes en las leguminosas como en cultivo tarwi y haba para su mayor crecimiento.

Por otro lado Gross (1882), señala que la altura de la planta de tarwi se halla determinada por el eje principal y por las ramas primarias y secundarias, las cuales están determinadas genéticamente. Las especies que proceden del Norte de Sudamérica por lo general son de desarrollo predominante vegetativo de mayor tamaño que las poblaciones del Sur. El tamaño de la planta oscila entre 50 cm a 280 cm. Por lo tanto los resultados obtenidos en esta investigación se encuentran dentro de los parámetros que menciona el autor anterior de 109,58 a 135,73 cm. de crecimiento en cuanto a la altura.

#### 4.1.2. Número de ramas por planta

**Cuadro 8. Análisis de varianza de número de ramas por planta por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor	Significanci
Ecotipos de tarwi (A)	138,82	2	69,41	29,73	<0,0001	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	74,02	2	37,01	15,85	<0,0001	**
Interacción A*B	30,92	4	7,73	3,31	0,0111	*
Bloques	9,9	3	3,3	1,41	0,2386	NS
Error	812,33	348	2,33			
Total	1065,98	359				

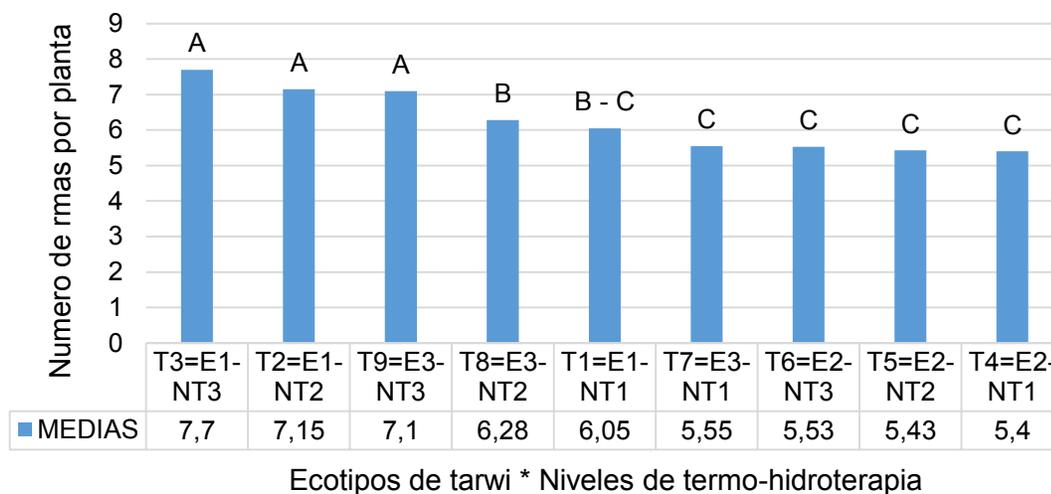
C.V. = 24.48%

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

N.S. = No significativo

En el Cuadro 8, se observa el análisis de varianza para número de tallos por planta, donde el factor ecotipos de tarwi y los niveles de termo-hidroterapia fueron altamente significativos y la interacción ecotipo por niveles de termo hidroterapia es significativa. Así también se observa que el coeficiente de variación es menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados de manera adecuadamente.



**Figura 3. Comparación de medias de número de ramas por planta por efecto del factor ecotipo de tarwi \* niveles de termo-hidroterapia. Duncan al 5%. T = tratamiento, E = ecotipos y NT = niveles de termo-hidroterapia.**

En la Figura número 3, se muestra la comparación de medias de número de ramas por efecto de la interacción ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia, donde se muestra el mayor número de ramas en los tratamientos T3 (7,7), T2 (7,15) y T9 (7,1) respecto a los tratamientos T7 (5,55), T6 (5,53), T5 (5,43) y T4 (5,4). Así mismo, según la prueba de Duncan al 5% existe diferencias entre los tratamientos.

En cuanto a los tratamientos T3, T2 y T9 lograron alcanzar el desarrollo de mayor número de ramas respecto a los tratamientos T7, T6, T5 y T4, puede deberse a la influencia de los niveles de termo hidroterapias de acuerdo a los ecotipos de tarwi.

Al respecto Mendoza (2016), en un similar investigación realizada con niveles de termo hidroterapia en la producción semilla de tarwi en la comunidad de Cuyahuani, obtiene el

mayor resultado de 13,48 ramas por planta con 60°C, así mismo en el presente trabajo de investigación se obtiene 7,7 ramas utilizando el mismo nivel de termo-hidroterapia 60 °C en diferentes ecotipos de tarwi, aparentemente esta diferencia puede ser debido a la granizada que afectó en plena floración del cultivo. Pero sin embargo obtuvo el mayor número de ramas a mayor nivel de termo hidroterapia así mismo no se desmerece la carga genética que contiene cada una de ellas para la formación de numero de ramas por planta.

#### 4.1.3. Número de vainas por planta

**Cuadro 9. Análisis de varianza de número de vainas por planta por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

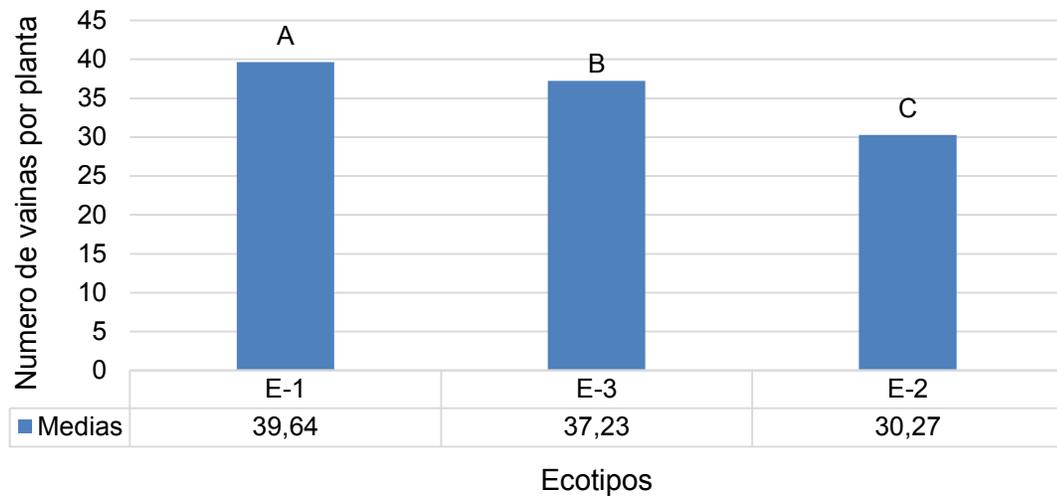
F.V	SC	GL	CM	F	p-valor	Significanci
Ecotipos de tarwi	5685,97	2	2842,99	45,07	<0,0001	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	13,96	2	689,27	11,07	<0,0001	**
Interacción A*B	112,54	4	28,14	0,45	0,7753	N
Bloques	501,04	3	167,01	0,65	0,0489	N
Error	21951,86	348	63,08			
Total	29647,96	359				

C.V . = 22.24%

\*\* = Altamente significativo

N.S . = No significativo

En el Cuadro 9, se observa el análisis de varianza para número de vainas por planta, donde el factor ecotipos de tarwi y los niveles de termo-hidroterapia fueron altamente significativos y la interacción ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia no fue significativo. Así también se observa que el coeficiente de variación tiene un valor menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados adecuadamente.

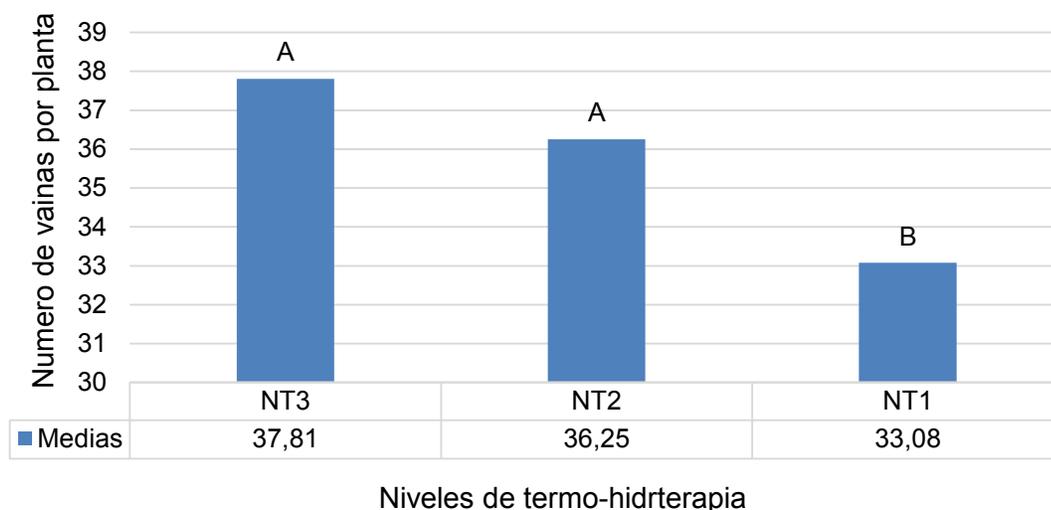


**Figura 4. Comparación de medias de numero vainas por planta por efecto del factor ecotipos de tarwi. Duncan al 5%. E = ecotipos.**

En la Figura número 4, se muestra la comparación de medias de número de vainas por planta por efecto de ecotipos de tarwi, donde el E1 tuvo el mayor número de vainas de 39,64, respecto al E2 que registró la menor cantidad de 30,27 vainas por planta. Según la prueba de Duncan al 5% existe diferencias entre los ecotipos.

Esta diferencia de los resultados de E2, E3 y E1 puede ser debido a la carga genética que contiene de acuerdo al color que representa cada uno de los ecotipos.

No se encuentran trabajos de investigación que se abrían realizado como variable de estudio el número de vainas por planta en diferentes ecotipos de tarwi. Pero sin embargo el presente trabajo de investigación muestra el resultado en cuanto a la variación sobre la diferencia de número de vainas entre los ecotipos. Puesto que todo ello puede ser debido a la genética.



**Figura 5. Comparación de medias de número de vainas por efecto del factor de niveles de termo-hidroterapia. Duncan al 5%. NT = niveles de termo-hidroterapia.**

En la Figura 5, se muestra los valores de la comparación de medias de número de vainas por planta por efecto de niveles de termo-hidroterapia, donde NT3 tuvo que influir en el mayor desarrollo de número de vainas con 37.81 respecto al NT1 que registró menor número de vainas de 33.08. Sobre todo se observa que existen diferencias entre los tratamientos según la prueba de Duncan al 5%.

Estas variaciones en cuanto al número de vainas por planta se puede deber a la reacción de los efectos de niveles de termo-hidroterapia, sin duda alguna en la figura 5 se muestran resultados directamente proporcionales a mayor NT más número de envainado y a menor NT poca cantidad de vainas por planta, por lo tanto se presume que los NT ayuda de gran manera en la desinfección de algunos patógenos existentes en cultivos de tarwi.

Por otro lado Chambi (2008), en una investigación realizado en la producción de semilla de haba aplicando temo-hidroterapia de 70°C.en tiempo de 1 hr., demuestra que se obtuvo el mayor número vainas por planta, ya que en el presente trabajo de investigación también se obtiene el mayor número de vainas a mayor nivel de termo

hidroterapia, por lo tanto se sostiene que efectivamente cumple la función de la desinfección de los patógenos existentes en las leguminosas.

#### 4.1.4. Longitud de vaina por planta

**Cuadro 10. Análisis de varianza de la longitud de vaina por planta por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
Ecotipos de tarwi	1,69	2	0,84	0,56	0,5718	N
Niveles de termo hidroterapia (B)	3,17	2	1,59	1,05	0,3505	N
Interacción A*B	3,38	4	0,84	0,56	0,6919	N
Bloques	1,56	3	0,52	0,35	0,7923	N
Error	524,86	348	1,51			
Total	524,86	359				

C.V. = 13,23 %

S.N = No significativo

En el Cuadro 10, se observa el análisis de varianza para la longitud de vaina por planta, donde el factor ecotipos de tarwi, niveles de termo-hidroterapia y la interacción de ecotipos de tarwi por niveles de termo hidroterapia no fueron significativos. Así también se muestra el coeficiente de variación menor al 30%, donde indica que los datos fueron manejados de manera adecuadamente.

#### 4.1.5. Numero de granos por vaina

**Cuadro 11. Análisis de varianza de número de granos por vaina por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Ecotipos de tarwi(A)	1,69	2	0,84	0,56	0,5718	NS
Niveles de termo hidroterapia (B)	3,17	2	1,59	1,05	0,3505	NS
Interacción A*B	3,38	4	0,84	0,56	0,6919	NS
Bloques	1,56	3	0,52	0,35	0,7923	NS
Error	524,86	348	1,51			
Total	524,86	359				

C.V. = 21,18

N.S. = No significativo

En el Cuadro número 11, permite observar el análisis de varianza para número de granos por vaina, donde el factor ecotipos de tarwi, niveles de termo-hidroterapia y la interacción de ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia son no significativos. De igual manera se observa que el coeficiente de variación es menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados adecuadamente.

#### 4.1.6. Peso de semilla por planta

**Cuadro 12. Análisis de varianza de peso de semilla por planta por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

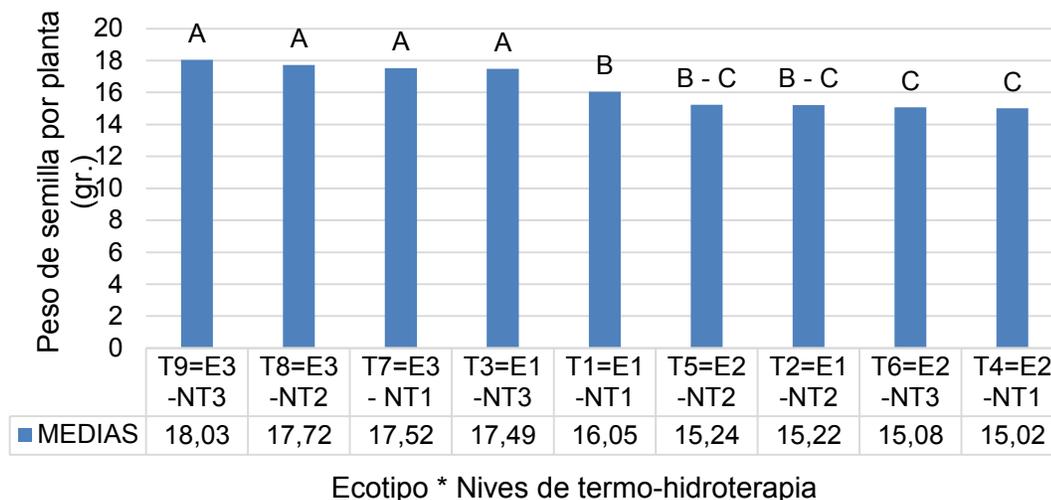
F.V	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Ecotipos de tarwi (A)	420,84	2	210,42	55,51	<0,0001	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	44,98	2	22,49	5,93	0,0029	**
Interacción A*B	66,79	4	16,7	4,4	0,0017	**
Bloques	11,39	3	3,8	1	0,3922	NS
Error	1319,27	359	3,79			
Total	1863,27					

C.V. = 11,89%

\*\* = Altamente significativo

S.N. = No significativo

En el Cuadro 12, se muestra el análisis de varianza del peso de semilla por planta por efecto de factor ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia, donde el factor ecotipos de tarwi, niveles de termo-hidroterapia y la interacción de ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia son altamente significativos. Por otro lado se observa que el coeficiente de variación es menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados de manera adecuadamente.



**Figura 6. Comparación de medias del peso de semilla por planta por efecto del factor ecotipos de tarwi \* niveles de termo-hidroterapia. Duncan al 5%. T = tratamiento, ET = ecotipos y NT = niveles de termo-hidroterapia.**

Según la Figura número 6, se muestra la comparación de medias de peso de semilla por planta por el efecto de la interacción de ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia, donde se observa el mayor peso de semilla en los tratamientos T9 (18,03 g.), T8 (17,72 g.), T7 (17,52 g.) y T3 (17,49 g.). Respecto a los tratamientos T6 (15,08 g.) y T4 (15,02 g.). Así también según la prueba de Duncan al 5% nos muestra diferencias entre los tratamientos.

En cuanto a la diferencia entre los tratamientos descritos anteriormente sobre el peso de la semilla por planta, puede ser debido a la carga genética que contiene cada uno de los ecotipos en cuanto a la interacción con niveles de termo-hidroterapia.

Al respecto Mendoza (2016), en una investigación realizada con niveles de termo hidroterapia de 40, 50 y 60°C en el cultivo de tarwi en la comunidad de Cuyahuani obtiene como el mayor peso de la semilla de 121 g./planta bajo 60°C de termo-hidroterapia, Así mismo en el presente trabajo de investigación se obtiene como el mejor resultado en el tratamiento T9 de 18,03 gr/planta, entonces se presume que la relación entre el ecotipo y mayor nivel de termo-hidroterapia E3 por NT3 obtenga como el mejor resultado. A pesar de ello la diferencia que se tiene entre ellos puede ser principalmente debido a la granizada que afecto en la fase floración con la perdida de mayor numero de flores afectando su producción en semillas en esta investigación.

#### 4.1.7. Peso de 1000 semillas

**Cuadro 13. Análisis de varianza de peso de 1000 semillas por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
Ecotipos de tarwi (A)	247,47	2	123,73	1,93	0,1465	NS
Niveles de termo hidroterapia (B)	61,16	2	30,58	0,48	0,6208	NS
Interacción A*B	131,89	4	32,97	0,51	0,725	NS
Bloques	303,2	3	101,07	1,58	0,1945	NS
Error	22294,91	348	64,07			
Total	23038,63	359				

C.V. = 4,12%

S.N = No significativo

En el Cuadro 13, se observa el análisis de varianza para peso de 1000 semillas, donde el factor ecotipos de tarwi, niveles de termo-hidroterapia y la interacción de ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia no fueron significativos. Así también se observa que el coeficiente de variación tiene un valor menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados adecuadamente.

#### 4.1.8. Peso de semilla por parcela

**Cuadro 14. Análisis de varianza de peso de semilla por unidad experimental por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

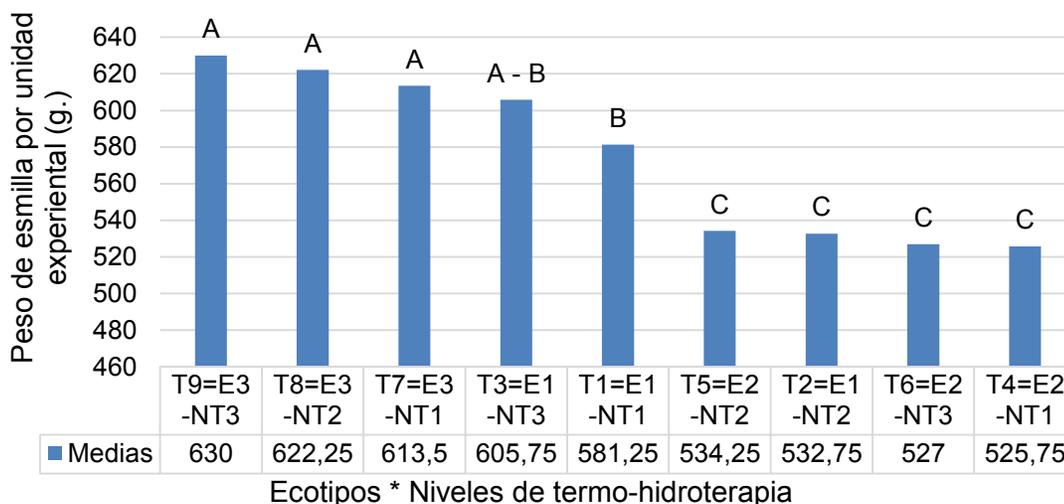
<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
Ecotipos de tarwi (A)	51840,06	2	25920,03	62,7	<0,0001	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	3628,39	2	1814,19	4,39	0,0238	*
Interacción A*B	8127,28	4	2031,82	4,91	0,0049	**
Bloques	1701,44	3	567,15	1,37	0,2753	
Error	9922,06	24	413,42			
Total	75219,22	35				

C.V. = 3,54%

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

En el Cuadro 14, nos permite observar el análisis de varianza para el peso de semilla por unidad experimental, donde el factor ecotipos de tarwi y la interacción ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia son altamente significativos, por otro lado se muestra que los niveles de termo-hidroterapia es significativo. Así mismo se observa que el coeficiente de variación tiene un valor menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados con precisión.



**Figura 7. Comparación de medias de peso de semilla por unidad experimental por efecto del factor ecotipo de tarwi \* niveles de termo-hidroterapia. Duncan al 5%. T = tratamiento, E = ecotipos y NT = niveles de termo-hidroterapia.**

La Figura 7, nos permite observar la comparación de medias de peso de semilla por unidad experimental por efecto de la interacción de ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia (NT), donde se observa el mayor peso de semilla en los tratamientos T9 (630 g.), T8 (622,25 g.) y T7 (613,5 g.), respecto a los tratamientos T5 (534,25g.), T2 (532,75 g.), T6 (527 gr.) y T4 (525,75 g.) que registraron el menor peso de semilla por parcela. Así también según la prueba de Duncan al 5% existen diferencias entre los tratamientos.

Esta diferencia en cuanto al peso de semilla entre los tratamientos puede ser debido a la influencia de carga genética que porta cada ecotipo de tarwi de acuerdo a los colores de grano o en otros casos podría ser debido a la relación entre ecotipos de tarwi y los niveles de termo-hidroterapia, de acuerdo a la figura anterior se presume que habría la influencia de la carga genética.

En ninguna de las investigaciones anteriores se ha podido observar que se haya trabajado con peso de semilla por unidad experimental como variable de respuesta para

poder hacer una comparación, más al contrario se espera que este trabajo de investigación nos facilite trabajar con estos datos en las siguientes investigaciones.

#### 4.1.9. Rendimiento kg/ha

**Cuadro 15. Análisis de varianza de rendimiento en kg./ha por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

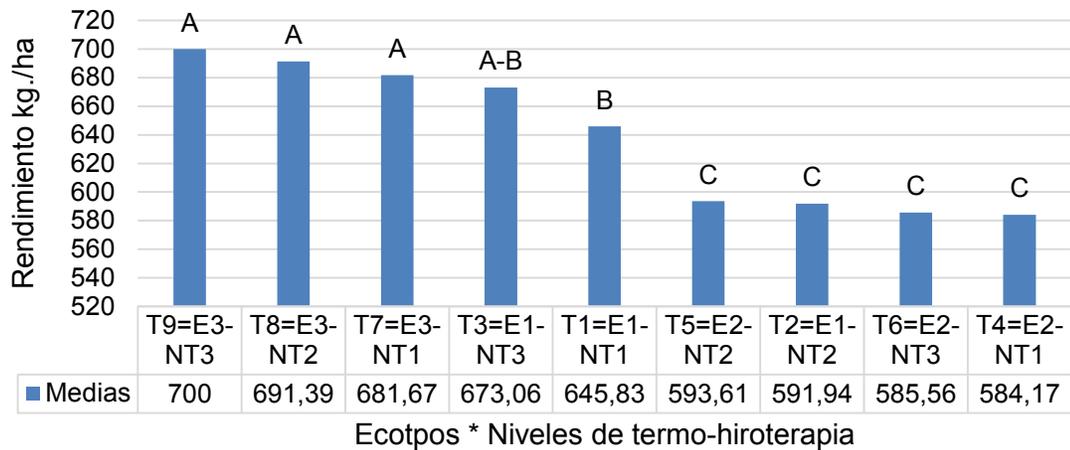
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Ecotipos de tarwi (A)	64000,07	2	32000,03	62,7	<0,0001	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	4479,49	2	2239,75	4,39	0,0238	*
Interacción A*B	10033,68	4	2508,42	4,91	0,0049	**
Bloque	2100,55	3	700,18	1,37	0,2753	NS
Error	12249,45	24	510,39			
Total	92863,24	35				

C.V. = 3.54%

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

En el Cuadro número 15, se observa el análisis de varianza para rendimiento kg./ha., donde el factor ecotipos de tarwi y la interacción ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia fueron altamente significativos y niveles de termo-hidroterapia es significativo. Así también se observa que el coeficiente de variación que es menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados adecuadamente.



**Figura 8. Comparación de medias de rendimiento Kg/ha. por efecto del factor ecotipo de tarwi \* niveles de termo-hidroterapias. Duncan al 5%. T = tratamiento, E = ecotipos y NT = niveles de termo-hidroterapia.**

En la Figura 8, se muestra la comparación de medias de rendimiento por efecto de la interacción de ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia, donde se observan los mayores rendimientos en los tratamientos T9 (700 kg/ha), T8 (691,39 kg/ha) y T7 (681,67 kg/ha) respecto a los tratamientos T5 (593,61 kg/ha), T2 (591,94kg/ha), T6 (585,56kg/ha) y T4 (584,17kg/ha) que registraron el menor rendimiento. Asimismo existen diferencias entre los tratamientos según la prueba de Duncan al 5%.

Los tratamientos T9, T8, T7 y T3 son superiores a los resultados obtenidos en los tratamientos T5, T2, T6 y T4, todo ello se puede atribuir a la carga genética del ecotipo de tarwi en relación a los niveles de termo-hidroterapia, como se observa en la figura anterior, por otro lado se presume que haya existido afectaciones del factor ambiental (granizada).

No habiendo trabajos de investigación respecto al rendimiento en ecotipos de tarwi utilizando niveles de termo hidroterapia como variable de respuesta se sustenta con lo siguiente:

Meneses (1996), menciona que los rendimientos de tawi a nivel de los agricultores fluctúan entre 700 a 1200 kg./ha todo esto está en función de la estructura de la planta

el número de ramas, vainas y el peso de los granos. Pese a las afectaciones de la granizada el presente trabajo de investigación, el mejor tratamiento alcanza al rendimiento mínimo del anterior autor con 700 kg/ha, sobre todo realizando tratamientos con niveles de termo hidroterapia en cada uno de los ecotipos.

## 4.2. Comportamiento fenológico

Son datos que se tomaron de manera cualitativa de acuerdo al comportamiento del cultivo de tarwi.

### 4.2.1. Días a emergencia

**Cuadro 16. Análisis de varianza de días a la emergencia por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

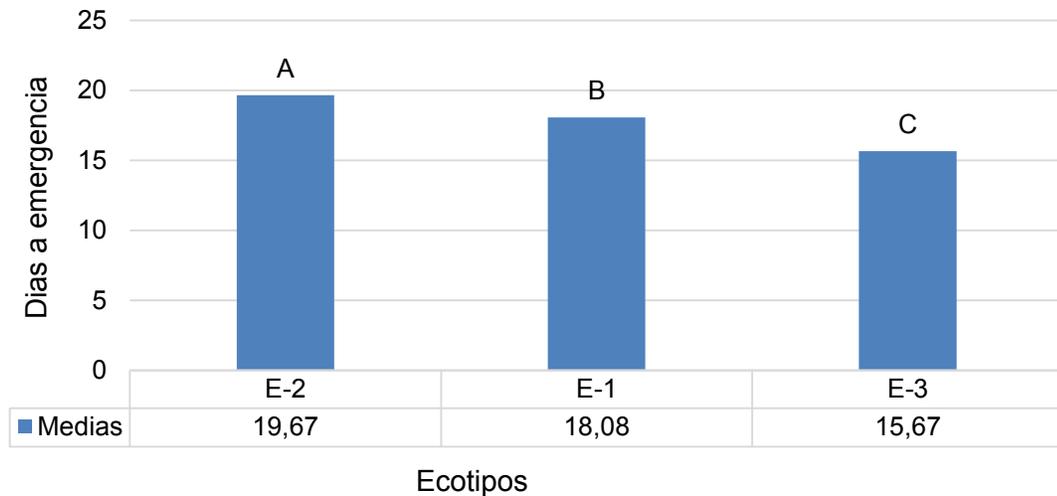
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor	Significancia
Ecotipos de tarwi (A)	97,39	2	48,69	46,54	<0,0001	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	2,89	2	1,44	1,38	0,2686	NS
Interacción A*B	1,11	4	0,28	0,27	0,8975	NS
Bloque	3,64	3	1,21	1,18	0,3371	NS
Error	28,25	27	1,05			
Total	129,64	35				

C.V. = 5,69%

\*\* = Altamente significativo

S.N = No significativo

Según el Cuadro 16, nos permite observar el análisis de varianza para días a emergencia, donde el factor ecotipos de tarwi es altamente significativo, así también muestra que la temperatura y la interacción ecotipo de tarwi por la temperatura no fueron significativas. Por otro lado se nos muestra que el coeficiente de variación tiene un valor menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados adecuadamente.



**Figura 9. Comparación de medias de días a emergencia por efecto del factor ecotipos de tarwi. Duncan al 5%. E= ecotipos**

En la Figura 9, se muestra la comparación de medias de días a emergencia por efecto de ecotipos de tarwi, donde el E2 tuvo que emerger en mayor número de días 19,67, con respecto al E3, el que registró el menor tiempo en cuanto a la emergencia, destacándose como el ecotipo precoz de 15,67 días, Así mismo se observa que existen diferencias entre los tratamientos según la prueba de Duncan al 5%.

Por lo tanto según la figura anterior se asume que el ecotipo más precoz fue el E3 respecto al E2 todo ello puede ser debido al contenido genético que lleva cada uno de ellos, en otros casos su precocidad puede depender mucho del color que presenta cada uno de los ecotipos

Al respecto Apaza (2014), en un trabajo de investigación realizado en el comportamiento agronómico del cultivo de tarwi, obtiene el porcentaje de germinación a los 28 días después de la siembra. De igual manera Rojas (1997), en un estudio de evapotranspiración máxima de tarwi por lisímetría, a los 28 días después de la siembra demuestra su emergencia en tarwi. Por otro lado en el presente trabajo de investigación el número de días a la emergencia se obtiene a los 15,67 días después de la siembra, para ello se presume que haría la influencia de niveles de termo hidroterapia.

#### 4.2.2. Días a floración

**Cuadro 17. Análisis de varianza de días a la floración por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

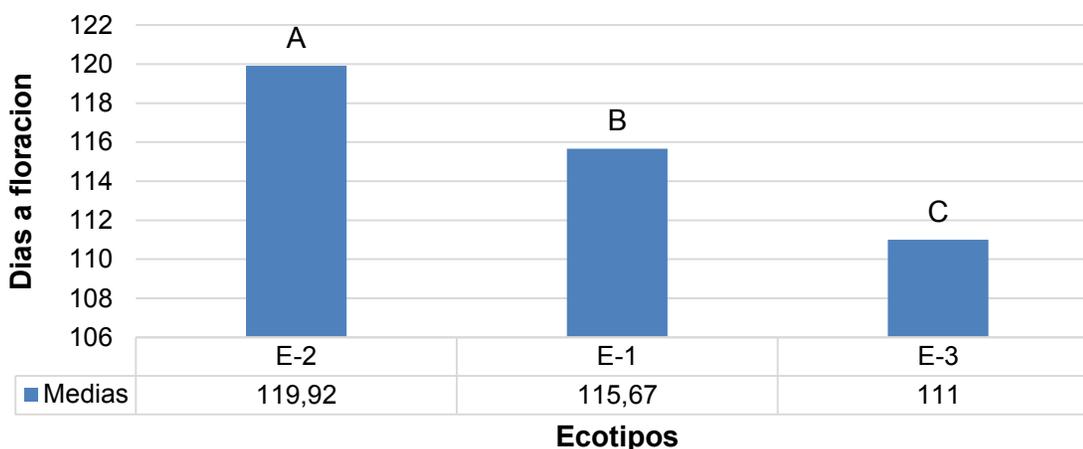
F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor	Significancia
Ecotipos de tarwi (A)	477,39	2	238,69	74,29	<0,0001	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	7,72	2	3,86	1,2	0,3163	NS
Interacción A*B	3,11	4	0,78	0,24	0,9119	NS
Bloque	5,42	3	1,81	0,53	0,6642	NS
Error	86,75	27	3,21			
Total	574,97	3,21				

C.V. = 1,59%

\*\* = Altamente significativo

S.N = No significativo

En el Cuadro 17, se observa el análisis de varianza para días a floración, donde el factor ecotipos de tarwi es altamente significativo, por otro lado nos muestra que los niveles de termo-hidroterapia y la interacción ecotipos de tarwi por el nivel de termo-hidroterapia no fueron significativos. Así mismo nos muestra donde el coeficiente de variación es menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados adecuadamente.



**Figura 10. Comparación de medias de días a floración por efecto del factor ecotipos de tarwi. Duncan al 5%. E = ecotipos.**

En la Figura 10, se muestra la comparación de medias de días a floración por efecto de ecotipos de tarwi, donde el E2 tuvo que florecer en mayor número de días 119,67, con respecto al E3 el que registró menor tiempo en cuanto a la floración es decir de 111 días. También se demuestra que existen diferencias entre los tratamientos según la prueba de Duncan al 5%.

En el presente trabajo de investigación se puede observar que el ecotipo E3 logra ser el más precoz en cuanto a la formación floral respecto a los ecotipos E1 y E2, para ello se presume que pueda ser influido por el color de cada uno de los ecotipos de tarwi o en otros casos pueda influir la carga genética.

Al respecto Rojas (1997), en un estudio de evapotranspiración máxima del tarwi por lisimetría, que en su mayoría la primera flor del tallo central ocurre entre los 119 días después de la siembra, siendo ésta fase susceptible a heladas y granizadas. En el presente trabajo de investigación realizada bajo niveles de termo hidroterapia se logra la floración en 111 a 119,67 días respecto a la autor anterior, puede ser debido al tratamiento de termo hidroterapia en otros casos puede ser influido por el color de cada uno de los ecotipos.

#### 4.2.3. Días a fructificación

**Cuadro 18. Cuadro. Análisis de varianza de días a fructificación por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

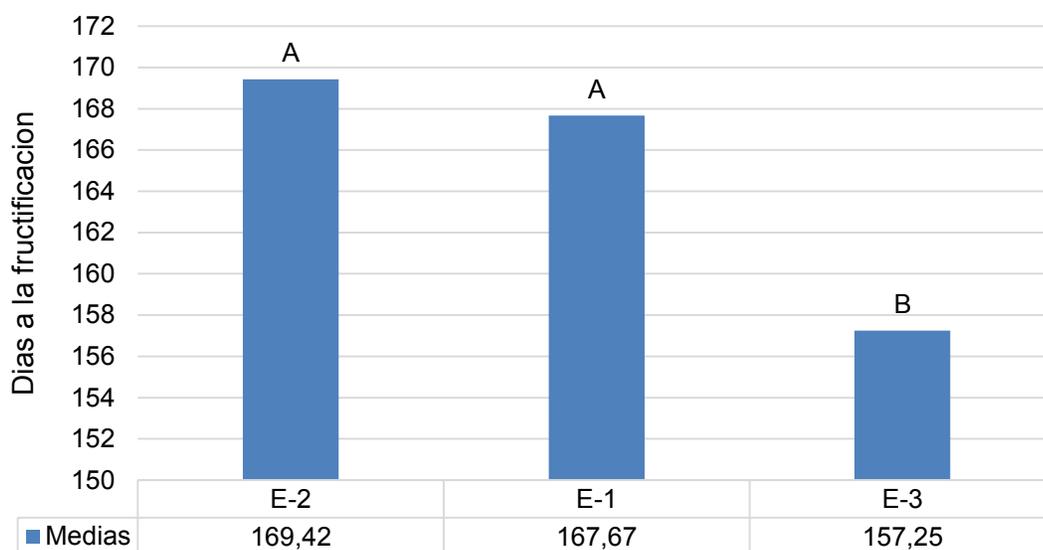
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor	Significancia
Ecotipos de tarwi (A)	1038,39	2	519,19	61,22	<0,0001	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	11,56	2	5,78	0,68	0,5145	NS
Interacción A*B	5,28	4	1,32	0,16	0,9588	NS
Bloque	24,22	3	8,07	0,95	0,4339	NS
Error	229	27	8,48			
Total	1284,22	35				

C.V. = 1,77%

\*\* = Altamente significativo

S.N = No significativo

Según en Cuadro número 18, nos permite observar el análisis de varianza para días a fructificación, donde el factor ecotipos de tarwi es altamente significativo, así también nos muestra que los niveles de termo-hidroterapia y la interacción ecotipode tarwi por niveles de termo-hidroterapia no fueron significativos. Por otro lado se observa que el coeficiente de variación tiene un valor menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados adecuadamente.



**Figura 11. Comparación de medias de días al fructificación por efecto del factor ecotipos de tarwi. Duncan al 5%. E = ecotipos.**

Según la Figura 11, se observa la comparación de medias de días a fructificación por efecto de ecotipos de tarwi, donde el E2 tuvo mayor tiempo para fructificación de 169,42 días, con respecto al E3 como el más precoz que registró el menor tiempo en cuanto al fructificación es decir de 157,25 días. Así también según la prueba de Duncan al 5% existen diferencias entre los tratamientos.

La diferencia que se tiene entre los ecotipos de tarwi puede ser debido al nivel de termo hidroterapia que presenta cada uno de ellos donde el E3 muestra el menor número de

días para su fructificación ante el E2 donde posee mayor tiempo para su fructificación, todo ello puede ser debido a la carga genética que contiene en los ecotipos.

#### 4.2.4. Días a madurez fisiológica

**Cuadro 19. Análisis de varianza para días a la madurez fisiológica por el efecto de ecotipos de tarwi y niveles de termo-hidroterapia.**

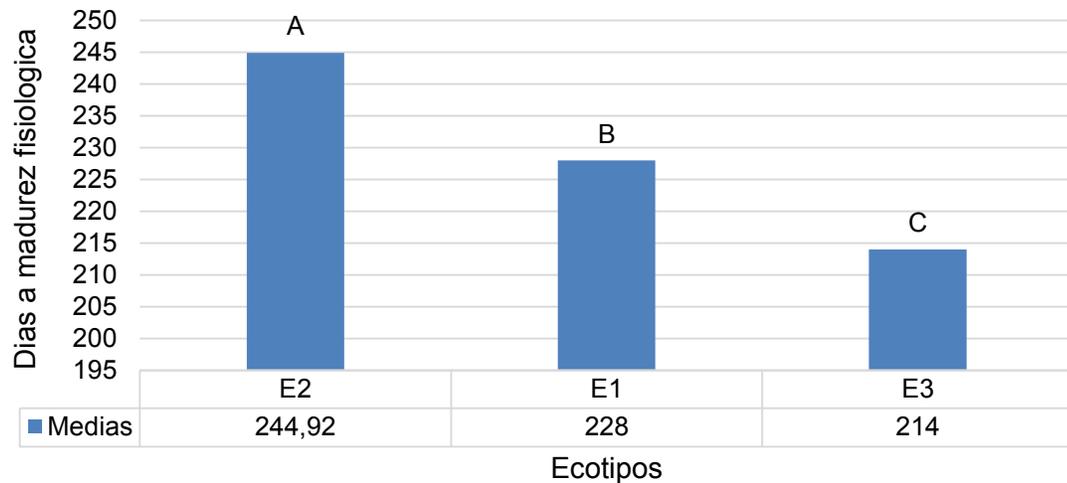
<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
Ecotipos de tarwi (A)	5752,06	2	2876,03	54,29	<0,0001	**
Niveles de termo hidroterapia (B)	172,06	2	86,03	1,62	0,2158	NS
Interacción A*B	154,61	4	38,65	0,73	0,5796	NS
Bloque	18,31	3	6,1	0,1	0,9571	NS
Error	1430,25	27	52,97			
Total	7508,98	35				

C.V. = 3.35%

\*\* = Altamente significativo

S.N = No significativo

Según el Cuadro 19, nos permite observar el análisis de varianza para días a madurez fisiológica, donde el factor ecotipo de tarwi es altamente significativo, así también nos muestra que el nivel de termo-hidroterapia y la interacción ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia no fueron significativos. Por otro lado se observa que el coeficiente de variación tiene un valor menor al 30%, lo que indica que los datos fueron manejados adecuadamente.



**Figura 12. Comparación de medias de días a madurez fisiológica por efecto del factor ecotipos de tarwi. Duncan al 5%. E = ecotipos**

En la Figura 12, se muestra la comparación de medias de días a madurez fisiología por efecto de ecotipos de tarwi, donde el E2 tuvo mayor tiempo para su madurez fisiológica de 244,92 días, con respecto al E3 es el que registró el menor tiempo en cuanto a la madurez fisiológico es decir de 214 días. Así mismo de observa que existen diferencias entre los tratamientos según la prueba de Duncan al 5%.

Por otro lado Rojas (1997), encontró que las vainas se descoloran y se secan completamente en la primera y segunda floración, viéndose afectada la tercera floración por las últimas heladas. Las semillas alcanzan su tamaño normal y adquieren el color característico de la variedad a los 183 y 200 días de la siembra para la primera y segunda floración no alcanzando a madurar la tercera floración por las heladas tempranas de mayo. Mientras el presente trabajo de investigación logra registrar su madurez fisiología entre 214 a 244,92 días, que son mayor número de días respecto a los anteriores autores, todo el tiempo de diferencia puede ser debido a la granizada que afecto en plena fase de floración del cultivo

**b) Determinación del ecotipo con mejor respuesta por efecto de los niveles de termo-hidroterapia.**

Con respecto al segundo objetivo se muestra el siguiente cuadro de ecotipos para determinar la mejor respuesta por el efecto de tratamientos de termo-hidroterapia en cuanto a los siguientes variables de estudio: altura de planta, número de tallos, número de vainas, peso de semilla por planta, días a madurez fisiológica, peso de semilla por unidad experimental y rendimiento.

**Cuadro 20. Determinación de ecotipo de tarwi con mejor respuesta por efecto de Niveles de termo-hidroterapia.**

Ecotipos de tarwi	Altura de la planta (cm).	Número de tallos por planta	Días a madures fisiológica	Número de vainas por planta	Peso de semilla por planta (g.)	Peso de semilla por unidad experimental (g.)	Rendimiento Kg/ha
E1	125,06	6,97	228	39,64	16,25	573,25	636,94
E2	115,98	5,45	244,92	30,27	15,11	529	587,78
E3	128,58	6,31	214	37,23	17,75	621,92	691,02

En el Cuadro 20, se observan el ecotipo de tarwi de mejor respuesta por el efecto de termo-hidroterapia, donde el ecotipo E3 obtiene las mejores respuestas en cuanto a la altura de planta con 128,58 cm., peso de semilla por planta 17,75 g., peso de semilla por unidad experimental 621,92 g. menor tiempo en la madurez fisiológica de 214 días y rendimiento 691,02 kg./ha. Por otro lado el E1 hace diferencia en cuanto número de ramas por planta 6,97, número de vainas 39,64 por planta. Pero sin embargo la variable número de tallo y número de vaina por planta no fueron variables que afectaron al rendimiento.

**c) Identificación de mejor tratamiento en la interacción de ecotipos de tarwi por niveles termo-hidroterapia**

En cuanto al tercer objetivo planteado se realiza el cuadro de interacción de ecotipos de tarwi por niveles de termo-hidroterapia para identificar el mejor tratamiento en cuanto a la altura de la planta, numero de ramas, peso de semilla por planta, peso de semilla por unidad experimental y rendimiento en el siguiente cuadro.

**Cuadro 21. Identificación del mejor tratamiento en la interacción ecotipos por niveles termo-hidroterapia.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de planta<sup>3</sup></b>	<b>Numero de ramas/planta</b>	<b>Peso de semilla por planta (g.)</b>	<b>Peso de semilla por unidad experimental (g.)</b>	<b>Rendimiento kg./ha</b>
T1=E1*NT1	118,08	6,05	16,05	581,25	645,83
T2=E1*NT2	123,08	7,1	15,22	532,75	591,94
T3=E1*NT3	134,03	7,7	17,49	605,75	673,06
T4=E2*NT1	109,58	5,4	15,02	525,75	584,17
T5=E2*NT2	119,1	5,43	15,24	534,25	593,61
T6=E2*NT3	119,25	5,53	15,08	527	585,56
T7=E3*NT1	121,75	5,55	17,52	613,5	681,67
T8=E3*NT2	128,25	6,28	17,72	622,25	691,39
T9=E3*NT3	135,73	7,1	18,03	630	700

En el Cuadro 21, se muestra el mejor tratamiento por efecto de la interacción de los ecotipos por termo-hidroterapia, donde el tratamiento T9 muestre mejores resultados respecto a la altura de la planta 135.73 cm, peso de semilla por planta 18,03 g, peso de semilla por parcela 630 g. y rendimiento 700 kg/ha. Por otro lado tratamiento T3 obtuvo el mayor número de ramas por planta (7,7) por lo tanto se observa que el número de ramas no influyo mucho en cuanto al rendimiento.

#### d) Evaluación de costos parciales de los tratamientos

Los costos parciales de los tratamientos se realizaron de acuerdo a los gastos realizados en diferentes actividades de la investigación y a su vez en función al rendimiento de cada uno de ellos como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 22. Evaluación de costos parciales de los tratamientos**

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento (qq/ha)	Precio de venta (qq)	Costo prod.	I.B (Bs)	I.N. (BS)	B/C (Bs)
T1	645,83	12,92	380	7025	4908,31	- 2116,69 2	0,70
T2	591,94	11,84	380	7205	4498,74	- 2706,26	0,62
T3	673,06	13,46	380	7205	5115,26	- 2089,74	0,71
T4	584,17	11,68	335	6975	3913,94	- 3061,06	0,56
T5	593,61	11,87	350	7055	4155,27	- 2899,73	0,59
T6	585,56	11,71	350	7055	4098,92	- 2956,08	0,58
T7	681,67	13,63	390	6955	5317,03	- 1637,97	0,76
T8	691,39	13,83	390	7035	5392,84	- 1642,16	0,77
T9	700	14,00	390	7035	5460,00	- 1575,00	0,78

En el Cuadro 22, en cuanto a la relación beneficio costo no se obtuvo ningún tratamiento con relación positiva debido a que el rendimiento fue afectado en más del 40% por una intensa granizada en la fase de floración. A pesar de ello vale aclarar que el tratamiento T9 se destaca con mayor ingreso económico entre los tratamientos evaluados.

## V. CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de resultados se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Los resultados que se produjeron al aplicar los diferentes niveles de termo-hidroterapia en la producción del cultivo de tarwi, mostró efectos altamente significativos sobre el crecimiento desarrollo y rendimiento de las plantas para las variables agronómicas estudiadas como ser: Altura de la planta, peso de semilla por planta, peso de semilla por parcela y rendimiento kg/h. en cuanto a las variables fenológicas no fue significativo.
- El ecotipo de Tarwi con mejor respuesta por el efecto de tratamiento con termo-hidroterapia fue el ecotipo E3 que obtiene mejores resultados en cuanto a la altura de planta 128,58 cm., peso de semilla por planta 17,75 g., peso de semilla por unidad experimental 621, 92 g. de igual manera se observó su precocidad en cuanto a madurez fisiológica de 214 días con un rendimiento de 691,02 kg./ha.
- En cuanto a las variables estudiadas se identificó como mejor tratamiento de la interacción de niveles de term-hidroterapia por ecotipos de tarwi el tratamiento T9 (E3\*NT3), con el que se obtiene los siguientes resultados altura de la planta (135,73 cm.), peso de semilla por planta (18,03 g./planta), peso de semilla por unidad experimental (630 g./unidad experimental) y rendimiento (700kg./ha.).
- En relación al beneficio costo no hubo ningún tratamiento económicamente positiva debido a que el rendimiento fue afectado en más del 40% por factores climáticos granizada. Sin embargo tratamiento T9 tuvo el mayor ingreso económico entre los tratamientos evaluados.