

**HABOIUNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE TRANSPLANTE DEL  
CULTIVO DEMACA (*Lepidium meyenii*) EN LA PARROQUIA  
TABACUNDO, CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE  
PICHINCHA”**

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado  
de Ingeniero Agrónomo.

**WILMO ANDRÉS MONCAYO ROBINSON**  
**ING. SEGUNDO EUCLIDES CURAY QUISPE**

**TABACUNDO – ECUADOR**

**2022**

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

“El suscrito, MONCAYO ROBINSON WILMO ANDRÉS, portador de la cédula de identidad número: 172451058-9, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE TRANSPLANTE DEL CULTIVO DE MACA (*Lepidium meyenii*) EN LA PARROQUIA TABACUNDO, CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA” es

original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature is cursive and appears to read 'Wilmo Andrés Moncayo Robinson'.

---

Moncayo Robinson Wilmo Andrés

## DERECHOS DE AUTOR

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE TRANSPLANTE DEL CULTIVO DE MACA (*Lepidium meyenii*) EN LA PARROQUIA TABACUNDO, CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”



---

Moncayo Robinson Wilmo Andrés

“EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE TRANSPLANTE DEL CULTIVO  
DEMACA (*Lepidium meyenii*) EN LA PARROQUIA TABACUNDO, CANTÓN  
PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA”

APROBADO POR:



Firmado electrónicamente por:  
**SEGUNDO  
EUCLIDES CURAY  
QUISPE**

---

**Ing. Segundo Curay Quispe**  
**TUTOR**

INTEGRANTES DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN:

FECHA



Firmado electrónicamente por:  
**MARCO OSWALDO  
PEREZ SALINAS**

11/03/2022

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**



Firmado electrónicamente por:  
**DAVID ANIBAL  
GUERRERO CANDO**

11/03/2022

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**



Firmado electrónicamente por:  
**EDWIN LEONARDO  
PALLO PAREDES**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

11/03/2022

## AGRADECIMIENTOS

Primero dando gracias a Dios por darme la salud necesaria en este tiempo de pandemia que estamos pasando.

A mi alma mater la Universidad Técnica de Ambato por haberme brindado el conocimiento para formarme con un profesional.

A mi Tutor de tesis Ing. Segundo Curay Quispe y al Ing. Luciano Valle quienes me dieron la oportunidad de recurrir a sus conocimientos y su experiencia para poder culminar mis estudios con éxito.

Y por último agradecer a todas las personas que estuvieron a mi lado brindándome su apoyo para poder culminar una meta más en mi vida.

Gracias.

## **DEDICATORIA**

### **Para mis padres**

Por ser mi pilar en la vida, por haberme brindado su amor, su apoyo incondicional y por nunca perder la fe en mí. Por enseñarme hacer mejor persona con el ejemplo y demostrarme que, con perseverancia, y mucho trabajo se logran alcanzar las metas que nos proponemos en la vida.

### **A mi hermana**

Por siempre estar a mi lado en los buenos y malos momentos, por ser un pilar muy importante que me ayudo y me aconsejo y siempre me dio fuerza para seguir adelante.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>3</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1. Variedad .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2. Morfología del cultivo de maca .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.3. Taxonomía .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.4. Ecotipos.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. Requerimientos del cultivo de maca .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.1. Suelo .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.2. Temperatura.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.3. Precipitación.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.4. Radiación solar .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.5. Humedad.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.6. Fertilización.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>12</b>
<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. HIPÓTESIS.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.1. Objetivo general .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>13</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>13</b>



<b>4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....</b>	<b>13</b>
<b>4.3. EQUIPOS Y MATERIALES .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3.1. EQUIPOS .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3.2. MATERIALES.....</b>	<b>13</b>
<b>4.4. FACTORES DE ESTUDIO.....</b>	<b>13</b>
<b>4.5. TRATAMIENTOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4.6. DISEÑO DEL ENSAYO.....</b>	<b>15</b>
<b>4.7. DISEÑO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>15</b>
<b>4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>15</b>
<b>4.8.1. Preparación del suelo.....</b>	<b>15</b>
<b>4.8.2. Germinación de las semillas.....</b>	<b>16</b>
<b>4.8.3. Elaboración de parcelas .....</b>	<b>16</b>
<b>4.8.4. Siembra .....</b>	<b>16</b>
<b>4.8.5. Riego.....</b>	<b>16</b>
<b>4.8.6. Deshierba .....</b>	<b>17</b>
<b>4.8.7. Control de plagas y enfermedades .....</b>	<b>17</b>
<b>4.8.8. Cosecha .....</b>	<b>17</b>
<b>4.9. VARIABLES RESPUESTAS .....</b>	<b>17</b>
<b>4.9.1. Diámetro del rizoma .....</b>	<b>17</b>
<b>4.9.2. Peso.....</b>	<b>18</b>
<b>4.9.3. Rendimiento .....</b>	<b>18</b>
<b>4.9.4. Volumen del follaje .....</b>	<b>18</b>
<b>4.9.5. Volumen de la raíz .....</b>	<b>19</b>
<b>4.9.6. Biomasa del bulbo.....</b>	<b>19</b>
<b>4.9.7. Masa foliar .....</b>	<b>19</b>
<b>4.9.8. Altura de la planta .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>20</b>

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1. RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
5.1.1. Altura de la planta .....	20
5.1.2. Diámetro polar rizoma .....	21
5.1.3. Diámetro ecuatorial rizoma .....	22
5.1.4. Peso rizoma.....	23
5.1.5. Peso follaje fresco.....	24
5.1.6. Peso total .....	24
5.1.7. Masa foliar.....	25
5.1.8. Biomasa rizoma.....	25
5.1.9. Volumen rizoma .....	26
5.1.10. Volumen follaje .....	26
5.1.11. Rendimiento .....	26
<b>5.2. DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPITULO VI .....</b>	<b>28</b>
<b>CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS .....</b>	<b>28</b>
6.1. CONCLUSIONES .....	28
6.2. BIBLIOGRAFÍA .....	29
6.3. ANEXOS .....	31
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>37</b>
<b>PROPUESTA.....</b>	<b>37</b>
7.1. TÍTULO.....	37
7.2. DATOS INFORMATIVOS .....	37
7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	37
7.4. JUSTIFICACIÓN.....	37
7.5. OBJETIVOS .....	37
7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	38

<b>7.7. FUNDAMENTACIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>7.8. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO .....</b>	<b>38</b>
<b>7.8.1. Preparación del suelo.....</b>	<b>38</b>
<b>7.8.2. Trazado de camas .....</b>	<b>38</b>
<b>7.8.3. Germinación de la semilla.....</b>	<b>38</b>
<b>7.8.4. Incorporación de materia orgánica.....</b>	<b>39</b>
<b>7.8.5. Siembra .....</b>	<b>39</b>
<b>7.8.9. Deshierbe .....</b>	<b>39</b>
<b>7.8.10. Riego.....</b>	<b>39</b>
<b>7.8.11. Cosecha .....</b>	<b>39</b>
<b>7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Formulas florales.....	6
<b>Tabla 2.</b> Descripción taxonómica del cultivo de maca.....	9
<b>Tabla 3.</b> Ecotipos.....	10
<b>Tabla 4.</b> Tratamientos.....	14
<b>Tabla 5.</b> Análisis distancia.....	20
<b>Tabla 6.</b> Análisis ecotipos .....	20
<b>Tabla 7.</b> Análisis distancias*ecotipos.....	20
<b>Tabla 8.</b> Análisis distancia.....	21
<b>Tabla 9.</b> Análisis ecotipos .....	21
<b>Tabla 10.</b> Análisis de la relación distancias/ecotipos .....	21
<b>Tabla 11.</b> Distancias .....	22
<b>Tabla 12.</b> Ecotipos.....	22
<b>Tabla 13.</b> Distancia/ecotipos .....	22
<b>Tabla 14.</b> Análisis distancia de siembra.....	23
<b>Tabla 15.</b> Análisis de ecotipos.....	23
<b>Tabla 16.</b> Análisis distancias*ecotipos.....	23
<b>Tabla 17.</b> Análisis distancias de siembra.....	24
<b>Tabla 18.</b> Análisis ecotipos .....	24
<b>Tabla 19.</b> Análisis distancias*ecotipos.....	25
<b>Tabla 20.</b> Análisis de las distancias de siembra .....	25
<b>Tabla 21.</b> Análisis de distancia de siembra .....	26
<b>Tabla 22.</b> Rendimiento del cultivo de maca.....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figure 1.</b> Diseño experimental.....	15
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXOS 1.</b> Preparación del terreno.....	31
<b>ANEXOS 2.</b> Trazado de camas .....	32
<b>ANEXOS 3.</b> Elaboración de camas .....	32
<b>ANEXOS 4.</b> Siembra de plantas de macas .....	33
<b>ANEXOS 5.</b> Cosecha rizomas .....	33
<b>ANEXOS 6.</b> Toma de peso rizoma.....	33
<b>ANEXOS 7.</b> P eso follaje fresco.....	34
<b>ANEXOS 8.</b> Peso follaje seco .....	34
<b>ANEXOS 9.</b> Aplicación principio de Arquímedes en el follaje .....	34
<b>ANEXOS 10.</b> Aplicación principio de Arquímedes rizoma.....	35
<b>ANEXOS 11.</b> Medida del diámetro rizoma.....	35
<b>ANEXOS 12.</b> Ecotipos de maca blanca, negra y morada.....	35
<b>ANEXOS 13.</b> Identificación de gusano plaga .....	36
<b>ANEXOS 14.</b> Análisis de varianza altura de planta .....	36
<b>ANEXOS 15.</b> Análisis de varianza del diámetro rizoma.....	36

## RESUMEN

La maca (*Lepidium meyenii*), es un cultivo que tiene una gran importancia en la alimentación y en la salud de muchas poblaciones. La falta de información sobre este cultivo ha hecho que muchos desconozcan sobre la existencia y los beneficios que presenta el mismo. El fin de realizar este trabajo de investigación es hacer conocer las distancias de siembra que pueden ser más viables para la siembra de este cultivar. Es por eso que se tomó en cuenta las variables de clasificación como las distancias de siembra, los diferentes ecotipos que se utilizó para realizar este ensayo y la relación que existe si fuera el caso de las distancias de siembra con relación a los diferentes ecotipos. Las distancias de siembra que se utilizaron no son necesariamente un factor que impida el crecimiento y desarrollo de la maca sino más bien que dependerá de cada agricultor a que distancia desea sembrar. Con lo referente a la ecotipos se encontró que el ecotipo de color morada fue la que mayor crecimiento y desarrollo tuvo en el campo, esto quiere decir que esta es la que más tolera los diferentes cambios de clima en los lugares que está sembrada, lo que no sucede con los ecotipos blanco y negro que su crecimiento se vio limitado al clima en que se encontraba. Al relacionar las distancias de siembra con los ecotipos se observó que no tiene ningún tipo de efecto o relación sobre su desarrollo, ya que los ecotipos respondieron de una manera favorable a las distintas distancias de siembra que se pusieron a discusión en el ensayo. El rendimiento obtenido en el ensayo fue similar al que se encontró durante la investigación que puede llegar de 2 a 3 toneladas por hectárea, pero en la actualidad en la provincia de Junín, Perú han empezado a cambiar el modo de siembra y se lo está cultivando en invernaderos dándoles condiciones más favorables para manejarlos de otra manera con la utilización de fertilizantes y así aumentar su producción.

**Palabras clave:** desconocimiento, información, clima, ecotipos, factores.

## SUMMARY

Maca (*Lepidium meyenii*) is a crop that is of great importance in the diet and health of many populations. The lack of information about this crop has made many unaware of its existence and benefits. The purpose of carrying out this research work is to make known the planting distances that may be more viable for planting this cultivar. That is why the classification variables were taken into account, such as planting distances, the different ecotypes that were used to carry out this trial and the relationship that exists if it were the case of planting distances in relation to the different ecotypes. The planting distances that were used are not necessarily a factor that prevents the growth and development of maca, but rather it will depend on each farmer at what distance he wishes to plant. With regard to the ecotypes, it was found that the purple ecotype was the one that had the greatest growth and development in the field, this means that this is the one that most tolerates the different climate changes in the places where it is planted, which it does not happen with the black and white ecotypes that its growth was limited to the climate in which it was found. When relating the planting distances with the ecotypes, it was observed that they do not have any type of effect or relationship on their development, since the ecotypes responded favorably to the different planting distances that were discussed in the trial. The yield obtained in the trial was similar to that found during the investigation, which can reach 2 to 3 tons per hectare, but currently in the province of Junín, Perú they have begun to change the sowing method and it is being cultivated in greenhouses giving them more favorable conditions to manage them in another way with the use of fertilizers and thus increase their production.

**Key words:** ignorance, information, climate, ecotypes, factors.



## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

La maca (*Lepidium meyenii*), es un cultivo autóctono de los Andes Peruanos que se cultiva principalmente en los sectores de la meseta de Bombón; en Junín, esta se adapta a las alturas que van desde los 3700 a 4500 m.s.n.m, por ende, el cultivo puede soportar climas fuertes y tolerar temperaturas muy bajas. Este cultivar fue utilizado principalmente como planta medicinal y alimenticia por sus altos niveles de nutrientes; de la misma forma, esta fue utilizada como un estimulante para la reproducción, como energizante y revitalizadora. Este cultivo posee un ciclo de vida que está comprendido en dos fases muy definidas, la primera fase es la vegetativa, aquí es donde la planta desarrolla sus estructuras de reserva o el llamado hipocótilos que es utilizada como el alimento para las personas. La segunda etapa del ciclo de vida está basada en la reproducción; es decir, que la planta se prepara para la formación de las semillas. Estas dos etapas llegan a finalizar en un tiempo de dos años por eso se la conoce como un cultivo bienal (Enciso, 2017).

Para la siembra se manifiesta que se debe realizar al voleo, en el cual se debe utilizar aproximadamente de 3 a 3.5Kg/ha se semilla pura. Para realizar este proceso se debe mezclar a las semillas con porciones 1:20 de arena fina o tierra; además, se debe tomar en cuenta las épocas de siembra que varían entre los meses de agosto y febrero. La profundidad que debe alcanzar las semillas una vez sembradas al voleo debería ser de 1 a 3cm y para que quede enterrada se utiliza rastrillos que se pasan sobre el terreno. Después de haber sido sembrada las semillas se debe tomar en cuenta el deshierbe para poder erradicar las malezas existentes. También se realiza el deshije para eliminar a las plantas que estén en exceso, de esta forma permitir un crecimiento y desarrollo óptimo a las demás (Allaga, 2014).

En los últimos años el rendimiento del cultivo de maca se ve afectada por las prácticas tradicionales en la siembra, por otro lado, las temperaturas bajas son las que limitan el desarrollo de las actividades microbianas mismas que ayudan a la descomposición de la materia orgánica y en algunos casos abastecen de minerales y diversos componentes activos para las plantas. Es por eso que en la actualidad se aplican Rhizobacterias que ayudan al desarrollo y crecimiento vegetativo; y también, estas ayudan a que puedan tolerar a otros microorganismos patógenos. Dichos microorganismos estimulan la

germinación y enraizamiento para así estimular e incrementar la disponibilidad de nutrientes que mejoran la estructura del suelo y protegen a las plantas del estrés biótico y abiótico respectivamente. Es por eso que en la actualidad se está sembrando en invernaderos a distancias de 15cm entre plantas para así poder aumentar su rendimiento y tratar de bajar los costos de producción del cultivo (Cáceres & Calderón, 2018)

La siembra es indispensable para que empiece el ciclo de desarrollo de un cultivo. Para poder obtener una distancia de siembra adecuada se debe tomar en cuenta que tipos de cultivares son; ya que para plantas menores a 1m se debe sembrar a 0.18cm caso contrario se debe sembrar a 0.36cm (Cortés, 2008).

El riego es la aplicación de agua de manera artificial al suelo, misma que se encarga de completar el agua que necesita el suelo para obtener una humedad adecuada para los cultivos. Esta aplicación se la realiza porque existen lugares donde la lluvia no es suficiente para mantener una humedad que satisfaga el requerimiento de los cultivos (Soubannier, 2010).

Este proceso consta de la eliminación de las malas hierbas que son perjudiciales para el desarrollo y crecimiento adecuado del cultivo; porque, estas compiten por el alimento y los nutrientes que son de vital importancia para las plantas.

Esta es la última etapa del ciclo de desarrollo y crecimiento de los cultivos; para llegar a este punto existen diferentes factores que determinaran el rendimiento de la cosecha. Los factores pueden ser luz, agua, nutrientes que se aplicaron con relación a lo que las plantas requieren. También esto dependerá del cuidado y aporte que se les dé a los cultivos (Cancino, y otros, 2020).

El presente trabajo de investigación se lo realiza para determinar cuál es la distancia óptima de crecimiento y desarrollo del cultivar de maca (*Lepidium meyenii*) debido a la importancia nutricional que tiene este cultivo en la alimentación humana, en la industria, por sus características medicinales en humanos y su resistencia a plagas y enfermedades en plantas.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La maca es una planta herbácea de ciclo anual o bienal que es procedente de los andes de Perú y Bolivia, el hipocótilo o bulbo es la parte comestible. Existen otros nombres con los que se conoce a la maca como son: maca-maca, maino, ayak, chichira, ayak willku. En la actualidad es muy cuestionado el nombre científico. La descripción original que fue descrita por Walpers en el año de 1843, y de ahí viene el nombre de *Lepidium meyenii* Walp (Allaga, 2014).

La maca es la única especie de las brassicacea que fue domesticada en las zonas andinas que están comprendidas entre los 3700 y 4500 msnm; dado que, este producto posee un alto valor nutricional, medicinal y hasta genético ya que es una fuente rica en la formación de genes de resistencia y adaptabilidad para las bajas temperaturas que va desde los  $-7^{\circ}\text{C}$  a  $-10^{\circ}\text{C}$  en las madrugadas y de  $15^{\circ}\text{C}$  a  $22^{\circ}\text{C}$  que se da en el día, las irradiancias o también que sea tolerante a la radiación ultravioleta. Durante estos años este cultivo se ha ido expandiendo considerablemente, por la gran demanda de los países del extranjero que incluso muchos terrenos que eran pastizales son actualmente ocupados por dicho cultivo.

En el año de 1992, el cultivo de maca estaba restringido solo a las localidades que estaban ubicadas en la Meseta del Bombón, pero debido a la gran demanda de este producto se ha empezado a cultivar en lugares como Ancash, Huánuco, Ayacucho, Puno y Junín. En los años 2014 al 2016 fueron donde existió una mayor extensión de tierra sembrada dada a la demanda que hubo del mercado chino; pero debido a esta demanda las consecuencias que existieron fueron el tráfico de tierras de toda la región para lograr un aumento en la producción para de esa manera cubrir la demanda requerida. Por consiguiente, los agricultores empezaron a ocupar nuevos terrenos que estaban destinados ya sea a la ganadería o simplemente eran para cultivar pastos naturales. Para el año 2017 se evidencio una baja demanda y la consecuencia de esto es la caída del precio (Cáceres & Calderón, 2018).

En el año 2014, se produjo el "boom del cultivo de maca". Esto sucedió porque las exportaciones de este producto sumaron más de 28.7 millones de dólares, es decir, que hubo un crecimiento del 109 por ciento en relación a los años anteriores. Por este

motivo se ha tratado de adaptar al cultivo en hábitats que no es el natural. Por lo que causa una alteración en su ciclo de vida que ya posee dos etapas bien definidas que son: la vegetativa y la reproductiva que en dos años se completa su ciclo; es decir, que es un cultivo bienal (Enciso, 2017).

Según Chacón (1990) los estudios más recientes que se ha realizado sobre el cultivo de maca en los Andes, datan desde los años 800 a.c. pero con la llegada de los españoles la agricultura del lugar, y con el transcurso de los años varios productos se fueron extinguiendo, pero el cultivar de maca no se extinguió. El cultivo de maca en la época prehispánica este cultivar ocupó un lugar muy imprescindible para la vida de los habitantes de la Pampa de Junín.

Según Alvarado, Custodio, De la Cruz, Huaraca y Peñaloza (2021) explican que el cultivar de maca es uno de los cultivos autóctonos de los Andes que es cultivada en el centro del Perú hasta el noroeste de Argentina. En el año de 2012 existió una demanda alta por el mercado de asiático, esto hizo que los agricultores empiecen a sembrar en las zonas alto andinas del Perú lo que dio como consecuencia la ampliación de la frontera agrícola hasta las zonas ganaderas. Por el aumento de los monocultivos se ha evidenciado un cambio e intensificación del uso del suelo que ha dado como resultado el empobrecimiento acompañado de la pérdida de nutrientes además de la baja existencia de microorganismos. Este uso intensificado del suelo ha revelado un gran desgaste y deterioro de la materia orgánica y también la reducción del intercambio catiónico; es decir, que por estos cambios en el suelo se reduce la fertilidad del suelo y las estructuras microbianas. En los andes del Perú todavía existen muy pocos conocimientos sobre el microbiota de los suelos que se forman bajo los cultivos de maca que son cultivadas entre los 3000 a 4000 msnm.

Cáceres y Calderón (2018) mencionan que el cultivar de maca se ha ido expandiendo debido a la gran demanda del producto en el extranjero que ha llegado a ocupar hasta terrenos que eran destinados a pastizales, pero se obtienen bajos rendimientos porque aún se utilizan métodos tradicionales y también, las bajas temperaturas hacen que se limite la actividad microbiana que son los encargados de la descomposición de la materia orgánica y del abastecimiento de los nutrientes y minerales que necesita la planta para su óptimo desarrollo. En el pasado el cultivo de maca solo se lo podía

cultivar en las zonas que se encontraran en la meseta de Bombón, pero mientras a demanda crecía se fue extendiendo a otros lugares cerca de Junín.

Guerra y Zúñiga (2018) sustentan que en los dos últimos años el cultivo de maca ha logrado tener una gran demanda internacional, que ha generado que los agricultores tengan cultivos con alta calidad y en grandes cantidades para su exportación.

León, Paucar y Sifuentes (2015) aluden que la maca es un producto originario de la parte de los Andes del Perú, mismo que es resistente a las bajas temperaturas, fuertes lluvias y a las sequías muy largas. Esta crucífera es muy deseada y apetecida no solo por su valor nutricional sino también por la utilización en la medicina. El cultivo de maca ya es consumido desde hace muchos años ya que posee propiedades que brinda vitalidad y fuerza para realizar actividades, también se la ha utilizado en la medicina como medicina tradicional, aunque en la actualidad no existen investigaciones sobre esto.

Según Cárdenas (2019) explica que el cultivo de maca está en el grupo de seis plantas de las que se consume la raíz, mismo que se comprende en una de las especies de la Brassicaceae que fue domesticada en los andes. Este cultivo fue muy importante y consumido por el Imperio Inca; además, era utilizado como ofrendas para los dioses. Se dice que en el tiempo del Imperio Inca el cultivar de maca era cultivada en extensiones más grandes de terreno que en la actualidad.

## **2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Variedad**

FAO (2107) sostiene que una variedad es un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que, con independencia de si responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, y puede definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos, distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos, considerarse como una unidad habida cuenta de su aptitud a propagarse sin alteración. Las variedades o cultivares pueden ser clasificadas en “variedades modernas” y “variedades tradicionales o de los agricultores”. Las variedades modernas son el resultado del mejoramiento científico y son caracterizadas por sus altos rendimientos y por su alto nivel de uniformidad genética. En contraste, las variedades de los agricultores o tradicionales (también

conocidas como “landraces”) son el producto de mejoramiento o de selección llevada a cabo por los agricultores. Estas representan mayores niveles de diversidad genética y son por lo tanto el enfoque de la mayoría de los esfuerzos de conservación.

### **2.2.2. Morfología del cultivo de maca**

Este tipo de planta posee una roseta con una raíz pivotante el mismo que forma un hipocótilo como un órgano de almacenamiento subterráneo que se convertirá en la parte comestible. Sus hojas son compuestas y muestran dimorfismo; además, las plantas vegetativas son de tamaño grande y las plantas reproductivas son muy escasas.

#### **2.2.2.1. Flores**

Posee flores pequeñas con un pedicelo largo, son actinomorfas, hipogea y bisexuales. El cáliz es dialisépalo regular, que está comprendida de cuatro sépalos persistentes, cóncavos y su color varía entre verdoso, violáceo y verdoso-violáceo.

La corola está formada por dos estambres con las anteras de color amarillo de dehiscencia longitudinal y cuatro nectáreos verdosos que se encuentran ubicados en la base del ovario, y los estambres están ubicados dos a cada lado.

El gineceo posee un ovario supero, grueso y un poco aplanado; además, posee dos lóculos, dos carpelos y los estilos son reducidos. El estigma es pequeño, globoso y muy abultado. Tiene un tabique, mismo que divide el ovario en dos partes iguales. La placentación es de forma tabical superior.

Existen varias fórmulas florales que se las describe a continuación:

**Tabla 1. Formulas florales**

<b>Autor</b>	<b>Formula floral</b>
Chacón, 1990, 2001	K 2-2; Co 4, A 2-4; G (2)
Aliaga, 1995	K4 C4 A2 G (2)
Quiroz et al., 1996	K4 C4 A2-4 G2

#### **2.2.2.2. Inflorescencia**

Es racimosa, que está localizada en los extremos de las ramas y muy rara vez se las encuentra en la parte axilar; esto nos indica que las flores están agrupadas en toda la

base de las yemas de las hojas; de la misma forma, son inflorescencias de racimo simple que se localizan en los extremos de las ramas y de igual forma estas presentan flores axilares pedunculadas con un pedicelo del mismo tamaño.

Cuando empieza a crecer el eje principal del racimo, las flores más antiguas se quedan en la base de la inflorescencia y las que son más jóvenes se quedan en el ápice, es por eso que los frutos maduros son localizados cerca de la base. Por otro lado, en el extremo superior existen yemas pequeñas mismas que contienen las semillas de los frutos en la base que están dehiscentes para que formen la parte superior de las flores.

Este tipo de inflorescencias son llamados panículas, que en el primer estado de la floración existen flores solitarias, acompañados de pequeños racimos simples y en rara ocasiones pequeños racimos compuestos denominados pancifloras. Estas flores se las puede encontrar agrupadas en racimos axilares.

### ***2.2.2.3. Hipocótilo***

Esta es la parte comestible de la maca, en la actualidad no se puede afirmar si es un tallo o una raíz; pero muy probablemente, la parte que está comprendida entre el tallo y la raíz es la que se desarrollaría y engrosaría como órgano de reserva. Muchos señalan que la parte que es para consumo es la raíz y no el hipocótilo, es decir, que los cotiledones se desarrollen de forma epigea y que el hipocótilo da lugar al tallo y la radícula da lugar a la raíz.

Al hipocótilo se lo define como a una sección del tallo que se encuentra debajo de los cotiledones; además, por presentar una germinación epigea y dado que el tubérculo se localiza entre el futuro tallo y la raíz de la planta se lo podría definir como un hipocótilo.

Los colores que presenta el tubérculo de la maca varían de planta en planta; estos pueden ir desde, un amarillo claro al rojo oscuro o también morado y llegar al negro con muchas variaciones en una misma raíz. Un estudio que fue realizado en la meseta de Bombón se logró diferenciar de 4 a 8 grupos de cultivares con 6 colores diferentes que son: amarillo, morado, crema, roja, negro, plomo y de la misma manera con sus combinaciones de estos colores. Por otra parte, en las localidades de Junín y Huayre se encontraron hasta trece diferentes colores que estuvieron distribuidos en un 47.8% de color amarillo y en menor porcentaje los bicolors.

Las variedades que presentan diferentes colores externos se los ha denominado eco tipos. Pero basado en las investigaciones que fueron realizadas por Chacón en (1997) y por Chacón y Jara (1998) determinaron que el cultivo de maca no presenta ni variedades ni eco tipos; además, dedujeron que este cultivo produce plantas con distintos colores, por ende, no pueden existir eco tipos más bien solo aparecen plantas con diferentes colores. Según Chacón (1997), el eco tipo que se refiere al color de la raíz no indica precisamente que sea una variedad distinta porque los colores surgen de las plantas madres.

Por consiguiente, la coloración está estrechamente relacionada con la cantidad de antocianinas que se encuentran en el eje de la planta. También la variación de los colores que presenta el cultivo se da por los nutrientes y minerales que posee el suelo porque puede existir variaciones cuando la planta empieza absorber los nutrientes por las raíces secundarias; por ese motivo, se indica que los minerales del suelo influyen sobre la densidad de los colores por la acción metabólica de los compuestos químicos de cada uno de los pigmentos que se encuentran presentes en la corteza y medula del tubérculo (hipocótilo) de la maca.

#### ***2.2.2.4. Tallo***

El cultivar de la maca presenta dos tipos de hojas en toda su etapa de crecimiento y desarrollo en todo su ciclo: las hojas basales que se convierten en caducas desde el sexto o séptimo mes de desarrollo de la planta y sus hojas caulinares que son las encargadas de formar los tallos secundarios o las ramas de la misma.

Las hojas basales son las que se presentan en toda la fase vegetativa de la planta y de la misma forma en el inicio de la fase generativa para luego estas caer. Este tipo de hojas son compuestas y presentan dimorfismo, ya que en la fase vegetativa estas son más largas y en la fase reproductiva son más cortas; además, son arrosetadas, pecioladas y poseen un limbo pinnatífidas y bipinnatífidas que llegan a tener un tamaño de 0.23cm de largo. En la fase vegetativa este tipo de hojas pueden llegar a medir entre 0.12 a 0.18cm lo contrario de la fase reproductiva que solo llegan a medir 0.05cm o menos.

Las hojas caulinares son las que aparecen en las yemas de las ramas o tallos secundarios en la fase reproductiva, estas se forman cuando las hojas basales se han caído y su limbo se convirtiera en bipinnatífido. El tamaño de dichas hojas varía por



la disposición de las ramas ya que pueden ser: caulinares basales que llegan a medir 0.06cm, caulinares intermedias que miden 0.04cm y las caulinares apicales que miden 0.02cm. Las caulinares que surgen de la base son las que presentan un limbo doblemente partido, las intermedias son pinnatipartidas y las apicales son ligeramente partidas.

### 2.2.3. Taxonomía

Según Aliaga (2014) menciona que en la actualidad el cultivo de maca se encuentra cuestionado por el origen de su nombre científico, esto se da porque existen muchas personas que se dedican a estudio de la misma. Se dice que la descripción que se realizó por Walpers en el año de 1843 y este la nombró como *lepidium meyenii* Walp, basándose en la hecha por Meyenii en Puno en la locación de la planicie de Pisacona la misma que no tiene relación con las cultivadas en el centro del Perú.

En la siguiente tabla se describe clasificación taxonómica:

*Tabla 2. Descripción taxonómica del cultivo de maca*

<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida o Dicotiledonea
<b>Sub clase:</b>	Dilleniidae
<b>Orden:</b>	Capparales
<b>Familia:</b>	Brassicaceae o Crucífera
<b>Tribu:</b>	Lepidieae
<b>Especie:</b>	<i>Lepidium</i> sp.
<b>Nombre común:</b>	Maca

### 2.2.4. Ecotipos

Para el cultivar de maca no se puede clasificarlas por variedades sino se la clasifica por ecotipos, ya que se los define de acuerdo a su coloración:

**Tabla 3. Ecotipos**

<b>Amarillo</b>	Ccello
<b>Blanco cremoso</b>	Yuraj
<b>Rojo</b>	Puca
<b>Morado</b>	Milagro
<b>Negro</b>	Yana
<b>Plomo</b>	Maccápa
<b>Rojo con blanco cremoso</b>	Orcecon
<b>Rojo con amarillo</b>	Acacllu pichu

De los ecotipos que fueron listados anteriormente, los que presentan coloración amarilla y morada son los más apetecidos a su diferencia de los que presentan una coloración ploma que no es muy aceptada por la difícil cocción del mismo (Carhuaz & Cuellar, 2018).

### **2.3. Requerimientos del cultivo de maca**

Para la producción del cultivo de maca (*Lepidium meyenii*) se necesita de diversos factores sean físicos, químicos o biológicos, mismos que se describirán a continuación:

#### **2.3.1. Suelo**

El cultivo de maca requiere una buena calidad de suelo; mismo que pueden ser, suelos francos o suelos francos arcillosos. No es recomendable sembrarla en los suelos arcilloso y peor en suelos que se inunden (Carhuaz & Cuellar, 2018).

#### **2.3.2. Temperatura**

La ubicación más apta para que se desarrolle el cultivar de maca es Puna, ya que este lugar es caracterizado porque posee temperaturas que oscilan entre los 1.8 a 12.8 °C; es decir, que este cultivo puede llegar a soportar temperaturas bien bajas a excepción del estado de plantas (cuando estas no poseen las primeras hojas verdaderas), porque si ocurre la siembra de este cultivo se perderá en su totalidad (Carhuaz & Cuellar, 2018).

### **2.3.3. Precipitación**

La precipitación pluvial que requiere el cultivo de maca varía entre 900 a 1000 mm anuales, esto es lo que necesita durante toda su etapa vegetativa. Para esto es importante que la frecuencia de lluvia se distribuya de forma pareja entre los meses de octubre y mayo. Se debe considerar el estado más crítico que es la germinación para que la planta logre alcanzar sus primeras hojas verdaderas y también del momento de llenado del hipocotilo (Carhuaz & Cuellar, 2018).

### **2.3.4. Radiación solar**

La cantidad de sol que debe recibir el cultivo de maca varían entre 110 a 190 horas cada mes, y esto se puede dar durante la etapa de crecimiento en los meses de diciembre a marzo que la radiación es más baja y los más elevados que se dan durante los meses de abril a julio para la etapa de llenado del hipocótilo (Carhuaz & Cuellar, 2018).

### **2.3.5. Humedad**

Para los sistemas de producción del cultivo de maca las temperaturas frías y los suelos que contenga una buena humedad ayudan para el desarrollo y crecimiento del cultivo así como también mejor la cantidad del producto (Carhuaz & Cuellar, 2018).

### **2.3.6. Fertilización**

Este cultivo se caracteriza por ser muy exigente en la cantidad de nutrientes, que corresponde a la formulación de 100-40-20 de NPK. Con la aplicación de una buena fertilización se puede aumentar de dos a tres veces el rendimiento al momento de la cosecha. De la misma forma ayuda a que el cultivo se desarrolle más rápido. Se ha demostrado que la aplicación de 60-60-60 responde bien para el desarrollo y crecimiento del cultivo de maca (Carhuaz & Cuellar, 2018).

## CAPITULO III

### HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

#### 3.1. HIPÓTESIS

El estudio de tres distintas distancias de siembra en el cultivo de maca (*Lepidium meyenii*), nos ayudara a conocer el distanciamiento adecuado para que el cultivo se desarrolle y podamos obtener un rendimiento alto para su cosecha.

#### 3.2. OBJETIVOS

##### 3.2.1. Objetivo general

- Establecer la distancia de siembra adecuada para el correcto crecimiento y desarrollo del cultivo maca.

##### 3.2.2. Objetivos específicos

- Establecer el volumen del follaje del cultivo de maca al momento de la cosecha del rizoma.
- Comparar el rendimiento obtenido del cultivo de maca en sus tres distintas distancias de siembra.
- Evaluar la relación entre las distancias de siembra y los ecotipos del cultivo de maca.

## CAPITULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se lo realizara en la Provincia de Pichincha, Cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo en el sector de Angumba. La comunidad de Angumba se encuentra localizada a una altitud de 2688 msnm y sus coordenadas geográficas son 0° 03'N 78° 12'O.

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

Esta comunidad posee un clima con temperaturas promedio de 15°C y una humedad relativa del 80%, presenta un tipo de suelo franco-arcillosos (GAD Pedro Moncayo).

#### 4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

##### 4.3.1. EQUIPOS

- Tractor
- Motocultor
- Computadora
- Bomba de agua
- Calibrador
- Balanza

##### 4.3.2. MATERIALES

- Libreta
- Lápiz
- Manguera de goteo
- Azadón
- Manguera  $\frac{3}{4}$  para riego
- Plantas maca (*lepidium meyenii*)
- Estacas
- Cinta métrica
- Regla de 30cm

#### 4.4. FACTORES DE ESTUDIO

Los factores que se llevarán a estudio son las tres distintas distancias de siembra del cultivo de maca, además del rendimiento, tamaño del rizoma y la altura de la planta;

de esta manera ver cuál es la distancia más adecuada para obtener un desarrollo óptimo y un rendimiento adecuado del cultivo.

#### 4.5. TRATAMIENTOS

##### a) Cultivo

- M1: Maca Blanca (*lepidium meyeri walp*)
- M2: Maca Negra (*lepidium meyeri*)
- M3: Maca Morada (*lepidium meyeri*)

##### b) Distancias

- D1: 15 cm
- D2: 20 cm
- D3: 25 cm

**Tabla 4.** *Tratamientos*

TRATAMIENTOS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	M1D1	Maca blanca, distancia de siembra a 0.15cm
2	M1D2	Maca blanca, distancia de siembra a 0.20cm
3	M1D3	Maca blanca, distancia de siembra a 0.25cm
1	M2D1	Maca negra, distancia de siembra a 0.15cm
2	M2D2	Maca negra, distancia de siembra a 0.20cm
3	M2D3	Maca negra, distancia de siembra a 0.25cm
1	M3D1	Maca morada, distancia de siembra a 0.15cm
2	M3D2	Maca morada, distancia de siembra a 0.20cm
3	M3D3	Maca morada, distancia de siembra a 0.25cm

#### 4.6. DISEÑO DEL ENSAYO

ENSAYO CULTIVO DE MACA								
DISTANCIA 0,15CM			DISTANCIA 0,20CM			DISTANCIA 0,25CM		
M1D1	M2D1	M3D1	M1D2	M3D2	M2D2	M1D3	M2D3	M3D3
M2D1	M3D1	M1D1	M2D2	M1D2	M3D2	M2D3	M3D3	M1D3
M3D1	M1D1	M2D1	M3D2	M2D2	M1D2	M3D3	M1D3	M2D3

*Figure 1. Diseño experimental*

#### 4.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se utilizó fue en parcela dividida que la parcela grande es la distancia de siembra y las subparcelas son los ecotipos, con una estructura de bloques al azar. El análisis de la varianza (ADEVA), se lo realizará mediante la prueba Tukey al 5% con la ayuda del programa INFOSTAT.

#### 4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El experimento que se va a realizar se lo llevará con las siguientes actividades que se detallan a continuación:

##### 4.8.1. Preparación del suelo

Para la preparación del suelo se lo realizó con la ayuda de un tractor porque en el terreno donde se realizó el ensayo estaba más de cinco años en descanso; es decir que no se lo había cultivado. Al principio se pasó el arado, mismo que fue rompiendo las capas de kikuyo y en algunas partes los terrones de canchagua. Después de haber sido pasado el arado se esperó dos días para proceder a pasar la rastra que ayudó a triturar de mejor manera las partículas de la tierra para que el suelo se vaya soltando más. Luego de haber pasado la rastra con la ayuda del motocultor se pasó el rotaveitor de

esa manera la tierra de soltó y estaba lista para la incorporación de materia orgánica. La materia orgánica que se incorporo fue compost (se realizó con los restos de material vegetal de las rosas).

#### **4.8.2. Germinación de las semillas**

En la germinación de las semillas intervienen diversos procesos que empiezan desde la absorción de agua por la semilla que está recién sembrada y finaliza con el crecimiento del eje embrionario de las semillas; el proceso de la germinación se finaliza cuando se forma la raíz que atraviesa las capas de la semilla (Alizaga, Guevara, Herrera, & Jimenez, 2006).

Para este proceso se realizó la germinación de las mismas en bandejas de 338 alveolos con sustrato Klasman para germinación, en los cuales el porcentaje de germinación fue del 95 por ciento., las mismas que fueron llevadas a campo a las 6 semanas de siembra, cuando el pilón estaba completamente formado y sin la formación del hipocotilo o raíz comestible.

#### **4.8.3. Elaboración de parcelas**

La parcela se la dividirá en tres partes para las diferentes variedades que fueron sembradas, con 27 camas de 10m y una distancia entre camas de 0,60m y camino de 0,50 m.

#### **4.8.4. Siembra**

Para este proceso después de haber preparadas las camas se marcó las distancias de siembra establecidas, es decir a 0, 15, 0,20 y 0,25 m entre plantas y filas, después se rego las camas hasta llegar a capacidad de campo para que los pilones de maca no se estresen al momento de ser sembradas.

#### **4.8.5. Riego**

En las camas establecidas de acuerdo a la distancia de siembra se procedió a colocar una cinta por cada cama considerando que cada gotero está ubicado a una distancia de 20 cm, mismas que poseen un caudal de 1litro por/hora.

Para definir la cantidad de agua que requiere el cultivo de maca se lo estableció de acuerdo a las exigencias de cultivos similares dando un riego de 3,5 mm por m<sup>2</sup>.



#### **4.8.6. Deshierba**

Una vez realizada la siembra, a los 45 y 90 días se realizó las deshierbas para eliminar manualmente las malas hierbas de cada tratamiento para de esta manera brindarle más luz y que así pueda absorber muchos más nutrientes y minerales que serán de ayuda para su crecimiento y desarrollo.

#### **4.8.7. Control de plagas y enfermedades**

En la actualidad el manejo de plagas y enfermedades está basado en la aplicación de productos químicos de amplio espectro que esta de la mano de la implementación de nuevas técnicas para su aplicación. Estas técnicas están complementadas con las aplicaciones que se basan en su dosis y rotaciones de los productos químicos (Castresana, Gagliano, & Rosenbaum, 2019).

Para el control de plagas y enfermedades de acuerdo a la revisión bibliográfica y por condiciones de la zona existió la presencia de gusano trozador (*Helicoverpa armigera*), para lo cual se aplicó VARTRA a una dosis de 0,5 cc por litro a los 30 días de siembra y posteriormente EVISECT a los 70 días de ser trasplantada las plántulas.

#### **4.8.8. Cosecha**

Para este parámetro se toma en cuenta el color del follaje (yuyo) que en su mayoría el 50 % se tornó amarillo, después se apretó con las manos el rizoma y no se dejó pelar por lo que se consideró momento oportuno para la cosecha.

De acuerdo a la literatura para cosecha de acuerdo a Sánchez, recomienda tomar en cuenta los 2 tipos de hojas que son las hojas basales y las hojas caulinares porque esto ayuda para determinar la cosecha del cultivo de maca, es decir; cuando las hojas basales empiezan a amarillarse y caen es el momento propicio para empezar la cosecha porque acaba la etapa vegetativa.

### **4.9. VARIABLES RESPUESTAS**

Las variables que se analizaron en el transcurso del ensayo fueron:

#### **4.9.1. Diámetro del rizoma**

Para poder determinar el diámetro del rizoma se lo midió de la siguiente manera:

#### ***4.9.1.1. Ecuatorial***

Para determinar el diámetro ecuatorial del rizoma se lo realizó con la ayuda de un calibrador. Se tomó al azar 20 rizomas de cada tratamiento al momento de la cosecha para establecer este parámetro.

#### ***4.9.1.2. Polar***

En esta parte se medirá el bulbo horizontalmente; es decir, de arriba hacia abajo sin tomar en cuenta el follaje del cultivar; de igual manera al azar y de cada tratamiento se tomaron 20 rizomas para su posterior tabulación.

#### **4.9.2. Peso**

Para este valor se procedió a la cosecha y al azar se tomó 20 rizomas de cada tratamiento, a los mismos que se eliminaron el follaje a la altura de zona de transición. Después se pesó el rizoma y determino la masa total del producto; de la misma forma se cortó el follaje y se pesó, para así poder determinar el peso del follaje y del rizoma. Esto se realizó con la ayuda de una balanza de precisión.

#### **4.9.3. Rendimiento**

Para determinar este valor una vez cosechadas y tomados los pesos de los rizomas y follajes que fueron elegidos al azar se obtuvo el rendimiento de cada tratamiento y se estableció la relación de Biomasa entre el follaje y peso del fruto la misma que se realizó con la ayuda de una balanza para obtener el rendimiento en KG/Ha.

#### **4.9.4. Volumen del follaje**

Para obtener este valor, de cada tratamiento se tomó 20 plantas al azar a las mismas que por diferencia de desplazamiento de masas de acuerdo al principio de Arquímedes; se coloca en un vaso de precipitación 700 ml de agua destilada y se adiciono el follaje y el desplazamiento del agua destilada es el volumen del follaje.

Terán (2011) menciona que el principio de Arquímedes es el descubrimiento más importante que nos dejaron los griegos ya que su importancia y su utilidad es muy útil hoy en día. Este proceso se basa en que "todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido (líquido o gas), que el mismo recibe un empuje ascendente, igual al peso del fluido desalojado por el objeto". Se debe tomar en cuenta que la fuerza de empuje no siempre va a depender del peso del objetivo sumergido, sino que depende solo del peso del fluido desalojado. La fórmula que se utilizó para este proceso fue:

$$\vec{E} = \text{densidad del fluido} * \text{volumen sumergido} * \text{gravedad}$$

#### **4.9.5. Volumen de la raíz**

Para este proceso se tomó al azar 20 plantas de cada tratamiento, para esto se utilizó el volumen por desplazamiento de masa de acuerdo al principio de Arquímedes.

#### **4.9.6. Biomasa del bulbo**

Se tomó de cada tratamiento al azar 20 plantas y se sacó el porcentaje (%) de humedad de cada rizoma que fue seleccionado al azar. Esto se lo realizó con la ayuda de una caja de metal que fue expuesta a la temperatura de 30°C por el lapso de una semana.

#### **4.9.7. Masa foliar**

Se lo realizó para poder determinar el promedio del peso fresco y peso seco del conjunto de hojas de las plantas (follaje), que fueron seleccionadas al azar.

Este proceso se lo hizo con la ayuda de una balanza, para lo cual se tomó al azar 20 plantas de cada tratamiento. Para determinar el peso fresco se procedió a cortar el follaje del rizoma y se pesó, así se logró obtener el peso fresco; mientras tanto para determinar el peso seco del follaje se dejó secar el follaje dos días con el clima que presentaba el medio ambiente, es decir; a temperaturas no mayores a 20°C. Después se tomó los datos para realizar el análisis estadístico respectivo.

#### **4.9.8. Altura de la planta**

Al azar se tomó 20 plantas de cada tratamiento para poder establecer la altura del follaje de cada planta, esto se lo realizó con la ayuda de una regla y se midió desde el nivel del suelo hacia su altura total de follaje que se registró para su análisis estadístico.

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. RESULTADOS

##### 5.1.1. Altura de la planta

De acuerdo al análisis estadístico que se realizó se pudo observar que las distancias de siembra no son un factor que determinen el desarrollo y crecimiento de la planta porque p-valor es 0.548. Con respecto a la relación de las distancias\*ecotipos tampoco fue un factor que determina el crecimiento de la altura de la planta porque su p-valor es de 0.0839; pero con el análisis de los ecotipos si existio una diferencia entre ellos ya que el ecotipo morado es el que presento mayor crecimiento en la altura de la planta por su p-valor es de 0.0136. Esto se puede observar en las siguientes tablas:

*Tabla 5. Análisis distancia*

DISTANCIAS	Medias	n	E. E.	
D1	16.38	9	0.29	A
D2	16.02	9	0.29	A
D3	14.93	9	0.29	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

*Tabla 6. Análisis ecotipos*

Ecotipos	Medias	n	E. E.		
M3	16.38	9	0.29	A	
M1	16.02	9	0.29	A	B
M2	14.93	9	0.29	A	B

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

*Tabla 7. Análisis distancias\*ecotipos*

DISTANCIAS	Ecotipos	Medias	n	E. E.		
D1	M3	16.87	3	0.49	A	
D1	M1	16.53	3	0.49	A	
D3	M3	16.40	3	0.49	A	
D2	M3	16.30	3	0.49	A	
D3	M2	16.23	3	0.49	A	

D1	M2	15.73	3	0.49	A	B
D3	M1	15.43	3	0.49	A	B
D2	M1	15.13	3	0.49	A	B
D2	M2	13.37	3	0.49		B

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

### 5.1.2. Diámetro polar rizoma

En cuanto al análisis estadístico que se realizó al diámetro polar se estableció que tanto en las distancias, los ecotipos y la relación entre las distancias de siembra y los ecotipos tienen relación con el crecimiento y desarrollo del rizoma porque los valores de p-valor son de 0.1261; 0.1180 y 0.6250 respectivamente; es decir como los valores son mayores a 0.05 no son significativos. Esto se lo demuestra en las siguientes tablas:

**Tabla 8.** *Análisis distancia*

DISTANCIAS	Medias	n	E. E.	
D2	3.86	9	0.10	A
D1	3.64	9	0.10	A
D3	3.47	9	0.10	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

**Tabla 9.** *Análisis ecotipos*

Ecotipos	Medias	n	E. E.	
M1	3.80	9	0.09	A
M2	3.64	9	0.09	A
M3	3.52	9	0.09	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

**Tabla 10.** *Análisis de la relación distancias/ecotipos*

DISTANCIAS	Ecotipos	Medias	n	E. E.		
D2	M1	4.03	3	0.49	A	
D2	M2	3.80	3	0.49	A	B
D2	M3	3.73	3	0.49	A	B
D3	M1	3.70	3	0.49	A	B
D1	M1	3.67	3	0.49	A	B
D1	M3	3.63	3	0.49	A	B

D1	M2	3.63	3	0.49	A	B
D3	M2	3.50	3	0.49	A	B
D3	M3	3.20	3	0.49		B

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

### 5.1.3. Diámetro ecuatorial rizoma

Se determina que no existe ninguna relación de las distancias de siembra, los ecotipos y la relación de las distancias de siembra con los ecotipos no dependen para el crecimiento y el desarrollo del rizoma del cultivo de maca, porque los p-valor son de 0.2773, 0.2629 y de 0.5531 respectivamente; es decir, que como el valor es mayor a 0.05 no tienen relación con su crecimiento. A continuación, se lo demuestra en las siguientes tablas:

*Tabla 11. Distancias*

DISTANCIAS	Medias	n	E. E.	
D2	3.67	9	0.13	A
D1	3.53	9	0.13	A
D3	3.31	9	0.13	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

*Tabla 12. Ecotipos*

Ecotipos	Medias	n	E. E.	
M1	3.71	9	0.15	A
M3	3.46	9	0.15	A
M2	3.34	9	0.15	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

*Tabla 13. Distancia/ecotipos*

DISTANCIAS	Ecotipos	Medias	n	E. E.	
D2	M1	3.90	3	0.27	A
D3	M1	3.83	3	0.27	A
D1	M3	3.57	3	0.27	A
D2	M2	3.57	3	0.27	A
D2	M3	3.53	3	0.27	A
D3	M2	3.50	3	0.27	A

D1	M1	3.40	3	0.27	A
D3	M2	3.27	3	0.27	A
D1	M3	3.27	3	0.27	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

#### 5.1.4. Peso rizoma

Con el análisis realizado se determinó que las variables de clasificación no son un factor que determina el peso del rizoma porque su p-valor son mayores al rango del análisis de 0.05 que se estableció con la prueba Tukey; es decir, que los p-valores de las variables de clasificación fueron de 0.2061; 0.2501 y de 0.9824 respectivamente. En las siguientes tablas se expone los datos que se obtuvieron:

**Tabla 14.** Análisis distancia de siembra

DISTANCIAS	Medias	n	E. E.	
D2	35.59	9	4.04	A
D3	30.63	9	4.04	A
D1	23.14	9	4.04	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

**Tabla 15.** Análisis de ecotipos

Ecotipos	Medias	n	E. E.	
M1	32.89	9	2.15	A
M2	28.30	9	2.15	A
M3	28.18	9	2.15	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

**Tabla 16.** Análisis distancias\*ecotipos

DISTANCIAS	Ecotipos	Medias	n	E. E.	
D2	M1	38.40	3	3.72	A
D2	M2	35.33	3	3.72	A
D3	M1	34.00	3	3.72	A
D2	M3	33.03	3	3.72	A
D3	M3	30.03	3	3.72	A
D3	M2	27.87	3	3.72	A

D1	M1	26.27	3	3.72	A
D1	M2	21.70	3	3.72	A
D1	M3	21.47	3	3.72	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

### 5.1.5. Peso follaje fresco

Con el análisis estadístico de varianza se vio que el desarrollo del follaje no depende de las variables de clasificación sino más bien de los minerales y los fertilizantes que se le apliquen al cultivo. Esto se dio porque los p-valores superan el 0.05 que es el valor de la prueba Tukey. Los valores de cada una de las variables de clasificación fueron de 0.0528; 0.4291 y 0.1432 respectivamente.

### 5.1.6. Peso total

Con el análisis estadístico de varianza que se realiza se dedujo que las variables de clasificación no interfieren con el desarrollo o crecimiento del rizoma, porque los resultados de p-valor son mayores al valor de 0.05. esto quiere decir que su peso depende de la cantidad de agua y minerales que posee el suelo en las siguientes tablas se muestran los valores obtenidos del programa estadístico INFOSTAT.

**Tabla 17. Análisis distancias de siembra**

DISTANCIAS	Medias	n	E. E.	
D2	51.49	9	3.51	A
D3	50.02	9	3.51	A
D1	43.03	9	3.51	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

**Tabla 18. Análisis ecotipos**

Ecotipos	Medias	n	E. E.	
M1	50.40	9	3.25	A
M3	47.26	9	3.25	A
M2	46.89	9	3.25	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022



**Tabla 19.** *Análisis distancias\*ecotipos*

DISTANCIAS	Ecotipos	Medias	n	E. E.	
D2	M1	54.83	3	5.62	A
D2	M3	51.47	3	5.62	A
D3	M3	51.00	3	5.62	A
D3	M2	49.93	3	5.62	A
D3	M1	49.13	3	5.62	A
D2	M2	48.17	3	5.62	A
D1	M1	47.23	3	5.62	A
D1	M2	42.57	3	5.62	A
D1	M3	39.30	3	5.62	A

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

### 5.1.7. Masa foliar

La masa foliar según el análisis estadístico de varianza depende de la distancia de siembra, y la distancia M1 (0.15cm) es la más viable para el cultivo de maca para poder obtener una buena masa foliar porque su p-valor es de 0.0004, la distancia D1 es la que es más viable para la siembra de la maca y la distancia D2 es la que menos se utiliza para cultivar la maca. En la siguiente tabla se muestra los valores:

**Tabla 20.** *Análisis de las distancias de siembra*

DISTANCIAS	Medias	n	E. E.		
D1	12.64	9	0.36	A	
D3	7.34	9	0.36		B
D2	5.62	9	0.36		B

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

### 5.1.8. Biomasa rizoma

La biomasa del rizoma se refiere a la cantidad de humedad que posee el rizoma, para esto se lo analizo con la prueba Tukey al 5%, y se determina que una de las variables de clasificación que fue la distancia de siembra que según la prueba es la mejor fue la M3(0.25cm) para obtener una buena humedad del cultivo. Las demás variables de clasificación no tienen que ver con el crecimiento o desarrollo del cultivo de maca,

porque sus p-valores fueron 0.3692 y de 0.5082 respectivamente. En la tabla se muestran los valores del análisis estadístico de las distancias:

**Tabla 21.** *Análisis de distancia de siembra*

DISTANCIAS	Medias	n	E. E.		
D3	61.67	9	1.55	A	
D1	53.67	9	1.55		B
D2	47.22	9	1.55		B

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

### 5.1.9. Volumen rizoma

De acuerdo al análisis estadístico las distancias de siembra ya que su p-valor es de 0.1981 que supera el valor de 0.05 representa que no es significativo; es decir, que no tiene relación alguna con el volumen del rizoma. En relación a los ecotipos tampoco presenta un valor significativo para esta variable de clasificación porque su p-valor es de 0.2310 y con la variable de clasificación distancia\*ecotipos de igual forma no es un parámetro que tenga relación con la medida del volumen del rizoma porque su p-valor es de 0.3460.

### 5.1.10. Volumen follaje

En el análisis estadístico realizado se observó que de la misma manera que con el volumen de rizoma tampoco tiene ninguna relación con el crecimiento o desarrollo del volumen del follaje porque de acuerdo al análisis de varianza los p-valore de las variables de clasificación fueron: distancia 0.2990; ecotipos 0.8220 y distancia\*ecotipos 0.1647. Como los p-valores de las variables de clasificación fueron mayores a 0.05 quiere decir que no son significativos o no son relevantes para el crecimiento y desarrollo esta variable.

### 5.1.11. Rendimiento

La distancia D1 a 15cm fue e de 6,661 tm por hectárea. Con respecto la distancia D2 a 20cm se obtuvo un valor de 6,862 tm por hectárea siendo el rendimiento más alto que se obtuvo del cultivo. En la distancia D3 a 25cm fue el rendimiento más bajo de las 3 parcelas, el valor que se obtuvo fue de 3,921 tm por hectárea. Resumiendo, que en las dos primeras distancias de trasplante el rendimiento que obtendremos será muy similar, al contrario de la tercera distancia de trasplante que fue la que menor rendimiento obtuvo. Los valores se los muestra en las siguientes tablas:

*Tabla 22. Rendimiento del cultivo de maca*

<b>RENDIMIENTO DISTANCIA 0,15CM</b>		
<b>AREA TOTAL</b>	10000	m2
<b>AREA PRODUCCIÓN</b>	8000	m2
<b>DISTANCIA TRANSPLANTE</b>	0,15	cm
<b>N° PLANTAS m2</b>	36	plantas
<b>N° TRANSPLANTADAS</b>	288000	
<b>PESO PROMEDIO</b>	23,13	gr
<b>RENDIMIENTO</b>	6661440	gr
	6661,44	kg
	<b>6,661</b>	<b>tm/ha</b>

<b>RENDIMIENTO DISTANCIA 0,20CM</b>		
<b>AREA TOTAL</b>	10000	m2
<b>AREA PRODUCCIÓN</b>	8000	m2
<b>DISTANCIA TRANSPLANTE</b>	0,2	cm
<b>N° PLANTAS m2</b>	25	plantas
<b>N° TRANSPLANTADAS</b>	200000	
<b>PESO PROMEDIO</b>	34,31	gr
<b>RENDIMIENTO</b>	6862000	gr
	6862	kg
	<b>6,862</b>	<b>tm/ha</b>

<b>RENDIMIENTO DISTANCIA 0,25CM</b>		
<b>AREA TOTAL</b>	10000	m2
<b>AREA PRODUCCIÓN</b>	8000	m2
<b>DISTANCIA TRANSPLANTE</b>	0,25	cm
<b>N° PLANTAS m2</b>	16	plantas
<b>N° TRANSPLANTADAS</b>	128000	
<b>PESO PROMEDIO</b>	30,63	gr
<b>RENDIMIENTO</b>	3920640	gr
	3920,64	kg
	<b>3,921</b>	<b>tm/ha</b>

Elaborado por: Wilmo Moncayo 2022

## **5.2. DISCUSIÓN**

De acuerdo al análisis estadístico que se estableció con respecto a las distancias de siembra se puede observar que el cultivo de maca no depende de la distancia a la que sea sembrada porque no tiene ninguna alteración con su desarrollo o crecimiento, porque en el análisis de varianza salió que sus valores fueron mayores a 0.05. Por otro lado, según la literatura no se logra establecer una distancia estable o única para su

siembra porque es un cultivo muy exigente en relación a sus requerimientos edáficos y climáticos.

Con el análisis estadístico de los ecotipos del cultivo de maca con respecto a la altura de planta se establece que el ecotipo morado es la que presenta mayor crecimiento en altura con respecto a los ecotipos blanco y negro. Según los estudios realizados en Puna-Perú el ecotipo morado presenta una mayor resistencia a las condiciones extremas del clima y es mucho más adaptable a las diferentes zonas de los altos andinos. Con la relación entre las distancias de siembra y los ecotipos tampoco tiene relación con el desarrollo del cultivo de maca. Su desarrollo solo va a depender de las condiciones climáticas y edáficas que se le dé desde su siembra hasta su cosecha.

Cáceres & Calderón (2018) mencionan que en la actualidad para obtener un buen rendimiento es muy difícil porque las prácticas de siembra siguen siendo muy tradicionales, también este se ve amenazado por el constante cambio de clima ya sea por las bajas o altas temperaturas que dan como resultado una baja actividad microbiana. Es por eso que hoy en día se la siembra aplicando bacterias que ayuden con el desarrollo y el crecimiento vegetativo del cultivar de maca. Para poder evitar este tipo de cambios bruscos del clima y las constantes variaciones de la temperatura se ha optado por cultivarlas bajo invernadero a distancias que van desde 15cm a 20cm porque de esa manera se va a aumentar el número de plantas y así mismo su rendimiento.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1. CONCLUSIONES

Al finalizar en ensayo sobre las distancias de siembra en el cultivo de maca, se pudo concluir que:

- La distancia de siembra de acuerdo a los análisis estadísticos no tiene ninguna relación con el crecimiento ni desarrollo del cultivo. El desarrollo del cultivo de maca depende de los factores climáticos y edáficos que presenta cada locación donde quiera ser sembrada porque es un cultivo que se da en las zonas altas con temperaturas muy bajas.
- El follaje del cultivo en toda su fase vegetativa es el mismo; es decir que presentan hojas basales que son más largas en la fase vegetativa y cuando llega a su fase reproductiva se acortan. Mientras tanto en su fase reproductiva las hojas basales caen y empiezan a salir las hojas caulinares que se presentan como yemas o tallos secundarios. Las hojas caulinares nacen de la base superior del rizoma o hipocótilo.
- El rendimiento que se obtuvo en la primera distancia de siembra a 15cm fue de 3.03tn por hectárea, en la segunda distancia de siembra a 20cm fue de 3.21tn por hectárea y en la tercera distancia de siembra a 25cm fue de 2.29tn por hectárea.
- No existió ninguna relación entre las distancias de siembra y los ecotipos de maca porque el crecimiento y desarrollo de los ecotipos depende de las condiciones climáticas que presenta el lugar donde serán sembradas. Se debe tomar en cuenta que este es un cultivo que tolera las condiciones climáticas bajas que ayuda a su desarrollo y crecimiento.
- En cuanto a los ecotipos se pudo observar que el ecotipo morado fue el que más desarrollo tuvo con relación a los ecotipos negro y amarillo. Esto se debió a que el ecotipo morado presenta una mayor resistencia a las temperaturas bajas y los cambios drásticos del clima.

## 6.2. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, J., Custodio, M., De la Cruz, H., Huaraca, F., & Peñaloza, R. (2021). Composición bacteriana en suelos de cultivo de maca (*Lepidium meyenii* Walp) analizada mediante metagenómica: un estudio en los Andes centrales del Perú. *SCIELO*, 12(2).

Alizaga, R., Guevara, E., Herrera, J., & Jiménez, V. (2006). GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE LA PLANTA:" Fisiología de la producción de los cultivos tropicales". San José - Costa Rica: Editorial UCR.

Allaga, R. (2014). RAÍCES ANDINAS; Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Universidad Nacional Agraria La Molina, 2-6.

Cáceres, C., & Calderón, A. (2018). Producción de maca (*Lepidium meyenii* Walp.) en condiciones de invernadero usando guano fermentado y PGPRs bajo dos sistemas de cultivo en San Pedro de Cajas – Junín, Perú. *SCIELO*, 17(2).

Cáceres, C., & Calderón, A. (Agosto de 2018). PRODUCCIÓN DE MACA (*Lepidium meyenii* Walp.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO USANDO GUANO FERMENTADO Y PGPRs BAJO DOS SISTEMAS DE CULTIVO EN SAN PEDRO DE CAJAS – JUNÍN, PERÚ. *Scielo*, 1-3.

Cancino, J., Cerrilla, M., Pedroza, S., Rodrigues, J. d., García, G., & Vázquez, P. (2020). Acumulación de forraje de *Lotus corniculatus* L., en función a diferentes estrategias de cosecha. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(4).

Cárdenas, R. (1999). Guía para el cultivo aprovechamiento, y conservación de la maca. Lima- Perú: SECAB.

Carhuaz, G., & Cuellar, R. (2018). Actividad biológica de 5 ecotipos de maca (*Lepidium meyenii* Walp.) según los sistemas de fertilización química y orgánica en condiciones de Ninacaca, Pasco. Yanahuanca, Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Castresana, J., Gagliano, E., & Rosenbaum, J. (2019). Transición del manejo de plagas convencional hacia el agroecológico mediante la transferencia de técnicas de control integrado de plagas en tomate bajo cubierta en Concordia - Provincia de Entre Ríos, Argentina. *SCIELO*, VOL 37(3).

Chacón, G. (1990). LA MACA Y SU HABITAD. *Revista peruana de Biología*, 2(1).

Cortés, G. (2008). ATLAS AGROPECUARIO DE COSTA RICA. San José - Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Enciso, R. (2017). biología reproductiva de cuatro grupos fenotípicos de maca (*lepidium meyenii* Walpers). Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.

Guerra, M., & Zúñiga, D. (2018). Producción de *Pseudomonas* sp. LMTK32 en medio modificado para peletizar semillas de maca (*Lepidium meyenii* Walp.). SCIELO, 25(2).

León, S., Paucar, M., & Sifuentes, G. (2015). Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp.), cultivo andino con propiedades terapéuticas. SCIELO, 6(2).

Soubannier, J. (2010). RIEGO Y DRENAJE. San José - Costa Rica: Editorial EUED

## 6.3. ANEXOS

### ANEXOS 1. Preparación del terreno.



### *ANEXOS 2. Trazado de camas*



### *ANEXOS 3. Elaboración de camas*





*ANEXOS 4. Siembra de plantas de macas*



*ANEXOS 5. Cosecha rizomas*



*ANEXOS 6. Toma de peso rizoma*



*ANEXOS 7. Peso follaje fresco*



*ANEXOS 8. Peso follaje seco*



*ANEXOS 9. Aplicación principio de Arquímedes en el follaje*



***ANEXOS 10. Aplicación principio de Arquímedes rizoma***



***ANEXOS 11. Medida del diámetro rizoma***



***ANEXOS 12. Ecotipos de maca blanca, negra y morada***



### ANEXOS 13. Identificación de gusano plaga



### ANEXOS 14. Análisis de varianza altura de planta

#### ALTURA PLANTA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA PLANTA	27	0,82	0,60	5,37

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	38,58	14	2,76	3,83	0,0125	
BLOQUES	8,54	2	4,27	5,48	0,0715	(DISTANCIA*BLOQUES)
DISTANCIA	10,20	2	5,10	6,54	0,0548	(DISTANCIA*BLOQUES)
DISTANCIA*BLOQUES	3,12	4	0,78	1,08	0,4073	
ECOTIPOS	9,04	2	4,52	6,29	0,0136	
DISTANCIA*ECOTIPOS	7,68	4	1,92	2,67	0,0839	
Error	8,63	12	0,72			
Total	47,21	26				

### ANEXOS 15. Análisis de varianza del diámetro rizoma

#### DIAMETRO POLAR RIZOMA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIAMETRO POLAR RIZOMA	27	0,66	0,27	7,13

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	1,59	14	0,11	1,67	0,1890	
BLOQUES	2,2E-03	2	1,1E-03	0,01	0,9883	(DISTANCIA*BLOQUES)
DISTANCIA	0,68	2	0,34	3,63	0,1261	(DISTANCIA*BLOQUES)
DISTANCIA*BLOQUES	0,38	4	0,09	1,38	0,2980	
ECOTIPOS	0,35	2	0,17	2,57	0,1180	
DISTANCIA*ECOTIPOS	0,18	4	0,05	0,67	0,6250	
Error	0,82	12	0,07			
Total	2,41	26				

## **CAPITULO VII**

### **PROPUESTA**

#### **7.1. TÍTULO**

Impulsar la siembra, producción y comercialización del cultivo de maca por su alto valor nutricional y medicinal.

#### **7.2. DATOS INFORMATIVOS**

El trabajo de investigación se lo llevara a cabo en la parroquia de Tabacundo en el sector de Angumba. La comunidad de Angumba se encuentra localizada a una altitud de 2688 msnm y sus coordenadas geográficas son 0° 03'N 78° 12'O.

#### **7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

El cultivo de maca en la actualidad en el Ecuador este cultivo no es está siendo explotado, por sus exigentes requerimientos climáticos y edáficos por lo que los agricultores han dejado a un lado este cultivo. Pero en países como en Perú o Bolivia es un producto que se ha llegado a sembrar hasta en zonas que antes eran ganaderas por su alta demanda en el extranjero especialmente en la China. Este producto es utilizado por sus altos contenidos en nutrientes y vitaminas; también, es un alimento que es muy consumido por personas que tienen hipertensión y diabetes.

#### **7.4. JUSTIFICACIÓN**

En el Ecuador este es un cultivo que no es conocido, es por eso que debemos incentivar la siembra de este producto, aunque no se tiene mucha información sobre este cultivo en las zonas de Tisaleo en la provincia de Tungurahua o en Cuenca provincia de Azuay se ha empezado ya la siembra de este y los procesos de industrialización son la transformación en harina o en snacks que son vendidos a nivel nacional o internacional. Lo que se pretende hacer es que este cultivo sea más conocido para que muchos más agricultores empiecen a cultivarlo.

#### **7.5. OBJETIVOS**

- Fomentar la siembra, producción y comercialización del cultivo de maca por su gran valor nutricional y medicinal.
- Realizar material de apoyo como manuales, trípticos, etc. Para que los agricultores se informen más acerca de este cultivo.
- Describir los problemas que existen en el cultivo de maca.

## **7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

En la actualidad las personas desconocen sobre los beneficios del cultivo de maca ya sean nutricionales o medicinales. Es por esto es lo que se trata de hacer es que muchos más agricultores empiecen a cultivar a este cultivo que puede sustituir en una parte al cultivo de papa porque contiene más beneficios el consumo de la maca. Hay que reconocer que la adquisición de las semillas de dicho cultivo es muy costoso y es por eso que las personas no lo cultivan. Creo que se debería hacer convenios con el ministerio de agricultura para que ellos ayuden con la adquisición de la semilla y la asesoría técnica para de esa, manera obtener un producto de buena calidad, pero sin el uso de químicos que esto a su vez son perjudiciales para la salud.

## **7.7. FUNDAMENTACIÓN**

La falta de conocimiento y la escasa investigación acerca de nuevos productos que sean buenos para la alimentación diaria y que lleguen a sustituir muchos alimentos. En la actualidad el cultivo de maca tiene muchos nutrientes y minerales que la papa, la oca o la mashua, es por eso que debemos ver las diferentes alternativas para el consumo de la misma entre las que se encuentra el uso como un alimento nutricional y como medicina ancestral.

El uso de este producto como medicina ayuda a reducir los medicamentos que sean para la hipertensión, disminuye el uso de la insulina para la diabetes, y su consumo puede evitar el cáncer.

## **7.8. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO**

### **7.8.1. Preparación del suelo**

La preparación del terreno se lo realizara con la ayuda de un tractor, días antes que se realice la siembra. La roturación del terreno será aproximadamente de 30cm.

### **7.8.2. Trazado de camas**

La elaboración de las camas se la realizara de acuerdo a las medidas establecidas para así proceder a su elaboración.

### **7.8.3. Germinación de la semilla**

Este proceso se realizará en bandejas de 338 alveolos con sustrato Klasman para germinación después serán llevadas a campo a las 6 semanas de siembra, cuando el pilón estaba completamente formado y sin la formación del hipocotilo o raíz comestible.

#### **7.8.4. Incorporación de materia orgánica**

Se incorporar compost de material vegetal del cultivo de rosas. Mismo que se aplicara entre 2 a 3tn/ha.

#### **7.8.5. Siembra**

Esto se lo realizara en hileras con una distancia de siembra de 0.20cm entre plantas y 0.20 entre hileras.

#### **7.8.9. Deshierbe**

Se lo realizara a los 45 y 90 días después de haber sido sembrada la planta de maca para así evitar el ataque de plagas y enfermedades.

#### **7.8.10. Riego**

Se instalará un sistema de riego por goteo que tiene una efectividad de un 90%, para que el cultivo de maca se desarrolle y obtengamos los rendimientos deseados.

#### **7.8.11. Cosecha**

Esto se lo realizara a los 7 meses después de haber sido sembrado las plantas de maca, para su comercialización.

### **7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

Se realizará una evaluación al año de haber empezado con la propuesta en la zona donde fue desarrollada la investigación.