



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE FITOTECNIA**

**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN DOS ECOTIPOS DE AJO  
(*Allium sativum* L.) CONDUCTIDO CON MANEJO ORGÁNICO Y RIEGO  
POR ASPERSIÓN EN CHIÑAMA, DISTRITO DE KAÑARIS.**

**TESIS**

Presentado por:

**Br. NICOLÁS DE LA CRUZ Nelson Santos**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**LAMBAYEQUE- PERU 2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE FITOTECNIA**

**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN DOS ECOTIPOS DE AJO (*Allium sativum* L.)**  
**CONDUCTIDO CON MANEJO ORGÁNICO Y RIEGO POR ASPERSIÓN EN CHIÑAMA,**  
**DISTRITO DE KAÑARIS.**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 06 DE NOVIEMBRE A LAS 8:00 AM DEL 2015,  
INTEGRADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE .....

M.Sc. Gilberto Chávez Santa Cruz

SECRETARIO .....

M.Sc. Víctor Gustavo Hernández Jiménez

VOCAL .....

Ing°. Roso Prospero Pasache Chapañan

ASESOR .....

Dr. Francisco Regalado Díaz

TESISTA .....

Br. Nelson Santos Nicolás De La Cruz

## DEDICATORIA

*A DIOS, por darme sabiduría para encaminarme  
por el sendero de la justicia, la solidaridad y el amor,  
a mi familia, mis amigos y mis compañeros políticos,  
al pueblo y la sociedad peruana.*

*A mi madre y abuelita Ermenegilda que está en el  
cielo, por sus sabios consejos; a mi papá Santos y  
mi mamá Vangelina, por su gran amor y apoyo que  
me han brindado en mi etapa universitaria, hasta  
ahora en todo momento, a mi hermano Heber, mis  
hermanas Erika y Saraí que siempre han sido  
motivo para alcanzar mi meta.*

*También a mi amor Sofía que siempre estuvo  
apoyándome incondicionalmente, y a mis amigos  
Chininin y Oscar por su apoyo moral y su siempre  
sentido humano.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*En primera instancia un agradecimiento especial a mi alma mater, la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, a la facultad de Agronomía por abrigarme durante 5 años de mi vida en sus aulas e inculcarme abrazar la ciencia, tecnología e innovación tecnológica, formándome profesionalmente con principios, valores y con compromiso social en el desarrollo agrario nacional, especialmente en el desarrollo de la pequeña agricultura.*

*De manera muy especial un agradecimiento al Dr. Francisco Regalado Díaz y a los miembros de jurado por sus valiosísimas correcciones, aportes y sugerencias; por brindarme su apoyo y asesoría para la culminación del presente trabajo de investigación en beneficio de nuestra agricultura rural y el pueblo entero.*

*A los hombres y mujeres de la “Asociación de Productores Pecuarios Agroecológicos y Silvícola del Centro Poblado Chiñama”- APPASCH, por su participación continua y permanente en la realización de este trabajo de investigación, en especial al Sr. Bernardino, Presidente de la Asociación. Lo cual me quedo muy agradecido por haber aportado desde su constitución y hasta la actualidad en su progreso continuo sin perder el rumbo.*

*También agradezco a la ONGs CICAP, por su apoyo económico del 5% del presupuesto total del trabajo de investigación, y por ser esta institución que permitió dar mis primeros pasos en la vida profesional.*

## INDICE GENERAL

I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. CULTIVO DE AJO.....	2
2.1.1. HISTORIA Y ORIGEN.....	2
2.1.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN EL PERÚ.....	4
2.1.3. TAXONOMÍA.....	5
2.1.4. VALOR NUTRITIVO Y USOS.....	5
2.1.5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	6
2.1.6. FENOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LA PLANTA.....	8
2.1.7. CONDICIONES GENERALES DEL CULTIVO.....	10
2.1.7.1. Requerimientos climáticos.....	10
2.1.7.2. Requerimientos edáficos.....	13
2.1.7.3. Sistemas de siembra.....	15
2.1.7.4. Fertilización.....	15
2.1.7.5. Riego.....	15
2.1.7.6. Problema Fitosanitario.....	15
2.1.7.7. Cosecha.....	19
2.1.7.8. Curado.....	20
2.1.7.9. Almacenamiento.....	20
2.2. EL RIEGO.....	21
2.2.1. SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD-SURCO.....	22
2.2.2. SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO.....	23
2.2.2.1. Riego por aspersión.....	24
2.2.2.1.1. Riego por aspersión en laderas.....	25
2.2.2.1.2. Tipos de riego por aspersión en laderas.....	26
2.2.2.1.3. Adaptabilidad del sistema.....	27
2.2.2.1.4. Ventajas y desventajas del sistema.....	27
2.2.2.1.5. Uniformidad y eficiencia del riego por aspersión.....	29
2.2.2.1.6. Información de partida para el diseño Agronómico.....	31
2.2.2.1.7. Fuente de agua para fines de riego.....	37

2.3. AGRICULTURA ORGÁNICA.....	38
2.3.1. HISTORIA DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA.....	40
2.3.2. IMPORTANCIA DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA.....	42
2.3.3. ANÁLISIS INTERNACIONAL.....	44
2.3.4. ANÁLISIS EN LATINOAMÉRICA.....	49
2.3.5. ANÁLISIS EN EL PERÚ.....	49
2.3.6. CERTIFICACIÓN ORGÁNICA EN EL PERÚ.....	50
2.3.7. ANÁLISIS A NIVEL LOCAL.....	50
2.4. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	51
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	55
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	55
3.2. DATOS METEOROLÓGICOS.....	55
3.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO.....	58
3.4. ANÁLISIS QUÍMICO DE HUMUS.....	59
3.5. ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA DE RIEGO.....	59
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS.....	60
3.7. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	61
3.8. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	65
3.8.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	65
3.8.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.....	66
3.8.3. SIEMBRA.....	77
3.8.4. MANEJO ORGÁNICO DEL CULTIVO.....	81
3.8.5. COSECHA DEL CULTIVO.....	89
3.9. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	90
3.9.1. EVALUACIÓN DURANTE EL EXPERIMENTO.....	90
3.9.2. EVALUACIÓN DURANTE LA COSECHA.....	91
3.9.3. PARÁMETROS DEL BULBO.....	92
3.9.4. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	93
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	95
4.1. DIAGNÓSTICO RURAL PARTICIPATIVO.....	95

4.2. INSPECCIÓN DE FUENTE DE AGUA E INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EXISTENTE.....	97
4.3. TOPOGRAFÍA DE PARCELAS EN CHIÑAMA.....	98
4.4. TRABAJO DE GABINETE.....	99
4.5. DISEÑO AGRONÓMICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.....	99
4.5.1. CEDULA DEL CULTIVO.....	100
4.5.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AJO.....	101
4.5.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN Y KC DEL AJO ( <i>Allium sativum</i> L.).....	101
4.5.4. EFICIENCIA DE RIEGO.....	102
4.5.5. DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN Y FRECUENCIA DE RIEGO.....	102
4.6. RESULTADOS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL.....	108
4.6.1. PORCENTAJE DE BROTAMIENTO.....	108
4.6.2. ALTURA DE PLANTA.....	112
4.6.3. NÚMERO DE HOJA.....	116
4.6.4. RENDIMIENTO DE BULBOS.....	120
4.6.4.1. Rendimiento total de bulbo.....	120
4.6.4.2. Rendimiento bulbo de primera.....	123
4.6.4.3. Rendimiento bulbo de segunda.....	124
4.6.4.4. Rendimiento bulbo de descarte.....	124
4.6.4.5. Resumen de rendimiento por calidad de bulbo.....	125
4.6.5. PARAMETROS DE BULBO.....	127
4.6.5.1. Peso de bulbo.....	127
4.6.5.2. Altura de bulbo.....	128
4.6.5.3. Diámetro de bulbo.....	129
4.6.5.4. Número total de diente.....	131
4.6.5.5. Número de diente interno.....	133
4.6.5.6. Número de diente externo.....	134
4.6.5.7. Peso de diente interno.....	136
4.6.5.8. Peso de diente externo.....	137
4.7. REGRESIÓN MULTIPLE.....	138
4.8. ANALISIS MULTIVARIADO.....	140

4.9. DENDOGRAMA.....	143
4.10. ANALISIS ECONOMICO.....	145
V.- CONCLUSIONES.....	151
VI.- RECOMENDACIONES.....	153
VII.- RESUMEN.....	154
VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	155
IX.- ANEXO.....	161



## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Composición nutritiva por 100 g. de producto comestible de Ajo crudo.....	6
<b>TABLA 2.</b> Superficie agrícola bajo riego por tipo, según región natural (Ha).....	22
<b>TABLA 3:</b> Reducción del espaciamiento según la velocidad del viento.....	32
<b>TABLA 4.</b> Evolución del número de productores por región 2012 a 2013.....	46
<b>TABLA 5.</b> Calendarización normal de estaciones en Chiñama, 2014.....	56
<b>TABLA 6.</b> Datos meteorológicos de Temperatura INKAWASI. SENAMHI, 2014.....	57
<b>TABLA 7.</b> Velocidad de viento (m(s) anual estación ordinaria, Inkawasi, 2014.....	57
<b>TABLA 8.</b> Precipitación pluvial anual. Estación Ordinaria Inkawasi, 2014.....	58
<b>TABLA 9.</b> Análisis Físico - Químico del Suelo, en área experimental. Chiñama, 2014.....	58
<b>TABLA 10.</b> Análisis químico de Humus. Chiñama, 2015.....	59
<b>TABLA 11.</b> Análisis Químico de Agua, Quebrada la Laja, Chiñama, 2015.....	59
<b>TABLA 12.</b> Tratamiento a emplearse en siembra de Ecotipos de ajo ( <i>Allium sativum</i> L.).....	61
<b>TABLA 13.</b> Análisis estadístico de los tratamientos en estudio.....	65
<b>TABLA 14.</b> Especificaciones técnicas de la infraestructura la laja. Chiñama, 2014.....	67
<b>TABLA 15.</b> Dimensionamiento hidráulico de la infraestructura la laja. Chiñama, 2015.....	68
<b>TABLA 16.</b> Cantidad de Geomembrana para el del reservorio la laja. Chiñama, 2015.....	68
<b>TABLA 17.</b> Valores estándares de densidad aparente, según tipo de suelo.....	74
<b>TABLA 18.</b> Valores estándares de Humedad y Punto de marchitez de suelo, según tipo de textura.....	74
<b>TABLA 19.</b> Número de planta y Cantidad de semilla de Ajo por hectárea. Chiñama, 2014.....	77
<b>TABLA 20.</b> Resultados de Diagnostico Rural Participativo de usuarios La Laja. Chiñama, 2015.....	97
<b>TABLA 21.</b> Fenología del cultivo de Ajo Napuri. Chiñama, 2015.....	100

<b>TABLA 22.</b> Profundidad radicular del Ajo ( <i>Allium sativum</i> L).....	101
<b>TABLA 23.</b> Evapotranspiración de referencia del cultivo.....	101
<b>TABLA 24.</b> Coeficiente del cultivo de Ajo.....	102
<b>TABLA 25.</b> Porcentaje de Brotamiento, en la primera evaluación tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	109
<b>TABLA 26.</b> Porcentaje de Brotamiento, en la segunda evaluación tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	110
<b>TABLA 27.</b> Porcentaje de Brotamiento, en la tercera evaluación tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	110
<b>TABLA 28.</b> Altura de planta (cm), en la primera evaluación de los Ecotipos Criollo y Napuri. Chiñama, 2014.....	113
<b>TABLA 29.</b> Altura de planta (cm), segunda evaluación por tratamientos en estudio. Chiñama, 2014.....	114
<b>TABLA 30.</b> Altura de planta (cm), tercera evaluación por tratamientos en estudio. Chiñama, 2014.....	115
<b>TABLA 31.</b> Número de hoja, en la primera evaluación por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	117
<b>TABLA 32.</b> Número de hoja, en la segunda evaluación por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	118
<b>TABLA 33.</b> Número de hoja, en la tercera evaluación por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	119
<b>TABLA 34.</b> Rendimiento total de bulbo en Kg/ha, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	122
<b>TABLA 35.</b> Rendimiento de bulbo de primera en Kg/ha, tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	123
<b>TABLA 36.</b> Rendimiento de bulbo de segunda en Kg/ha, tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	124
<b>TABLA 37.</b> Rendimiento de bulbo de descarte en Kg/ha, tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	125
<b>TABLA 38.</b> Rendimiento de bulbo por calidad. Chiñama, 2014.....	126

<b>TABLA 39.</b> Peso de bulbo en gramo, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.....	127
<b>TABLA 40.</b> Altura de bulbo en cm, tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.....	129
<b>TABLA 41.</b> Diámetro de bulbo en cm, tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.....	130
<b>TABLA 42.</b> Número total de diente, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.....	132
<b>TABLA 43.</b> Número de diente interno, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.....	133
<b>TABLA 44.</b> Número de diente externo, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.....	135
<b>TABLA 45.</b> Peso de diente interno, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.....	136
<b>TABLA 46.</b> Peso de diente externo, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.....	138
<b>TABLA 47.</b> Regresión múltiple R <sup>2</sup> vs Resto de variable, Chiñama. 2014.....	140
<b>TABLA 48.</b> Análisis de componente principal de variables. Chiñama, 2014.....	141
<b>TABLA 49.</b> Costo de producción por hectárea, con manejo orgánico y riego por aspersión en Chiñama, 2014. ....	146
<b>TABLA 50.</b> Rendimiento mínimo, medio y máximo de Ajo en Chiñama. 2014.....	147
<b>TABLA 51.</b> Ingreso Bruto por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	148
<b>TABLA 52.</b> Ingreso Neto, según estándar de rendimiento. Chiñama, 2014.....	149
<b>TABLA 53.</b> Índice de rentabilidad de los tratamientos en estudio. Chiñama, 2014.....	150

## INDICE DE GRAFICOS

<b>GRAFICO 1.</b> Producción histórica de Ajo de los 18 principales Departamentos (Ton). Año 1962 – 2013, Perú.....	4
<b>GRAFICO 2.</b> Surco para riego por Gravedad en cultivo agrícola	
<b>GRAFICO 3.</b> Mapa mundial por regiones de agricultura orgánica, 2013.....	44
<b>GRAFICO 4.</b> Diez principales países con más área de agricultura orgánica en el mundo, 2013.....	45
<b>GRAFICO 5.</b> Crecimiento del área de agricultura orgánica en el mundo. 2013.....	46
<b>GRAFICO 6.</b> Diez principales países con el mayor número de productores orgánicos, 2013.....	47
<b>GRAFICO 7.</b> Diez principales países con amplio mercado para productos orgánicos, 2013.....	48
<b>GRAFICO 8:</b> Los diez principales países con mayor crecimiento de área orgánica en el mundo. 2013.....	49
<b>GRAFICO 9.</b> Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones en el campo experimental.....	63
<b>GRÁFICO 10.</b> Diseño de Construcción Reservorio la Laja. Chiriquí, 2014.....	67
<b>GRAFICO 11.</b> Diseño de aspersores en el campo experimental. Chiriquí, 2015.....	106
<b>GRAFICO 12.</b> Evaluación total de porcentaje de Brotamiento del cultivo de Ajo por tratamiento en estudio. Chiriquí, 2014.....	111
<b>GRAFICO 13.</b> Evaluación total de Altura de planta del cultivo de Ajo por tratamiento en estudio. Chiriquí, 2014.....	115
<b>GRAFICO 14.</b> Evaluación total de Número de hoja del cultivo de Ajo por tratamiento en estudio. Chiriquí, 2014.....	120
<b>GRAFICO 15.</b> Rendimiento total de bulbo en Kg/ha, por tratamiento en estudio. Chiriquí, 2014.....	122
<b>GRAFICO 16.</b> Rendimiento por calidad de bulbo en Ajo orgánico. Chiriquí, 2014.....	126
<b>GRAFICO 17.</b> Peso de bulbo por tratamiento en estudio. Chiriquí, 2014.....	128
<b>GRAFICO 18.</b> Altura de bulbo por tratamiento en estudio. Chiriquí, 2014.....	129

<b>GRAFICO 19.</b> Diámetro de bulbo en cm, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	131
<b>GRAFICO 20.</b> Número total de diente, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	132
<b>GRAFICO 21.</b> Número de diente interno, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	134
<b>GRAFICO 22.</b> Número de diente externo, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	135
<b>GRAFICO 23.</b> Peso de diente interno, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	137
<b>GRAFICO 24.</b> Peso de diente externo, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.....	138
<b>GRAFICO 25.</b> Regresión del rendimiento de Ajo vs Densidad de siembra. Chiñama, 2014.....	139
<b>GRÁFICO 26.</b> Sedimentación para las variables evaluadas. Chiñama, 2014.....	142
<b>GRAFICO 27.</b> Puntuación para las variables evaluadas. Chiñama, 2014.....	143
<b>GRAFICO 28.</b> Dendograma para los tratamientos en estudio. Chiñama, 2014.....	144

## INDICE DE FOTOS

<b>FOTO 1.</b> Ubicación Geográfica del campo experimental, Chiñama 2015.....	55
<b>FOTO 2.</b> Preparación del suelo con arado de yunta, Chiñama 2014.....	66
<b>FOTO 3.</b> Situación encontrada del reservorio “La laja”, Chiñama 2014.....	69
<b>FOTO 4.</b> Mejoramiento de la infraestructura del reservorio y/o pilca la laja, Chiñama. 2014.....	69
<b>FOTO 5.</b> Reservorio actual “La laja”, Chiñama. 2014.....	70
<b>FOTO 6.</b> Implementación de la red de tubería, Quebrada la laja – Reservorio, Chiñama. 2014.....	71
<b>FOTO 7.</b> Instalación de cabezal, filtro AZUUM. Chiñama, 2014.....	72
<b>FOTO 8.</b> Hoyado para la instalación de tubería de la línea matriz de riego. Chiñama, 2015.....	72
<b>FOTO 9.</b> Instalación de llave de paso para cada parcela. Chiñama, 2014.....	73
<b>FOTO 10.</b> Instalación del sistema de riego en el campo Experimental. Chiñama, 2014.....	75
<b>FOTO 11.</b> Siembra de Ecotipos en el campo experimental, Chiñama Junio 2014.....	78
<b>FOTO 12.</b> Aplicación de Biol en el campo Experimental. Chiñama, 2014.....	81
<b>FOTO 13.</b> Principal maleza en el campo experimental.....	82
<b>FOTO 14.</b> Segunda especie de maleza más importante en el campo experimental. Chiñama, 2015.....	82
<b>FOTO 15.</b> Deshierbo manual en el campo experimental.....	83
<b>FOTO 16.</b> Roya en el cultivo de Ajo. Chiñama, 2015.....	84
<b>FOTO 17.</b> Pudrición Blanca del Ajo próximo a la cosecha. Chiñama, 2015.....	84
<b>FOTO 18.</b> Aplicación de Caldo Bordeles. Chiñama, 2015.....	85
<b>FOTO 19.</b> <i>Thrips tabaci</i> en cultivo de Ajo. Chiñama, 2015.....	85
<b>FOTO 20.</b> Ecotipo Criollo en el campo experimental. Chiñama, 2015.....	86
<b>FOTO 21.</b> Daño de <i>Trips</i> en hojas terminales, Ecotipo Criollo. Chiñama, 2015.....	86
<b>FOTO 22.</b> Muerte de plantas por <i>Trips</i> , en ecotipo Criollo. Chiñama, 2015.....	87
<b>FOTO 23.</b> Plantas de Ajo Napuri, campo experimental. Chiñama, 2014.....	87

<b>FOTO 24.</b> Trampas de plástico azul, en el campo experimental. Chiñama, 2015.....	88
<b>FOTO 25.</b> Insecto benéfico <i>Nabis capsiformis</i> en Ajo de la Familia: Nabidae. Chiñama, 2015.....	89
<b>FOTO 26.</b> Cosecha manual de Ajo. Chiñama, 2015.....	89
<b>FOTO 27.</b> Topografía de parcelas en Chiñama, 2014.....	99
<b>FOTO 28.</b> Aspersor 275B GAG de plástico instalado en el campo experimental. Chiñama, 2014.....	

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), tiene mucha importancia tanto en el aspecto social como en el económico; en usos por sus propiedades medicinales, preparación de diferentes platos y también en el uso de biopreparado en el control de plaga y enfermedades. Para los agricultores de las zonas menos desarrolladas como es el caso de la sierra de nuestro país y región Lambayeque donde se practica mayormente una agricultura de subsistencia, es propicia la producción del cultivo de ajo que permite generar ingresos económicos familiares.

Aunque el ajo (*Allium sativum* L.) es originario de Europa y Asia central se cultiva ampliamente en países subtropicales y templados para uso culinario (Buwalda, 1986). El ajo es una planta cultivada desde la antigüedad, reconocido mundialmente como un condimento valioso en la cocina y como agente terapéutico para varios desórdenes alimenticios o enfermedades (Brewster, 2001).

Desde muy antiguo se le reconocen efectos farmacológicos, como bacterias acción anticoagulante y antiolesterol, y sus efectos benéficos en el tratamiento del asma, cáncer, diabetes, y otros, consumiéndose fresco, deshidratado, sal de ajo, salsa, píldoras, extractos y cápsulas que contienen ajoína y otros compuestos activos (Krarup y Mooreira, 1998).

Por lo expuesto anteriormente, esta investigación se ha orientado a experimentar nuevos Ecotipos de ajo que se adapten y tengan una productividad rentable y se conozca la densidad óptima de siembra bajo el sistema de riego por aspersión y las condiciones ambientales de la zona de Chiñama, con la finalidad de aprovechar el sistema de riego que los pobladores vienen manejando y que es favorecido por la pendiente; asimismo, contribuir al potenciamiento de la producción orgánica en el manejo del Ajo, hortalizas, cultivos de pan llevar y cultivos perennes en la zona, de esta forma contribuir en la mejora económica y la calidad de vida de los agricultores y agricultoras del Distrito de Kañaris, C.P. Chiñama.



Los objetivos propuestos son los siguientes:

- Determinar el Ecotipo de ajo (*Allium sativum* L.) que se adapte mejor a las condiciones de Chiñama, distrito de Kañaris, Provincia de Ferreñafe.
- Determinar la densidad óptima de siembra del cultivo bajo el sistema de riego presurizado por aspersión,
- Realizar análisis económico de los tratamientos en estudio y determinar el de mayor rentabilidad,
- Fortalecer la Asociatividad “APPASCH” en el desarrollo sostenible de la agricultura orgánica.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. CULTIVO DE AJO

#### 2.1.1. HISTORIA Y ORIGEN

El ajo (*Allium sativum* L.) es originario de Asia Central y se extendió en tiempos prehistóricos por toda la región del Mediterráneo, de donde fue traído a América. Esta hortaliza ocupa el segundo lugar en importancia en el ámbito mundial dentro de las especies del género *Allium* después de la cebolla (*Allium cepa* L.).

**Rubatzky and Yamaguchi, 1997.-** Se cree que el centro de origen es Asia Central siendo *Allium longicuspis* endémico en Asia central creyéndose sea el ancestro o especie silvestre de *Allium sativum* siendo el primero una especie que produce semillas.

Existe evidencia que el ajo fue utilizado en Egipto 2000 años a.c y en China e India por más de 1000 años. Viajeros europeos lo distribuyeron convirtiéndolo en una hortaliza importante para sazonar diferentes comidas en el mundo, su producción se registra desde el Ecuador hasta la Latitud 50.

**Rubatzky and Yamaguchi, 1997.-** La variabilidad observada entre los muchos clones de *A. sativum* es debida a mutaciones, proveyendo oportunidades de selección y adaptación a varios ambientes de cultivo.

La clasificación precisa del ajo es incompleta, la identificación de muchos clones está mayormente basada sobre el crecimiento y respuesta de bulbificación a la longitud del día y la temperatura, al frío y duración de la dormancia en almacén además de algunos factores morfológicos. Un factor utilizado para la clasificación de *Allium sativum* es a través de la presencia del botón floral, teniendo a las especies “Botoneantes” como *Allium sativum* var Sagitatum y las “No botoneantes” como *Allium sativum* var. Vulgarae o Vulgare.

Vavilov (1951) citado por García C.R. (1990), señaló como centro de diversidad genética del ajo; Asia Central (noroeste de la India, Punjab, Cachemira, Afganistán, etc.) y el mediterráneo.

Según, Ministerio de Agricultura de Chile. 2012, en el año 2008 se cultivó la mayor superficie y se obtuvo la mayor producción de Ajo de la última década, llegándose a 1.407.498 hectáreas y 22.799.883 toneladas de ajo a nivel mundial, destacando la evolución del cultivo entre los años 2001 y 2010, cuando las variaciones al alza de la superficie cosechada (9%) y los rendimientos (42%), lo que dio como resultado un aumento en 54% en producción.

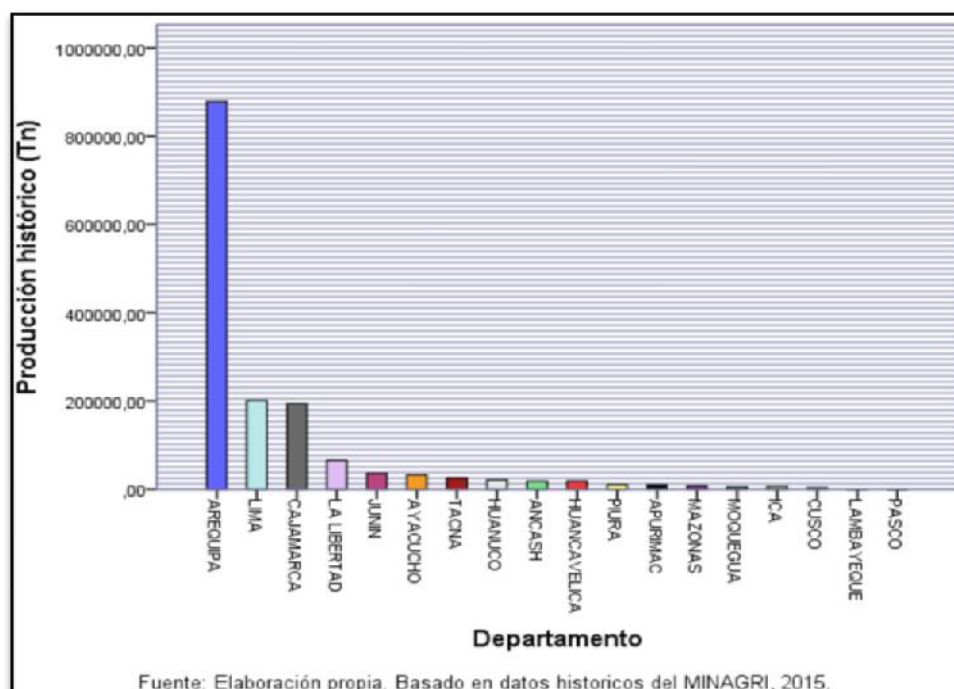
Para el 2010 a nivel mundial la superficie cosechada fue de 1.199.929 hectáreas, producción de 17.674.893 toneladas, con rendimiento de 14.7 ton/ha. La mayor proporción de la superficie dedicada al cultivo del ajo se concentra en los países asiáticos, principalmente China, que en el año 2010 alcanzó 55% de la superficie cosechada (664.144 hectáreas) y un 77% de la producción (13.664.069 toneladas) y el 74% de la superficie cosechada y el 86% de la producción mundial de ajo corresponde a cinco países: China (664.144 ha y 13.664.069 ton), India (164.860 ha y 833.970 ton), Corea del Sur (22.414 ha y 271,560 ton), Egipto (9.674 ha y 244.626 ton), Rusia

(26.800 ha y 213.480 ton), Asimismo, los rendimientos por unidad de hectárea promedio de los cinco principales países productores son: China (20.6 Ton/ha), India (5.1 Ton/ha), Corea del Sur (12.1 ton/ha), Egipto (25.3 Ton/ha), Rusia (8.0 ton/ha) y también EE.UU (18.4 Ton/ha) es el tercer país con mayor rendimiento por hectárea.

## 2.1.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN EL PERÚ

La distribución a nivel nacional del cultivo de ajo, según producción registrado por el MINAGRI hasta el 2013. Son 18 Departamentos productores. Arequipa (878825 ton), Lima (200810 ton), Cajamarca (193796 ton), La Libertad (65162 ton), Junín (35865 ton), Ayacucho (32572 ton), Tacna (25392 ton), Huánuco (21270 ton), Ancash (18106 ton), Huancavelica (18661 ton), Piura (10175 ton), Apurímac (9946 ton), Amazonas (8436 ton), Moquegua (4998 ton), Ica (6197 ton), Cusco (3229 ton), Lambayeque (842 ton) y Pasco (229 ton). El rendimiento por hectárea promedio histórico según datos del MINAGRI. 2015. Desde el año 1962 hasta el 2013 es de 5.7 ton/ha, mientras que en el 2013 se obtuvo rendimiento de 7.6 ton/ha en los departamentos antes mencionados.

**GRÁFICO 1.** Producción histórica de Ajo de los 18 principales Departamentos (Ton).  
Año 1962 – 2013, Perú.



### 2.1.3. TAXONOMÍA

El cultivo de ajo (*Allium sativum*) pertenece a la siguiente clasificación:

- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Sub-Clase:** Liliidae
- **Orden:** Liliales
- **Familia:** Alliaceae
- **Tribu:** Allieae
- **Género:** Allium
- **Especie:** *Allium sativum*

### 2.1.4. VALOR NUTRITIVO Y USOS

El ajo es muy utilizado en todo el mundo:

➤ En la alimentación.

En condimento fresco, deshidratado o en conserva, especialmente en los países de Latinoamérica y Asia, donde es imprescindible en la cocina.

➤ En la industria alimentaria.

En forma deshidratada, conservas, en pastas y cremas.

En aceites esenciales por su alto contenido de aminoácidos esenciales.

➤ En la industria farmacéutica.

Sus propiedades como planta medicinal son apreciadas desde épocas muy antiguas como estimulante de la secreción biliar y estomacal, antiespasmódica, vasodilatadora y estimulante del sistema nervioso central.

El valor nutricional se aprecia en la siguiente tabla:

**TABLA 1.** Composición nutritiva por 100 g. de producto comestible de Ajo crudo.

COMPONENTES	(1)	(2)	(3)	(4)
Agua	61 g	61 g	---	63,3 %
Carbohidrato	---	---	--	27,7 %
Lípidos (g.)	0.5	0.5	6.7	0.49
Proteína	4 g	6.4 g	63 g	6,7%
Glúcidos (g)	20	2.9	0.1-0.2	---
Celulosa (g)	---	---	28	---
Tiamina (mg)	---	---	---	0,21
Riboflavina (g)	---	---	---	0,11 g.
Niacina	0.7 mg	0.7 mg	9.18 mg	0,9 g.
Ácido ascórbico (mg)	---	---	---	7,1
Valor energético (Cal)	98-39	100-139	---	126,0
Vitamina A	---	---	---	UI
Vitamina B1 (mg)	0.20	0.20	1	---
Vitamina B2 (mg)	0.11	0.11	0.18- 0.21	
Vitamina C (mg)	9.18	15	0.08	
Calcio (mg)	10-24	24	0.6	42,0
Fosforo (mg)	40-195	195	---	280
Fierro (mg)	1.7-2.3	1.7	---	0,5
Potasio (mg)	540	---	---	494,0
Sodio	---	---	---	9,0 mg.

*Fuente:* Según Fersini, 1976 y Gorini, 1977 (1), Según Yamaguchi, 1983 (2), Según Japón Quintero (3), Según Schmidt-Hebbel et al. , 1992, Citado por Krarup y Moreira, 1998 (4).

## 2.1.5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El ajo es considerado hortaliza, herbácea, cuyas características morfológicas se distingue fácilmente de otros cultivos *Allium*. En general, el ajo puede ser tamaño medio. Sus principales características son las siguientes:

### a. Raíz

Son numerosas, finas, superficiales, con escasas ramificaciones secundarias y sin pelos radicales, formadas a partir del tallo del bulbillo o dientes semillas.

## **b. Tallo**

Es subterráneo, corto, comprimido y cubierto por la base de la hoja, formadas desde la yema apical.

## **c. Hoja**

Son opuestas, enfundadas o tubulares en la base, con un poro que permite la emergencia de la lámina de las siguientes. A partir del poro, la lámina es lanceolada y de sección angular, con cutícula muy cerosa. El conjunto de partes enfundadas de las hojas da origen al bulbo y a lo que se conoce como falso tallo del ajo. Los bulbos son estructuras formadas al final de la temporada, y corresponden al órgano de consumo (Krarup y Moreira, 1998).

## **d. Bulbo**

Está conformada por hojas secas, duras que contienen dientes en las axilas. Las hojas más externas del bulbo se secan y constituyen las túnicas protectoras de los bulbillos o dientes que se forman en la axila de las hojas más jóvenes o internas. A partir de la yema de estas hojas se pueden formar uno o más dientes (Por división de ápice), que consiste en un ápice meristemático rodeado de 3 o 4 primordios foliares, una hoja más externa u hoja protectora, que es una vaina cilíndrica con un poro pequeño en la punta y una pequeña hoja abortiva.

Esta hoja es delgada, seca, como papel, en el diente maduro. La siguiente es la hoja de almacenaje, de reserva de carbohidratos, gruesa y abarca gran parte del diente. El eje de brotación con el primordio foliar están contenidos en la hoja de almacenaje. El primordio foliar más viejo es la hoja de brotación que encierra las hojas del follaje. Estas hojas del follaje se desarrollan cuando las condiciones ambientales son adecuadas (Rabinovitch y Brewster, 1990; Krarup y Moreira, 1998).

### **e. Inflorescencia**

Se forma cuando, corresponde a una umbela protegida por una hoja modificada como bráctea o espátula y sustentada por un escapo o tallo, de sección redonda sólido, de 1m de largo, resultante de la elongación del entrenudo entre la última hoja y la espátula. La umbela está compuesta de numerosas flores pequeñas de color lavanda a blanco-verdoso, que abortan en su mayoría sin llegar a formar semillas.

En zonas meristemáticas de la umbela se generan bulbillos muy pequeños, que eventualmente podrían usarse para reproducir la planta (Krarup y Moreira, 1998).

### **2.1.6. FENOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LA PLANTA**

La cabeza de ajo está formada por dientes que, una vez plantados en condiciones adecuadas, darán lugar a nuevas plantas.

Un diente de ajo está constituido por un resto de tallo, una hoja protectora que lo envuelve y una hoja transformada en almacén de reservas nutritivas, en cuyo interior, en la base del diente donde se encuentra el resto de tallo, se halla la yema terminal que dará lugar a la nueva planta.

#### **a. Dormancia**

Cuando se cosecha el ajo, esta yema terminal reducida a un pequeño abultamiento de menos de un milímetro de diámetro, se aletarga. Los dientes entran en un estado de dormancia durante un periodo de tiempo variable en función de la variedad o Ecotipo y de las condiciones en que se conservan estos dientes.

## **b. Brotación**

Pasados unos meses (entre 3 y 5 según tipo de ajo y condiciones de conservación de la semilla), en el diente, incluso sin plantar, se inicia la actividad de la yema terminal, alargándose en dirección a la punta, al ápice del diente.

La primera hoja que emerge es una protección de las hojitas que darán lugar a la nueva planta y las acompaña hasta romper la costra del terreno, quedando como una funda, sin desplegar el limbo.

Durante este tiempo la plantita toma el alimento que precisa de las sustancias nutritivas del propio diente y comienza a emitir las raicillas.

La plantación debe realizarse cuando el brote alcanza un 50% de la longitud del diente, en todo caso, siempre antes de que el brote asome por el ápice del diente.

## **c. Crecimiento y Desarrollo vegetativo**

Después de la brotación se van desarrollando las raíces y las hojas de la planta que servirán para transformar las extracciones nutritivas del suelo en tejidos vegetales. Este periodo termina cuando comienza la formación del bulbo. El crecimiento vegetativo se desarrolla en un espacio de tiempo variable, alrededor de 100 a 150 días según las condiciones de conservación de la semilla y las técnicas de cultivo que se apliquen, característico para cada variedad o Ecotipo y muy directamente influido por las condiciones de fotoperiodo, temperatura y humedad.

## **d. Bulbificación**

Es la fase del desarrollo de la planta en que se forma el bulbo. El comienzo de la bulbificación se produce cuando se alcanzan unas condiciones determinadas de temperatura, humedad y fotoperiodo, aplicando técnicas de cultivo convencionales, definidas para cada variedad y Ecotipo en un área geográfica determinada. Puede



modificarse sometiendo la semilla a condiciones especiales de temperatura o fotoperiodo.

#### **e. Floración**

En condiciones normales de cultivo, las variedades y ecotipos morados (o rojos), chino, gigantes y otros producen tallo floral y flores, generalmente estériles. Las variedades y Ecotipos blancos y rosas no desarrollan tallo floral, en condiciones normales de cultivo.

#### **f. Maduración**

En condiciones normales de cultivo, las plantas, a los 25-30 días de la floración llegan a formar la cabeza, quedando los dientes bien marcados y las hojas de la mitad inferior de las plantas marchitas, adquiriendo el pseudotallo una consistencia flácida. En este momento se llega a la maduración de la cabeza de ajo, que se podrá sacar unos días después.

### **2.1.7. CONDICIONES GENERALES DEL CULTIVO**

#### **2.1.7.1. Requerimientos climáticos**

##### **a. Temperatura**

La planta de ajo para diferenciar las yemas axilares en dientes y formar el bulbo necesita soportar una cierta cantidad de horas frío, bien sea en el terreno aplicado con otras técnicas. En general se considera que el intervalo entre 5 y 10 °C es óptimo para generar plantas capaces de desarrollar bulbos. El periodo de tiempo necesario para que el proceso tenga éxito depende fundamentalmente de la variedad y puede durar entre uno o varios meses.

En el caso de siembras primaverales en las que la plantación no ha recibido las horas de frío necesarias de forma completa, la planta del ajo puede generar una

estructura bulbosa en la que no existe diferenciación en dientes denominados “aja” o “soboles”, estos bulbos imperfectos con un solo diente tiene una gran similitud con los bulbos de la cebolla, tunicados a base de capas concéntricas (García C.R. citado por Vilca 1999).

La planta de ajo una vez germinada, resiste al frío, temperaturas inferiores a -10 °C no afectan decisivamente al cultivo. Los síntomas de heladas repetidas se manifiestan en un decaimiento y amarillamiento general, que se recuperan una vez que se normalizan las temperaturas.

Para la brotación requiere una temperatura mínima de 5 °C y máxima de 30 °C, siendo la temperatura óptima entre 20-22 °C. Durante el desarrollo vegetativo requiere una temperatura mínima de 5 °C, máxima 35 °C y un óptimo de 20 °C (García C.R 1990).

En general se considera que el intervalo entre 5 y 10 °C es el óptimo para generar plantas capaces de desarrollar bulbo (García 1990).

El ajo requiere para su desarrollo días húmedos y algo fríos en las primeras etapas de desarrollo, pero temperaturas más altas y días largos para la formación y maduración de bulbo (Salas 1974). Poco y mucho frío, respectivamente, en la fase inicial, calor y días largos en la fase final del ciclo, son condiciones ideales para el cultivo de ajo (Regina 1976, citado por Vanni y Ferreira y Nina K. García 1996).

La formación de bulbos depende principalmente de la interacción fotoperiodo, temperatura y cultivar; cada cultivar posee exigencias distintas en cuanto a fotoperiodo (Jones y Mann, 1963). No se forma bulbos cuando la duración del día solar es menor de 10 a 11 horas (Gorini 1977, citado por Nina K. García, 1996).

Evidencias experimentales muestran que cuanto mayor es la cuota de frío recibida, menor es el requerimiento fotoperiodo y la bulbificación se induce con días de umbral más corto, Según, (Vince, 1975).

## **b. Altitud**

El ajo se encuentra distribuido desde los 100 hasta los 3700 m.s.n.m., mostrando gran adaptación. Sin embargo, los valles de altura serranos o pre-cordilleras (entre 1000 y 1800 m.s.n.m.) pueden brindar excelentes condiciones de aislamiento sanitario para la producción de semilla, debido a la dificultad de los afidos vectores que se encuentran para su difusión; mientras que en el caso de ajo para consumo, la altitud es menos relevante (Burdba, 1989, citado por Leily J. Cortez y Magda M. Millones, 2006).

## **c. Precipitación**

Para optimizar la producción, en un regadío, nunca hay que hacer pasar sed al cultivo del ajo antes que la planta manifieste los primeros síntomas de madurez. La planta de ajo se desarrolla mejor en suelos con un contenido en agua cercano a su capacidad de campo, en los primeros 40cm (García C.R. 1990).

Considerando que los requerimientos del cultivo son del orden de los 500 a 600 mm durante el ciclo, en aquellas regiones donde las precipitaciones están bien distribuidas, el cultivo puede conducirse en secano. No existe un periodo crítico en los requerimientos hídricos de esta especie, por lo tanto, la distribución deberá ser uniforme durante todo el ciclo, con mayor consumo desde bulbificación a senescencia. Localidades con más de 90 mm durante el ciclo se ven dificultado el manejo del cultivo, particularmente por problemas sanitarios (enfermedades fungosas) mientras que aquellas con menos de 500 mm durante el ciclo requiere de riego complementario (Burda. citado por Leily J. Cortez y Magda M. Millones, 2006).

Los riegos deben de ser ligeros y frecuentes ya que las zonas de las raíces no pasan de los 20 cm de profundidad regándose generalmente cada 8 días. Cuando el

ajo ha alcanzado su madurez comercial, se deja de regar a fin de que seque bien las hojas y comenzar la cosecha (Ibañez. 1972, citado por Leily J. Cortez y Magda M. Millones, 2006).

#### **d. Humedad relativa**

La aparición de enfermedades como “Alternariosis” (*Alternaria porri*) o “Roya” (*Puccinia allii*) se acentúa cuando la humedad relativa ambiental supera el 70%, por lo que sería el límite óptimo respecto a este factor.

Una humedad relativa por debajo del 60% y la ausencia de precipitaciones, favorecen las proliferaciones de *Trips* y pulgones vectores de virus durante el cultivo. Las altas temperaturas, la baja humedad relativa y la ausencia de lluvias durante la cosecha, garantizan un “curado” satisfactorio para el periodo de acondicionamiento y almacenaje (Burda. 1989, citado por Leily J. Cortez y Magda M. Millones, 2006).

### **2.1.7.2. Requerimientos edáficos**

#### **a. Suelo**

La planta del ajo se adapta a multitud de tipos de suelo siempre y cuando estén bien drenados. Terrenos ligeros y bien drenados, con un pH entre 6 y 7 son los óptimos para su cultivo. Prefiere los suelos ricos en materia orgánica siempre que esté muy descompuesta (García. 1990).

La planta del ajo además de desarrollarse mejor en suelos ligeros estos no debe poseer un excesivo contenido de calizas, además menciona que es una planta resistente a la acidez (Knott. 1962, citado por Moroto. 1989 y citado por Nina K. García, 1996).

Suelos con pH menores que 5.5 no permiten el buen desenvolvimiento del cultivo del ajo pues elementos fitotóxicos como el aluminio y/o el manganeso, provocan atrofia

de raíces pudiendo provocar la muerte de la planta. El pH óptimo se sitúa entre los 6.0 a 6.5 pues habría mayor disponibilidad de nutrientes del suelo (Biasi y Vizzotto. 1983, citado por Nina K. García, 1996).

El cultivo manifiesta gran capacidad de adaptación a los diferentes suelos con aptitud agrícola. Si bien el óptimo crecimiento se observa en suelos de textura media (franco arenoso – franco arcilloso) se adapta también a suelos más pesados o más livianos, si estos poseen buen drenaje y buena provisión de materia orgánica, según, (Vergnaniud. 1972, citado por Leily J. Cortez y Magda M. Millones, 2006).

## **b. Salinidad**

La absorción de agua de suelo por las raíces de las plantas exige a estas un esfuerzo mayor cuanto más alto sea la salinidad de la solución del suelo. Cuanto mayor es la concentración salina del agua del suelo, mayor es la presión osmótica que las plantas han de superar y puede llegar un momento en que la absorción de agua se detiene (Pizarro.1996).

A partir de datos reales, han encontrado que entre la salinidad del suelo y la producción de los cultivos existe una relación lineal, que se puede expresar por formula siguiente:

$$P = 100 - b (CE_e - a)$$

Dónde:

P = Producción del cultivo.

$CE_e$  = Conductividad eléctrica del suelo en el extracto de saturación (ds/cm)

a y b = Constante para cada cultivo.

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>Valores de <math>CE_e</math> para un P (%) de Ajo</b>				
Ajo	1.2	16.13	100	90	75	50	0
			1.2	1.8	2.8	4.3	7.5

### **c. Época de siembra**

Se recomienda realizar la siembra en costa en otoño, invierno (abril – julio) y en sierra cuando se inicia las lluvias octubre – diciembre (INIA, Donoso- Huaral, 2013).

Sin embargo, Chiñama presenta condiciones climatológicas peculiares, recomendando sembrar a inicio de mayo para Ecotipos precoces y semiprecoces.

#### **2.1.7.3. Sistemas de siembra**

Se recomienda la siembra en monocultivo. Se realiza a doble hilera con distanciamiento de 50 a 60 cm, entre surcos y mínimo de 8 a 12 cm, entre plantas (333,333 plantas/ha) lo que representa una cantidad de semilla de 800 a 1 200 kg de dientes/ha, de acuerdo al tamaño de diente (INIA, Donoso-Huaral, 2013).

#### **2.1.7.4. Fertilización**

La fertilización debe basarse en el análisis de suelo, y una dosis referencial es de 250–100–200 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O (costa central). Se recomienda fraccionar el nitrógeno en 3 partes: siembra, 30 y 60 días (INIA, Donoso-Huaral, 2013). Para la producción orgánica la incorporar materia orgánica descompuesta es vital.

#### **2.1.7.5. Riego**

Regar después de la siembra, a la fase de desarrollo vegetativo y durante el inicio de bulbificación. Cuando el ajo ha alcanzado su madurez comercial, se deja de regar a fin de que sequen bien las hojas y catafilas envolventes del bulbo (INIA, Donoso-Huaral, 2013).

#### **2.1.7.6. Problema Fitosanitario**

##### **2.1.7.6.1. Plagas**

a. Trips: *Thrips tabaci*

En los años de baja pluviosidad, las infestaciones se toman más serias y cuando no son controladas adecuadamente, pueden causar el 50% de pérdidas de la producción, según, (Menezes, 1985, citado por Leily J. Cortez y Magda M. Millones, 2006).

Es un insecto que se ubica en brote, originando un moteado pequeño más claro en las hojas y las puntas de las mismas que se secan. En ataques fuertes pueden causar retardos en el desarrollo y aun la muerte de la planta. Según, (Ibañez, 1972, citado por Leily J. Cortez y Magda M. Millones, 2006).

## **b. Nematodos**

Mencionó que este tipo de nematodo posee una gama de hospederos, además tiene una gran capacidad de adaptación a diferentes medios, es polífago y sobre vive en suelo seco, hojas escamas de cebolla y ajo.

Además, Castro *et al.*, citado por García (1996) mencionaron que las pérdidas en producción varían de 10% a 100%; refiere que la planta atacada por nematodos, tienen un crecimiento reducido habiendo un aumento de diámetro del pseudo – acaule, debido a la hipertrofia de los tejidos. Los bulbos se tornan esponjosos y poco consistentes, la planta es fácilmente arrancada, siendo que casi la totalidad de las raíces permanecen en el suelo. Según, (García, 1996).

Un pequeño porcentaje ha sido demostrado ser plagas dañinas y una de las especies, la “Anguílula” de los pseudo-tallos y de los bulbos *Ditylinchus dipsaci*, es una de las mayores plagas. Así, los daños causados es básicamente el desuniforme crecimiento radicular, el potencial para captación del agua y nutrientes; esto predispone a las plantas el estrés hídrico o de nutrientes y el crecimiento atrofiado. Según, (Brewster, 1994, citado por Leily J. Cortez y Magda M. Millones, 2006).

#### 2.1.7.6.2. Enfermedades

##### a. Mildiu: *Phytophthora infestans*

El mildiu (*Phytophthora infestans*) se ve favorecido por temperaturas entre 11 °C y 30 °C, acompañadas de humedad ambiental elevada. Los daños, manchas en hojas, tallos y frutos (en el caso de plantas cultivadas para la obtención de frutos, como ajo, tomate, pimiento, etc.). Estas son de color pardo oscuro (necróticas) de formas irregulares, pero por lo general redondeadas. Aparecen en el envés de la hoja. Si las condiciones ambientales le son favorables (humedad-temperatura), su desarrollo es vertiginoso, acabando en numerosas ocasiones con la planta. Su control, emplear fungicidas como medida preventiva o bien al comienzo de los primeros síntomas de la enfermedad.

La frecuencia de los tratamientos debe ser en condiciones normales de 12-15 días. Si durante el intervalo que va de tratamiento lloviese, debe aplicarse otra pulverización inmediatamente después de la lluvia; productos a emplear propineb 70% + oxiclورو de cobre 37.5% PM, a 300-400 g/Hl., metil-tiofanato 18%+captan 50% PM, a 200-250 g/Hl (Infoagro, 2000, citado por Ruben J. Barrera, 2004).

##### b. Roya: *Puccinia allí* y *P. porri*

La roya (*Puccinia allí* y *P. porri*) ataca al ajo, cebollino, etc. El más sensible de todos es el ajo por tanto en la mayoría de las ocasiones suele ser grave cuando se repite mucho el cultivo. Los daños frecuentes con manchas pardas – rojizas, que después toman coloración violácea. Las hojas se secan prematuramente como consecuencia del ataque. Su control, emplear ziram 90% PM, a 200 – 300 g/Hl. Triadimedfon 2% + propineb 70% PM, a 200 g/Hl., metil-tifanato 70% PM, a 50 – 100 g/Hl (Infoagro, 2000, citado por Ruben J. Barrera, 2004).

##### c. Botritis: *Botrytis cinérea*



Daño que provoca el ablandamiento de tejidos a nivel del cuello de las plantas, donde luego se desarrolla un abundante micelio con conidias grisáceas y esclerocios de color negro. El control preventivo puede realizarse con el uso de iprodione o vinclozolin, en aplicaciones dirigidas al cuello de las plantas (INIA- Donoso, 2013).

La Botrytis o moho gris (*Botrytis cinérea*) ataca al ajo, tomate, y al pimiento. Normalmente vive en sobre órganos secos y la infección puede producirse por una poda. Su ataque se da al fruto en la zona peduncular, tallo, y hojas. Los métodos de control son ventilación en invernadero, separación al máximo de los riegos con el fin de disminuir la humedad ambiental, y el c. químico con clorotalonil + manebo oxido cuproso al 0.25-0.30%, procymidone a 20-30 Kg.Ha<sup>-1</sup>, y tebuconazole a 2 litros.Ha<sup>-1</sup> (Infoagro, 2000, citado por Ruben J. Barrera, 2004).

**d. Podredumbre blanca: *Sclerotium cepivorum Berk***

Se presenta en climas fríos y suelos con pH ácido. En ataques tempranos causa la muerte de la planta y en ataques tardíos el manchado del bulbo y pudrición semiacuosa y pelusillas blanco algodonosa en las raíces y el bulbo. También se puede observar “esclerotes” que son diseminados con la tierra adherida a los bulbos o a los dientes, así como también con el agua de riego, herramientas, maquinaria, etc. Para el control usar semilla de calidad garantizada (libre de enfermedades); se recomienda riegos frecuentes, el uso de fungicidas a nivel de cuello de la planta. Se puede aplicar productos como los benzimidazoles, hidróxido de cobre, vinclozolin, tebuconazoles, etc, Según, (INIA- Donoso, 2013).

Los primeros síntomas se manifiestan en la parte aérea. La planta infectada presenta un pequeño envolvimiento de coloración amarillenta, esto se observa a partir de las puntas, comenzando por las más externas. La diseminación se da a través de bulbos contaminados, el agua e implementos (García, C.R, 1996, citado por Ruben J. Barrera, 2004).

La temperatura óptima para el desarrollo del hongo (***Sclerotium Berk.***) varía entre 10 a 20 °C, a temperatura constante del suelo, la enfermedad se desarrolla con más rapidez entre 10 a 22 °C (Bustamante, 1974, citado por Ruben J. Barrera, 2004). Así Bustamante (1974) encontró fuertes ataques detectados a pH 5.9 a 6.3 Además, Messiaen *et al.*, citado por Bustamante (1974) demostraron que el pH no tiene relación con el mayor o menor incremento de la infestación, debido a que el hongo puede ser cultivado in vitro, entre 2.2 a 8.2 de pH.

#### **2.1.7.6.3. Virosis**

Los bulbos de plantas infectadas de la cebolla, son pequeñas, de una menor dormancia que los bulbos sanos y las pérdidas de rendimiento, arriba de 60%; la infección de las semillas de los cultivos se reduce grandemente (**Brewster**, 1994, citado por Ruben J. Barrera, 2004).

La existencia del virus (*Onion yellow Dwarf Virus, OYDV*), el cual pertenece al grupo de Potyvirus; esta enfermedad se caracteriza por presentar enanismo y por la presencia de estrías amarillas en las hojas más una flacidez foliar generalizada. Se transmite por áfidos en forma no persistente y persistente en bulbos de cebolla y ajos infectados; el control respectivo será usar bulbos y/o cabezas de ajo libres de virus (Latorre, 1988, citado por Ruben J. Barrera, 2004).

#### **2.1.7.7. Cosecha**

Se indica que el punto de cosecha para el consumo generalmente se determina por variaciones de color de las hojas y el falso tallo, existen varios criterios como el de tomar las 2/3 partes de la planta amarillenta, la presencia de solo 2 o 3 el borde hojas nuevas verdes o la flexión de la planta sobre el borde, esta última se usa para variedades que no presentan tallo floral. En las operaciones de cosecha están el arrancado que consiste en cortar debajo de los bulbos, esto es de forma mecánica o manual, seguidamente se hace el curado (Sotelo, 1997, citado por Ruben J. Barrera, 2004).

Mientras Medina citado por Bardales (1993) mencionó que esta labor cultural se realiza cuando los bulbos están fisiológicamente maduros, se reconoce al cambio de color de hojas y cuando más del 50% de las plantas doblan sus hojas. Para Brewster (1994) es recomendable que los riegos cesen cuando los pseudo-tallos ablandados y el follaje “caiga”, el cual sucede aproximadamente 3 semanas antes de la cosecha (Sotelo, 1997, citado por Ruben J. Barrera, 2004).

El porcentaje de sólidos solubles, es un indicador para determinar el monto óptimo de cosecha. Aljaro citado por García (1996) mencionó que el nivel de sólidos solubles en el ajo, va incrementándose a medida que el cultivo madura (20 a 22° Brix); dichos niveles se alcanzan antes de producirse un secamiento total del follaje. El bulbo está apto para ser cosechado, cuando la lectura refractométrica es 17° Brix (Sotelo, 1997, citado por Ruben J. Barrera, 2004).

#### **2.1.7.8. Curado**

El proceso del curado, es someter a los bulbos a temperaturas elevadas y baja humedad relativa para provocar la deshidratación de hojas envolventes; seguidamente se cortan las hojas de 1 a 3 cm por encima del cuello del bulbo y raíces. Con esto, Ibañez (1972) citado por Vilca (1999) indicó que mejora la conservación de los bulbos e impide la entrada de microorganismos al hacer el corte de la parte aérea de la planta, favorece además la cicatrización natural. El curado puede variar de una a dos semanas, la planta se marchita por completo sin perder su flexibilidad debido a la protección cerosa característica de sus hojas que tardan la deshidratación (FAO. 1992).

#### **2.1.7.9. Almacenamiento**

Según Werner citado por Sotelo (1997) indicó que el almacenamiento de ajo para consumo podrá hacerse entre 0°C y 2°C, con 65% - 70% de humedad relativa durante 6-7 meses, o encima de 24 °C. Una vez almacenado, se condiciona en su envase, este deberá ser preferentemente rígido, bien ventilado y de 10 a 20 Kilos netos.

García (1990) indicó que otro sistema para la prolongación de la latencia es la irradiación con rayos gamma y la utilización de la hidracida maleica mejora la conservación del bulbo. Sin embargo estas prácticas no son, en absoluto, recomendables hasta que se ensayen suficientemente.

## **2.2. EL RIEGO**

Riego puede ser definido como las disposiciones, medidas y actividades de un carácter provisional o permanente, con la intención de proveer agua a una superficie, en algunos casos junto con otras materias para el suelo como los fertilizantes, con el propósito de mantener y asegurar el crecimiento de los cultivos (Traducido de Nugteren, 1970; citado por Eggink y Hubels, 1984).

En esta definición se habla de riego como una actividad, normalmente el riego se hace con más de un usuario y de una fuente de agua. Si los usuarios comparten el agua disponible, ellos forman un “sistema de riego”. Aspectos humanos y físicos actúan juntos, continuamente dentro de un sistema de riego, entonces el riego es un proceso social y técnico.

Se ha definido el riego como una actividad a menudo ejecutada en un sistema. Por la característica del riego, que tiene implicaciones tanto técnicas como de organización social, se puede describir este como un sistema socio.-técnico. En este modo de ver, se pone el componente en la misma altura de importancia que el componente social. Los dos juntos tienen que ser considerados para evaluar un sistema de riego con todos sus componentes e implicaciones. En terminología general se puede indicar dos tipos de riego:

- Riego por gravedad.- es aquel donde el agua fluye por canales abiertos y alimenta a los cultivos corriendo sobre el suelo. Este tipo de sistema es utilizado desde hace siglos.
- Riego presurizado.- a partir de la revolución industrial, materiales nuevos han dado la oportunidad para desarrollar este sistema.

En riego en el Perú según, CENAGRO 2012. La superficie bajo riego y con cultivos agrícolas asciende a 1 808 302 hectáreas y representa el 70,1% de la superficie agrícola de riego (2 579 900 Has); mientras que, el 29,9% de la superficie, es decir 771 598 hectáreas, se encuentran en barbecho y sin trabajar.

**TABLA 2.** Superficie agrícola bajo riego por tipo, según región natural (Ha)

Región Natural	Total	%	Gravedad	Aspersión	Goteo	Exudación
<b>Total</b>	<b>1 808 302</b>	<b>100,0</b>	<b>1 590 546</b>	<b>86 873</b>	<b>127 200</b>	<b>3 683</b>
Costa	939 293	51,9	797 664	15 675	123 536	2 418
Sierra	771 246	42,7	705 594	62 253	2 716	683
Selva	97 764	5,4	87 288	8 946	948	582

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.

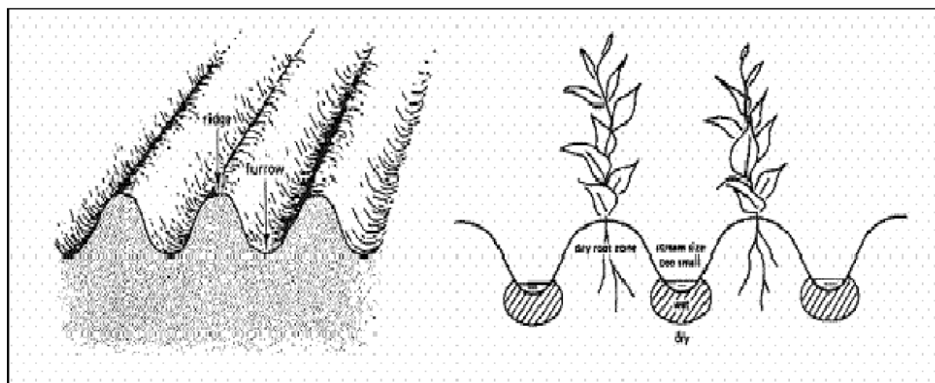
### 2.2.1 SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD-SURCO

El riego por surco es una práctica muy antigua en la agricultura peruana. En el último censo nacional agrario CENAGRO 2012 refiere que, del total de la superficie agrícola bajo riego (1 808 302 Has), el 88% (1 millón 590 mil hectáreas) del área irrigada en el Perú se emplea el riego por gravedad o surco.

El riego por surcos es definido como un conducto o canal abierto que se traza con determinada pendiente y profundidad, que sirve para distribuir el agua a los campos de cultivo, favoreciendo la infiltración del agua aplicada, necesaria para las raíces de los cultivos que se siembran en línea (Mejía, 1975 citado por Madrid, 1986).

El riego por surco es el habitual de los cultivos en línea, en el surco el agua discurre por su parte inferior y las plantas generalmente ocupan los lomos del mismo, como se muestra el Gráfico siguiente.

**GRÁFICO 2.** Surco para riego por Gravedad en cultivo agrícola.



El número de surcos que se riegan simultáneamente puede ser ajustado al caudal disponible. El coste de inversión es muy bajo y la construcción del surco puede realizarla el propio agricultor. Esta modalidad de riego por superficie tiene limitaciones en cuanto al riesgo de erosión, alta escorrentía al final del surco y alta infiltración en suelos arenosos.

### 2.2.2 SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO

La literatura se refiere a los sistemas presurizados cuando el riego es aplicado por un sistema cerrado con una presión más alta que la presión atmosférica. Los tipos de sistemas más comunes son el riego por aspersión y el riego por goteo.

- El riego por goteo funciona con gotas que salen de los tubos cerca de las plantas. Generalmente, en un sistema de riego por goteo el agua sale de los tubos con un caudal muy bajo resultando en un requerimiento de baja presión. Habitualmente, el agua llega a las plantas diariamente.
- En el riego por aspersión el agua es aplicada a las plantas en forma de lluvia. Para lanzar las gotas fuera de un aspersor se necesita una presión considerable, esta presión puede ser alimentada con la ayuda de bombas o con la gravedad.

Según el CENAGRO 2012. Refiere que el 7.0 % de superficie bajo riego se realiza mediante riego por goteo (127 200 ha) y solo 4.8 % con sistema de riego por

aspersión (86 873 ha) y el 0.2 % utilizando riego por exudación (3 683 ha). Con una superficie regada con sistema de riego por aspersión en la sierra 62 253 ha, costa 15 675 ha y la selva 8 946 ha.

#### **2.2.2.1. Riego por aspersión**

Se denomina riego por aspersión al método que consiste en aplicar agua a la superficie del terreno, rociándola a la manera de lluvia ordinaria. La aspersión, como procedimiento de riego, se inició en 1900. Los primeros sistemas de aspersores empleados en agricultura fueron solamente una primera evolución de los utilizados para regar el césped de ciudad. Con anterioridad a 1920, la aspersión estaba limitada a las hortalizas, los viveros y los huertos de frutales (Israelsen y Hansen, 1985).

Según (Tarjuelo, 1999 citado por Herbozo A. 2012) este método implica una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo de que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae. Para ello es necesaria una red de distribución que permita que el agua de riego llegue con presión suficiente a los elementos encargados de aplicar el agua (Aspersores o difusores).

El sistema está compuesto por:

- Un equipo de elevación encargado de proporcionar agua a presión. En algunas zonas no resulta necesario este equipo ya que se dispone de presión natural.
- Una red de tuberías principales que llevan el agua hasta los hidrantes, que son las tomas de agua en la parcela.
- Una red de ramales de riego que conducen el agua hasta los emisores instalados en la parcela que se pretende regar. En el caso de tratarse de una maquina automotriz, esta red se sustituye por un ramal móvil que recorre la parcela.
- Dispositivos de aspersión o emisores, que son los elementos encargados de aplicar el agua en forma de lluvia. Estos dispositivos pueden ser tuberías perforadas, difusores fijos, toberas, boquillas o aspersores, entre otros.

### **2.2.2.1.1 Riego por aspersión en laderas**

Según M. Anten y H. Willet (2000), el aprovechamiento de la ladera para lograr la presurización por desniveles topográficos, es el factor clave que permite diseñar en zonas montañosas sistema de riego por aspersión a un costo bajo. Se utiliza la altura de las fuentes naturales de agua y tuberías para obtener la presión necesaria para los aspersores.

Tomando los conceptos de M. Anten y Willet (2000), se puede decir que el riego por aspersión en laderas es un sistema en el que el agua se aplica en forma de lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela, con el objetivo que se infiltre en el mismo punto donde cae, aprovechando la ladera para lograr la presurización por desniveles topográficos que permite diseñar en zonas montañosas sistemas de riego por aspersión a un costo bajo.

Según M. Anten y H. Willet (2000), el sistema tiene tres componentes: la infraestructura, la organización para su operación y mantenimiento, y el sistema de producción agropecuario bajo riego.

El sistema de riego por aspersión en laderas, según experiencia en el manejo y gestión de recursos hídricos en Chiñama 2014, está compuesto por:

- Cuenca hidrográfica.- Es la parte más importante del sistema y está formado por el área aguas arriba del punto de captación del agua, naciente de ojos de agua, manantiales o también ciénagas. Su función es recibir el agua de lluvia y concentrarla en el cauce del río o de la quebrada que alimenta el sistema de riego.
- Estructura de captación (bocatoma y desarenador).- comprende a la bocatoma y al desarenador. La bocatoma es la estructura que deriva el agua de la quebrada hacia el sistema de riego y el desarenador es la estructura hidráulica que permite la limpieza de sedimentos, principalmente de gravas y arenas finas u otras partículas.
- Infraestructura de presa y/o pilca.- es la infraestructura que tiene como función el almacenamiento de agua en estructuras revestidas con cemento, tarlapado con



rocas o comúnmente con geomembrana de polietileno o PVC, que se encuentra continuo al desarenador y es conducido el agua a través de tuberías o canal.

➤ Red de conducción principal.- es el sistema de tuberías o canal que llevan el agua desde la presa incrementando la presión, hasta el lindero de los predios a regar, dejándose instalados llaves para regular el riego en cada parcela o predio a regar. En este sistema es necesario la instalación de válvulas de paso o control, válvulas de aire (ventosas), filtro de anillos, cámaras de rompe presión y válvulas de purga.

➤ Línea de distribución predial.- es el sistema de conducción que permite llevar el agua hasta el terreno o parcela a regar los cultivos, siguiendo un lineamiento recto trazados con cordel para un trabajo eficiente.

➤ Sistema de aplicación de riego.- comprende los hidrantes y el equipo de riego o ala de riego. El hidrante es el punto de toma de agua en el lote. El equipo de riego o el ala de riego permite aplicar el agua en el lote de forma uniforme en el riego del cultivo.

#### **2.2.2.1.2 Tipos de riego por aspersión en laderas**

En general se pueden dividir los sistemas de riego por aspersión en dos categorías:

- Sistemas fijos
- Sistemas con movimiento continuo

En los sistemas fijos, los aspersores se quedan en un lugar durante la aplicación del riego y en los sistemas de movimiento continuo los aspersores se desplazan durante el turno de riego en un círculo o en una línea recta.

Dentro de esta categoría de los sistemas fijos están incluidos también los sistemas con movimiento, como los sistemas de cambio a mano, líneas con ruedas y aspersores alimentados por mangueras del tipo cañón.

### **2.2.2.1.3 Adaptabilidad del sistema**

Según Tarjuelo (1999), puesto que la dosis de riego únicamente está en función del tiempo de cada postura, puede adaptarse tanto a dosis grandes como a dosis pequeña. Al poder modificar fácilmente la pluviosidad, es capaz de adaptarse a terrenos muy permeables (más de 30 mm/h) o muy impermeables, e incluso a terrenos con características heterogéneas. No necesita nivelaciones, adaptándose a topografía onduladas. Esto permite conservar la fertilidad natural del suelo. En el interior de las parcelas no necesita ningún tipo de sistematización, lo que permite una buena mecanización. Únicamente en caso de sistemas con tuberías en superficie durante la campaña de riegos dificulta esa mecanización.

Se adapta a la rotación de cultivos y a los riegos de socorro. En el primer caso con la condición que el dimensionamiento se realice para el cultivo más exigente, ya que la cantidad de agua a aplicar sólo es función del tiempo por postura una vez dimensionada la instalación. Dada la eventualidad de los riegos de socorro, los sistemas que mejor se adaptan serán los móviles o semifijos (sobre todo aquellos con gran radio de acción, como los cañones de riego). Puede conseguirse altos grados de automatización, con el consiguiente ahorro de mano de obra, a costa normalmente de una mayor inversión.

### **2.2.2.1.4 Ventajas y desventajas del sistema**

#### **a) Ventajas**

- Se consigue una alta uniformidad en la aplicación del agua, sin pérdidas por percolación profunda, alcanzándose altas eficiencias de riego.
- Se puede regar apropiada y fácilmente en suelos de texturas variables y topografías irregulares, sin causar efectos negativos.
- Se elimina el peligro de erosión y escurrimiento, en terrenos de laderas
- Se disminuye el costo de mano de obra en la aplicación del riego.

- Fácil operación y por tanto, rápida capacitación de los operadores, consiguiendo que sean capaces de operar el equipo en forma correcta.
- Evita la construcción de acequias y canales aumentando la superficie útil, a la vez que es más cómodo y de más fácil manejo que el riego por superficie.
- Es posible aplicar fertilizantes solubles a través del riego, regulando la penetración en el momento oportuno.
- Influye sobre el microclima. Se puede utilizar para proteger cultivos contra las heladas y contra las temperaturas excesivas que pueden reducir la cantidad y calidad de la cosecha.
- Es un sistema de riego de mayor eficiencia que mejor se adaptan a terrenos altos andinos por ser de fácil operación y menor costo a comparación de otros sistemas de riego.

## **b) Desventajas**

- Los principales problemas suelen ser de carácter económico, por las altas inversiones iniciales y los elevados costos de mantenimiento (Tarjuelo, 1999).
- En caso que se use el desnivel de laderas para la presurización del sistema, existe la ausencia de presión en terrenos que estén cerca a la fuente de agua.
- Mala uniformidad en el reparto de agua por acción de fuertes vientos. El riego bajo condiciones de vientos fuertes provoca una mala distribución del agua y el arrastre de las gotas hacia el exterior del terreno regado, consiguiendo un riego no uniforme.
- Puede originar problemas de sanidad en la parte aérea del cultivo cuando se utilicen aguas salinas y residuales para regar ya que al evaporarse aumenta la concentración de sales o impurezas en la misma.
- En regiones con vientos calientes no se pueden regar suelos con velocidades de infiltración muy bajas.
- Los suelos de baja velocidad de infiltración, menos de 3,8 mm/h, no son recomendables para riego por aspersión.
- Las líneas principales y laterales no enterradas puede dificultar las operaciones agrícolas.

- Derroche de agua en los bordes, en especial en terrenos pequeños e irregulares.

### 2.2.2.1.5 Uniformidad y eficiencia del riego por aspersión

#### a. Coeficiente de uniformidad

La uniformidad es un factor que se asocia a la calidad del riego y relaciona la variabilidad de descarga de los emisores, es decir, la lámina de riego en toda el área. Es una magnitud que caracteriza a todo sistema de riego y que interviene en su diseño, tanto en el agronómico pues afecta al cálculo de las necesidades totales del agua, como en el hidráulico, pues en función de ellas se definen los límites entre los que se permite que varíen los caudales de los emisores.

El coeficiente de uniformidad de Christiansen es la más difundida y usada en el ámbito mundial y se expresa como:

$$CU = 100X(1 - \sum (Xi - X)/(Xn))$$

Dónde:

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen

$X_i$  = Lámina de agua captada por cada pluviómetro (mm)

$X$  = Lámina de agua promedio captado por los pluviómetros (mm)

$n$  = Número de recipientes

Cuanto mayor es el valor del coeficiente de uniformidad ( $CU$ ) más cara es la instalación de riego, ya que, para que haya menos dispersión de caudales, el régimen de presiones debe ser más uniforme, lo que exige mayores diámetros en las tuberías, laterales más cortos, mayor inversión en reguladores de presión, etc.

Los factores que intervienen en el  $CU$  son:

- Constructivos. Los procesos de fabricación hacen que los emisores de un mismo modelo no sean exactamente iguales entre sí, proporcionando caudales diferentes incluso para la misma presión de trabajo.

- Hidráulicos. Los distintos emisores de una instalación están sometidos a presiones diferentes, debido a las pérdidas de carga y a los desniveles.
- Envejecimiento y obturaciones.
- Diferencias de temperatura.

## **b. Eficiencia de riego**

Según Gurovich (1985), la eficiencia de riego viene hacer la relación entre el volumen de agua consumida (evapotranspirado por el cultivo) y el volumen de agua aplicado; sin embargo, García (2011), define a la eficiencia de riego como la relación que expresa las pérdidas que ocurren desde la fuente de agua hasta las plantas y tienen cuatro componentes: Eficiencia de aplicación que es la relación del volumen de agua almacenado en la profundidad radicular y el volumen de agua derivado a la parcela, eficiencia de uso consuntivo que es la relación de agua evapotranspirado por el cultivo y el volumen de agua almacenado en la profundidad radicular, eficiencia de almacenaje que es la relación del volumen de agua almacenado en la profundidad radicular y el volumen de agua necesario antes del riego, y eficiencia de distribución que está dado según sea el tipo de riego.

El método de riego mediante el cual se realiza esta operación es de gran importancia para la obtención de una eficiencia adecuada del riego.

La eficiencia de riego depende de dos factores fundamentales: El manejo de agua durante el riego y las características hídricas del suelo que se está regando.

En el manejo del agua durante el riego se distinguen varios aspectos que interactúan e inciden determinantemente en la eficiencia de riego.

- El diseño del sistema de riego (dimensionamiento y orientación del campo regado, pendiente, infraestructura de abastecimiento de agua, control de caudales, recepción de derrames, etc.).

- Los caudales utilizados y dirección del flujo del agua sobre la superficie del suelo durante el riego.
- La frecuencia de riego, que en este caso determina el contenido de agua del suelo en el momento previo a la aplicación de agua.
- El tiempo de riego utilizado durante el cual el agua está en contacto con la superficie del suelo, permitiendo de esta forma que tenga lugar al proceso de infiltración. Entre las características hídricas de los suelos regados, los siguientes aspectos son determinantes en la eficiencia de riego.
- La velocidad de infiltración del agua, o sea la propiedad del perfil del suelo de permitir el flujo descendente del agua que está en contacto en la superficie, a través del perfil, en profundidad.
- Las características de retención del agua del suelo, o sea la energía con que cierto contenido de agua está retenido en el suelo.
- La profundidad del perfil del suelo y sus condiciones de estratificación, que determinan las diferentes capacidades del perfil total frente al agua.
- La densidad aparente de los diferentes estratos del perfil del suelo, también resultante de complejas interacciones entre la textura y la estructura.

#### **2.2.2.1.6 Información de partida para el diseño Agronómico**

##### **2.2.2.1.6.1 Factores climáticos**

###### **a) Viento.**

Según Tarjuelo (1992), la intensidad y dirección del viento es el principal distorsionador de la uniformidad de reparto debido a que las gotas de lluvia que simula el método, son arrastradas fácilmente por éste, lo que impide un humedecimiento parejo. La velocidad del viento se incrementa con la altura según una función logarítmica, por lo que en diseño del sistema el aspersor se colocará lo más bajo posible según la altura del cultivo a regar. Otra característica a considerar en el manejo del sistema es la frecuente reducción de la velocidad del viento durante la noche. Esto aconsejaría alternar el riego diurno y nocturno de cada zona para aumentar la uniformidad de reparto acumulado de varios riegos.

El espaciamiento entre aspersores es un aspecto fundamental para contrarrestar los efectos del viento. Según recomendaciones de Strong (1961), la separación entre aspersores en condiciones de vientos poco intensos (menor a 2.0 m/s), debe ser el 60% del diámetro efectivo del aspersor para marcos cuadrados o triangulares. Este espaciamiento debe reducirse según la velocidad del viento en el orden de magnitud que se muestra en la **TABLA 3**. Strong (1961), define como 95% del diámetro mojado para aspersores con dos boquillas y el 90% del diámetro mojado para aspersores con una boquilla.

**TABLA 3:** Reducción del espaciamiento según la velocidad del viento.

% de reducción	Velocidad del viento (m/s)
10 - 12	4 - 6
18 - 20	8 - 9
25 - 30	10 - 11

El factor viento es la razón por la que el ángulo de descarga de la mayoría de los aspersores agrícolas es de 25° a 27° en lugar de 32°, que sería el ángulo que consigue mayor alcance en ausencia de vientos. En estos casos, se recomienda regar en horas de menor, ausencia total o velocidad del viento inferior a 2 m/s, incluyendo el riego nocturno, para lo cual deben dejarse instaladas las tuberías laterales durante las horas de luz. El efecto del viento se compensa disminuyendo la separación entre aspersores, pero implica un mayor número de ellos en el sistema.

## **b) Evaporación.**

Otro aspecto a considerar en el diseño del riego por aspersión las pérdidas de agua por evaporación directa del chorro del aspersor. Estas pérdidas de agua están en función de la temperatura ambiental y de la velocidad del viento. El efecto de los vientos fuertes y persistentes, en un clima de altas temperaturas origina pérdidas considerables que se deben contemplar en elección del equipo (Peralta et al., 2001).

### **c) Humedad Relativa.**

La humedad relativa es consecuencia de factores meteorológicos (temperatura, precipitación, viento, etc.) y de los geográficos (exposición, topografía, proximidad de agua, etc.), cuando el régimen higrométrico es bajo, se pueden ver favorecidos los efectos depresivos, especialmente cuando existe déficit hídrico. La actividad fotosintética óptima se produce a 60 – 70% de HR. La humedad relativa altas (más de 80%) son particularmente importante fitosanitariamente, en especial por el riesgo que conllevan para el desarrollo de enfermedades.

### **d) Horas de luz.**

La luz solar tiene gran importancia en la producción y reproducción de los cultivos, aunque parece un aspecto secundario, la relación entre posición del sol, trazo de surcos y distancias entre plantaciones determinan el grado de desarrollo de los cultivos, ya que una mala distribución produce sombras que pudieran obstruir una adecuada luminosidad. Por eso, al establecer una plantación siempre hay que tener presente el recorrido del sol (de oriente a poniente).

Asimismo, debido a la traslación de la tierra y a la inclinación de su eje se presentan días más largos y más cortos durante el año. La principal consecuencia de esto es la sucesión de las estaciones del año. La principal consecuencia de esto es la sucesión de las estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno), que se presentan en forma alternada en los hemisferios norte y sur. Un adecuado trazo de las plantaciones en este periodo redundará en obtener el mayor rendimiento biológico de las capacidades genéticas de los cultivos por el aprovechamiento de la luz solar.

Si se parte de la técnica de distribución de las plantaciones, uno de los conceptos básicos que debe tomarse en cuenta es el sistema de competencia, tanto por espacio, agua, nutrientes, como por luminosidad solar.

Es importante ubicar el recorrido del sol sobre los surcos de cultivos anuales como los básicos, hortalizas o industriales, para que la luz solar sea aprovechada por



cada una de la plantas del cultivo. Lo anterior quiere decir que se debe reducir al mínimo las posibilidades de competencia entre plantas por la luz solar, o sea, ninguna de debe hacer sombra a la otra, sobre todo en sus primeras fases de crecimiento, para que todas tengan las mismas posibilidades de desarrollo. Para lograr esto, el trazo de los surcos de la plantación debe dirigirse de sur a norte a fin de que la sombra tanto de la mañana como de la tarde se refleje en el surco y no sobre la planta vecina.

#### **e) Precipitación efectiva.**

La precipitación efectiva es aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas. Depende de múltiples factores como pueden ser la intensidad de la precipitación o la aridez del clima y también de otro como la inclinación del terreno, contenido en humedad del suelo o velocidad de infiltración.

Como primera aproximación, Brouwer y Heibloem (1978), propone las siguientes fórmulas para su aplicación en áreas con pendientes inferiores al 5%. Así en función de la precipitación caída durante el mes se tiene:

$$Pe = 0,8P - 25$$

$$\text{Sí: } P > 75 \text{ mm/mes}$$

$$Pe = 0,6P - 10$$

$$\text{Sí: } P < 75 \text{ mm/mes}$$

Dónde:

$P$  = Precipitación mensual (mm/mes)

$Pe$  = Precipitación efectiva (mm/mes)

En climas secos, las lluvias inferiores a 5mm no añaden humedad a la reserva del suelo. Así, si la precipitación es inferior a 5mm se considera una precipitación efectiva nula. Por otro lado, sólo un 75% de la lluvia sobre los 5mm se puede considerar efectiva. Se puede usar la expresión:

$$Pe = 0,75 * (\text{lluvia caída} - 5\text{mm})$$

En climas húmedos o en situaciones o periodos del año en los que llueve de continuo durante varios días, la precipitación efectiva se obtiene sumando todos los volúmenes de precipitación, salvo cuando en un día llueve menos de 3mm.

## **f) Temperatura.**

Las temperaturas altas acentúan las pérdidas por evaporación, especialmente si la lluvia es muy pulverizada. Para disminuir estos efectos negativos conviene utilizar aspersores de baja o mediana presión con boquillas de mayor diámetro.

### **2.2.2.1.6.2 Factores agronómicos**

#### **a) Topografía.**

La información topográfica y catastral de la zona a regar y de las fuentes de agua es indispensable para lograr un buen diseño de un sistema de riego presurizado. M. Anten y H. Willet (2000), recomiendan para zonas de laderas, un buen levantamiento topográfico y planos de las parcelas a curvas de nivel cada 1.0 m, detallando límites de parcelas, áreas a regar, área rocosa, bosques, redes de caminos, etc., y la ubicación de la fuente de agua.

#### **b) Suelo.**

El suelo interviene como almacén regulador de humedad y como factor limitante de la pluviosidad del sistema. Debe conocerse su capacidad de campo, punto de marchitamiento, velocidad de infiltración, densidad aparente, profundidad, etc. para poder determinar la dosis de riego.

La velocidad de infiltración del agua en el suelo limita la pluviometría. Las gotas gruesas provocan la compactación de determinados suelos, con la consiguiente disminución de la velocidad de infiltración, por lo que se aconseja una lluvia fina en aquellos suelos con malas condiciones de estabilidad. Cuando llega menos agua que la que el suelo absorbe por sus poros, el agua se infiltrará tan rápidamente como está llegando. Sin embargo, cuando la cantidad de agua que se aporta al suelo supera la velocidad de infiltración, se puede tener escurrimiento superficial, anegamiento o

erosión. Saber la velocidad de infiltración del suelo y la profundidad de las raíces del cultivo es vital para determinar durante cuánto tiempo se debe regar, de manera que el agua llegue a la profundidad que se desea.

### **c) Cultivo.**

Se debe tener en cuenta la alternativa de los cultivos, la profundidad máxima radicular, las necesidades hídricas punta durante el ciclo de cultivo, el marco de plantación, las labores a realizar.

El tipo o los tipos de cultivos, su porte y su cobertura sobre el suelo condicionan el tipo de instalación. Algunos cultivos muy frágiles (flores, plantas hortícolas) necesitan pluviométricas débiles, con gran pulverización y una excelente uniformidad de riego lo que exige poca separación entre aspersores. En cultivos de porte alto (maíz, girasol) se aconseja el riego con pluviométricas medias o elevadas.

### **d) Agua.**

La cantidad y calidad del agua de riego es fundamental para la elección del método de riego, su manejo y el cultivo a instalar. Con la cantidad se puede estimar la superficie a regar. Las aguas de riego aportan sales al suelo, mientras que las aguas de drenaje las eliminan. Puede suceder que la cantidad de sales incorporadas al suelo sea mayor que la cantidad eliminada, en este caso el nivel de salinidad aumenta pudiendo llegar a límites no permisibles por el cultivo.

Los problemas derivados de las sales contenidas en el agua de riego están relacionados con los siguientes efectos:

**-Salinidad:** Provocando en numerosos casos disminución en la producción del cultivo. La capacidad de la planta para absorber el agua disminuye a medida que aumenta el contenido de sales, teniendo la planta que realizar un mayor esfuerzo.

**-Toxicidad:** Algunas sales cuando se acumula en cantidad suficiente resultan tóxicas para los cultivos u ocasionan desequilibrios en la absorción de los nutrientes.

**-Infiltración del agua en el suelo:** Un alto contenido de sodio y bajo de calcio en el suelo hace que sus partículas tiendan a disgregarse, lo que ocasiona disminución de la velocidad de infiltración del agua.

**-Obstrucción:** En algunas ocasiones las sales acumuladas en el agua pueden producir obstrucciones en los equipos de los sistemas de riego por aspersión.

Se han establecido diversos índices de clasificación del agua en función de su aptitud para ser utilizada en el riego. Estos índices se basan en su composición química, considerando factores como: Suelo, cultivo, cantidad de agua aplicada, etc. Existe una dificultad de establecer unos índices de clasificación del agua de riego, ya que su composición resultante en el suelo es la que determina la posibilidad de existencia de situaciones negativas para el cultivo, Fuentes José L. (1998).

#### **2.2.2.1.6.3 Factores económicos**

Se debe considerar el alto costo del equipo de un sistema de riego por aspersión, la operación, el área a irrigar, así como la presencia de los equipos en el mercado de la zona. Esto se debe considerar antes de realizar el diseño y la elección de los aspersores.

#### **2.2.2.1.6.4 Factores prácticos**

Las especificaciones técnicas son de importancia para saber el comportamiento real de cualquier aspersor elegido.

#### **2.2.2.1.7 Fuente de agua para fines de riego**

Según Orson W.E. Hansen (1985), la lluvia y la nieve constituyen las fuentes principales del agua de riego. La nieve fundida y las precipitaciones no se utilizan

completamente. El volumen que no es utilizado en el punto de caída corre por la superficie o se filtra en el terreno aumentando de esta forma la reserva subterránea de agua. En consecuencia, la nieve o la lluvia que no es utilizada se convierten en una fuente potencial, ya sea superficial o subterránea, de agua para riego. El agua sobrante de la utilizada por la agricultura, la industria y la población urbana se emplea también para regar.

Para el diseño de un sistema de riego por aspersión en laderas es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para irrigar en cantidad suficiente el área a regar. También es importante su ubicación con respecto a los terrenos, calidad y cantidad de agua. Se consideran dos tipos de fuentes potenciales de agua para riego: Aguas superficiales y aguas subterráneas.

**a) Aguas superficiales.** Vienen hacer ríos, quebradas, riachuelos, las cuales generalmente conducen aguas contaminadas con presencia de sedimentos de diversos tamaños o contaminadas por la presencia de algunos relaves mineros aguas arriba, residuos orgánicos, etc., siendo necesario plantear una estructura de captación y un sistema de tratamiento que implican obras civiles con bocatomas, despedrador, desripiador, desarenador, etc., estas estructuras se dimensionan según el caudal de diseño para un área determinada.

**b) Aguas subterráneas.** Vienen a ser manantiales, puquiales u ojos de agua localizadas en las partes altas de las áreas a irrigar. Generalmente tienen agua de muy buena calidad y no necesita estructuras para tratamiento de sedimentación de partículas.

## **2.3. AGRICULTURA ORGÁNICA**

La definición de agricultura orgánica varía según el país, instituciones (p. ej., organismos internacionales, certificadoras, ONG, entre otras).

El Codex Alimentarius define agricultura orgánica como un sistema holístico de producción que promueve y mejora la salud del agroecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, prefiriendo el uso de prácticas de manejo dentro de la finca al uso de insumos externos a la finca, tomando en cuenta que condiciones regionales requieren de sistemas adaptados a las condiciones locales. Esto se logra utilizando en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (Codex, 1999). Un sistema de producción orgánico debe:

1. Mejorar la diversidad biológica del sistema;
2. Aumentar la actividad biológica del suelo;
3. Mantener la fertilidad del suelo al largo plazo;
4. Reciclar desechos de origen animal o vegetal para devolver los nutrientes al sistema, minimizando el uso de fuentes no renovables;
5. Contar con recursos renovables en sistemas agrícolas localmente organizados;
6. Promover el uso saludable del agua, el suelo y el aire, así como minimizar todas las formas de contaminación que pueden resultar de la producción agrícola;
7. Manejar los productos agrícolas en su procesamiento con el cuidado de no perder la integridad orgánica en el proceso;
8. Establecerse en fincas después de un período de conversión, cuya duración estará determinada por factores específicos de cada sitio, tales como el historial del terreno y el tipo de cultivos y ganado producido. (Codex, 1999).

Por su origen la agricultura orgánica surge desde una concepción integral, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos. No se trata de la mera sustitución del modelo productivo o de insumos de síntesis artificial por insumos naturales. La agricultura orgánica es una opción integral de desarrollo capaz de consolidar la producción de alimentos saludables en mercados altamente competitivos y crecientes (Amador, 1999).

IFOAM define, La agricultura orgánica es un sistema de producción que mantiene la salud de los suelos, de los ecosistemas y de las personas. Esta se basa en

procesos ecológicos, diversidad biológica y ciclos adaptados a condiciones locales, en lugar del uso de insumos con efectos adversos. La agricultura orgánica combina la tradición, la innovación y la ciencia para beneficiar el ambiente compartido, y promueve relaciones justas y mejora calidad de vida a todos los involucrados, (IFOAM, 2008).

Se considera un producto orgánico a aquel originado en un sistema de producción agrícola o que en su transformación emplee tecnologías que optimicen el uso de los recursos naturales con el objetivo de garantizar una producción agrícola sostenible, y donde la salud de los ecosistemas y de los consumidores sea garantizada, (Brack Egg, 2004).

Ley N° 29196 define actividad agropecuaria que se sustenta en sistemas naturales, que busca mantener y recuperar la fertilidad de los suelos, la diversidad biológica y el manejo adecuado del agua. Excluye el uso de agroquímicos sintéticos, cuyos efectos tóxicos afecten la salud humana y causen deterioro del ambiente, y descarta el uso de organismos transgénicos. La actividad orgánica es conocida también como agricultura ecológica o biológica. (MINAGRI 2008).

### **2.3.1. HISTORIA DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA**

El primer documento encontrado que usa el término “organic farming” o traducido al español “Agricultura orgánica” fue por Lord Northbourne, publicado en London en 1940 en su libro titulado *Look to the land* traducido al español “Una mirada hacia la tierra, en Australia (Paull, 2006).

Así mismo destaca otro pensador de esta nueva escuela de agricultura orgánica, en Inglaterra a Sir Albert Howard con su libro titulado “Un testamento agrícola”, 1940, que desarrolla sistemas de producción en la India sin ayuda de insumos externos, y Lady Eve Balfour (1899-1990) que en su libro *The Living Soil* (1943) promueve que la salud del suelo y la salud del hombre son inseparables (Balfour, 1976). En Alemania Rudolph.

Steiner (1861-1925), da las bases filosóficas para la agricultura biodinámica, promoviendo una agricultura que utiliza las fuerzas energéticas de todos los seres vivos y sus interacciones con el cosmos (Steiner, 1924). En Japón, Mokichi Okada (1882-1955) promueve el sistema de agricultura natural, que considera que la armonía y la prosperidad humana y de otros seres, puede ser alcanzada preservando los ecosistemas (Nature Farming International Research Foundation, 1992). Estos pioneros tenían en común, que creían que la relación con la naturaleza debe ser de convivencia y respeto.

Junto a estos creadores de formas de producción alternativas, Raquel Rachel Carson, con su libro *La Primavera Silenciosa* (1961), llamó por primera vez la atención acerca del riesgo del impacto del abuso en el uso de pesticidas sobre la naturaleza. La evidencia de que producir sin agroquímicos era posible, aunado al riesgo ya evidenciado del uso de pesticidas, una mayor conciencia de los productores del riesgo que implica producir con agroquímicos, y el interés de los consumidores por seleccionar mejor sus alimentos, son lo que le dan fuerza al desarrollo y establecimiento de la agricultura orgánica como una alternativa productiva.

El rol que juegan los consumidores en el desarrollo y establecimiento de la agricultura orgánica en los mercados debe ser resaltado, dado que, por primera vez, los consumidores reconocen que a través de la selección de sus productos, ellos pueden tener un efecto sobre la salud del planeta y el bienestar de los pequeños productores. Según Lampkin, el éxito de la agricultura orgánica en Europa se debe a que presenta una solución integral a los problemas del sector agropecuario: protección al ambiente, conservación de los recursos renovables y no renovables, mejora la calidad de alimentación y reorientación de la producción a áreas de mayor demanda del mercado.

Por esta razón, los gobiernos europeos desde finales de la década de los años ochenta establecieron los incentivos para la producción orgánica, que según el mismo Lampkin, son estos incentivos económicos, y la respuesta de los consumidores, los dos



principales factores del éxito de la producción orgánica en Europa (Lampkin et al., 1999).

### **2.3.2. IMPORTANCIA DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA**

Según estudios del FIDA, 2003. Tomando experiencias exitosas de agricultores y agricultoras de Argentina, México, Costa Rica, el Salvador, Guatemala y República Dominicana concluye que la implementación de agricultura orgánica logró incrementar los ingresos de los productores y su calidad de vida, en entrevistas realizadas sugieren que habría habido efectos positivos en la salud de los productores y productoras, la vida de los asalariados rurales y en ambiente.

Además sostiene que el proceso de transición a la agricultura orgánica es un proceso complejo, en el cual son fundamentales el apoyo técnico, la organización de los productores, los actores relacionados a la comercialización y el control de calidad. Se presentan factores de experiencia de América central, el estudio realizado por el FIDA y el taller realizado en Roma en el 2002:

#### **a) Genera empleo rural**

Al ser este un sistema productivo que sustituye el uso de agroquímicos por insumos orgánicos, hace que se requiera de más mano de obra. Esto crea una fuente de empleo rural que mejora las condiciones de la comunidad, favoreciendo también a los campesinos sin tierra.

#### **b) Promueve la seguridad y la soberanía alimentaria**

La dependencia de la economía familiar de un solo cultivo, ya sea para mercado local o la exportación, orgánico o convencional, hace vulnerable al productor por las variaciones del mercado y los impactos climáticos. En cambio, la producción orgánica promueve la biodiversidad en la finca, no solo porque es indispensable para el

funcionamiento del equilibrio biológico necesarios para el manejo de plagas y enfermedades, sino también para aumentar la sostenibilidad económica del sistema.

**c) Mejora la fertilidad del suelo y combate la erosión.**

Muchos sistemas de producción convencional han ido destruyendo la capacidad productiva del suelo, creando aún más presión sobre la distribución de las tierras de más valor, que por lo general, están siendo ya manejadas por las grandes compañías y los grandes productores. Sistemas productivos que protejan y mejoren el suelo, permiten asegurar una mayor estabilidad de los sistemas en el tiempo, favoreciendo la seguridad alimentaria de las familias productoras.

**d) El proceso de toma de decisión: productor-técnico, el rol de la familia.**

En la estructura actual de la sociedad, los pobres y la población rural raras veces tienen la misma influencia que los ricos y la población urbana en la toma de decisiones (FIDA, 2001). Las razones para esta situación son muchas, pero entre otras se encuentra la baja capacidad de los productores de articular y presentar sus prioridades, así como una disminución, en la estructura social actual de la valoración de su actividad.

En la agroecología, cada sistema debe ser tratado en forma única, dado que presenta características propias diferentes, siendo por supuesto el productor, el experto en condiciones locales. Esto hace que su rol pasa a ser más proactivo, debiendo junto con el técnico analizar su situación específica, en una mezcla de conocimientos de ambos, para definir un sistema de manejo sostenible para su finca.

**e) Indispensabilidad de la organización.**

Los sistemas de comercialización utilizados y los requisitos de certificación, hacen de la organización entre los productores un requisito indispensable para poder acceder a mercados locales y de exportación.

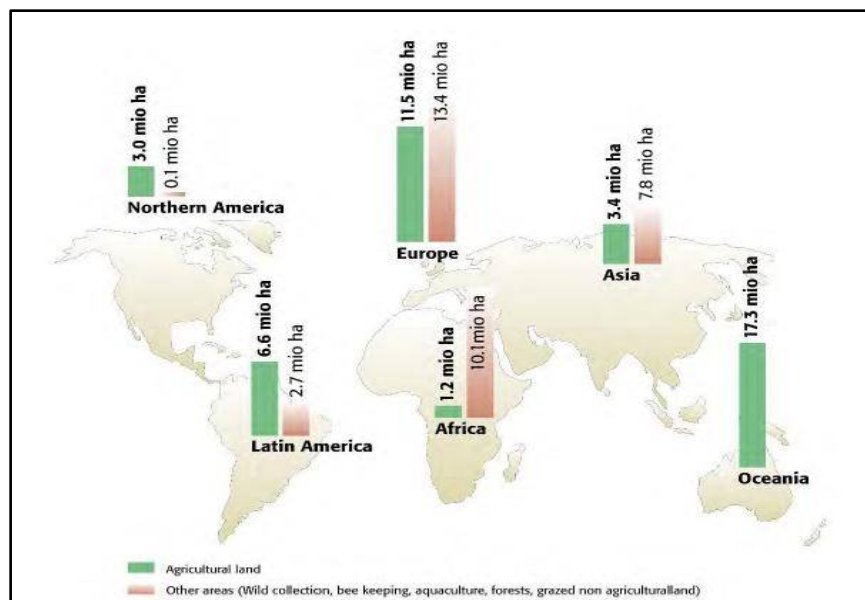
## f) Distribución de recursos en la cadena agroalimentaria.

La agricultura orgánica plantea una mejor distribución de los recursos dentro de la cadena agroalimentaria, promoviendo que los productores establezcan, en la medida de lo posible sistemas directos de comercialización.

### 2.3.3. ANÁLISIS INTERNACIONAL

Según IFOAM, 2015. Son 170 países que registran certificación en agricultura orgánica, con área de 43.1 millones de hectárea; las regiones con mayores áreas de agricultura orgánica son Oceanía (17.3 millones de hectáreas, representa el 40 % del total), Europa (11.5 millones de hectáreas, representa el 27 %), América Latina (6.6 millones de hectáreas, representa el 15 %), Asia (3.4 millones de hectáreas, representando 8 %), Norte América ( 3.0 millones de hectáreas, representa 7 %) y finalmente África ( 1.2 millones de hectáreas, representando un 3 %), ver gráfico 3. Los países con áreas más grande de destinada a la Agricultura Orgánica son Australia (17.2 millones de hectáreas), Argentina (3.2 millones de hectáreas) y Estados Unidos (2.2 millones de hectáreas), (ver GRAFICO 3).

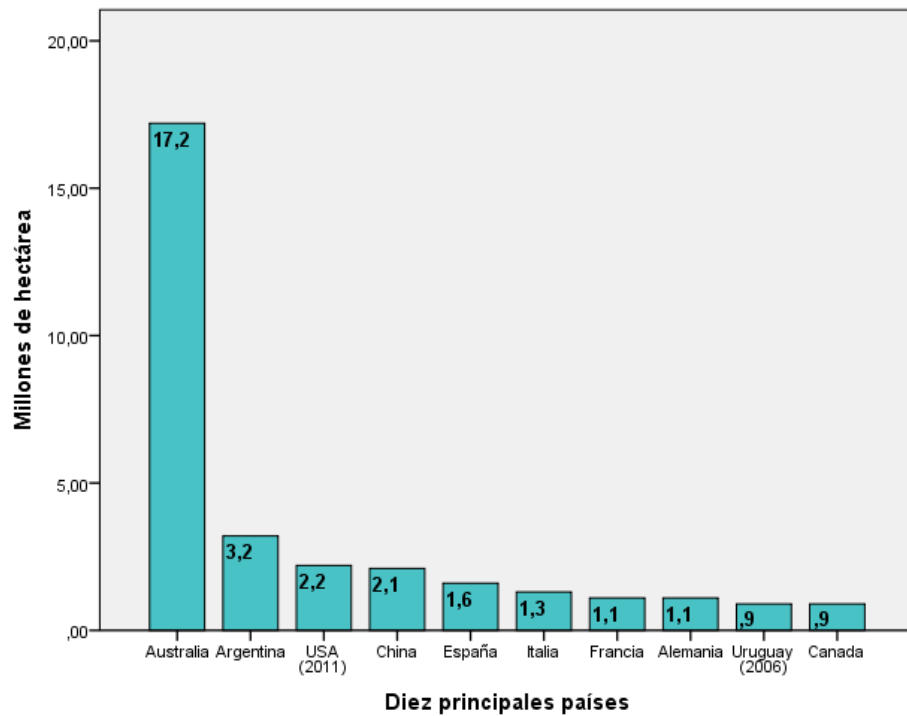
**GRÁFICO 3.** Mapa mundial por regiones de agricultura orgánica, 2013.



**Fuente:** FiBL – IFOAM, 2015.

Así mismo se muestra en el siguiente gráfico los diez principales productores de agricultura orgánica en el mundo.

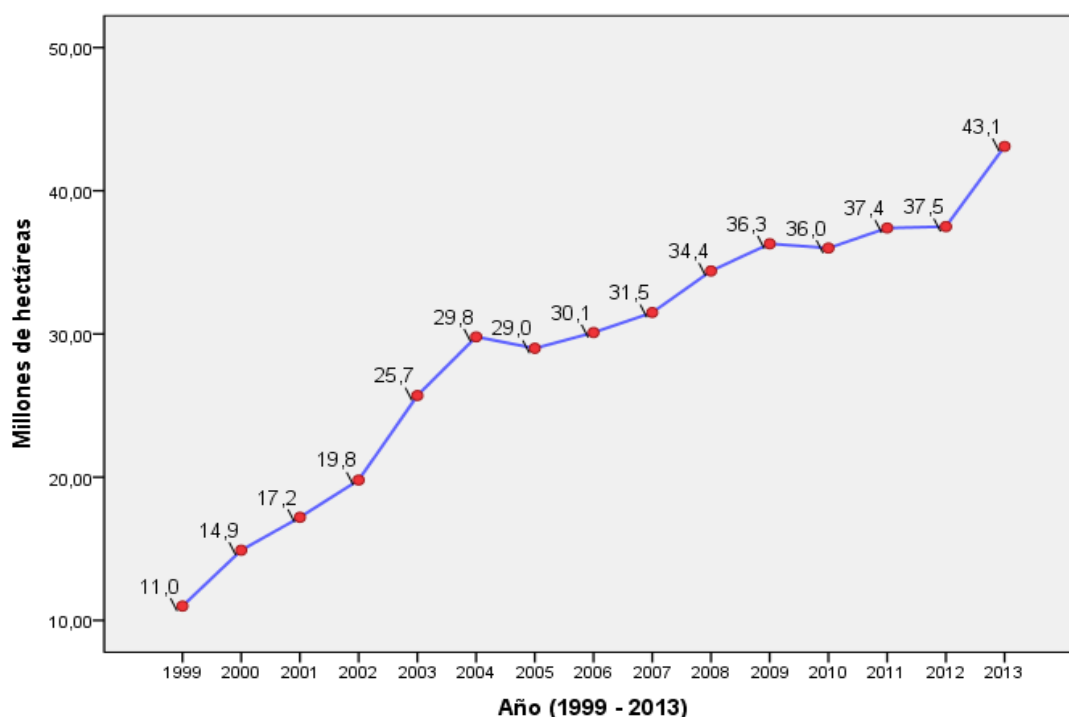
**GRÁFICO 4.** Diez principales países con más área de agricultura orgánica en el mundo, 2013.



Fuente: Elaboración propia, con datos de IFOAM.2015.

Así mismo la perspectiva del área agrícola orgánico desde 1999 hasta el 2013, tiene un crecimiento importante año tras año a nivel mundial, ver Gráfico 5.

**GRÁFICO 5.** Crecimiento del área de agricultura orgánica en el mundo. 2013



Fuente: Elaboración propia basado en la información de FiFL – IFOAM – SOEL, datos 2000 a 2013.

Según IFOAM 2015. Al menos 2 millones de productores orgánicos en total fueron reportados hasta el año 2013. Asia, Africa, Europa, América Latina, Norte américa y Oceanía, población dedicada a la producción orgánica.

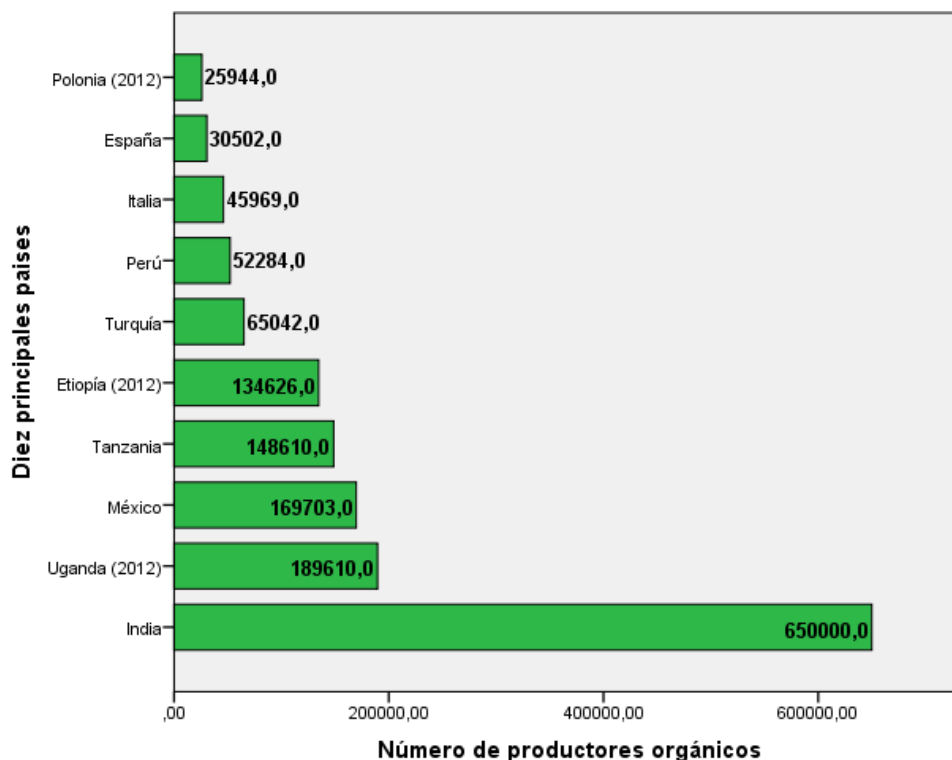
**TABLA 4.** Evolución del número de productores por región 2012 a 2013.

Region	2012 [no.]	2013 [no.]	Change in numbers	Change in %
Africa	572'863	574'129	+1'266	+0.2
Asia	685'437	730'744	+45'307	+6.6
Europe	321'474	334'870	+13'396	+4.2
Latin America	316'583	319'459	+2'876	+0.9
North America	16'470	16'393	-77	-0.5
Oceania	14'605	22'997	+8'392	+57.5
<b>Total</b>	<b>1'927'432</b>	<b>1'998'592</b>	<b>+71'160</b>	<b>+3.7</b>

**Fuente:** FiBL-IFOAM datos 2015; basado en información del sector privado, certificadores, y gobiernos.

En el siguiente Gráfico 6., se presenta los diez principales países con el mayor número de productores en la agricultura orgánica.

**GRÁFICO 6.** Diez principales países con el mayor número de productores orgánicos, 2013.

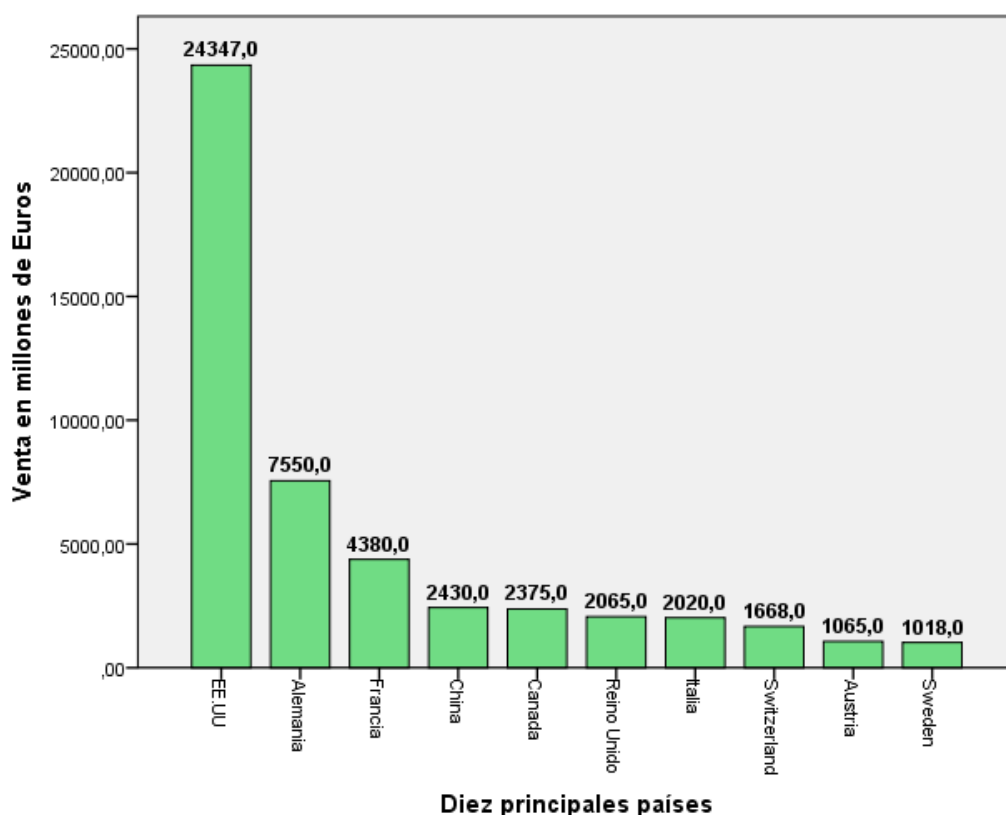


**Fuente:** Elaboración propia, FiBL-IFOAM datos 2015; basado en información del sector privado, certificadores, y gobiernos.

Como se puede observar el Gráfico, India es el país que tiene la mayor población de productores orgánicos con 650 000, mientras que Perú se encuentra en el puesto séptimo en población dedicada a la producción orgánica con 52284.

Mercado y comercio internacional.

**GRÁFICO 7.** Diez principales países con amplio mercado para productos orgánicos, 2013.



**Fuente:** FiBL-AMI- Organic Data Network Survey 2015.

Así mismo, las ventas globales de alimento orgánico y bebidas representan 72 billones de dólares americanos en el 2013.

En el mundo el área total de producción orgánica de vegetales (305342 has), representa el 0.5 % del total de área de cultivos de vegetales en el mundo (56 millones de has en el 2012 de acuerdo a FOASTA). Los países con las más amplias áreas son los EE.UU, China, México e Italia (con áreas superiores a 20 000 has). Los EE.UU representando al menos 60 000 has de vegetales orgánicos.

### 2.3.4. ANÁLISIS EN LATINOAMÉRICA

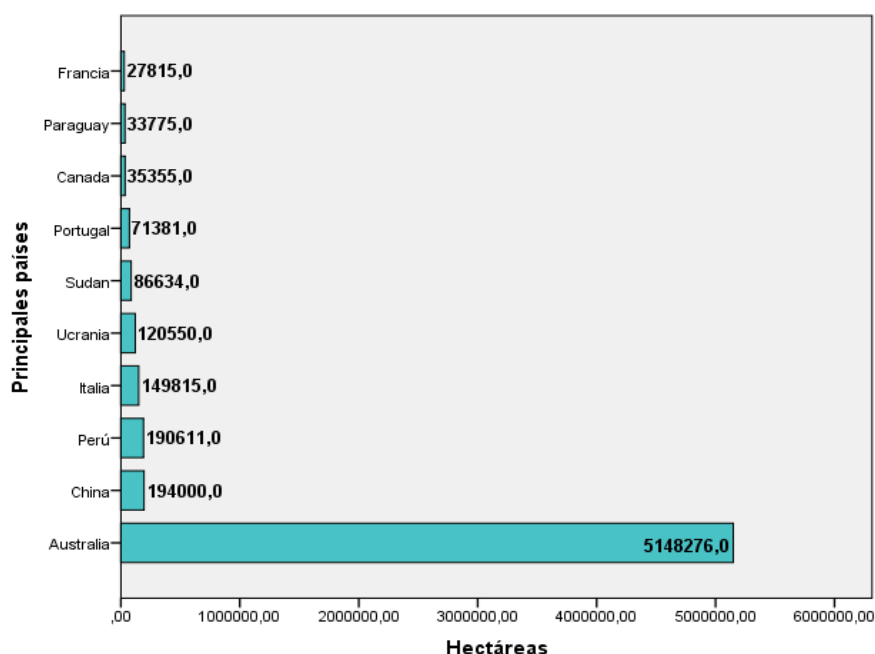
Según IFOAM, 2015. En américa Latina el área dedicada a la agricultura orgánica es 6,611.636 hectáreas, con productores involucrados superiores a los 300 000, constituye el 15 % del total de área agrícola orgánica del mundo y 1.1 % de la región, los principales países son: Argentina (3.2 millones has), Uruguay (0.9 millones de ha) y Brasil (0.7 millones de has), así mismo Perú tuvo un notable crecimiento de área agrícola orgánica de 200000 has.

### 2.3.5. ANÁLISIS EN EL PERÚ

IFOAM, 2013. Perú se encuentra en el puesto 22 en área destinada a la agricultura orgánica a nivel mundial con 388, 448 has.

Perú hasta el 2013, mostro un crecimiento de 190, 611 has ubicándose en el puesto tres en crecimiento de área orgánica, ver gráfico siguiente.

**GRÁFICO 8.** Los diez principales países con mayor crecimiento de área orgánica en el mundo. 2013.



**Fuente:** Elaboración propia con información de FiBL-AMI- Organic Data Netbwork Survey 2015.



En el Perú el número de productores orgánicos se incrementó +52284 y el área de vegetales que registra es de 1001 has con producción orgánica, entre ellos el cultivo de ajo. Además se tiene registro de 30 has de producción orgánica de ajo en Cusco.

#### **2.3.6. CERTIFICACIÓN ORGÁNICA EN EL PERÚ**

Según Chávez, J. (2003), un requisito indispensable para la exportación es contar con un certificado. Este certificado es resultado de una o varias visitas de inspección, donde se comprueba que la producción llamada ecológica sigue lo establecido por las normas. Esto se presenta como la garantía de la calidad del producto (alimentos, madera, fibras). Ya son más de diez años que se viene certificando parte de la producción ecológica nacional, como prueba del cumplimiento de esta producción con las normas y estándares establecidos, y como requisito exigido por quien compra la producción. En este tiempo la práctica se ha difundido mundialmente; el establecimiento de una certificadora nacional y el ingreso al mercado de empresas extranjeras ha colaborado claramente en ello.

Actualmente SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria) es la institución estatal responsable y con facultades de certificar mediante el SGP (Sistema de Gestión Participativa) cuyos precios son menores a las certificaciones por instituciones autorizadas, que son necesarios para considerar la producción orgánica para el consumo en el mercado local o nacional y así cumplir la formalidad de garantía exigente por el mercado.

#### **2.3.7. ANÁLISIS A NIVEL LOCAL**

A nivel de los tres Distritos andinos de la región de Lambayeque como son: Kañaris, Salas e Inkawasi, en más de 90% los agricultores y agricultoras practican agricultura orgánica, esto en al menos alguna práctica que se describe, por el no uso de insumos sintéticos como fertilizantes, herbicidas, fungicidas y plaguicidas, por la buenas prácticas ancestrales de rotación de cultivos, incorporación de residuos vegetales,

materia orgánica (Estiércol) y por la asociación de cultivos que son características de la actividad agrícola rural para consumo familiar.

Es propicio resaltar la débil cultura del enfoque de desarrollo en la “agricultura orgánica” por parte de los agricultores y agricultoras en varias formas, desde el entendimiento confuso de no abonamiento a las plantas, ni a la aplicación de fertilizantes de origen natural al suelo, además, se presenta en la actualidad un olvido persistente y polarizado de apoyo desde la aplicación de políticas públicas en mención del marco legal de Producción Orgánica actualmente vigente, 2015, “Ley de Promoción de la Producción Orgánica” N° 29196, D.S. N° 10-2012- AG Reglamento de la Ley 29196, D.S. N° 046 – 2006 – AG, Reglamento Técnico para Productores Orgánicos y D.S. N° 061-2006 – AG Registro de Organismo de Certificación Orgánica, a nivel de la región Lambayeque y de Kañaris - Chiñama.

Y a nivel del departamento de Lambayeque, según Promoción Agraria de la Gerencia de agricultura no se ha trabajado, ni se viene implementando las normativas de agricultura orgánica.

En los productos hortícolas aún no se cuenta con avances referente a la certificación y en específico en el cultivo de Ajo (*Allium sativum* L.) no hay logros.

## **2.4. ANÁLISIS ECONÓMICO**

La economía agrícola es una rama de las ciencias económicas, que se distingue por su mayor énfasis en su desarrollo teórico. Aunque el papel fundamental del sector agrícola es producir alimentos y bienes agropecuarios para apoyar el crecimiento nacional, dicho sector contribuye en diversas formas. En la agricultura el crecimiento nacional se basa sobre todo en la explotación de los recursos naturales, lo cual puede contribuir a agudizar fenómenos, como la desertificación, para afrontar estos problemas se requiere actuar sobre variables demográficas y fomentar el cambio técnico. (CANNOCK Y ZUÑIGA, 1994).

La innovación es la acción de introducir una novedad, o la propia novedad puede ser la introducción de un cambio o el cambio en sí. Por esta razón, para cualquier programa de extensión el concepto de innovación va más allá del significado semántico de “algo nuevo”, puesto que este “algo nuevo” tiene consecuencias de cambio en el medio donde se introduce. En la medida en que la innovación sea congruente con las necesidades, serán mayores las posibilidades de difusión y adopción y en ese grado también, perderá con mayor rapidez su carácter innovador. (BONILLA, 1987).

#### **2.4.1. COSTOS DE PRODUCCIÓN**

Es el conjunto de desembolsos o gastos monetarios que realizan las empresas para adquirir los elementos necesarios (factores de producción) para producir una determinada cantidad de bienes y servicios. Los costos de producción dependen del precio de factores (precios de materia prima, el salario de la fuerza de trabajo, el precio del dinero que es el interés). Los costos son importantes por una razón muy simple: las empresas deciden la cantidad que van a producir y vender de un bien dependiendo de su precio y costo, puesto que para maximizar sus ganancias tienen que minimizar sus costos, su conocimiento es muy importante para determinar precios y niveles de producción. (SANTIVÁÑEZ, 2003).

#### **2.4.2. INGRESO BRUTO**

El ingreso bruto o ingreso total se obtienen de multiplicar el total de unidades de bienes y servicios vendidos por el precio de venta.

#### **2.4.3. INGRESO NETO**

Es el beneficio o utilidad o ganancia monetaria que se obtiene; es la simple diferencia entre los ingresos por ventas y el flujo de costo total que representa el producir el número de unidades que se vendieron. (CUYAN; AGUILA, 2000).

#### **2.4.4. MARGEN DE CONTRIBUCIÓN**

Es el margen de contribución de una empresa a lo largo de un periodo contable se calcula con la diferencia entre el volumen de ventas y los costes variables. Margen de contribución = ventas - coste variable.

#### **Ejemplo:**

El fabricante Federico produce 1.000 Kg de Humus enriquecido por mes, que venden a 10 soles cada Kg, resultando un volumen de ventas de 10.000 euros por mes. Federico tiene una empleada, Esmeralda, que le ayuda con la producción y a la que Federico paga 2.000 soles. Los costes de materia prima son 5 soles por Kg (es decir, 5.000 soles por mes). Esto resulta un beneficio de  $(10.000 - 2.000 - 5.000)$  3.000 soles. El margen de contribución entonces es  $(10.000 - 5.000)$  5.000 soles.

#### **2.4.5. PRECIO**

Es la cantidad de dinero que se debe entregar a cambio de una unidad de un bien o servicio. Además los economistas con frecuencia utilizan el precio en su sentido más amplio para referirse a cualquier cosa que se debe pagar. Es el valor de cambio que tienen los bienes y servicios medido o expresado en dinero. (ACADEMIA ADUNI).

#### **2.4.6. PRODUCCIÓN**

Se denomina producción a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios. En tanto la producción es un proceso complejo, requiere de distintos factores que pueden dividirse en tres grandes grupos, a saber: la tierra, el capital y el trabajo. La tierra es aquel factor productivo que engloba a los recursos naturales; el trabajo es el esfuerzo humano destinado a la creación de beneficio; finalmente, el capital es un factor derivado de los otros dos, y representa al conjunto de bienes que además de poder ser consumido de modo directo, también sirve para aumentar la producción de otros bienes. La producción combina los citados

elementos para satisfacer las necesidades de la sociedad, a partir del reconocimiento de la demanda de bienes y servicios.

#### **2.4.7. RENDIMIENTO**

Desde el punto de vista económico, para un proceso productivo, es la cantidad de outputs que se obtienen en una unidad de tiempo determinada. Dentro de este contexto, podría traducirse como sinónimo de productividad haciendo referencia a la relación (En inglés: inputs/outputs) referidos a la misma unidad de tiempo o, mejor dicho, a los productos obtenidos en el empleo de un factor de producción.

#### **2.4.8. RENTABILIDAD**

La rentabilidad sirve para medir la eficiencia o eficacia por la cual una empresa o persona utiliza sus recursos financieros. Es decir, que una empresa sea eficiente, significa que ésta no desperdicia recursos. Las empresas utilizan sus recursos financieros para lograr beneficios. Estos recursos son el capital (aquel capital aportado por accionistas) y por otro lado recursos tales como la deuda.

A estos recursos, agregamos las reservas: esto es, las utilidades obtenidas por la empresa en ejercicios anteriores y que son destinados a autofinanciarse (constituyen los fondos propios). Si la empresa utiliza muchos recursos financieros, sus beneficios disminuyen (es decir, ha utilizado muchos recursos financieros pero por otro lado ha obtenido poco beneficio con ellos. En cambio, si la empresa utiliza pocos recursos financieros y obtiene utilidades altas, entonces se puede decir que la empresa aprovechó bien sus recursos financieros. Hay muchas formas de medir la rentabilidad, pero todas tienen la siguiente:  $\text{Rentabilidad} = \text{Beneficio} / \text{Recursos Financieros}$ .

#### **2.1.8. COSTO TOTAL**

Los costos totales de producción son todos los gastos en los que incurre el agricultor o el administrador durante el proceso productivo de las diferentes actividades de producción. (ARBULÚ, 2000).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se llevó a cabo durante el año 2014 entre los meses de Junio a Diciembre, en el Centro Poblado Chiñama, Distrito de Kañaris, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque, a una altitud próxima a 1800 msnm, ubicado al noreste de la costa del Perú, con una Longitud  $6^{\circ} 04' 40''$  S y Latitud  $79^{\circ} 28' 02''$  W.

El acceso más frecuentado en movilidad a Chiñama es la ruta:

- Chiclayo- Motupe (1.20 horas)
- Motupe – Colaya (2.20 horas)
- Colaya – Chiñama (40 minutos)

**FOTO 1.** Ubicación Geográfica del campo experimental, Chiñama 2015.



#### 3.2. DATOS METEROLÓGICOS

##### 3.2.1 ESTACIONES DEL AÑO

Por la característica fría, es posible señalar el clima como el factor predominante en la producción agropecuaria. Su variabilidad genera alto riesgo productivo y trae como consecuencia aversión de los productores hacia innovaciones tecnológicas que puede ocasionarle pérdidas de cultivo y crianza.

Por tanto la orientación de los mismos productores, es generar condiciones que minimicen este efecto.

El clima que presenta actualmente la zona de Chiñama durante el año, es muy variado por efecto negativo del cambio climático que ha alterado las estaciones del año. Se presenta estaciones marcadas durante la última década; aunque en los dos últimos años (2013 - 2014) se ha originado un cambio de verano a lluvia y de lluvia a veranos muy marcados y drásticos.

**TABLA 5.** Calendarización normal de estaciones en Chiñama, 2014.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
INVIERNO				VERANO			PRIMAVERA			OTOÑO	

*Fuente: Elaboración propia, basado en experiencia local de la última década, 2014.*

### 3.2.2 REGISTRO DE TEMPERATURA (T°) Y HUMEDAD RELATIVA (HR).

Los registros tomados de temperatura y HR son de la estación meteorológica más próxima, Inkawasi, ubicado a una Altitud de 2630 msnm, Longitud 79° 20' 20" y Latitud 6° 14' 14". La temperatura promedio anual durante el manejo del cultivo desde junio hasta Noviembre fue: 11.8 °C, temperatura mínima: 7.4 °C y una temperatura máxima: 16.3 °C, y la HR promedio 86.4 % en el periodo de junio a diciembre (web, SENAMHI, 2014), ver TABLA 6.

**TABLA 6.** Datos meteorológicos de Temperatura INKAWASI. SENAMHI, 2014.

Mes/Año	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Temperatura promedio (°C)	HR (%)
Enero	17.3	7.2	12.3	90.4
Febrero	16.8	7.8	12.3	92.7
Marzo	15.1	7.7	11.4	83.2
Abril	17.1	8.1	12.6	81.2
Mayo	16.2	8	12.1	95.3
Junio	15.8	7.5	11.7	75.5
Julio	16.3	7.3	11.8	76.1
Agosto	15.8	6.7	11.3	87.3
Septiembre	16.9	7.2	12.1	92.6
Octubre	16.7	7.9	12.3	94.9
Noviembre	16	7.5	11.8	86.8
Diciembre	16.4	7.8	12.1	91.6

*\*Fuente Web, SENAMHI, INKAWASI, 2014.*

### 3.2.3 VELOCIDAD DEL VIENTO

Los datos que se presenta a continuación son promedios mensuales de la velocidad de viento en m/s, tomadas de la web de SENAMHI, año 2014 de la estación Inkawasi.

**TABLA 7.** Velocidad de viento (m(s) anual estación ordinaria, Inkawasi, 2014.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0.0	0.0	0.0	0.0	2.07	6.0	11.48	8.13	6.87	4.32	0.0	0.0

*Fuente: Web, SENAMHI. 2014.*

### 3.2.4 PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Los datos de precipitación pluvial promedio mensual en mm, de la estación de Inkawasi del año 2013, se presenta a continuación.



**TABLA 8.** Precipitación pluvial anual. Estación Ordinaria Inkawasi, 2014.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0.47	0.48	2.2	0.52	1.5	0.42	0.18	0.25	0.49	1.11	1.19	0.58

*Fuente: Web, SENAMHI. 2014*

### 3.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Los análisis fueron realizados en el laboratorio de suelos del INIA-Vista Florida – Chiclayo, 2014, (TABLA 9). Suelo con Textura franco arenoso, Drenaje bueno, Topografía con pendiente de 15% a 25% y buen contenido de materia orgánica.

**TABLA 9.** Análisis Físico - Químico del Suelo, en área experimental. Chiñama, 2014.

Muestra	pH	C.E	M.O	P	K	Calcario	Textura (%)			Tipo de suelo
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao	Lo	Ar	%
M-1	6.0	0.92	4.20	7.50	312	0.46	46	30	24	Franca

Analizando los resultados podemos determinar, que el suelo presenta una buena estructura, es un suelo franco; suelo óptimo para el desarrollo del cultivo de Ajo. En lo que se refiere al pH es un suelo moderadamente ácido, el cultivo de Ajo necesita que el suelo tenga pH de 6 a 6.5; por lo tanto el valor del pH está en el rango aceptable para el cultivo de Ajo. La conductividad eléctrica es baja no presentando problemas para el cultivo, ya que debemos recordar que los suelos normales son aquellos suelos que presentan una  $CE \leq 4$  Mhos/cm. El contenido de materia orgánica que en este caso es de 4.20 lo cual está en el rango de suelos que lo podemos clasificar suelos de mediano a alto contenido de materia orgánica.

Concluimos fortalecer este aspecto de deficiencias con fertilización aplicando humus 2.0 Ton/ha, Biol a una dosis 5.0 L/mochila de 20L (Aplicándose 2 mochilas a todo el experimento) en 3 tiempos de 10 días y EM-Compost (microorganismos eficaces) antes de la siembra 2.0L/mochila de 20 L de agua en 2 tiempos de 2.5 meses, aplicándose 2 mochilas por aplicación.

### 3.4. ANÁLISIS QUIMICO DE HUMUS

El humus ha sido producido en Chiñama con materia prima local y Motupe, con tecnología tradicional. Los análisis se realizaron en el laboratorio de la Facultad de Agronomía de la U.N.P.R.G, año 2015, cuyo análisis químico se muestra en la siguiente tabla. El contenido de Nitrógeno para el humus aplicado por hectárea en las 2.0 Ton/ha de humus es de 54.96 Kg, es decir, 2.8% de N.

**TABLA 10.** Análisis químico de Humus. Chiñama, 2015

Muestra	pH	C.E	M.O	P	K	Ca	Mg
		ds/m	%	%	%	%	%
Humus	7.32	12.47	9.16	1.10	0.65	0.46	1.70

### 3.5. ANÁLISIS QUIMICO DE AGUA DE RIEGO

La muestra de agua analizada es proveniente de la zona de Chiñama, quebrada “La Laja” del reservorio que es donde se distribuye el agua, analizada en el laboratorio de Agua y Suelo de la Facultad de Agronomía, de la U.P.P.R.G, cuyo resultado se presentan en la siguiente TABLA 11.

**TABLA 11.** Análisis Químico de Agua, Quebrada la Laja, Chiñama, 2015.

Muestra	pH	C.E	Co <sub>3</sub>	HCo <sub>3</sub>	Cl.	SO <sub>4</sub>	Ca.	Mg.	Na.	K
--	--	ds/cm	Meq/L	Meq/L	Meq/L	Meq/L	Meq/L	Meq/L	Meq/L	Meq/L
Agua	6.9	0,18	0	1.37	0.4	0.1	0.89	0.43	0.17	0.5

El pH, C<sub>Ee</sub><sup>-</sup>, Co<sub>3</sub> del suelo están dentro de los valores normales y son mínimos, el HCo<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, Ca, Mg, Na y K son valores mínimos presentes en el agua, lo que da características químicas interesantes de excelente calidad del agua de la quebrada la laja para uso del riego.

### **3.6. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.6.1. MATERIALES DE CAMPO Y EQUIPOS DE OFICINA**

- Semilla de Ajo variedad Napurí y Criollo.
- Sistema de riego.
- EM-Compost
- Arado mediante tracción por yunta.
- Materia orgánica (Humus).
- Biol.
- Agua.
- Envases.
- Etiquetas.
- Wincha, balanza.
- Estacas.
- Palanas.
- Bomba de mochila.
- Libreta de campo.
- Material de oficina. (plumones, lapicero, regla graduada)
- Etc.

#### **3.6.2. EQUIPOS DE OFICINA**

- Computadora
- USB.
- Calculadora.
- Cámara fotográfica.

### 3.7. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

#### 3.7.1. TRATAMIENTO EXPERIMENTAL

Conformados por 32 tratamientos, dos ecotipos de ajo “Napuri” y “Criollo” con manejo orgánico y riego aspersión, y densidades de 04, 05, 0.6 m y 0.6 m Testigo con los cuales se efectuaron las siguientes combinaciones.

Se estudiaron 3x2 + 2 tratamientos.

##### a) Adaptación de ecotipo

E1= Napuri

E2= Criollo

##### b) Densidad de siembra

D1 / Densidad 40 cm entre surco y surco ( $D_{40}$ )

D2 / Densidad 50 entre surco y surco ( $D_{50}$ )

D3 / Densidad 60 entre surco y surco ( $D_{60}$ )

D4/ Densidad entre surco y surco ( $D_{60}$ ) - Testigo

**TABLA 12.** Tratamiento a emplearse en siembra de Ecotipos de ajo (*Allium sativum* L.)

Tratamiento	Codificación	Descripción	Kg/ha
T1	E1D <sub>1</sub>	Napuri	1.67
T2	E1D <sub>2</sub>	Napuri	1.34
T3	E1D <sub>3</sub>	Napuri	1.12
T4	E2D <sub>1</sub>	Criollo	1.67
T5	E2D <sub>2</sub>	Criollo	1.34
T6	E2D <sub>3</sub>	Criollo	1.12
T7	E1D4	Napuri	1.12
T8	E2D4	Criollo	1.12

#### 3.7.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con factorial 2 x 3 + 1. Se realizaron cuatro repeticiones, siendo el total de 28 unidades experimentales. Pero, con

finde de análisis estadístico se consideró factor de 2x4, 8 factores, 4 tratamientos más del testigo, siendo en total 32 tratamientos de estudio en total.

La unidad experimental estuvo constituida por lo siguiente:

#### **Densidad 40 (D40):**

Unidad experimental constituida por 9.6 m<sup>2</sup> (1.6 m x 6 m), cuatro surcos, en los cuales se sembraron 01 diente por golpe con una distancia de siembra de 0.12 m entre planta y planta, en ambos lados del surco a 0.10 m (es decir 8.5 plantas por metro lineal) y 0.4 m entre surco y surco.

#### **Densidad 50 (D50):**

Unidad experimental constituida por 11.4 m<sup>2</sup> (1.9 m x 6 m), cuatro surcos, en los cuales se sembraron 01 diente por golpe, con distancia de siembra de 0.12 m entre planta y planta, en ambos lados del surco a 0,12.5 m (es decir 8.5 plantas por metro lineal) y 0.5 m entre surco y surco.

#### **Densidad 60 (D60):**

Unidad experimental constituida por 13.2 m<sup>2</sup> (2.2 m x 6 m), cuatro surcos, en los cuales se sembrará 01 diente por golpe, con distancia de siembra 0.12 m entre planta y planta, en ambos lados del surco a 0.15 m (es decir 8.5 plantas por metro lineal) y 0.6 m entre surco y surco.

Para comparación de los tratamientos con diferente densidad de plantas, y de las diferentes características estudiadas, se empleará el diseño Bloques Completos al Azar (BCA), y la prueba de significación de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidades.

**GRÁFICO 9.** Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones en el campo experimental.

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
T5 E2D2	T1 E1D1	T5 E2D2	T3 E1D3
T6 E2D3	T3 E1D3	T4 E2D1	T2 E1D2
T4 E2D1	T2 E1D2	T6 E2D3	T1 E1D1
T2 E1D2	T6 E2D3	T1 E1D1	T5 E2D2
T1 E1D1	T4 E2D1	T2 E1D2	T4 E2D1
T3 E1D3	T5 E2D2	T3 E1D3	T6 E2Dc
T7 Testigo (Criollo)	T7 Testigo (Criollo)	T7 Testigo (Napuri)	T7 Testigo (Criollo)
T8 Testigo (Criollo)	T8 Testigo (Napuri)	T8 Testigo (Criollo)	T8 Testigo (Napuri)

### 3.7.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

La unidad experimental estuvo constituida por 9.6 m<sup>2</sup> (6 m x 1.6 m), 11.4 m<sup>2</sup> (6 mx1.9 m), 13.2 m<sup>2</sup> (6 m x 2.2 m) para las densidades 40, 50 y 60 cm, respectivamente. Sembrándose una semilla “diente” por golpe, con distancia de siembra entre planta de 0.12 m y distanciamiento de borde en los surcos 10 cm, 12.5 cm y 15 cm para D40, D50 y D60, respectivamente y con un testigo de 15 cm entre los bordes del surco, con distanciamiento entre planta 0.12m y entre surco 0.60m.

Disposición del campo experimental.

#### Repeticiones.

Número de Block : 4  
 Número de tratamientos por block : 7  
 Longitud de block : 6m  
 Ancho de block : 13.6m

Área de block : 81.4 m<sup>2</sup>

**Surcos.**

Número de surcos por tratamiento : 4

Longitud : 6m

Distanciamiento : 0.4, 0.5 y 0.6 m

**Golpes.**

Número de golpes por surco : 50

Distanciamiento entre golpes : 0.12m

Número de semillas por golpe : 1.0

**Calles.**

Número de calles : 3

Longitud de calles : 1.5 m

Ancho de calles : 13.6 m

Área de calle : 61.2 m<sup>2</sup>

**Resumen de área.**

Área neta del experimento : 326.4m<sup>2</sup>

Área total : 387.6 m<sup>2</sup>

### 3.7.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de las evaluaciones para formar una base de datos, el diseño experimental que se empleó en el presente trabajo de investigación fue el de bloques completamente al azar (BCA) en arreglo factorial 4x2, así mismo se efectuó el ANOVA, determinándose el coeficiente de variabilidad (CV) así mismo se utilizó la prueba de significación Duncan al 5% para tratamientos y se realizó regresión múltiple y análisis multivariado, ver TABLA 13.

**TABLA 13.** Análisis estadístico de los tratamientos en estudio

Rep.	4	SC repeticiones
Tratamientos	10	SC tratamientos
Ecotipos (b)	2	SC Ecotipos
Densidad (d)	4	SC densidad
E X D	8	SC f x d
TestTest Vs f	1	SC Test Vs Fu
Error	21	
Total	31	

### **3.8. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

#### **3.8.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

La primera semana de mayo del 2014, se realizó el chaleo; la tercera semana de mayo se inició a roturar el suelo a una profundidad de 0.30 m con humedad óptima empleando arado de reja con yunta, luego se realizó la cruza para mullir los terrones de suelo la primera semana de junio y posteriormente se marcó el campo de acuerdo al plano del diseño experimental, seguidamente se hizo el marcado del surco utilizando lampa y cordel e incorporando humus 2.0 Ton/ha, quedando listo para la siembra de los dientes de ajo ( ver, FOTO 2).



**FOTO 2.** Preparación del suelo con arado de yunta, Chiñama 2014.



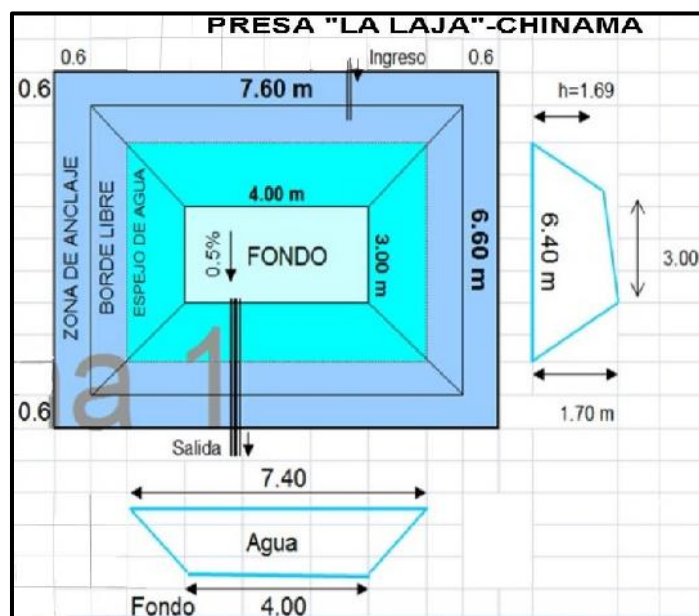
### **3.8.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

#### **3.8.2.1. Especificaciones técnicas de la Reservorio o pilca la Laja**

Las construcciones de la presa y/o pilca fueron hechas por la ONG CICAP en el proyecto financiado por HEIFER en el año 2009 - 2010, con la finalidad de eficientizar el agua de riego, almacenando durante el periodo de verano, para ser utilizado posteriormente en la producción de cultivos de pan llevar por las familias beneficiadas.

El número de familias beneficiarias hasta el año 2014 como usuarios de riego son 6. El área total de tierra estimada es de 8.11 ha, se presenta las especificaciones técnicas de la infraestructura de riego en el (ver, GRÁFICO 10).

**GRÁFICO 10.** Diseño de Construcción Reservoirio la Laja. Chiñama, 2014.



Para realizar los cálculos se tomó las medidas del reservorio y/o pilca cuyas especificaciones técnicas de la infraestructura se presentan en la siguiente TABLA 14.

**TABLA 14.** Especificaciones técnicas de la infraestructura la Laja. Chiñama, 2014.

Talud (Z)	1
Altura mayor del agua( h )	1.70 m
Borde Libre (bl)	0.10 m
Caudal de entrada (Qe)	1.5 l/s
Ø tubería de descarga	1 Pulg
Pendiente transversal a L del fondo	0.5 %
Ancho del borde de anclaje	0.60 m
Longitud del Anclaje Subterráneo	0.50 m
Tiempo de embalse	8.70 h

Los cálculos y dimensionamientos hidráulicos de la infraestructura de riego “La Laja” se presentan en la siguiente **TABLA15**.

**TABLA 15.** Dimensionamiento hidráulico de la infraestructura la laja. Chiñama, 2015.

Volumen neto de diseño	47 m <sup>3</sup>
Largo del Fondo (L)	4.00 m
Ancho del Fondo (A)	3.00 m
Área del Fondo ( b )	11.99 m <sup>2</sup>
Área del Espejo de agua ( B )	47.34 m <sup>2</sup>
Altura menor del agua ( h' )	1.69 m
Reduc. Volumen x pendiente (Vp)	0.09 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Neto calculado</b>	<b>47.03 m<sup>3</sup></b>
Volumen Total (con borde libre)	51.90 m <sup>3</sup>
Tiempo de embalse (en h y min)	8 h 42min
Tiempo mínimo de descarga	10 h 49min
Caudal máximo de descarga	1.90 l/s

Área de Geomembrana utilizada para la impermeabilidad del agua de riego almacenada en el reservorio y/o pilca.

**TABLA 16.** Cantidad de Geomembrana para el del reservorio la laja. Chiñama, 2015

Longitud de Talud	2.55 m
Área de Taludes	53.95 m <sup>2</sup>
Área de Anclajes	35.07 m <sup>2</sup>
<b>Área neta Geomembrana</b>	<b>101.02 m<sup>2</sup></b>

### 3.8.2.2. Reactivación del Reservorio y/o pilca “La laja”.

El trabajo principal consistió en solucionar las roturas mecánicas de la Geomembrana de polietileno de 0.05 mm de espesor utilizando Pegavinil, Terocal y lija N° 100 para luego empalmar las partes del parche y la parte de la Geomembrana que recibirá el parche.

**FOTO 3.** Situación encontrada del reservorio “La Laja”, Chiñama 2014.



Para reactivar toda la infraestructura de la presa y/o pilca “La Laja” se empleó 5 obreros durante 2 día continuos cuyo trabajo consistió en sacar la Geomembrana para solucionar las roturas, limpieza, mejoramiento de la infraestructura y anclaje de la Geomembrana.

**FOTO 4.** Mejoramiento de la infraestructura del reservorio, Chiñama. 2014



Posteriormente, la infraestructura quedó mejorada y solucionada las roturas de la Geomembrana en un 95%, quedando óptimo para almacenar agua e irrigar los huertos de los usuarios, ver FOTO 5.

**FOTO 5.** Reservorio actual “La Iaja”, Chiñama. 2014



### **3.8.2.3. Implementación con tubería PVC**

#### **3.8.2.3.1. Red de tubería Bocatoma - Reservorio.**

La implementación con tuberías PVC Plástica clase 10 de 1 pulgada en el tramo bocatoma hacia el desarenador y luego al reservorio, con una longitud aproximada de 100 m, ver FOTO 6 y caudal de entrada a la presa y/o pilca de 1.5 l/s.

El hoyo se realizó a una profundidad superior a 20 cm, buscando espacios que no presenten rocas y direccionando en forma recta todo el tramo de conducción de la tubería.



**FOTO 6.** Implementación, Quebrada la Laja – Reservorio, Chiñama. 2014.



En la imagen se muestra a los usuarios de riego trabajando en el entubado del tramo Quebrada la Laja (fuente del agua) hacia el desarenador y luego a la presa y/o pilca “La Laja”.

#### **3.8.2.3.2. Implementación de línea matriz Reservorio - Parcelas**

##### **a) Cabezal de riego**

Para la implementación de la línea principal de riego con longitud de 620 m desde la presa hasta la última parcela, donde se llevó acabo el experimento, se utilizó tubos PVC plástica clase 10 de 1 pulgada, enterrándose a una profundidad superior a 20 cm y con un ancho de 10 cm y en la salida del reservorio se instaló un filtro de anillo AZUUM, (ver, FOTO 7).

**FOTO 7.** Instalación de cabezal, filtro AZUUM. Chiñama, 2014.



Como se muestra en la imagen, el filtro se instaló seguido de la llave de purga.

#### **b) Hoyado para enterrar tubería PVC**

El hoyado se realizó a una profundidad de 20 cm por 10 cm de ancho. Utilizando palana y barretas.

**FOTO 8.** Hoyado para la instalación de línea matriz de riego. Chiñama, 2014



### c) Llave de paso en cada parcela

Posteriormente se dejó una llave en cada parcela de los usuarios para regular el paso del agua por la línea principal de riego y entrada a la parcela de cada usuario.

**FOTO 9.** Instalación de llave de paso para cada parcela. Chiñama, 2014.



#### 3.8.2.4. Diseño e instalación de riego en el campo experimental

Para realizar el diseño e instalación del riego por aspersión, que, se presenta en los resultados, se trabajó con información del boletín FAO N° 56, estudio de suelo, clima y valores referenciales del cultivo de otros trabajos de investigación. Así como, se utilizó el CROPWAT 8.0 para cálculos de  $ET^0$  y otras variables de programación del riego por aspersión. A continuación se presenta en la TABLA 17., los valores de densidad aparente y porosidad, según su textura del tipo de suelo.



**TABLA 17.** Valores estándares de densidad aparente, según tipo de suelo

Textura	-	Densidad	
		Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)
Arenoso		1.5 – 1.8	43 - 32
Franco Arenoso		1.4 – 1.6	47 - 40
<b>Franco</b>		<b>1.3 – 1.5</b>	<b>51 - 43</b>
Franco Arcilloso		1.3 – 1.4	51 - 47
Limo Arcilloso		1.25 – 1.4	53 – 47
Arcilloso		1.1 – 1.3	58 - 51

**Fuente:** Hernández Alcántara J, Riego a Presión-Agronomía e Hidráulica, 2014.

También se presentan los valores referenciales de parámetros de Humedad según tipo de suelo, en la siguiente **TABLA 18**.

**TABLA 18.** Valores estándares de Humedad y Punto de marchitez de suelo

Textura	CC (%)	PM (%)	H.D	H.D	H.D
			Peso seco (%)	Volumen (%)	Cm de agua/10 cm de suelo
Arenoso	9	4	5	8	0.8
	(6 – 12)	(2 - 6)	(4 – 6)	(6 – 10)	(0.6 – 1.0)
<b>Franco</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>1.7</b>
	<b>(18 – 26)</b>	<b>(8 – 12)</b>	<b>(10 – 14)</b>	<b>(14 – 20)</b>	<b>(1.4 – 2.0)</b>
Franco	27	13	14	19	1.9
Arcilloso	(23 – 31)	(11 – 15)	(12 – 16)	(16 – 22)	(1.6 – 2.2)
Arcilloso	35	17	18	23	2.3

**Fuente:** Hernández Alcántara J, Riego a Presión-Agronomía e Hidráulica, 2014.

H.D: Humedad Disponible.

Los criterios técnicos del diseño se describen en los resultados; a continuación se presenta en la FOTO 10 el sistema instalado para riego.

**FOTO 10.** Instalación del sistema de riego en el campo Experimental. Chiñama, 2014.



#### **3.8.2.4.1. Ecuación de FAO Penman-Monteith**

En el año 1948, Penman combinó el balance energético con el método de la transferencia de masa y derivó una ecuación para calcular la evaporación de una superficie abierta de agua a partir de datos climáticos estándar de horas sol, temperatura, humedad atmosférica y velocidad de viento. Este método conocido como combinado fue desarrollado posteriormente por muchos investigadores y ampliado a las superficies cultivadas por medio de la introducción de factores de resistencia.

Y posteriormente, un panel de expertos e investigadores en riego fue organizado por la FAO en mayo de 1990, en colaboración con la Comisión Internacional para el Riego y Drenaje y con la Organización Meteorológica Mundial, con el fin de revisar las metodologías previamente propuestas por la FAO para el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos y para elaborar recomendaciones sobre la revisión y la actualización de procedimientos a este respecto.

El panel de expertos recomendó la adopción del método combinado de Penman-Monteith como nuevo método estandarizado en el cálculo de la evapotranspiración de

la referencia y aconsejo sobre los procedimientos para el cálculo de los varios parámetros que la formula incluye.

El método FAO Penman-Monteith fue desarrollado haciendo uso de la definición del cultivo de referencia como un cultivo hipotético con una altura asumida de 0,12 m, con una resistencia superficial de 70 s m<sup>-1</sup> y un albedo de 0,23 y que representa a la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y adecuadamente regado. El método reduce las imprecisiones del método anterior de FAO Penman y produce globalmente valores más consistentes con datos reales de uso de agua de diversos cultivos.

El método de FAO Penman-Monteith para estimar ETo, puede ser derivado (Recuadro 6) de la ecuación original de Penman-Monteith y las ecuaciones de la resistencia aerodinámica y superficial:

Es un método indirecto estándar para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo) en base a información meteorológica.

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)}$$

**Dónde:**

ETo: Evapotranspiración de referencia (mm/día)

Rn: Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m<sup>-2</sup>/día)

Ra: Radiación extraterrestre (mm/día)

G: Flujo del calor de suelo (MJ m<sup>-2</sup>/día)

T: Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

u2: Velocidad del viento a 2 m de altura (m/s)

es: Presión de vapor de saturación (KPa)

ea: Presión real de vapor (KPa)

es – ea: Déficit de presión de vapor (KPa)

Δ: Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>)

γ: Constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>)

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) provee un estándar de comparación mediante el cual:

- Se puede comparar la evapotranspiración en diversos periodos del año o en otras regiones;
- Se puede relacionar la evapotranspiración de otros cultivos.

### 3.8.3. SIEMBRA

**Semillas:** Para el presente estudio se utilizó bulbos comerciales procedentes de Cajamarca que se adquirió en el mercado modelo de Chiclayo, para ser usados como semilla de Ajo variedad Napuri y Criollo; debido a que no se pudo adquirir semilla certificada de ajo en ninguna estación del INIA a nivel nacional; se procedió a seleccionar los bulbos y dientes de tal manera que presenten características físicas óptimas; características fisiológicas y morfológicas adecuadas, para disminuir el riesgo de enfermedades en el cultivo, empleándose:

La cantidad de semilla/ha varía dependiendo de la calidad y peso del diente de Ajo, para nuestro caso se estimó 4.gr de peso en promedio/ diete, a utilizar como semilla, debido a que a mayor presencia de dientes de mala calidad la cantidad de peso de semilla será mucho mayor y a mayor peso del diente mayor será la cantidad de semilla a utilizar, para la estimación del costo de producción se tomará en cuenta la cantidad promedio de semilla fue por densidad de siembra.

**TABLA 19.** Número de planta y semilla de Ajo por hectárea. Chiñama, 2014.

Densidad de siembra(m)	N° Hilera/ha	N° planta/ha	Peso de 1 diente (Kg)	Cantidad semilla Kg/ha
0.4	251	418668	0.004	1674.672
0.5	201	335268	0.004	1341.072
0.6	168	280224	0.004	1120.896
Testigo -0.6	168	280224	0.004	1120.896

Se empleó método de siembra directa en forma manual usando pequeñas estacas con punta para hacer el hoyo a una profundidad de 3 a 5 cm y realizando la siembra con distanciamiento entre planta y planta de 0.12 m y entre surco y surco a 0.40, 0.5 y 0.6 m, con distanciamiento desde el centro del surco a 10, 12.5 y 15 cm respectivamente hacia los laterales según densidad de siembra. En cada golpe colocamos un tallo del bulbillo o diente semilla. La fecha de siembra se realizó, el 19 de junio del 2014. La cantidad de mano de obra estimada para las Densidades D40, D50, D60 son 50, 45, 40 Jornales/ha, respectivamente.

**FOTO 11.** Siembra de Ecotipos en el campo experimental, Chiñama Junio 2014.



### **3.8.3.1. Características de los Ecotipos en investigación**

#### **3.8.3.1.1. Ajo Criollo**

Según, Jorge M. Alvares L, 2000. En su tesis describe, que el Ecotipo criollo, es de recién introducción en Arequipa, ajo de dientes grandes y cuenta con un promedio de 12 dientes, es uno de los más requeridos para exportación. Es un ajo rosado, aclarando, que este ajo no se puede guardar por mucho tiempo por contar con menor número de capas de piel de sus bulbos que los otros ajos rosados como el Napuri.

Su color morado es similar al arequipeño y sus bulbos constaban de 10 a 15 dientes, son arqueados y de distribución uniforme alrededor del eje, los dientes periféricos son de mayor tamaño que los internos y alcanzan un rendimiento entre 6.5 a 9.8 Ton/ha. Este cultivar es nuevo, muchos los consideran como la adaptación del Ajo Morado Arequipeño para las condiciones de costa central, es decir que se desarrolla en climas cálidos y por debajo de los 2000 m.s.n.m.

- Longitud de hoja 33, 54 y 59 cm
- Altura de planta 29, 46 y 50 cm
- Longitud de raíces 8, 12 y 15 cm
- Número de hojas 6, 10 y 13
- Periodo vegetativo 167 días
- Diámetro de bulbo 1.40, 2.20 y 5.50 cm
- Peso promedio de los bulbos 43.60 gr/bulbo
- Número de diente por bulbo 6 dientes externos y 9 internos , es decir 15 dientes en total
- Longitud del diente de ajo 2.60 cm de alto, 1.70 cm de ancho y 1.60 cm de grosor.
- Rendimiento 15 Ton/ ha.

#### **3.8.3.1.2. Ajo Napuri**

Según, Jaime E. Díaz C., 2005. En su tesis describe, que su periodo vegetativo dura cinco meses, es de color violáceo y de buena conservación. Tiene de 12 a 15 dientes redondeados y simétricos en cada bulbo, su diámetro promedio es de 40 mm, y tiene rendimientos que oscilan entre 5.0 – 6.0 Tm/ha. Se adapta en la costa y sierra del Perú.

Es la variedad mejor adaptada a las condiciones de la costa de Arequipa por debajo de los 3000 msnm el tamaño de la porción aérea de la planta alcanza unos 40 cm, las hojas son estrechas de color verde claro, presentan inflorescencia que no se abren o desarrollan bulbillos. El bulbo es de color violáceo, 12 a 15 dientes, de distribución irregular y sobremontados, con un bulbo de 5 cm de diámetro presenta un

periodo vegetativo de 5 meses, tiene mayor conservación que el masone y su rendimiento es de 7 a 12 Tm/ha.

Lo denominan como ajo criollo Arequipeño, ocupa el segundo lugar en aceptación a nivel nacional por tener dientes más grandes y comercializarse generalmente al estado seco. Es un ajo rosado y afirma que es uno de los que tiene más aceptación en el mercado externo. Es el típico ajo de guarda (Se puede almacenar por largos periodos de tiempo), sus bulbos no son tan grandes como como los del ajo blanco, pero son más compactos y de superior calidad. Es uno de los más difundidos en el país, se distingue por la uniformidad de sus bulbos, cuenta en promedio con 16 dientes por bulbo.

No se tiene conocimiento exacto de su procedencia pero se tiene referencia que llegó de Europa al puerto del Callao en donde empezó a ser cultivado y luego se difundió a diferentes regiones del país. Este cultivar se siembra en Arequipa entre los meses de noviembre a enero y es poco resistentes a temperaturas bajas.

- Longitud de hojas 38, 52 y 59 cm
- Altura de planta 33, 43 y 50 cm
- Longitud de raíces 8, 12 y 16 cm
- Número de hojas 7, 10 y 12
- Número de días a la cosecha 154
- Diámetro de bulbo 1.20, 2.50 y 5.30 cm
- Pungencia 4.70 uM/gr de ácido pirúvico
- Peso promedio de bulbo 31.10 gr/ bulbo
- Numero de diente por bulbo 8 dientes externos y 9 dientes internos en total 17 dientes
- Longitud de diente de ajo 2.80 cm de alto, 1.40 cm ancho y 1.50 cm de grosor
- Rendimiento 12 Tm/ ha

### 3.8.4. MANEJO ORGÁNICO DEL CULTIVO

#### 3.8.4.1. Fertilización orgánica

La fertilización fue realizada con humus en proporción de 2.0 Ton/ha, debido a que el suelo presentaba altos valores nutricionales de N, también se realizó aplicaciones de Biol 2,5 L/mochila de 20 L. Asimismo, se aplicó EM se antes de la siembra 2.0 L/mochila de 20L con el terreno húmedo y en horas de la tarde.

**FOTO 12.** Aplicación de Biol en el campo Experimental. Chiñama, 2014.



#### 3.8.4.2. Manejo de malezas

El control de maleza se realizó de forma manual, estimando emplear 20 jornales/ha; el deshierbo se realizó antes que las malezas compitan con el cultivo para evitar que afecte el rendimiento del cultivo.

Las dos principales malezas con más presencia en el campo del cultivo experimental fueron:

- ***Menta spp.***, FOTO 13
- ***Amaranthus viridis***, FOTO 14



**FOTO 13.** Principal maleza en el campo experimental. Chiñama, 2014.



**FOTO 14.** Segunda especie de maleza más importante en el campo experimental.  
Chiñama, 2015.



Durante el control de maleza se realizó 03 deshierbo durante el periodo en el campo del cultivo, primero a un mes y medio, el segundo a los tres meses y el último un mes antes de la cosecha.

**FOTO 15.** Deshierbo manual en el campo experimental.



### **3.8.4.3. Manejo fitosanitario**

#### **3.8.4.3.1. Manejo de Enfermedades**

Las dos principales enfermedades que se presentaron en el campo experimental fueron:

a. Roya del Ajo: ***Puccinia allii*** y ***P. porri***

El problema de roya, no se presentó con importancia incidencia en el cultivo, ver FOTO 16.



**FOTO 16.** Roya en el cultivo de Ajo. Chiñama, 2015.



Presencia de enfermedad a los dos meses, DDS (Días Después de la Siembra).

**b.** Pudrición blanca del Ajo: *Sclerotium cepivorum*

**FOTO 17.** Pudrición Blanca del Ajo próximo a la cosecha. Chiñama, 2015



**FOTO 18.** Aplicación de Caldo Bordeles. Chiñama, 2015



Se realizó 3 aplicaciones de caldo de bordeles para amortiguar la presencia de roya con frecuencia de 10 días en dosis de 300ml/mochila de 20L.

#### **3.8.4.3.2. Manejo de Plagas**

El principal problema de plaga en el cultivo experimental de ajo fue Trips (***Thrips tabaci***), a inicio del segundo mes después de la siembra se presencié fuertes daños en las hojas terminales de las plantas (ver, FOTO 19).

**FOTO 19.** ***Thrips tabaci*** en cultivo de Ajo. Chiñama, 2015





El Ecotipo Criollo mostró el mayor daño causado por Trips entre 30% a 40%, siendo este donde se presencié el mayor problema, favorecido por la formación de hojas que cuelgan con dirección al suelo creando así microclima favorable para el desarrollo de insectos en las hojas terminales. Para el manejo de *Thrips tabaci* se aplicaron extracto alcohólico, diluido en agua en dosis de 100 ml/ mochila de 20 L.

**FOTO 20.** Ecotipo Criollo en el campo experimental. Chiñama, 2015



**FOTO 21.** Daño de *Thrips* en hojas terminales, Ecotipo Criollo. Chiñama, 2015



**FOTO 22.** Muerte de plantas por *Thrips*, en ecotipo Criollo. Chiñama, 2015



En el Ecotipo Napuri las hojas son erguidas, permitiendo que la radiación solar ingrese hasta las yemas y hojas terminales de las plantas, espacio donde proliferan los insectos trips y creando microclima desfavorable para el desarrollo de los insectos. En este Ecotipo no se presentó daños importantes de Trips.

**FOTO 23.** Plantas de Ajo Napuri, campo experimental. Chiñama, 2014.



### a. Manejo Etológico

Se instalaron trampas de plástico azul roseado con aceite comestible en ambos lados del plástico, colocándose 5 trampas de plástico por cada Bloque siendo en total 20 en todo el campo experimental.

**FOTO 24.** Trampas de plástico azul, en el campo experimental. Chiñama, 2015.



### b. Control Biológico

La presencia de insecto benéfico de la especie ***Nabis capsiformis***, de la Familia: Nabidae, ha sido importante durante el manejo orgánico del cultivo de Ajo (*Allium sativum* L.) en el control de *Trips tabaco*, ver FOTO 25.



**FOTO 25.** Insecto benéfico *Nabis capsiformis* en Ajo de la Familia: Nabidae. Chiñama, 2015



### 3.8.5. COSECHA DEL CULTIVO

La cosecha se realizó de forma manual cuando se completó el estado de maduración del bulbo, necesitándose en promedio 30 Jornales/ha, cosechándose el 15 de noviembre del 2014.

**FOTO 26.** Cosecha manual de Ajo. Chiñama, 2015.





### **3.9. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN**

#### **3.9.1. EVALUACION DURANTE EL EXPERIMENTO**

##### **3.9.1.1. Porcentaje de Brotamiento**

Se realizó el conteo de los 2 surcos centrales que estuvo conformado por 4 filas o hileras, las cuales se realizó el conteo, asumiendo que los 2 surcos centrales era 100%, siendo en total 204 plantas emergidas.

Posteriormente hecho el conteo de cada hilera o fila, se sumó y se calculó el porcentaje, aplicando regla de tres simple, (ver, **GRÁFICO 12**).

##### **3.9.1.2. Altura de planta**

Se midió la altura utilizando un metro tomando una muestra al azar de 5 plantas por cada hilera o fila, posteriormente se calculó el promedio de planta por cada fila o hilera y finalmente calculándose el promedio total de planta, ver (ver, **GRÁFICO 13**).

##### **3.9.1.3. Número de hoja:**

Se contabilizó este parámetro cuando se hicieron las evaluaciones de brotamiento y altura de planta en forma conjunta, (ver, **GRÁFICO 14**).

##### **3.9.1.4. Frecuencia de riego**

Para calcular la frecuencia de riego se utilizó informaciones meteorológicas de Inkawasi a una altitud de 2630 msnm y datos de trabajos de investigación, así como el boletín 56 de la FAO, en la práctica se tomó como indicador el cultivo, (apartado 4.4, (ver, **RESULTADO 4.5.5.5**).

### **3.9.1.5. Tiempo de riego**

Para calcular el tiempo de riego se utilizó informaciones meteorológicas de Inkawasi a una altitud de 2630 msnm y datos de trabajos de investigación, así como el boletín 56, (ver, **RESULTADO, 4.5.5.8**).

### **3.9.1.6. Consumo total de agua**

Se hicieron estimaciones de la cantidad de agua aplicado al cultivo durante la siembra hasta la cosecha, en metro cubico, (ver, **RESULTADO 4.5.5.9**).

## **3.9.2. EVALUACIÓN DURANTE LA COSECHA**

### **3.9.2.1. Rendimiento total del bulbo**

Se realizó el pesado de los rendimientos por cada tratamiento en total (ajos de 1°, 2° y descarte), después de la cosecha, entre 1.5 a 3 semanas, cuando el bulbo ha reducido el contenido de humedad, posteriormente se hizo las estimaciones por unidad de hectárea en kilogramo, (ver, **TABLA 34**).

### **3.9.2.2. Rendimiento de bulbos de Primera calidad**

Los bulbos se clasificaron en bulbos de 1A, siguiendo criterio de apreciación visual, considerando los bulbos más grandes y mejor conformados como bulbos de primera, y luego se hicieron las estimaciones en Kg/has, (ver, **TABLA 35**).

### **3.9.2.3. Rendimiento de bulbos de Segunda Calidad.**

Los bulbos de menor tamaño en comparación a los de primera se consideraron como bulbos de segunda, posteriormente se hicieron las estimaciones en Kg/has (ver, **TABLA 36**).

#### **3.9.2.4. Rendimiento de bulbos de descarte.**

Los bulbos más pequeños e irregulares, abiertos, con dientes faltantes o muy chicos, manchados o afectados por insectos, son considerados como bulbos de descarte, (ver, **TABLA 37**).

#### **3.9.3. PARAMETROS DEL BULBO**

##### **3.9.3.1. Peso de bulbo**

El peso promedio de bulbos se midieron en gramos, tomándose muestra de 10 bulbos al azar de primera y segunda calidad, (ver, **TABLA 39**).

##### **3.9.3.2. Altura de bulbo**

Se realizó la medición en una muestra al azar de 10 bulbos para cada tratamiento, considerándose como una sola categoría (1ª y 2ª), se midieron utilizando un vernier en cm, (ver, **TABLA 40**).

##### **3.9.3.3. Diámetro de bulbo**

Se midió en muestra al azar de 10 bulbos por tratamiento, considerándose como una sola categoría comercial (1ª y 2ª). Se midieron utilizando un vernier o pie de rey en cm, (ver, **TABLA 41**).

##### **3.9.3.4. Número total de diente por bulbo**

Se contabilizo en muestras al azar de 10 bulbos por cada tratamiento en estudio, de la calidad primera y segunda, (ver, **TABLA 42**).

#### **3.9.3.5. Número de diente interno**

Se contabilizó el número de diente interno por bulbo en 10 muestras al azar de la calidad primera y segunda, (ver, **TABLA 43**).

#### **3.9.3.6. Número de diente externo**

Se contabilizó el número de diente externo por bulbo en 10 muestras al azar de la calidad primera y segunda, (ver, **TABLA 44**).

#### **3.9.3.7. Peso de diente interno**

El peso promedio de diente interno, se midió en gramos utilizando balanza de precisión, (ver, **TABLA 45**).

#### **3.9.3.8. Peso de diente externo**

El peso promedio de diente externo, se midió en gramos utilizando balanza de precisión, (ver, **TABLA 46**).

### **3.9.4. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Para hacer el análisis económico se cuantificó la inversión en soles, para luego hacer los cálculos siguientes.

#### **3.9.4.1. Costo total**

Se obtuvo de la suma de los costos del manejo agronómico orgánico hasta la cosecha, con sistema de riego por aspersión, en Chiñama, (ver, **TABLA 49**).

#### **3.9.4.2. Rendimiento (R)**

El rendimiento se evaluó en kilogramos por hectárea y se clasificó en bulbo de calidad primera, segunda y descarte- “tercera”, (ver, **TABLA 50**).

#### **3.9.4.3. Ingreso bruto (IB)**

Se obtuvo del producto de rendimiento por hectárea y el precio unitario del producto (en soles), menos los costos, (ver, **TABLA 51**).

#### **3.9.4.4. Ingreso Neto (IN)**

Se obtuvo del producto de rendimiento por hectárea y el precio unitario del producto (en soles). Menos los costos totales, (ver, **TABLA 52**).

#### **3.9.4.5. Índice de rentabilidad**

Se encontró al dividir el Ingreso Bruto/Costo de producción y posteriormente se calculó el porcentaje de ganancias para las densidades en estudio, (ver, **TABLA 53**).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. DIAGNOSTICO RURAL PARTICIPATIVO

Se hizo un recorrido conjuntamente con los directivos y algunos beneficiarios, desde la captación del agua, que es la quebrada “La laja” hasta la última parcela y posteriormente se realizó una reunión donde se hizo un diagnóstico sobre la problemática del agua, sistema de riego y del agua, que existe en el sector Chiñama.

En dicha plenaria los usuarios pudieron exponer sus problemas con el agua, sistema de riego, suelo y cultivos en su sector. Los resultados fueron:

- Nombre de la fuente de agua: La laja
- Tipo de fuente de agua: Quebrada
- Número de Usuario: 43
- Grupos de Usuario: 3
- Número de Usuarios (beneficiario): 12
- Número de usuarios que actualmente riegan: 6
- Área que irriga cada usuario: 8.11 Ha
- Usos de agua: Para riego de cultivos y para dar de beber al ganado
- Problema con el agua: No abastece para todo los usuarios por lo que actualmente solo riegan 6 usuarios y otro problema es económico para la compra de tuberías por algunos usuarios. Asimismo no están formalizados ante el ANA (Autoridad Nacional del Agua).

Infraestructura de riego existente:

- Captación de quebrada
- Solo existe entubado desde la quebrada (bocatoma) hasta la presa, presentándose problema de llenado de arena al tubo y bajo volumen de agua.
- No existe construido el desarenador

- Infraestructura de presa y/o pilca en pésimo estado en desuso total y no cumplen con especificaciones técnicas, según informe encontrado sobre su construcción.
- No presenta tubería de purga en la presa
- Geomembrana rota, por daños mecánicos
- No presenta la red de tubería principal de riego desde la presa y/o pilca hacia las parcelas para ser irrigadas

Problemática con el sistema de riego tradicional:

- Demasiada pérdida de agua durante la distribución, por desbordamiento e infiltración
- Mucho tiempo de recorrido desde el reservorio hacia las parcelas más distantes ( 50 minutos para la parcela más distante 600 m)
- Ausencia del sistema de control del agua de salida del reservorio. Por lo que es demasiado difícil controlar el caudal de salida del reservorio, el mismo que conlleva a pérdidas de agua en el canal de distribución por desbordamientos.

Problema con el suelo

- Por ser un suelo franco arcilloso presenta agrietamiento o rajaduras en mayoría de campos de los usuarios
- Presenta pendiente entre 15 a 25%
- Suelos con presencia de rocas desde pequeñas hasta grandes
- Presenta erosión eólica
- Tiempo de descarga del agua no dura más de 6 horas

Problemas durante el riego:

- Pérdida de capa arable por erosión hídrica
- Pérdida de fertilidad del suelo
- Pérdida de agua por escorrentía e infiltración
- Eficiencia de aplicación de riego bajo

Campañas por año: Todo los usuarios cultivan una sola campaña por año en el periodo de lluvia y los usuarios que irrigan siembran pequeñas parcelas de legumbres, hortalizas, entre otros para consumo familiar, y pastos para forraje de animales principalmente cuy.

## **4.2. INSPECCIÓN DE FUENTE DE AGUA E INFRAESTRUCTURA**

### **4.2.1. INSPECCIÓN DE LA FUENTE DE AGUA**

En mayo se inspeccionó la fuente de agua quebrada la Laja conjuntamente con los usuarios de riego. Constatándose que se trata de una quebrada llamado “La Laja” alimentado por infiltraciones subterráneas desde el cerro Mamahuaca y pequeños ojos de agua que se encuentran en la parte superior de la cuenca.

### **4.2.2. INSPECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**

Con la participación de la directiva y usuarios de riego del sector e realizó la inspección y evaluación del estado de la infraestructura de riego de los beneficiarios de riego “La Laja”. Los resultados se muestran en la siguiente TABLA.

**TABLA 20.** Resultados de Diagnostico Rural Participativo de usuarios La Laja.  
Chinama, 2015.

<b>Infraestructura</b>	<b>Descripción y estado</b>	<b>Observaciones</b>
Captación	Captación con barraje, en mal estado y bajo volumen de agua de conducción	Construido por los usuarios, con financiamiento propio
Canal de conducción	La conducción es a través de tubería de 1 pulgada PVC, en regular estado	Construcción por los usuarios y con autofinanciamiento.
Desarenado	No presenta construcción de desarenador	No se ha cumplido con las reglas técnicas de construcción de una



		presa
Presa y/o Pilca	Presa trapezoidal de 7 m x 6 m x 1.70 m (47.03 m <sup>3</sup> Volumen neto) recubierto con Geomembrana de 0.05 mm de polietileno.	Construido con mano de obra de los usuarios de riego hace aproximadamente 4 años y con el apoyo solo de Geomembrana por la ONG CICAP.
Sistema de control de salida del reservorio	El reservorio cuenta con sistema de control de salida de agua en mal estado	El sistema de control es una llave de metal que no está en funcionamiento
Sistema de línea principal de riego	No existe instalación del sistema de la línea principal de riego	Solo existe trabajo de hoyado hecho por los usuarios en un tramo aproximado de 350 m, y no entubado.

#### 4.3. TOPOGRAFÍA DE PARCELAS EN CHIÑAMA

Las características de las parcelas son de relieve ondulada, inclinada, y de geometría irregular, sin bosques en el interior ni externo, con presencia de rocas desde pequeñas hasta grandes en las áreas de los beneficiarios, el cual se puede (ver, **FOTO 27**).

**FOTO 27.** Topografía de parcelas en Chiñama, 2014.



#### **4.4. TRABAJO DE GABINETE**

##### **4.4.1. PLANO GENERAL DE PARCELAS**

Con el uso de Google Earth, Autocad y otras aplicaciones se elaboró el plano general para hacer estimaciones de área total por parcelas de los 06 beneficiarios:

Área: 8.11 Ha.

Pendiente estimada: 15% a 25%

Los resultados del plano general se muestran en el (**ANEXO**).

#### **4.5. DISEÑO AGRONÓMICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

El diseño agronómico se realizó siguiendo criterios técnicos y basándose en antecedentes de investigaciones, uso del CROPWAT y el manual N° 56 de la FAO y otros datos de investigaciones.

#### 4.5.1. CEDULA DEL CULTIVO

Para el diseño agronómico, se consideró el cultivo de Ajo (*Allium sativum* L.) en investigación, presentándose el calendario tradicional de producción en la zona por las familias.

El Ajo es cultivado por pequeños números de familias en la zona de Chiñama para consumo familiar 300 m<sup>2</sup> y debido a daños persistentes de año tras año a los cultivos tradicionales como el Maíz, Quiwicha, y otros por el factor viento el interés de investigar en el cultivo de Ajo, debido al porte bajo a medio y su capacidad de elasticidad biológica.

El calendario de siembra tradicional es en a inicio de Mayo y Junio, cosechándose entre octubre y noviembre. Se presenta en la siguiente TABLA 21, a continuación la fenología del cultivo Ecotipo Napuri en Chiñama.

**TABLA 21.** Fenología del cultivo de Ajo Napuri. Chiñama, 2015.

PORCENTAJE DE LA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO <i>Allium sativum</i> (Ecotipo Napuri)					
	0% a 20%	40%	60%	80%	100%
Napuri (días)	30	60	90	120	150
Criollo (días)	25	70	98	130	162
Cultivo	Establecimiento (Brotación)	Crecimiento y Desarrollo del cultivo	Media Estación (Bulbificación)	Inicio de Madurez (Bulbificación)	Madurez Fisiológica
Kc	0.30 – 0.40	0.60 – 0.75	0.90 – 1.10	0.90 – 1.10	0.80 – 0.90

**Fuente:** Elaboración propia a partir de resultados en campo y múltiples bibliografías.

#### 4.5.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AJO

La principal característica a considerar para hacer el diseño agronómico de riego es la profundidad radicular, el cual se considerará 2/3 partes de la profundidad máxima, debido a que a la profundidad de 40 cm se encuentra más del 80 % de raíz.

**TABLA 22.** Profundidad radicular del Ajo (*Allium sativum* L.)

Cultivo	Prof. Radicular máx. (m)	Prof. 2/3 de zona radicular (m)
Ajo	0.60	0.4

#### 4.5.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN Y KC DEL AJO (*Allium sativum* L.)

La evapotranspiración se presenta en la TABLA 23, el cual ha sido calculada con el programa CropWat 8, que está basado en la formula Penman – Monteith, propuesto por la FAO y con la información meteorológica de la estación Inkawasi, Ferreñafe.

Estación a 2630 msnm, la Longitud y latitud fueron convertidas a grados.  
Longitud: 79.38 W; Latitud: 6.26 S y Altitud: 2630 msnm.

**TABLA 23.** Evapotranspiración de referencia del cultivo

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Eto (mm/día)	3.44	3.34	2.89	2.93	2.29	2.80	3.07	2.43	2.42	2.54	3.12	3.15
Eto (mm/mes)	106.7	93.56	89.45	87.96	70.96	83.86	95.10	75.35	72.70	78.69	93.68	97.62

El coeficiente el cultivo de Ajo (*Allium sativum* L.) fueron tomadas de la FAO y se presenta en la siguiente, TABLA 24.

**TABLA 24.** Coeficiente del cultivo de Ajo

Fenología del Napuri	Establecimiento (Brotación)	Crecimiento y Desarrollo del cultivo	Media establecimiento (Bulbificación)	Maduración Fisiológica
Kc	0.7	0.7	1	0.7

**Fuente:** Boletín N° 56 FAO, Pág. 110, y Jorge Jara Ramírez y Alejandro Valenzuela Avilés, Univ. Concepción, Chile 1998.

#### 4.5.4. EFICIENCIA DE RIEGO

La eficiencia de riego para fines de diseño agronómico es 75 % en el campo experimental, en este caso, debido a que el agua conducida a las parcelas mediante tuberías cerradas de PVC de 1.0 pulg y las mayores pérdidas ocurre a nivel de las parcelas durante la aplicación del riego.

#### 4.5.5. DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN Y FRECUENCIA DE RIEGO

Para fines de demostración, se realizará la secuencia de los cálculos de las necesidades, lamina de riego y otros parámetros de riego en el inicio de desarrollo del cultivo de Ajo (*Allium sativum* L.).

##### 4.5.5.1. Cantidad de Humedad o Agua aprovechable por el suelo (H.A)

Para calcular la humedad aprovechable del suelo, en términos de una altura de agua, se utilizó la siguiente expresión:

$$H.A = \frac{CC - PMP}{100} * \frac{Dap}{DH2O} * P$$

Dónde:

**H.A:** Altura de agua aprovechable para el cultivo (mm).

**CC:** Contenido de humedad de suelo, expresado en porcentaje.

**PMP:** Contenido de humedad del suelo, expresado en porcentaje

**Dap:** Densidad aparente del suelo (g/cc)

**DH2O:** Densidad del agua. Se asume normalmente un valor de 1 (g/cc).

**P:** Profundidad representativa de la muestra de suelo analizada (mm). Para nuestro caso se considera 0.30m.

Los datos fueron tomados de la TABLA 17 y 18.

$$H.A = \frac{22 - 10}{100} * \frac{1.4\text{g/cc}}{1.0\text{g/cc}} * 300\text{mm}$$

$$H.A = 50.4 \text{ mm}$$

#### 4.5.5.2. Cálculo de la Evapotranspiración del cultivo (ETc)

De acuerdo a lo enunciado por Tajuelo (1999) sobre demanda neta de riego, para fines de diseño, la ecuación reducida para el cálculo es:

$$ETc = Kc \text{ del Ajo} * Eto$$

Kc del Ajo en la etapa de establecimiento para el mes de Julio es 0.7.

Eto para el mes de julio es 95.10 mm/mes (3.07 mm/día)

$$ETc = 0.7 * 3.07 = 2.15 \text{ mm/día}$$

#### 4.5.5.3. Cálculo de la lámina neta de riego (Dn)

El descenso tolerable conveniente para riego por aspersión es el 30 %, la capacidad de campo y el punto de marchitez para suelo franco es 22 % y 10 % respectivamente, la densidad aparente para el mismo suelo es 1,4 g/cm<sup>3</sup>, y la profundidad de la raíz en donde se encuentra más del 80 % es 0.40 m, equivalente a 400 mm. (Ver, TABLA 17 y 18).

$$Dn = \frac{30 * (22 - 10) * 1.4 * 400}{10000} = 16,8 \text{ mm}$$

#### 4.5.5.4. Fracción de lavado (FL)

FL, representa la fracción de agua aplicada en cada riego que se hace pasar a través de la rizosfera para regular el contenido en sales del suelo hasta un nivel bajo. Se calcula en función frecuencia de riego. En nuestro caso para un riego de aspersión con una frecuencia de 2 o más días entre riegos; consideramos la siguiente expresión (ver, TABLA 11):

$$FL = \frac{CE}{5 * CEe - CE}$$

Dónde:

CE: Conductividad eléctrica del agua de riego (dS / m).

CEe: Conductividad eléctrica correspondiente al 10% de disminución del rendimiento (dS / m). Consideraremos un valor medio de 1.8 para el Ajo.

$$FL = \frac{0.18}{5 * 1.8 - 0.18} = 2.04 \%$$

#### 4.5.5.5. Cálculo de la frecuencia de riego (Fr)

A nivel de campo se consideró para la frecuencia de riego como indicador del riego al cultivo de Ajo, cuando presenta síntomas de indicios de marchitez de hoja, para el establecimiento de riego de cada 3 días.

El intervalo máximo de riego o frecuencia de riego, para este cultivo está dado por: Dn/Etc.

$$Fr = \frac{16.8 \text{ mm}}{2.15 \text{ mm/día}} = 7,81 \text{ días}$$

La frecuencia entre los riegos para este cultivo será de 8 días.

#### **4.5.5.6. La lamina neta de riego corregida (Dnc)**

Está dada por:

$$Dnc = 2.15 \text{ mm/día} * 8 \text{ días} = 17,2 \text{ mm}$$

#### **4.5.5.7. Cálculo de la lámina bruta de riego (Db)**

La lamina o dotación bruta es mayor a la dotación neta debido a la eficiencia de aplicación a nivel de las parcelas.

Por eso se considera que la eficiencia de aplicación prácticamente equivalente a la eficiencia total del sistema, en este caso se asume un 75 %. Calculando la Db tenemos 22.93 mm.

$$Dbc = \frac{17,2 \text{ mm} * 100}{75} = 22,93 \text{ mm}$$

#### **4.5.5.8. Tiempo de riego o tiempo de postura**

El tiempo de riego para el cultivo, durante el establecimiento fue de 2.30 horas por riego, tomado como indicador de riego el cultivo y suelo.

#### **4.5.5.9. Consumo de agua del ajo en Chiñama**

El módulo de riego del cultivo de ajo estimado en Chiñama, con sistema de riego por aspersión fue 5519.87 m<sup>3</sup>/ha. El caudal de entrada fue de 1.45 L/s en promedio, valor calculado a partir de toma de caudal de entrada al campo.

#### **4.5.5.10. Espaciamiento entre aspersores y líneas o laterales de riego**

Los emisores en campo se instalaron en forma paralela a la curva de nivel y en una sola posición por hidrante. El marco de riego elegido fue cuadrado. El espaciamiento entre aspersores y de laterales estará dado según las recomendaciones de Strong (1961). Y citado por Tajuelo (1992) para vientos con velocidades de 2 y 3.5



m/s. el espaciamiento entre aspersores y laterales estará dado por 60y 50% del diámetro efectivo, es decir, se tendrá un marco de riego cuadrado. Para nuestro caso el espaciamiento será el 50% del diámetro efectivo debido a la velocidad fluctuante del viento. El diámetro efectivo para aspersores con una sola boquilla es de 90 % del diámetro de mojado.

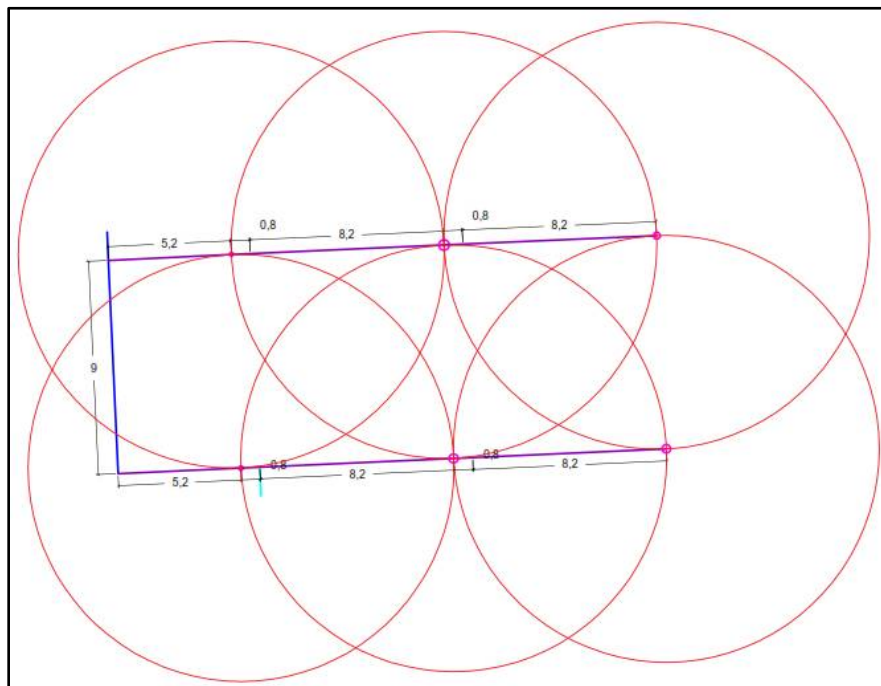
$E_{asp} = 0.90 * 0.5 * D_m$  Espaciamiento entre aspersores

$E_l = 0.9 * 0.5 * D_m$  Espaciamiento entre laterales

El diámetro mojado ( $D_m$ ) del aspersor que más se amolda a las parcelas de nuestro caso es de 20 m. Entonces reemplazando en la relación mencionada se tendrá  $0.90 * 0.5 * 20 = 9.0$  m, para espaciamiento entre aspersores y laterales. Finalmente el marco de riego quedará como se muestra en el **GRÁFICO 11**.

La altura del aspersor para riego fue de 0.9 m, debido a que el Ajo alcanza tamaño máximo hasta 60 cm de altura.

**GRÁFICO 11.** Diseño de aspersores en el campo experimental. Chiñama, 2015.



#### 4.5.5.11. Número de emisores por lateral y número de laterales

Considerando la forma, tamaño de las parcelas y el diámetro de mojado asumido, la cantidad de aspersores por cada lateral de riego será de tres. El número de laterales que trabajará por postura será de 2 laterales, el número de posturas será determinado por el área mínimo programado por día a regar. Para nuestro caso será en total de 6 aspersores.

#### 4.5.5.12. Características del Aspersor

El aspersor utilizado en el riego fue el modelo 427B GAG NAANDAN, supra árbol de plástico de alto impacto y gran resistencia contra corrosión, desgaste mecánico, productos químicos y radiación, con rosca macho de 1/2", con las siguientes características:

**Color de boquilla:** verde

**Diámetro de mojado:** 20 a 22 m

**Caudal:** 0.570 m<sup>3</sup>/ha, equivalente 0.158 l/s.

**Presión:** 2.0 bar

**Número de boquilla:** 01

**FOTO 28.** Aspersor 427B GAG, instalado en el campo experimental. Chiñama, 2014.



#### **4.5.5.13. Horas de riego**

Para nuestro caso, la disponibilidad de agua, mano de obra y la presencia de fuertes vientos, determinarán la cantidad de horas a regar al día. La disponibilidad de agua es de 24 horas del día por semana, la mano de obra se podría asumir las 24 horas, ya que los usuarios viven cerca de su parcelas. En consecuencia la cantidad de horas al día que se podrá regar es de 24 horas, cuando no hay presencia de vientos que dificulte el riego.

### **4.6. RESULTADOS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL**

#### **4.6.1. PORCENTAJE DE BROTAAMIENTO**

##### **4.6.1.1. Primera evaluación**

El análisis de varianza arrojó significación estadística para Ecotipos y densidad, resultado que indica, que las semillas tuvieron diferente longevidad y hubo diferencias significativas en el porcentaje de brotamiento, para el resto de fuentes de variabilidad no se encontró significación estadística, el coeficiente de variación fue 34.07 % valores elevados que no validan la conducción experimental y toma de datos, (ver, **TABLA 1 A, ANEXO**).

Para las combinaciones, se encontró tres grupos, donde el primero está representado por tres tratamiento, encabezado por Criollo 60, que con 82,50 % está ocupando el primer lugar del orden de mérito, le siguen los tratamientos Criollo 50 y Criollo 40, con 78,63 % y 77,13 % respectivamente, entre los cuales no existe significación estadística. En cambio Napuri 50, presentó el menor porcentaje de brotamiento para la primera evaluación con 19,63 %, quedando rezagado al final de la tabla (ver, **TABLA 25**).

**TABLA 25.** Porcentaje de Brotamiento, en la primera evaluación tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T6	Criollo	D60	82.50	A
T5	Criollo	D50	78.63	A
T4	Criollo	D40	77.13	A
T3	Napuri	D60	48.88	B
T8	Criollo	Testigo 60	43.50	B C
T1	Napuri	D40	37.63	B C
T7	Napuri	Testigo 60	33.25	B C
T2	Napuri	D50	19.63	C

#### 4.6.1.2. Segunda Evaluación

El análisis de varianza para esta característica arrojó significación estadística para Ecotipos y densidad, resultados que indican, que las semillas tuvieron diferente longevidad y las densidades de siembra influyeron, para el resto de fuentes de variabilidad no se encontró significación estadística, el coeficiente de variación fue 12.90 % valor bueno que valida la conducción experimental y toma de datos, (ver, **TABLA 1 B, ANEXO**).

Para las combinaciones, que presenta diferencia estadística, está encabezado por T6 con 90.63 %, mientras que T4 (88.0 %), T5 (86.13 %) no presenta diferencias, le siguen los tratamientos T3, T2, T1, T8, con 78.75 %, 73.50 %, 72.25 % y 66.50 % respectivamente, entre los cuales no existe significación estadística. Mientras el testigo Napuri (T7), presentó el menor porcentaje de brotamiento para la segunda evaluación con 56,50 %, quedando rezagado al final de la tabla (ver, **TABLA 26**).

**TABLA 26.** Porcentaje de Brotamiento, en la segunda evaluación tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T6	Criollo	D60	90.63	A
T4	Criollo	D40	88.00	A B
T5	Criollo	D50	86.13	A B
T3	Napuri	D60	78.75	A B C
T2	Napuri	D50	73.50	B C
T1	Napuri	D40	72.25	B C
T8	Criollo	Testigo 60	66.50	C D
T7	Napuri	Testigo 60	56.50	D

#### 4.6.1.3. Tercera evaluación

El análisis de varianza para esta característica arrojó significación estadística solo para Ecotipos, resultados que indican, que las semillas tuvieron diferente longevidad, para el resto de fuentes de variabilidad no se encontró significación estadística, el coeficiente de variación fue 14.10 % valor bueno que valida la conducción del experimental y toma de datos, (**TABLA 1 C, ANEXO**).

Para el caso de las combinaciones, está encabezado por T6 con 89.63 %, seguido por los tratamientos T5, T4, T8, T3, T2 y T1 con valores 88.75 %, 88.00 %, 75, 25 %, 73, 63 %, 67.38 % y 67.38 respectivamente, finalmente el Testigo 60 Napuri con 62.25 % se encuentra rezagado en la tabla (ver, **TABLA 27**).

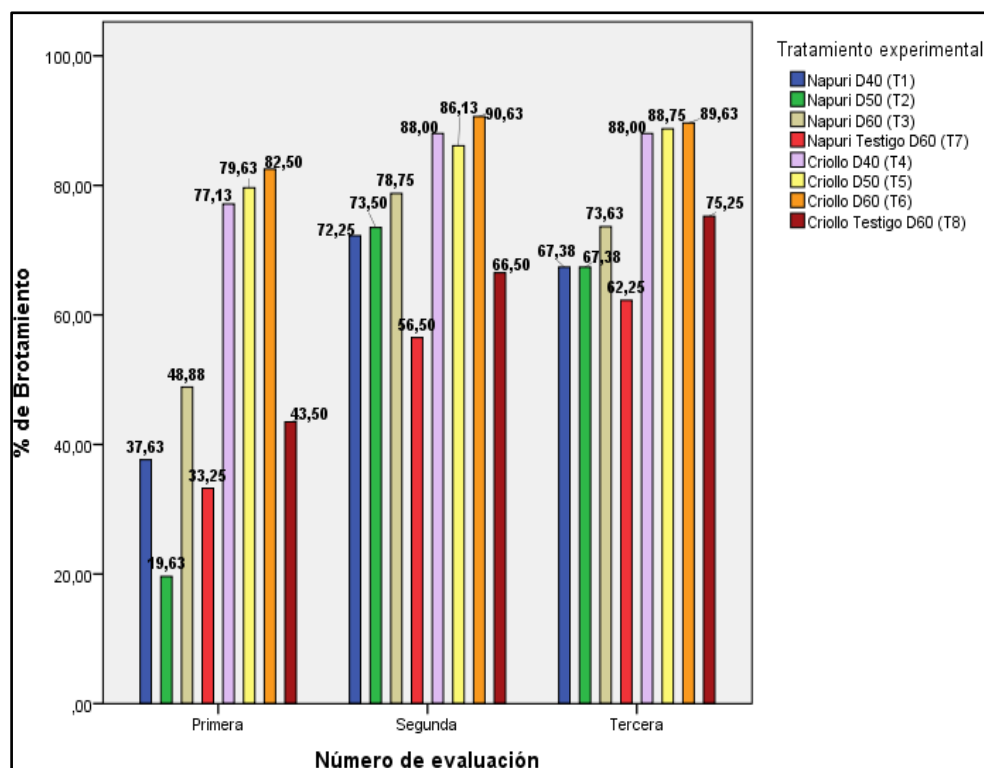
**TABLA 27.** Porcentaje de Brotamiento, en la tercera evaluación tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T6	Criollo	D60	89.63	A
T5	Criollo	D50	88.75	A
T4	Criollo	D40	88.00	A
T8	Criollo	Testigo 60	75.25	A B
T3	Napuri	D60	73.63	A B
T2	Napuri	D50	67.38	B
T1	Napuri	D40	67.38	B
T7	Napuri	Testigo 60	62.25	B

#### 4.6.1.4. Resumen de las evaluaciones

En el siguiente **GRÁFICO 12**, se resume y analiza los resultados de las evaluaciones para la variable, porcentaje de brotamiento, a los 25, 58 y 85 DDS.

**GRÁFICO 12.** Evaluación total de porcentaje de Brotamiento del cultivo de Ajo por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



Del **GRÁFICO 12**, se concluye que el tratamiento que presentó mayor porcentaje de brotamiento en la primera evaluación 25 DDS (días después de la siembra), fue el T6 (82.59%), seguido por T5 (79.63%), T4 (77.13%) y con respecto al testigo T8 para el Ecotipo Criollo que quedó rezagado con 43.50 %, el cual se explica por el tipo de riego a gravedad empleado en el testigo, mientras que para los otros tratamientos el sistema de riego aspersión fue más frecuente y por la eficiencia de riego en 75%.

En la segunda evaluación 58 DDS (días después de la siembra), el Ecotipo Criollo mostro un superior porcentaje de brotamiento, mayor a 80.00% para los tratamientos T4, T5, T6, y en menor porcentaje el testigo con 66.50 % (T8), mientras que el Napuri presento para los tratamientos T1, T2, y T3 un porcentaje de brotamiento superior a 70.0 % con respecto al testigo que alcanzó 56.50 %.

En la tercera evaluación 85 DDS (días después de la siembra), con respecto a la segunda evaluación, para Ecotipo Napuri los tratamientos T1 presentó un decremento de -4.87 %, -6.12 % para T2, -5.12 % en el T3 y el testigo T7 incremento el porcentaje de brotamiento en un 5.75 %. Para el caso del Ecotipo Criollo en el tratamiento T4 se mantuvo el porcentaje de evaluación con 88.00 %, en el T5 se incrementó 2.62 %, en el T6 se presentó un decremento de -1.0 % y finalmente el testigo T8 presentó un incremento importante de 8.75 % con respecto a la segunda evaluación.

#### **4.6.2. ALTURA DE PLANTA**

##### **4.6.2.1. Primera evaluación**

El análisis de varianza para esta característica de bloques, Ecotipos, y Ecotipo x densidad arrojó significación estadística resultados que indican, que en la altura de planta hubo diferencias significativas estadísticamente, para el resto de fuentes de variabilidad no se encontró significación estadística, el coeficiente de variación fue 14.85 %, valor que validan la conducción experimental y toma de datos en la evaluación, (**TABLA 2A, ANEXO**).

Para el caso de las combinaciones, se encontró tres grupos, donde el primero está representado por tres tratamiento, encabezado por Criollo 50, con 19.27 cm ocupando el primer lugar del orden de mérito, le siguen los tratamientos Criollo 60 y Criollo 40, con 17.46 cm y 17.14 cm respectivamente, entre los cuales existe significación estadística. En cambio Napuri 50, presentó la menor altura de planta en la primera evaluación con 9.75 cm, quedando rezagado al final de la tabla (ver, **TABLA 28**).

**TABLA 28.** Altura de planta (cm), en la primera evaluación de los Ecotipos Criollo y Napuri. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T5	Criollo	D50	19.27	A
T6	Criollo	D60	17.46	A
T4	Criollo	D40	17.14	A
T8	Criollo	Testigo 60	13.80	B
T3	Napuri	D60	12.39	B C
T1	Napuri	D40	11.66	B C
T7	Napuri	Testigo 60	10.43	C
T2	Napuri	D50	9.75	C

#### 4.6.2.2. Segunda Evaluación

El análisis de varianza para esta característica de Bloques, Ecotipos, y Densidad arrojó significación estadística, resultados que indican, que en la altura de planta hubo diferencias significativas estadísticamente, para el resto de fuentes de variabilidad no se encontró significación estadística, el coeficiente de variación fue 9.02 % valor muy buena, que validan la conducción experimental y toma de datos en la evaluación, (**TABLA 2B, ANEXO**).

Para el caso de las combinaciones, se encontró tres grupos, el tratamiento que encabeza con mayor altura es T5 con 42.25 cm, seguido por T3 (39.89 cm), T6 (39.71), T4 (38.05 cm), T1 (37.76 cm), T2 con 36.69 cm, T8 con 35.00 cm Y finalmente rezagados Napuri testigo D60 (T7) con 28.90 cm (ver, **TABLA 29**).



**TABLA 29.** Altura de planta (cm), segunda evaluación por tratamientos en estudio.  
Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T5	Criollo	D50	42.25	A
T3	Napuri	D60	39.89	A B
T6	Criollo	D60	39.71	A B
T4	Criollo	D40	38.05	A B
T1	Napuri	D40	37.76	A B
T2	Napuri	D50	36.69	B
T8	Criollo	Testigo 60	35.00	B
T7	Napuri	Testigo 60	28.90	C

#### 4.6.2.3. Tercera evaluación

El análisis de varianza para Bloques y Ecotipos, arrojó significación estadística, resultados que indican, que en la altura de planta hubo diferencias significativas estadísticamente, para el resto de fuentes de variabilidad no se encontró significación estadística, el coeficiente de variación fue de 6.76 %, valor muy buena, que valida la conducción experimental y toma de datos de las muestras en esta tercera evaluación a los 85 DDS, (**TABLA 2C, ANEXO**).

Para el caso de Ecotipo x Densidad, se encontró dos grupos, el tratamiento que encabeza con mayor altura es T1 con 50.74 cm, seguido por T3 (50.61 cm), T2 (48.65 cm), T5 (47.13 cm), T6 (46.27 cm), T7 con 45.68 cm, T4 con 45.01 cm y finalmente rezagado T8 con 43.93 cm (ver, **TABLA 30**).

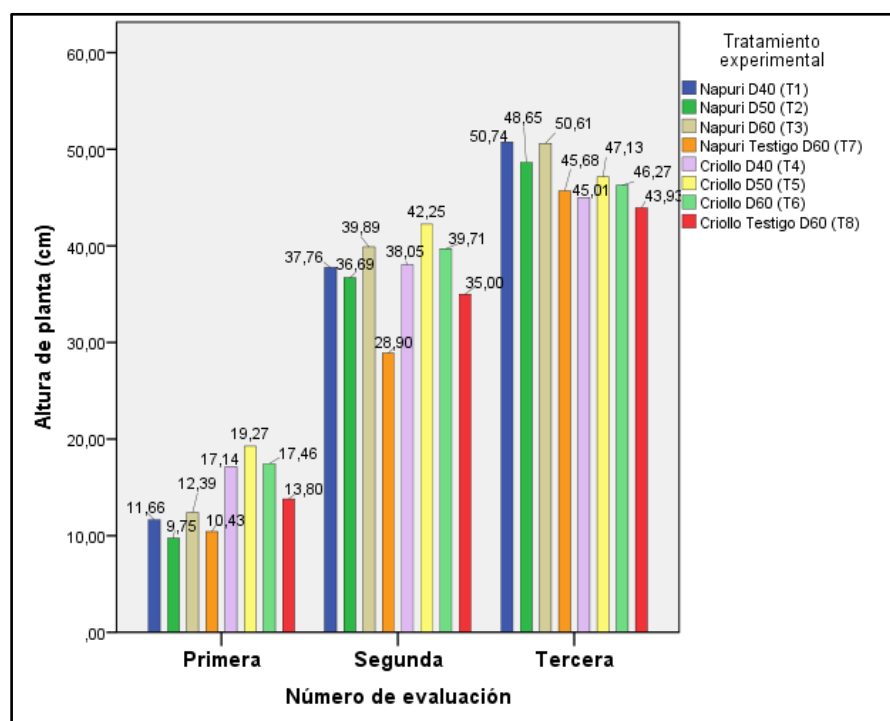
**TABLA 30.** Altura de planta (cm), tercera evaluación por tratamientos en estudio.  
Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T1	Napuri	D40	50.74	A
T3	Napuri	D60	50.61	A
T2	Napuri	D50	48.65	A B
T5	Criollo	D50	47.13	A B
T6	Criollo	D60	46.27	A B
T7	Napuri	Testigo 60	45.68	A B
T4	Criollo	D40	45.01	B
T8	Criollo	Testigo 60	43.93	B

#### 4.6.2.4. Resumen de las evaluaciones

En el siguiente **GRÁFICO 13**, se presenta el análisis e interpretación de las evaluaciones para la variable altura de planta de ajo en cm.

**GRÁFICO 13.** Evaluación total de Altura de planta del cultivo de Ajo por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



Del **GRÁFICO 13**, se concluye que el tratamiento que presentó mayor altura de planta en la primera evaluación 25 DDS (Días Después de la Siembra), fue el T5 (19.27 cm), seguido por T6 (17.46), T4 (17.14) y con respecto al testigo T7 para el Ecotipo Napuri que quedó rezagado con 10.43 cm, el cual se explica por el tipo de riego a gravedad empleado en el testigo mientras que para los otros tratamientos el sistema de riego aspersión los cuales fueron más frecuente y por la eficiencia de riego en 75%, asimismo el Ecotipo Criollo fue superior en altura de planta con respecto al Ecotipo Napuri.

En la segunda evaluación a los 58 DDS (días después de la siembra), el Ecotipo Criollo mostro una mayor altura de planta, encabezado por el tratamiento T5 (42.25 cm), seguido por T6 (39.71 cm); mientras que el Napuri presento para los tratamientos T3, T1, y T2 altura de 39.89 cm, 37.76 cm y 36.69 cm, respectivamente y el testigo alcanzó 28.90 alcanzando la menor altura en la segunda evaluación. En la tercera evaluación 85 DDS (días después de la siembra), el Ecotipo Napuri alcanzó la mayor altura de planta para todos los tratamientos respecto al criollo, encabezado por T3 (50.61 cm) y el criollo fue encabezado la mayor altura alcanzado por T5 (47.13 cm) y el T8 quedó rezagado en el último lugar con 43.93 cm.

#### **4.6.3. NÚMERO DE HOJA**

##### **4.6.3.1. Primera Evaluación**

El análisis de varianza para esta característica, arrojó significación estadística para Ecotipos, estos resultados indican, que el número de hojas en los Ecotipos tuvieron diferencias significativas, para el resto de fuentes de variabilidad no se encontró significación estadística, el coeficiente de variación fue 19.44 % valores que validan la conducción experimental y toma de datos en el campo experimental, (**TABLA 3A, ANEXO**).

Para el caso de las combinaciones, está representado por tres tratamiento, encabezado por Criollo D40 (T4), con 5.20 hojas está ocupando el primer lugar del

orden de mérito, le siguen los tratamientos Criollo D5(T5) y Criollo D60(T6), con 4.70 y 4.48 respectivamente, entre los cuales no existe significación estadística. Napuri D50 (T2), presentó el menor número de hojas en la primera evaluación con 2.84, quedando rezagado al final de la tabla (ver, **TABLA 31**).

**TABLA 31.** Número de hoja, en la primera evaluación por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T4	Criollo	D40	5.20	A
T5	Criollo	D50	4.70	A B
T6	Criollo	D60	4.48	A B
T8	Criollo	Testigo 60	4.25	A B
T7	Napuri	Testigo 60	3.78	B C
T3	Napuri	D60	3.70	B C
T1	Napuri	D40	3.64	B C
T2	Napuri	D50	2.84	C

#### 4.6.3.2. Segunda Evaluación

El análisis de varianza para esta característica arrojó significación estadística para Ecotipos, densidad y Ecotipo x Densidad, resultados que indican, que el número de hojas tuvieron diferente comportamiento entre Ecotipos, así mismo la densidad de siembra influyó en el número de hojas, y para las combinaciones o tratamientos se encontró significación estadística, el coeficiente de variación fue 7.04 % valor muy bueno que valida la conducción experimental y toma de datos, (ver, **TABLA 3B**, **ANEXO**).

Para el caso de las combinaciones o tratamiento en estudio, presenta diferencia estadística, y está encabezado por T5 con 7.60 hojas, T4 con 7.21 hojas y T6 con 7.30 hojas, respecto a los tratamientos T8, T1, T3, T2 y T7 con valores de número de hoja 5.45, 5.15, 5.08, 4.93 y 4.83 hojas. (ver, **TABLA 32**).

**TABLA 32.** Número de hoja, en la segunda evaluación por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T5	Criollo	D50	7.60	A
T4	Criollo	D40	7.21	A
T6	Criollo	D60	7.13	A
T8	Criollo	Testigo 60	5.45	B
T1	Napuri	D40	5.15	B
T3	Napuri	D60	5.08	B
T2	Napuri	D50	4.93	B
T7	Napuri	Testigo 60	4.83	B

#### 4.6.3.3. Tercera evaluación

El análisis de varianza en esta característica arrojó significación estadística para Ecotipo, densidad y Ecotipo x Densidad, resultados que indican, que el número de hoja tuvieron diferente comportamiento en las fuentes de estudio. El coeficiente de variación fue de 7.24 % valor muy bueno que valida la conducción del experimental y toma de datos de las muestras, (ver, **TABLA 3C, ANEXO**).

Para el caso de las combinaciones o tratamiento, está encabezado por T6 con 7.31, seguido por el tratamiento T5, T4, con valor de 7.03, 6.81 hojas, respectivamente que no muestras diferencias estadísticas entre tratamientos, pero con respecto al tratamiento T8 se presenta diferencias significativas y finalmente los tratamientos T2, T7, T3, y T1 con valores 5.06, 5.05, 4.95, 4.90 hojas respectivamente no presenta diferencias significativas entre ellos, pero presenta significación entre los demás tratamiento, (ver, **TABLA 33**).

**TABLA 33.** Número de hoja, en la tercera evaluación por tratamiento en estudio.  
Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T6	Criollo	D60	7.31	A
T5	Criollo	D50	7.03	A
T4	Criollo	D40	6.81	A
T8	Criollo	Testigo 60	5.83	B
T2	Napuri	D50	5.06	C
T7	Napuri	Testigo 60	5.05	C
T3	Napuri	D60	4.95	C
T1	Napuri	D40	4.90	C

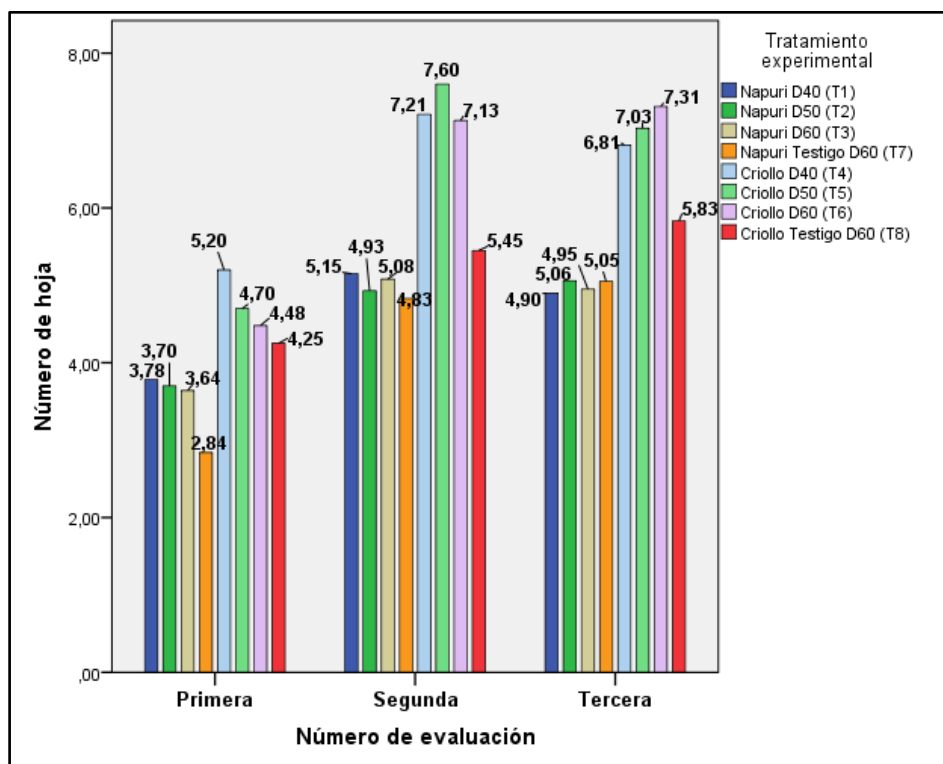
#### 4.6.3.4. Resumen de las evaluaciones

Del siguiente **GRÁFICO 14**, se concluye que el tratamiento que presentó mayor número de hoja en la primera evaluación a los 25 DDS (días después de la siembra) fue el T4 (5.20 hojas), seguido por T5 (4.70), T6 (4.48), y respecto al testigo T7 del Ecotipo Napuri quedó rezagado con 2.84 hojas, el cual se explica por el tipo de riego a gravedad empleado y no aplicación de abonos orgánicos con respecto a los otros tratamientos, asimismo el Ecotipo Criollo fue superior en número de hojas respecto al Ecotipo Napuri.

En la segunda evaluación a los 58 DDS, el Ecotipo Criollo mostro una mayor altura de planta, encabezado por el tratamiento T5 (7.60 hojas), seguido por T4 (7.21) y T6 (7.13); mientras que el Napuri presento para los tratamientos T1, T3, y T2 5.15, 5.08 y 4.93 hojas, respectivamente, y los testigos de Criollo y Napuri quedaron rezagados al final con 5.45 y 4.83 hojas, respectivamente.

En la tercera evaluación a los 85 DDS, el Ecotipo Criollo alcanzó el mayor número de hojas T6 (7.31), T5 (7.03), T4 (6.81) respecto al Ecotipo Napuri, encabezado por T2 (5.06), T3 (4.95), T1 (4.90), mientras los testigos del Ecotipo Criollo y Napuri alcanzaron 5.83 y 5.05 hojas, respectivamente.

**GRÁFICO 14.** Evaluación total de Número de hoja del cultivo de Ajo por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.6.4. RENDIMIENTO DE BULBOS

##### 4.6.4.1. Rendimiento total de bulbo

En la **TABLA 34**, se resumen los resultados de los rendimientos totales de bulbos obtenido (primera, segunda y tercera). El análisis de varianza para esta característica fue estadísticamente significativo para Ecotipo, Densidad y Ecotipo x Densidad, con coeficiente de varianza de 7.26% (ver, **TABLA 4A, ANEXO**).

En los tratamientos estudiados, la Densidad 40 cm Napuri (T1) mostro en campo el mayor rendimiento de Ajo, producido orgánicamente y con sistema de riego aspersión en las condiciones de Chiñama alcanzando rendimiento entre 1294.94 Kg/ha y 4249.39 Kg/ha, en promedio 2562.39 Kg/ha, mostrando significancia estadística respecto a los otros tratamientos, mientras que la densidad 50 cm, con rendimientos

que vario entre 1008.17 Kg/ha y 2485.29 Kg/ha, en promedio 1724.68 Kg/ha, mostro igual significancia estadística respecto a la densidad 60 cm del Ecotipo Napuri que alcanzó rendimientos de hasta 840.27 Kg/ha y 2382.90 Kg/ha, en promedio 1643.55 Kg/ha, finalmente el testigo quedó rezagado con 711.47 Kg/ha en promedio.

Según, Jaime E. Díaz C., 2005. En su tesis describe que el rendimiento de bulbo de Ajo con manejo convencional en Arequipa con nivel medio de fertilización 120–50–60 NPK el rendimiento fue de 10.64 Ton/ha, con C.V de 19.67 %.

Barrera. R. (2004), reportó que el rendimiento en Huaral para el Ecotipo Napuri fue de 3.64 Ton/ha, rendimiento cercano a lo obtenido con manejo orgánico, bajo riego por aspersión es bajo respecto al convencional en promedio (2562.39 Kg/ha), los rendimientos del Ajo convencional son inferiores al promedio histórico según MINAGRI, 2015., de 5693.27 Ton/ha y para el 2013, 7549.20 Ton/ha y que estos rendimientos promedios a nivel nacional son inferiores a los cuatro principales países del mundo con mayor promedio de rendimiento por hectárea como, Egipto, China, EE.UU, Republica de corea del sur y Rusia, con 25.3 Ton/ha, 20.6 Ton/ha, 18.4 Ton/ha, 12.1 Ton/ha, y 8.0 Ton/ha, respectivamente.

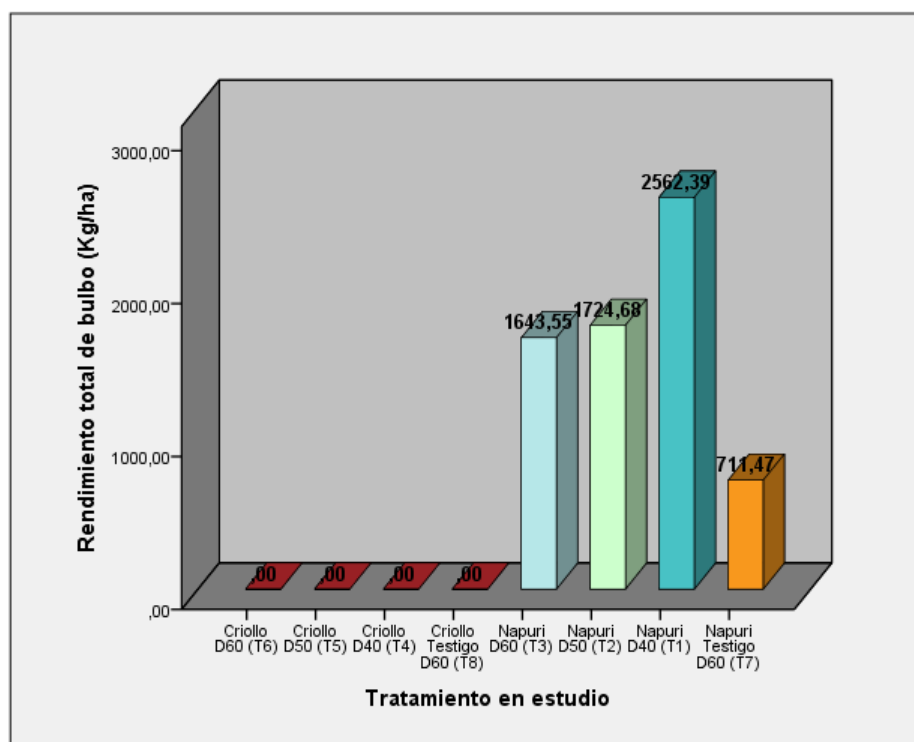
Estadísticamente, permite aceptar la hipótesis alternativa “Ha” (Al menos un Ecotipo de ajo se adapta a las condiciones agroclimáticas de la zona y los tratamiento con diferente densidad de siembra influyen en el rendimiento) y se rechaza la hipótesis nula “Ho” (Los dos Ecotipos de ajos no se adaptan a las condiciones agroclimáticas de la zona, y los tratamientos de densidad de siembra no influyen en el rendimiento).



**TABLA 34.** Rendimiento total de bulbo, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T1	Napuri	D40	2562.39	A
T2	Napuri	D50	1724.68	B
T3	Napuri	D60	1643.55	B
T7	Napuri	Testigo 60	711.47	C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	C
T4	Criollo	D40	0.00	C
T5	Criollo	D50	0.00	C
T6	Criollo	D60	0.00	C

**GRÁFICO 15** Rendimiento total de bulbo, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.6.4.2. Rendimiento bulbo de primera

El análisis de variancia para esta característica arrojó significación para Ecotipo, Densidad y Ecotipo x Densidad, resultados que indican que hubo diferencias en calidad de bulbo (ver, **TABLA 4B, ANEXO**).

El coeficiente de variación fue de 9.78 %, valores muy buenos que validan el trabajo de investigación.

Para los tratamientos en estudio del Ecotipo Napuri no se encontró diferencias estadísticas, pero fue encabezado por la Densidad 40 cm con rendimientos que vario entre 369.98 Kg/ha y 1104.17 Kg/ha, en promedio 647.89 Kg/ha, seguido por D60 (T3) con rendimiento que varió entre 202.286 Kg/ha y 741.697 Kg/ha, en promedio 491.00 Kg/ha, y D50 (T2) con rendimiento que vario entre 265.308 Kg/ha y 667.347 Kg/ha en promedio 460.77 Kg/h, finalmente el testigo D60 mostro diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos que alcanzó 91.88 Kg/ha (ver, **TABLA 35**).

**TABLA 35.** Rendimiento de bulbo de primera en Kg/ha, tratamiento en estudio.  
Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T1	Napuri	D40	647.89	A
T3	Napuri	D60	491.00	A
T2	Napuri	D50	460.77	A
T7	Napuri	Testigo 60	91.88	B
T5	Criollo	D50	0.00	B
T4	Criollo	D40	0.00	B
T6	Criollo	D60	0.00	B
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	B

#### 4.6.4.3. Rendimiento bulbo de segunda

El análisis de varianza para esta característica, arrojó significancia estadística para Ecotipos, y el coeficiente variación fue de 9.49 % valor muy bueno que validan en trabajo de investigación (ver, **TABLA 4C, ANEXO**).

Para los tratamientos de estudio el Ecotipo Napuri D40 (T1) obtuvo rendimientos que vario entre 345.44 y 1606.07 Kg/ha, en promedio 788.53 Kg/ha, D50 (T2) con rendimientos que varió entre 283.00 y 419.02 Kg/ha, en promedio 434.14 Kg/ha, D60 con rendimientos que vario entre 311.21 y 520.77 Kg/ha en promedio 417.49 Kg/ha, y finalmente el testigo alcanzó 269.15 Kg/ha en promedio, (ver, **TABLA 36**).

**TABLA 36.** Rendimiento de bulbo de segunda en Kg/ha, tratamiento en estudio.  
Chinãma, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.	
T1	Napuri	D40	788.53	A	
T2	Napuri	D50	434.14		B
T3	Napuri	D60	417.49		B
T7	Napuri	Testigo 60	269.15	B	C
T5	Criollo	D50	0.00		C
T4	Criollo	D40	0.00		C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00		C
76	Criollo	D60	0.00		C

#### 4.6.4.4. Rendimiento bulbo de descarte

El análisis de varianza para esta característica arrojó significación estadística para Ecotipos, Densidad y Ecotipo x Densidad, resultados que indican, en el rendimiento descarte hubo diferencias estadísticas, con coeficiente de variancia de 8.37 % (ver, **TABLA 4D, ANEXO**).

Respecto a los tratamientos en estudio la D40 (T1) encabezó, con rendimiento que varió entre 575.53 y 1539.15 Kg/ha, en promedio 1125.97 Kg/ha, seguido por D50 (T2), rendimiento que vario con 459.867 y 1219.64 Kg/ha, promedio 829.78 Kg/ha, D60, con rendimiento que varió entre 326.77 y 1120.44 Kg/ha, promedio 735.06 Kg/ha, y finalmente el testigo D60, con rendimiento promedio de 350.44 Kg/ha, (ver, **TABLA 37**).

**TABLA 37.** Rendimiento de bulbo de descarte en Kg/ha, tratamiento en estudio.  
Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T1	Napuri	D40	1125.97	A
T2	Napuri	D50	829.78	A B
T3	Napuri	D60	735.06	B
T7	Napuri	Testigo 60	350.44	C
T4	Criollo	D40	0.00	C
T5	Criollo	D50	0.00	C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	C
T6	Criollo	D60	0.00	C

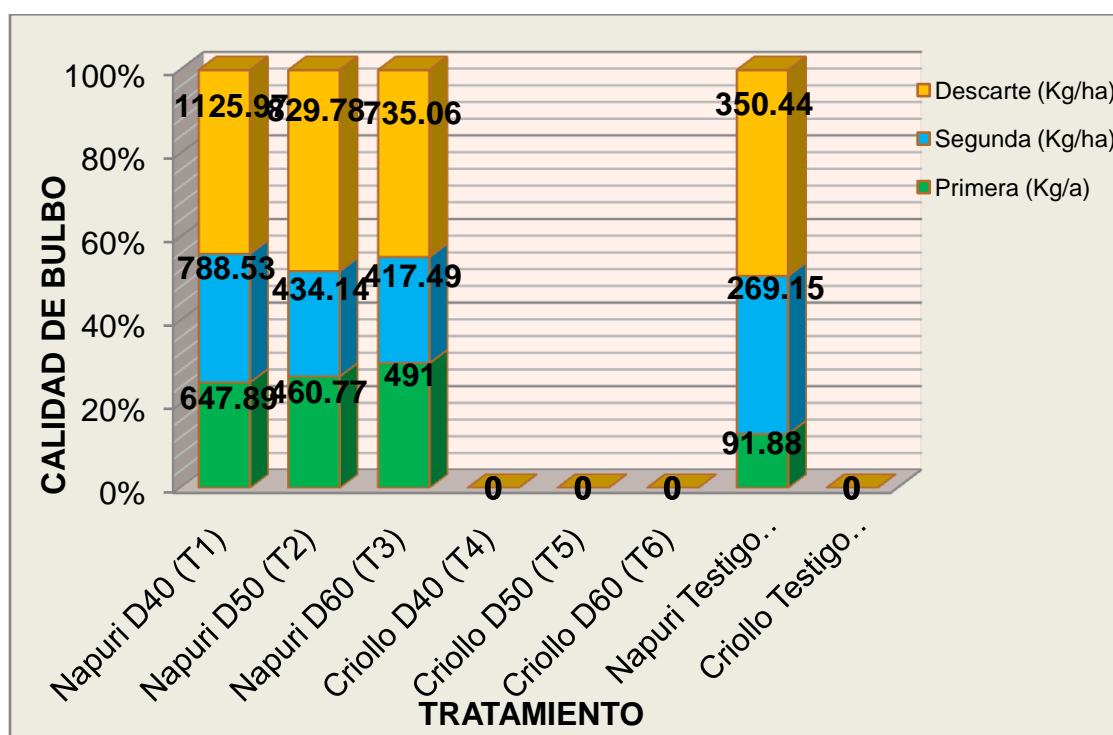
#### 4.6.4.5. Resumen de rendimiento por calidad de bulbo

Se presenta en la siguiente **TABLA 38**, los rendimientos de bulbo de primera, segunda y descarte de calidad de los bulbos por hectárea en kilogramos, con manejo orgánico y riego por aspersión en Chiñama. El Napuri D40 (T1) presenta el mayor bulbo de primera, segunda calidad, así como también bulbo de descarte, con 647.89, 788.53 y 1125.97 Kg/ha, seguido por Napuri D50 (T2) con bulbo de primera, segunda calidad y descarte con 460.77, 434.14 y 829.78 Kg/ha, Napuri D60, con bulbo de primera, segunda y descarte, con 491, 417.49 y 735.06 Kg/ha y quedando rezagado el Napuri Testigo D60 con rendimiento de 91.88 Kg de primera, 269.15 Kg/ha segunda y 350.44 Kg/ha descarte.

**TABLA 38.** Rendimiento de bulbo por calidad. Chiñama, 2014.

TRATAMIENTO	NOMBRE	Primera (Kg/ha)	Segunda (Kg/ha)	Descarte (Kg/ha)
T1	Napuri D40 (T1)	647.89	788.53	1125.97
T2	Napuri D50 (T2)	460.77	434.14	829.78
T3	Napuri D60 (T3)	491	417.49	735.06
T4	Criollo D40 (T4)	0	0	0
T5	Criollo D50 (T5)	0	0	0
T6	Criollo D60 (T6)	0	0	0
T7	Napuri Testigo D60 (T7)	91.88	269.15	350.44
T8	Criollo Testigo D60 (T8)	0	0	0

**GRÁFICO 16.** Rendimiento por calidad de bulbo en Ajo orgánico. Chiñama, 2014.



#### 4.6.5. PARAMETROS DE BULBO

##### 4.6.5.1. Peso de bulbo

El análisis de varianza para esta característica arrojó significación estadística para Ecotipos, densidad y Ecotipo x Densidad, resultado que indica variación en peso en gramos de los bulbos de primera y segunda calidad, con coeficiente de varianza de 16.76 %, (ver, **TABLA 5A, ANEXO**).

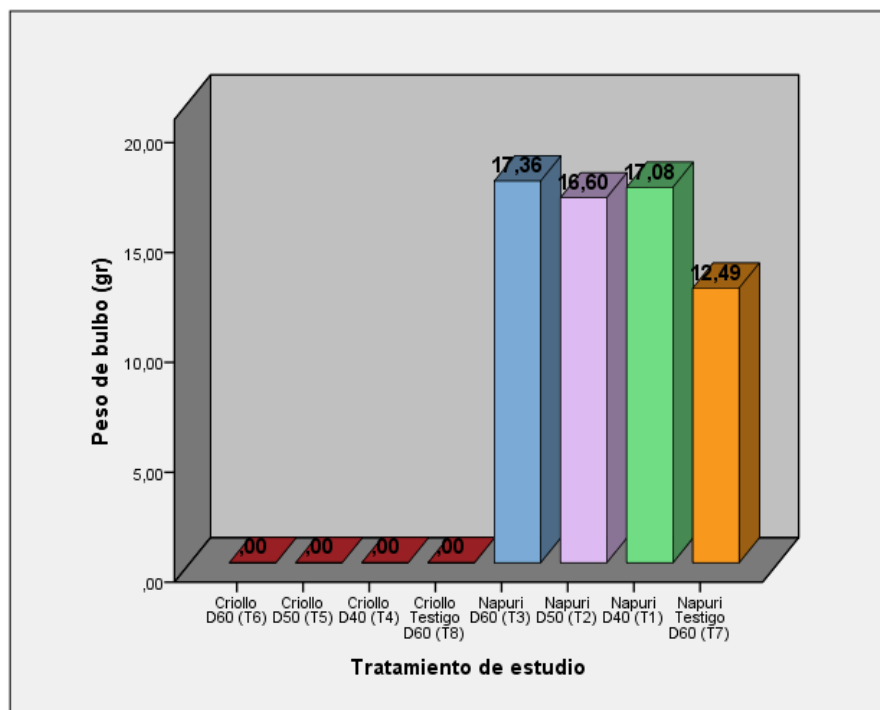
En los tratamientos en estudios del cultivo de ajo con manejo orgánico y riego por aspersión, no mostró diferencias significativas para los tratamientos Napuri D60 (T3) con peso que varió entre 16.14 gr y 19.42 gr, en promedio 17.36 gr, Napuri D40 (T1) con peso que varió entre 14.86 gr y 20.17 gr, con promedio de 17.08 gr, Napuri D50 (T2) con peso que varió entre 13.86 gr y 18.05 gr, con promedio de 16.60 gr por bulbo, finalmente el testigo D60 (T7) alcanzó en promedio 12.49 gr de peso por bulbo, que hubo significancia respecto a los otros tratamientos, (**TABLA 39**).

El peso promedio de bulbo de Ajo (*Allium sativum* L), con manejo convencional, Según, Álvarez. J. (2000), en su tesis fue de 31.10 gr/bulbo, el cual, respecto a lo obtenido con manejo orgánico, es mayor en 45 % de peso para las densidades D60, D50 y D40, mientras el testigo D60 es menor en 60 % de peso, respecto al manejo convencional en Arequipa.

**TABLA 39.** Peso de bulbo en gramo, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T3	Napuri	D60	17.36	A
T1	Napuri	D40	17.08	A
T2	Napuri	D50	16.60	A
T7	Napuri	Testigo 60	12.49	B
T4	Criollo	D40	0.00	C
T5	Criollo	D50	0.00	C
T6	Criollo	D60	0.00	C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	C

**GRÁFICO 17.** Peso de bulbo por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.6.5.2. Altura de bulbo

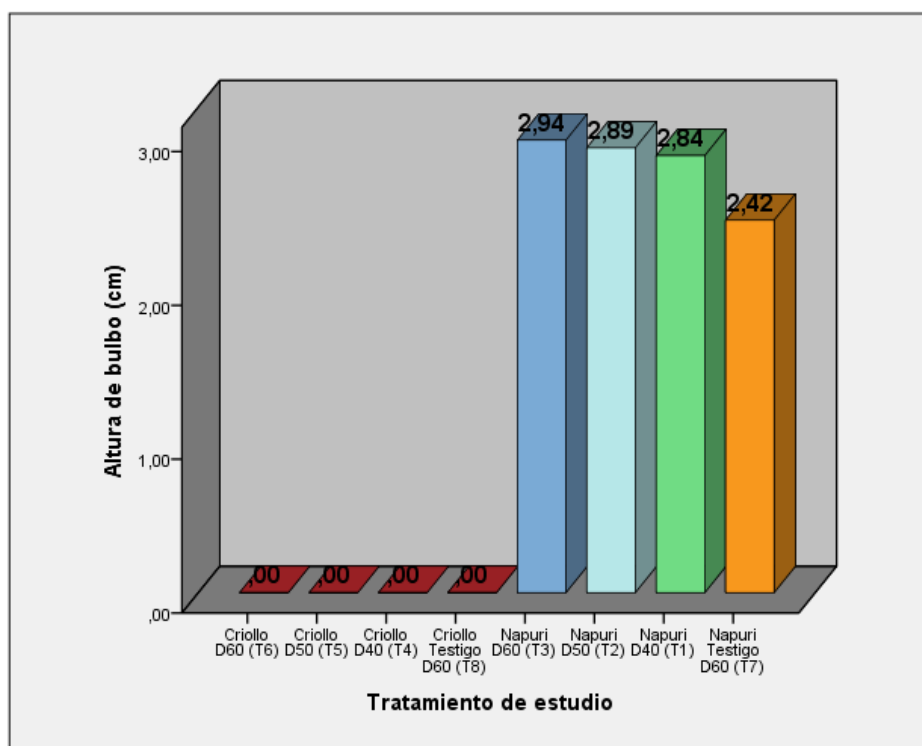
Del cuadro de análisis de varianza (ver, **TABLA 5B, ANEXO**), se concluye que arrojó significación estadística para Ecotipos, Densidad, y Ecotipos x Densidad, con coeficiente de variación de 6.28 %, valor de muy bueno que valida el trabajo de investigación.

Respecto a los tratamientos en estudio, Napuri D60 (T3) mostró altura que varió entre 2.75 cm y 3.04 cm, en promedio 2.49 cm, Napuri D50 (T2) presento altura de bulbo que varió entre 2.74 cm y 3.07 cm, en promedio 2.89 cm, y Napuri D40 (T1) con altura de bulbo que varió entre 2.75 y 2.89 cm en promedio 2.84 cm los cuales no mostraron diferencias significativas, el testigo Napuri D60 (T7) mostró significancia respecto a los otros tratamientos que alcanzó promedio de altura de 2.42 cm, y el criollo no logró bulbificar (ver, **TABLA 40**).

**TABLA 40.** Altura de bulbo en cm, tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T3	Napuri	D60	2.94	A
T2	Napuri	D50	2.89	A
T1	Napuri	D40	2.84	A
T7	Napuri	Testigo 60	2.42	B
T4	Criollo	D40	0.00	C
T5	Criollo	D50	0.00	C
T6	Criollo	D60	0.00	C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	C

**GRÁFICO 18.** Altura de bulbo por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.6.5.3. Diámetro de bulbo

El análisis de varianza para esta característica arrojó significación estadística para Ecotipo, Densidad y Ecotipo x Densidad, con coeficiente de variación de 7.46 %



valor de muy bueno que valida las muestras y el trabajo para esta característica en estudio, (ver, **TABLA 5C, ANEXO**).

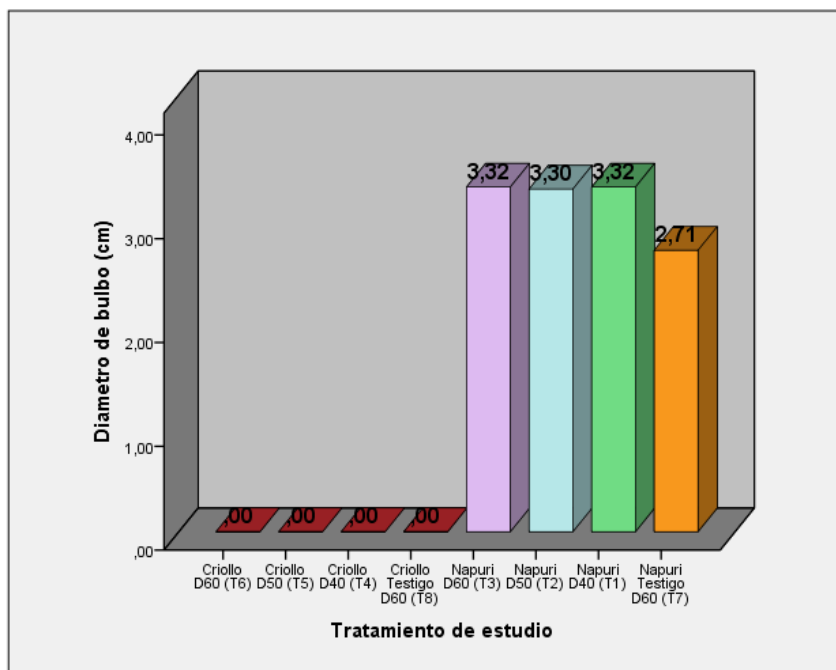
La prueba discriminadora correspondiente para tratamientos en estudio no se encontró significación en las densidades de siembra del Ecotipo Napuri D60 (T3) con diámetro de bulbo que varió entre 3.22 cm y 3.45 cm, siendo el promedio de 3.32 cm, D40 (T1) con diámetro que varió entre 3.16 cm y 3.48 cm en promedio 3.32 cm y D50 (T2) que varió con 3.13 cm y 3.43 cm, siendo el promedio de 3.30 cm , mientras el testigo Napuri D60 (T7) mostró significación en comparación con los tratamientos mencionados, con diámetro promedios 2.71 cm, respectivamente **TABLA 41**.

Según, Álvarez. J. (2000), en su tesis, en Arequipa encontró que el promedio de diámetro de bulbo a la cosecha fue de 5.30 cm, mientras que el promedio evaluado en el presente trabajo de investigación se hicieron en bulbo seco, con promedios para el Ecotipo Napuri D60 de 3.32 cm, D40 con 3.32 cm, D50 con 3.30 cm, finalmente el testigo Napuri D60 con 2.71 cm.

**TABLA 41.** Diámetro de bulbo en cm, tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T3	Napuri	D60	3.32	A
T1	Napuri	D40	3.32	A
T2	Napuri	D50	3.30	A
T7	Napuri	Testigo 60	2.71	B
T4	Criollo	D40	0.00	C
T5	Criollo	D50	0.00	C
T6	Criollo	D60	0.00	C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	C

**GRÁFICO 19.** Diámetro de bulbo en cm, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.6.5.4. Número total de diente

El análisis de varianza para esta característica mostro diferencias significativas para Ecotipo, Densidad, Ecotipo x Densidad, con coeficiente de varianza de 6.39 %, valor muy bueno que valida el análisis estadístico para esta variable, (ver, **TABLA 5D, ANEXO**).

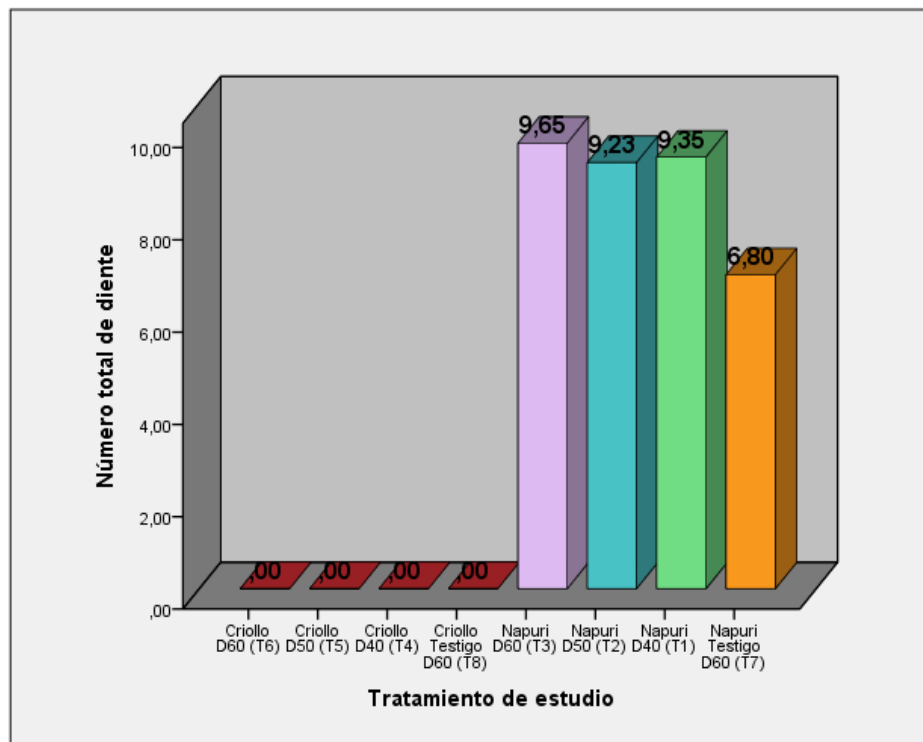
Respecto a los tratamientos en estudio, T3, T1 y T2 fue estadísticamente significativo en comparación de medias con el testigo T7, y ampliamente significativo respecto al criollo que no logró bulbificar. El tratamiento T3 (Napuri D60) presentó número de diente que varió entre 9.1 y 10.3 en promedio 9.65, el T1 (Napuri D40) con diente total por bulbo que varió entre 9.1 a 9.9 en promedio 9.35, T2 (Napuri D50) con diete total que varió entre 9 a 9.6 en promedio 9.23 y el T7 (Napuri Testigo D60) con diente total en promedio de 6.80, **TABLA 42**. Según, Álvarez. J. (2000), en su tesis describe que el Napuri con manejo convencional en Arequipa alcanzó 17 dientes en

total por bulbo, los cuales son cercanos -7 dientes a lo obtenido con manejo orgánico en las tres densidades 40 cm, 50 cm y 60 cm con sistema de riego aspersión.

**TABLA 42.** Número total de diente, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T3	Napuri	D60	9.65	A
T1	Napuri	D40	9.35	A
T2	Napuri	D50	9.23	A
T7	Napuri	Testigo 60	6.80	B
T4	Criollo	D40	0.00	C
T5	Criollo	D50	0.00	C
T6	Criollo	D60	0.00	C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	C

**GRÁFICO 20.** Número total de diente, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.6.5.5. Número de diente interno

El análisis estadístico para esta característica arrojó significación para Ecotipo, Densidad y Ecotipo x Densidad, con coeficiente de varianza de 17.53 % que validan la toma de muestra para esta variable en estudio, (ver, **TABLA 5E, ANEXO**).

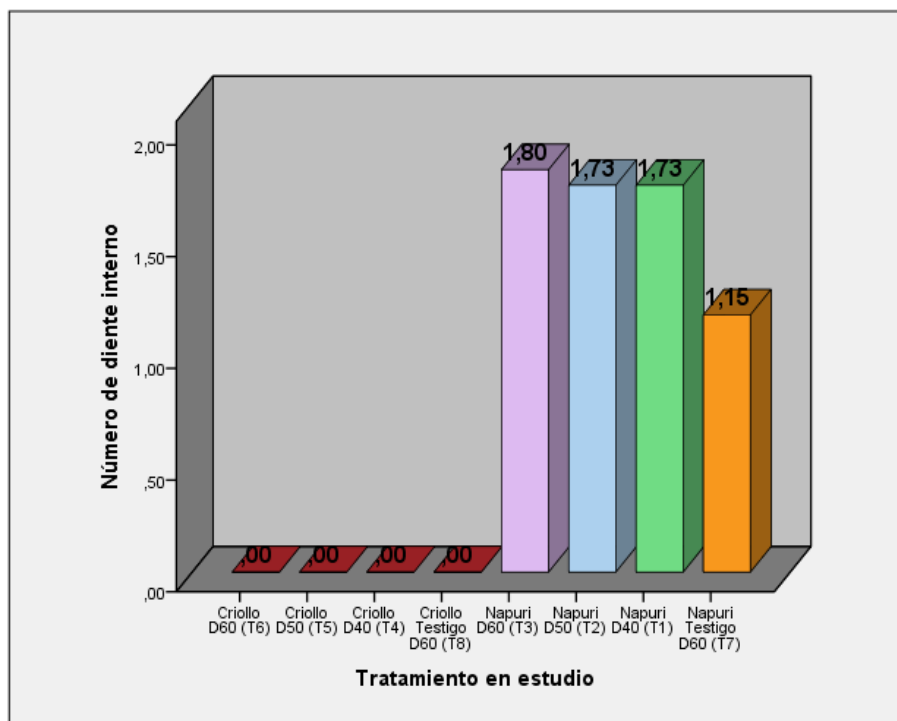
Los tratamientos en estudio para el Ecotipo Napuri con manejo orgánico y riego por aspersión no mostraron diferencias significativas entre D60, D40 y D50, pero mostró significancia estadística respecto al testigo y el Ecotipo Criollo que no logró bulbificar. El número de diente interno fue encabezado por T3 (Napuri D60) con valores que varió entre 1.5 a 2, seguido por T1 (D40) con diente interno que varió entre 1.6 a 1.8, T2 (Napuri D50) con variación de diente entre 1.4 a 2, finalmente T7 (Napuri Testigo D60), con promedios de 1.80, 1.73, 1.73 y 1.15 dientes internos por bulbo, respectivamente, **TABLA 43**.

Según, Álvarez. J (2000), en su tesis, describe que el número de diente interno del Napuri manejado de forma convencional en Arequipa alcanzó 9 dientes internos, valor muy alto a lo obtenido con manejo orgánico y riego por aspersión en Chiñama de aproximadamente 2 dientes internos.

**TABLA 43.** Número de diente interno, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T3	Napuri	D60	1.80	A
T1	Napuri	D40	1.73	A
T2	Napuri	D50	1.73	A
T7	Napuri	Testigo 60	1.15	B
T5	Criollo	D50	0.00	C
T4	Criollo	D40	0.00	C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	C
T6	Criollo	D60	0.00	C

**GRÁFICO 21.** Número de diente interno, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.6.5.6. Número de diente externo

El análisis de varianza para esta característica mostró diferencias significativas para Ecotipo, Densidad, Ecotipo x Densidad, con coeficiente de varianza de 6.34 %, valor muy bueno que valida el análisis estadístico para esta variable, (ver, **TABLA 5F, ANEXO**).

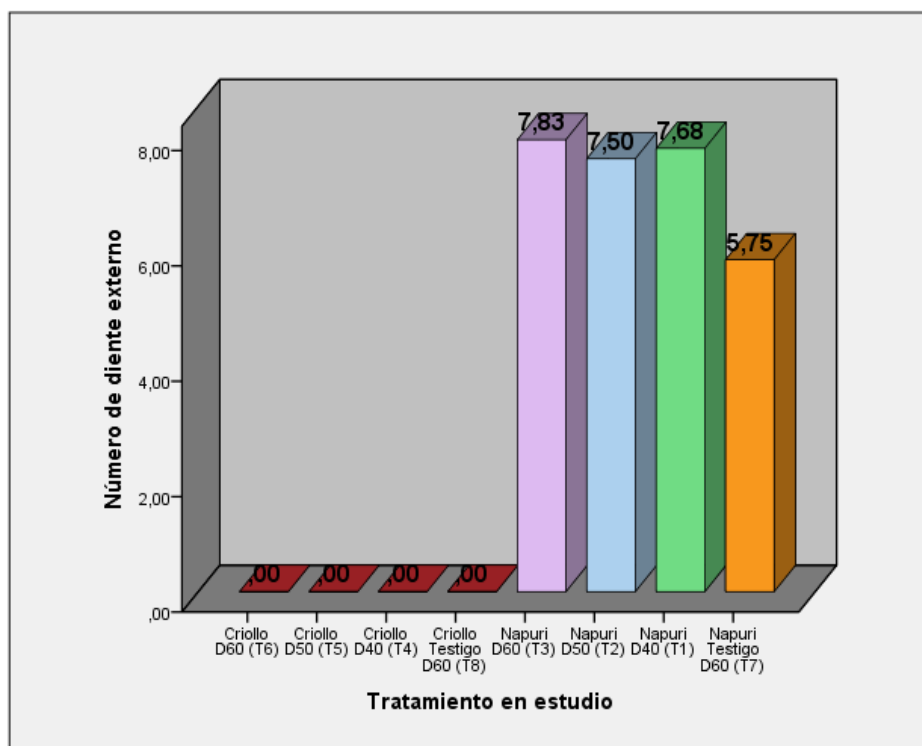
Respecto a los tratamientos en estudio, T3, T1 y T2 fue estadísticamente significativo en comparación de medias con el testigo T7, y ampliamente significativo respecto al criollo que no logró bulbificar. El tratamiento T3 (Napuri D60) presentó número de diente que varió entre 7.2 y 8.3, en promedio 7.83, el T1 (Napuri D40) con diente total por bulbo que varió entre 7.3 a 8.1, en promedio 7.68, T2 (Napuri D50) con diente total que varió entre 7.3 a 7.6, en promedio 7.50 y el T7 (Napuri Testigo D60) con diente total en promedio de 5.75, **TABLA 44**. Según, Álvarez. J (2000), en su tesis describe que el Napuri con manejo convencional en Arequipa alcanzó entre 8 dientes

externos por bulbo, los cuales son cercanos -1.0 dientes a lo obtenido con manejo orgánico en las tres densidades 40 cm, 50 cm y 60 cm con sistema de riego aspersión en Chiñama.

**TABLA 44.** Número de diente externo, por tratamiento en estudio de Ajo.  
Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T3	Napuri	D60	7.83	A
T1	Napuri	D40	7.68	A
T2	Napuri	D50	7.50	A
T7	Napuri	Testigo 60	5.75	B
T4	Criollo	D40	0.00	C
T5	Criollo	D50	0.00	C
T6	Criollo	D60	0.00	C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	C

**GRÁFICO 22.** Número de diente externo, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.6.5.7. Peso de diente interno

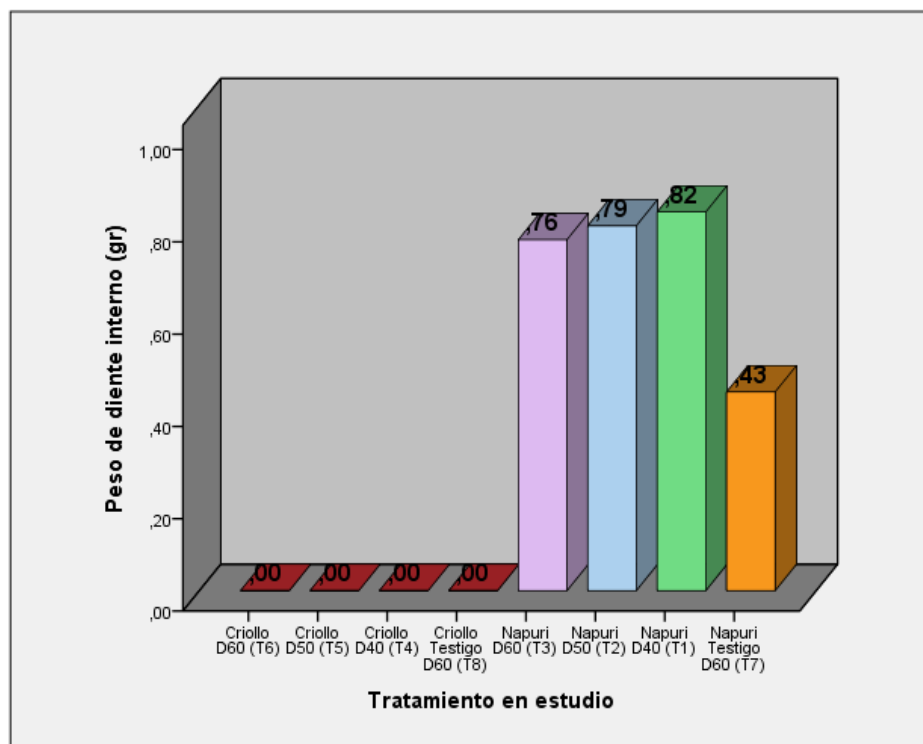
El análisis de varianza para esta característica arrojó significancia estadística para Ecotipo, Densidad y Ecotipo x Densidad, con coeficiente de varianza de 26.31 %, (ver, **TABLA 5G, ANEXO**).

El tratamiento en estudio Napuri D40 (T1) presento variación de peso entre 0.69 gr y 1.02 gr, en promedio 0.82 gr, seguido por Napuri D50 (T2), con variación de peso de 0.51 gr a 0.93 gr en promedio 0.79 gr, Napuri D60 (T3) con variación de peso 0.62 y 0.87 gr, en promedio 0.76 gr, los cuales no mostraron significación estadística, pero sí, con respecto al testigo Napuri D60 (T7) se presentó significancia que obtuvo en promedio 0.43 gr, y el criollo no logró a bulbificar, **TABLA 45**.

**TABLA 45.** Peso de diente interno, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T1	Napuri	D40	0.82	A
T2	Napuri	D50	0.79	A
T3	Napuri	D60	0.76	A
T7	Napuri	Testigo 60	0.43	B
T4	Criollo	D40	0.00	C
T5	Criollo	D50	0.00	C
T6	Criollo	D60	0.00	C
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	C

**GRÁFICO 23.** Peso de diente interno, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.6.5.8. Peso de diente externo

El análisis de varianza en esta característica mostró significancia estadística solo para Ecotipo, con coeficiente de varianza de 17.87 %, (ver, **TABLA 5H, ANEXO**).

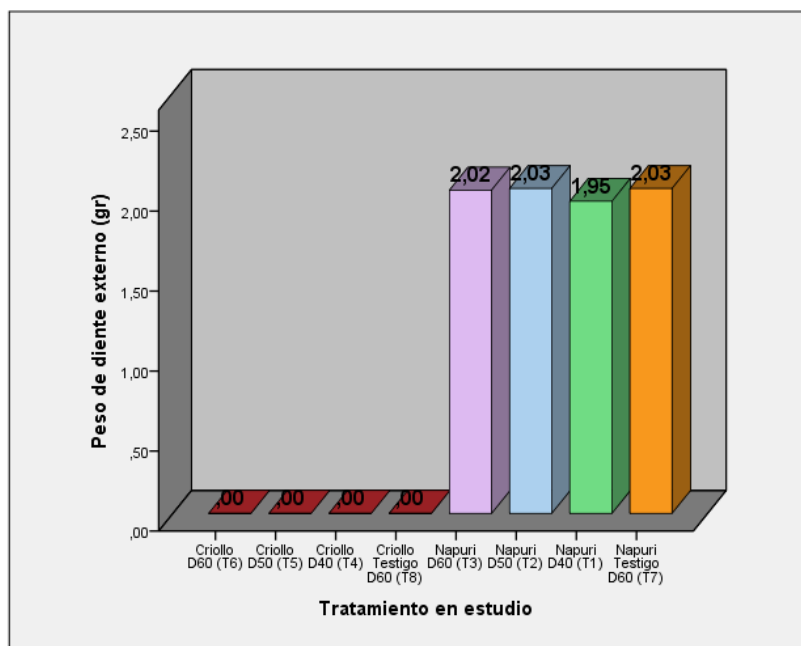
Respecto a los tratamientos en estudio de Napuri no se presentó significancia estadístico, comportándose tanto el testigo como los otros tratamientos de forma similar, fue encabezado por Napuri D50 (T2), que presentó valores entre 1.46 gr a 2.38 gr, con promedio de 2.03 gr, seguido por Napuri Testigo D60 (T7), con promedio de 2.03 gr, Napuri D60 (T3) con peso que varió con 1.86 a 2.25 gr en promedio 2.02 gr, Napuri D40 (T1) con valores de peso que varió entre 1.65 gr a 2.14 gr, con promedio 1.95 gr, **TABLA 46**, finalmente el Ecotipo criollo no logró bulbificar.



**TABLA 46.** Peso de diente externo, por tratamiento en estudio de Ajo. Chiñama, 2014.

Tratamiento	Ecotipo	Densidad	Medias	Sig.
T2	Napuri	D50	2.03	A
T7	Napuri	Testigo 60	2.03	A
T3	Napuri	D60	2.02	A
T1	Napuri	D40	1.95	A
T4	Criollo	D40	0.00	B
T5	Criollo	D50	0.00	B
T6	Criollo	D60	0.00	B
T8	Criollo	Testigo 60	0.00	B

**GRÁFICO 24.** Peso de diente externo, por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.



#### 4.7. REGRESIÓN MÚLTIPLE

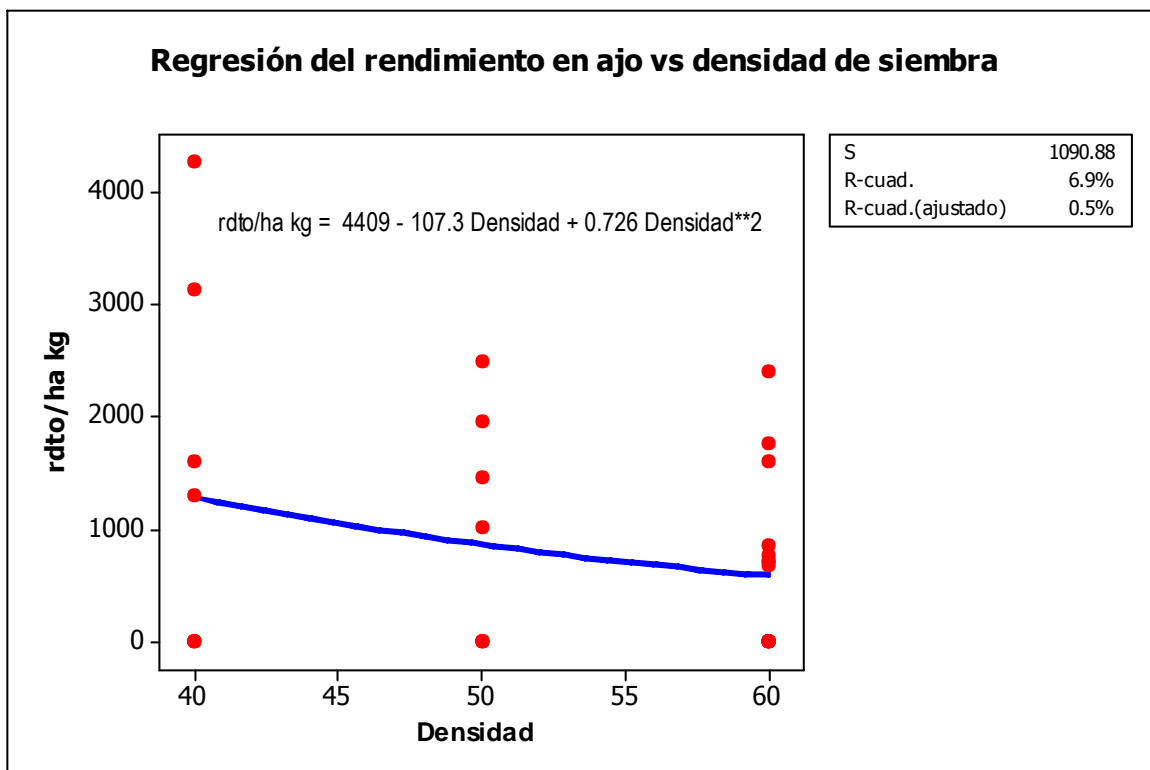
Al aplicar la metodología Stepwise (paso a paso), se encontró que las variables que más influyen en el rendimiento total de bulbo de Ajo, fueron: Rendimiento de

primera, peso de bulbo, rendimiento descarte y rendimiento de segunda calidad, con un coeficiente de determinación de  $r^2 = 97.26\%$ .

La ecuación de regresión es:

$$\text{Rdto. Kg/ha} = 4409 - 107.3 \text{ Densidad} + 0.726 \text{ Densidad}^2$$

**GRÁFICO 25.** Regresión del rendimiento de Ajo vs Densidad de siembra. Chiñama, 2014.



Modelo de regresión con  $R^2 = 6.9\%$ , valor muy bajo para dar validez con alta probabilidad a las estimaciones con el modelo matemático.

#### 4.7.1. REGRESIÓN MÚLTIPLE PASO A PASO

A continuación se presenta la regresión del Rendimiento Kg/ha, respecto al resto de variable, con alfa a entrar: 0.15 y Alfa a retirar 0,15.

La respuesta es rendimiento de bulbo seco en Kg/ha en 38 predictores, con  $N=32$ .

**TABLA 47.** Regresión múltiple Rdto vs Resto de variable, Chiñama. 2014.

Paso	1	2	3
Constante	56.801079966424709	-9.796353380639744	-19.763763492137926
Rto 1era Kg/ha	3.65804	2.27577	1.63369
Valor T	32.64	10.95	7.82
Valor P	0.000	0.000	0.000
Peso de bulbo		2.62247	1.84697
Valor T		7.06	5.64
Valor P		0.000	0.000
Rto Descarte Kg/ha			0.66250
Valor T			4.70
Valor P			0.000
Rto 2da Kg/ha			
Valor T			
Valor P			
S	184	114	86.4
R-cuad.	97.26	98.99	99.44
R-cuad. (ajustado)	97.17	98.92	99.38

#### 4.8. ANALISIS MULTIVARIADO

Al realizar un análisis conjunto de todas las variables evaluadas mediante la técnica del análisis de componentes principales, se encontró que el primer componente (PC1) constituido por las variables: Peso de bulbo (gr), diámetro de bulbo, N° de diente total, N° de diente externo, PC1 absolutos más altos (0.174 para cada variable, y que están referidos a la **productividad** y que explican 86.6% de la variación total. Mientras que el segundo componente (PC2) tiene el coeficiente más alto en términos absolutos a las variables de altura de planta segunda evaluación, porcentaje de brotamiento

segunda evaluación, y altura de planta tercera evaluación (**Vigor vegetativo**), con un aporte de 9.6 %. (ver, **TABLA 48**).

**TABLA 48.** Análisis de componente principal de variables. Chiñama, 2014

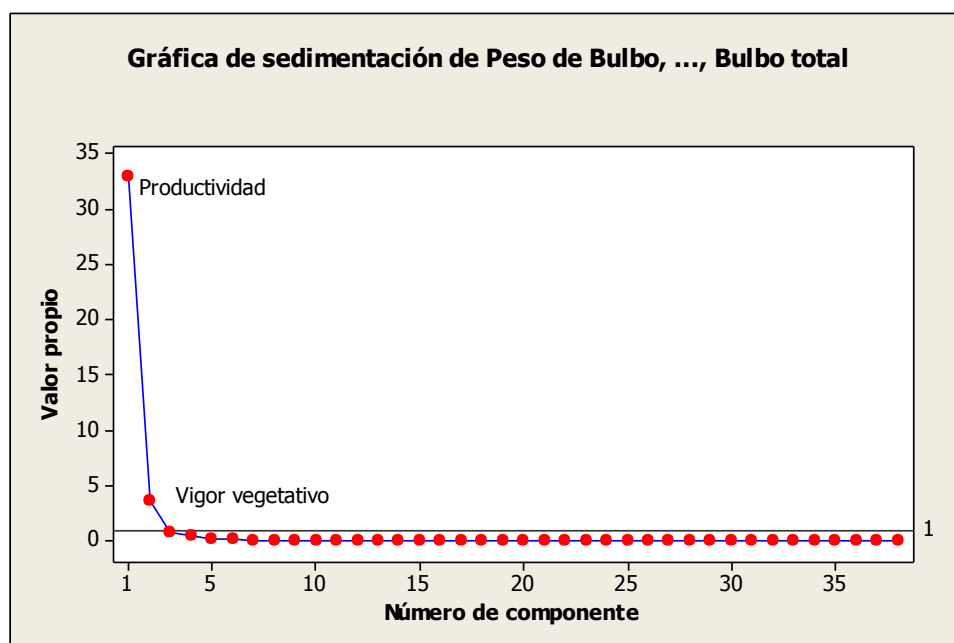
Valor propio	32.911	3.567	0.721	0.426	0.203	0.129	0.044	0.000	0.000
Proporción	0.866	0.094	0.019	0.011	0.005	0.003	0.001	0.000	0.000
Acumulada	0.866	0.960	0.979	0.990	0.995	0.999	1.000	1.000	1.000
Variable	PC1 PC2 PC3 PC4 PC5								
Peso de Bulbo	0.174	-0.031	0.067	-0.021	0.005				
Alt. Bulbo	0.173	0.001	0.114	-0.030	-0.031				
Diam. Bulbo cm	0.174	-0.005	0.097	-0.011	-0.043				
N° de Dientes Total	0.174	-0.034	0.065	-0.037	0.009				
N° Diente/Internos	0.173	-0.052	0.036	-0.061	0.019				
Peso de diente/Interno	0.172	-0.082	-0.050	-0.020	-0.043				
N° de diente/ externos	0.174	-0.026	0.075	-0.022	0.001				
Peso de diente/Externo	0.171	0.049	0.185	-0.009	-0.075				
%Brotamiento.1°.Eva-13/07/14	-0.143	-0.237	0.367	0.170	0.152				
%Brotamiento.2°.Eva.-16/08/14	-0.093	-0.425	0.137	-0.178	-0.192				
%Brotamiento.3°.Eva.10/09/14	-0.149	-0.264	0.126	-0.113	0.008				
Alt.Planta. 1°.Eva. cm	-0.154	-0.220	0.172	0.131	0.050				
Alt.Planta. 2°.Eva. cm	-0.052	-0.489	-0.133	-0.208	0.079				
Alt.Planta. 3°.Eva. cm	0.133	-0.330	0.029	0.092	0.005				
N°.Hoja 1°.Eva	-0.153	-0.068	0.254	0.430	0.610				
N°.Hoja 2°.Eva	-0.149	-0.227	0.234	0.142	-0.309				
N°.Hoja 3°.Eva	-0.162	-0.144	0.167	-0.017	-0.446				
rdto/ha kg	0.162	-0.137	-0.204	0.284	-0.070				
Peso de bulbos 1a gr	0.158	-0.191	-0.139	-0.227	0.232				
Rto 1era Kg/ha	0.157	-0.192	-0.248	0.149	0.062				
Rto 2da Kg/ha	0.160	-0.102	-0.172	0.480	-0.102				
Rto Descarte Kg/ha	0.164	-0.124	-0.195	0.234	-0.127				

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

**PC1=** Productividad (Kg/ha)

**PC2=** Vigor vegetativo

**GRÁFICO 26.** Sedimentación para las variables evaluadas. Chiñama, 2014.

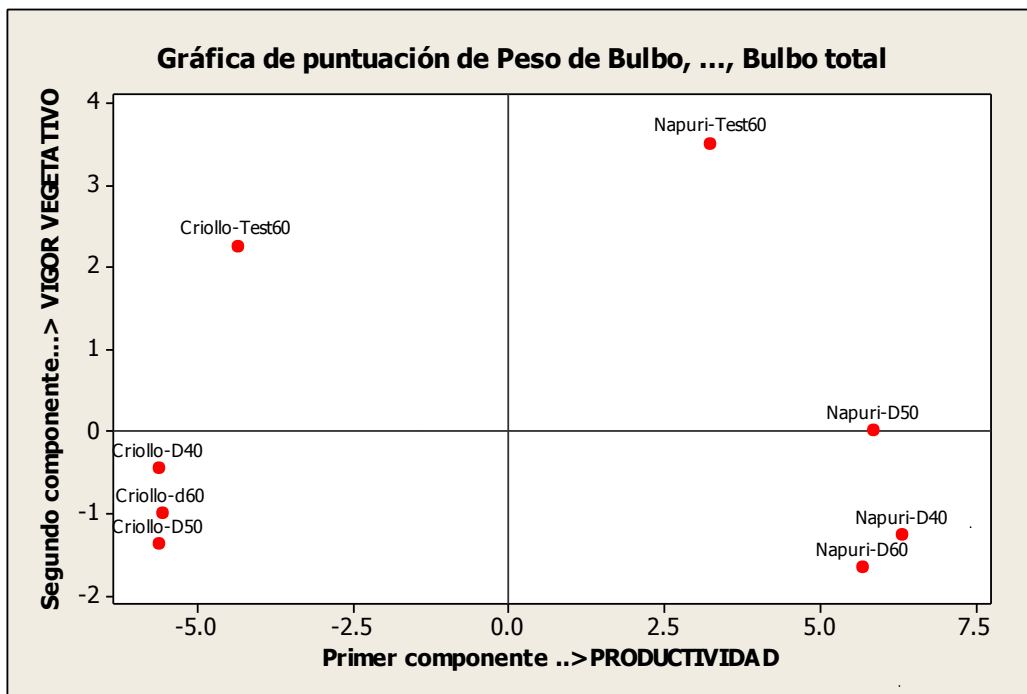


#### 4.8.1. PUNTUACIÓN DE LAS VARIABLES EVALUADAS

En el **GRÁFICO 27**, de puntuaciones, se muestra el eje x, que está referido al primer componente (PC1-Productividad), en la parte central se encuentra el cero (0), que divide al eje en valores positivos a la derecha del cero y negativos a la izquierda del cero, se nota que los tratamientos: Napuri D40 y Napuri D60, son los tratamientos más productivos ubicados a la derecha y que influyen positivamente la densidad de siembra del cultivo, la densidad Napuri D50 presenta buena vigorosidad así como productividad. Mientras que los del lado izquierdo Ecotipo Criollo no ha logrado bulbificar, por tanto, no tiene valor estadístico aceptable.

Respecto al segundo componente (PC2- Vigor vegetativo), los menos vigorosos están ubicados por encima del 0.0, mientras que los más vigorosos están por debajo del 0.0, indicando que los mejores tratamientos fueron Criollo D40, D60 y D60.

**GRÁFICO 27.** Puntuación para las variables evaluadas. Chiñama, 2014.



#### 4.9. DENDOGRAMA

El análisis de conglomerados (*cluster*) es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencias entre los grupos.

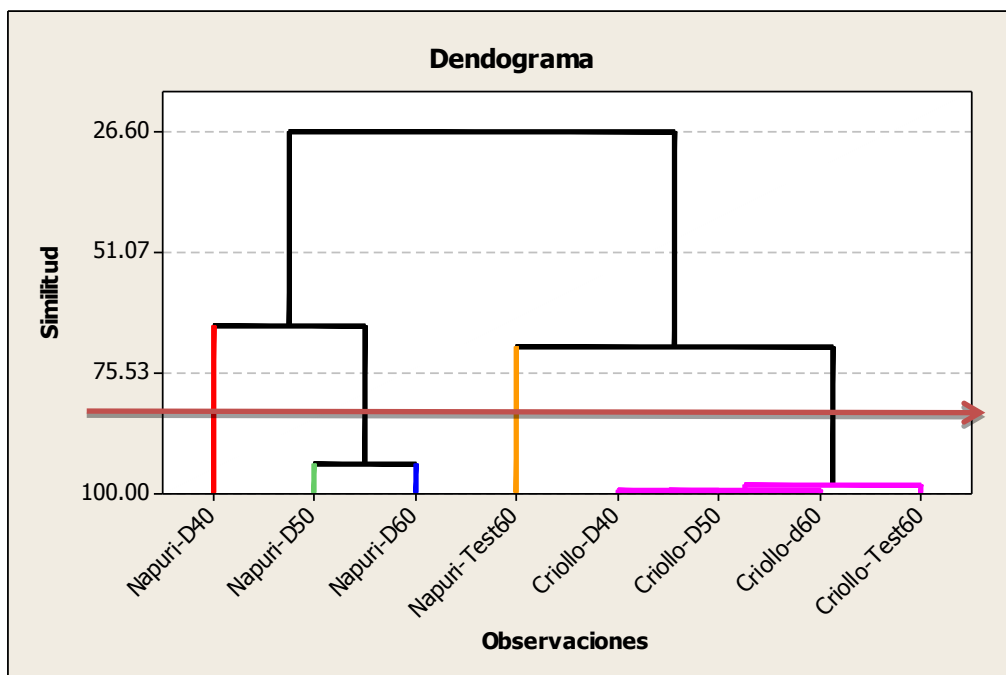
La técnica se basa en los algoritmos jerárquicos acumulativos (forman grupos haciendo conglomerados cada vez más grandes), aunque no son los únicos posibles. El dendograma es la representación gráfica que mejor ayuda a interpretar el resultado de un análisis *cluster*. El análisis de conglomerados se puede combinar con el análisis de componentes principales, ya que mediante ACP se puede homogenizar los datos, lo

cual permite realizar análisis *cluster* sobre los componentes obtenidos, para entender por qué es importante agrupar elementos parecidos en bloques diferentes.

Por ejemplo, haciendo un corte (línea continua roja) al nivel del 75.53 % de similitud, existen 4 grupos diferentes, la observación más distante al resto es el testigo, ya que es el último (mayor distancia) en incorporarse al cluster final.

Por el contrario, los tratamientos similares entre sí son, Criollo D40, Criollo D50, Criollo D60 y Criollo Testigo D60, los tratamientos: Napuri D50 y Napuri D60, son los más similares en todas las variables evaluadas, y ampliamente diferentes el Napuri D40.

**GRÁFICO 28.** Dendograma para los tratamientos en estudio. Chiñama, 2014.



## **4.10. ANALISIS ECONÓMICO**

### **4.10.1. COSTO DE ACCESORIO DE RIEGO**

El monto en la compra de accesorios para la implementación de la línea principal de riego se hicieron en la “Casa del Riego S.A”, con costo total de 2047.9 soles, y solo el 13.0 % (265.5 nuevos soles) se invirtió en el funcionamiento del sistema de riego por aspersión en el campo experimental, (ver, **TABLA 6A, ANEXO**).

El monto total por hectárea estimado en la adquisición de accesorios es de 8134.2 nuevos soles, sin considerar los gastos de entubado de la línea principal de riego en el tramo de 720 m que equivale a monto fijo de 1781.7 que representa el 87% (1781.7 soles). Siendo el costo total de inversión por hectárea de 9915.9 nuevos soles.

### **4.10.2. COSTO DE REACTIVACIÓN E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO**

Durante la implementación e instalación para el funcionamiento de todo el sistema se originó una inversión total de 675.00 nuevos soles, en las actividades que se describe en, (ver, **TABLA 6B, ANEXO**), del monto total en jornales solo para la instalación del campo experimental se generó un gasto total del 11.1 % del total equivalente a 75 nuevos soles. El monto estimado por hectárea, aplicando regla de tres es de 2297.8 nuevo soles.

### **4.10.3. COSTO EN EL MANEJO AGRONÓMICO DEL AJO ORGÁNICO**

La inversión total para el manejo del campo experimental durante la investigación fue de 1106.45 nuevos soles, y estimado por hectárea en total para las densidades de siembra D40, D50, D60, y Testigo D60, de 26938.0, 22843.4, 20171.5 y 18131.9 nuevo soles el costo de producción por hectárea, se presenta el costo de producción para Napuri D40 (ver, **TABLA 6C, ANEXO**).



#### 4.10.4. COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN DEL AJO ORGÁNICO

El monto total de inversión estimada para el cultivo de Ajo (*Allium sativum L.*) aplicando técnicas sostenible de producción orgánica y riego por aspersión para las densidades de siembra D40 29380.7, D50 25286.1, D6 22614.2 y el Testigo D60 manejado con riego a gravedad 18131.9, soles, bajo las condiciones agroclimáticas y sociocultural de la localidad del Centro Poblado Chiñama, Distrito de Kañaris, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque (ver, **TABLA 49**), que supera el costo de producción convencional cuyo monto es de 15000 soles en Arequipa.

**TABLA 49.** Costo de producción por hectárea, con manejo orgánico y riego por aspersión en Chiñama, 2014.

TARTAMIENTO		Costo de cultivo	Costo de semilla Kg/ha	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (Soles)
Nº	NOMBRE			
T1	Napuri 40 cm	10959.3	18421.4	29380.7
T2	Napuri 50 cm	10534.3	14751.8	25286.1
T3	Napuri 60 cm	10284.3	12329.9	22614.2
T4	Criollo 40 cm	10959.3	18421.4	29380.7
T5	Criollo 50 cm	10534.3	14751.8	25286.1
T6	Criollo 60 cm	10284.3	12329.9	22614.2
T7	Napuri Testigo 60 cm	5802	12329.9	18131.9
T8	Criollo Testigo 60 cm	5802	12329.9	18131.9

#### 4.10.5. RENDIMIENTO TOTAL DE BULBO

A continuación en la (ver, **TABLA 50**), se presenta el rendimiento mínimo, promedio y máximo en Kg/ha de los tratamientos en estudio del trabajo de investigación conducido con manejo orgánico y riego aspersión en Chiñama, Kañaris. El mayor

rendimiento está encabezado por T1, seguido por T2 y T3, finalmente el testigo T7, del Ecotipo Napuri; mientras que el Ajo Napuri manejado de forma convencional alcanza rendimiento entre 5.0 a 6.0 Kg/ha en Arequipa.

**TABLA 50.** Rendimiento mínimo, medio y máximo de Ajo en Chiñama. 2014

TARTAMIENTO		Rendimiento mínimo en Kg/ha	Rendimiento Promedio Kg/ha	Rendimiento máximo en Kg/ha
Nº	NOMBRE			
<b>T1</b>	Napuri 40 cm	1294.94	2562.39	<b>4249.39</b>
<b>T2</b>	Napuri 50 cm	1008.17	1724.68	<b>2485.29</b>
<b>T3</b>	Napuri 60 cm	840.27	1643.55	<b>2382.90</b>
<b>T4</b>	Criollo 40 cm	0.0	0.0	<b>0.0</b>
<b>T5</b>	Criollo 50 cm	0.0	0.0	<b>0.0</b>
<b>T6</b>	Criollo 60 cm	0.0	0.0	<b>0.0</b>
<b>T7</b>	Napuri Testigo 60 cm	711.47	711.47	<b>711.47</b>
<b>T8</b>	Criollo Testigo 60 cm	0.0	0.0	<b>0.0</b>

#### 4.10.6. INGRESO BRUTO

El ingreso bruto estimado para el rendimiento de Ajo en las diferentes densidades de siembra, al multiplicar por el precio de 12.5 soles/Kg de bulbo en promedio, considerándose (22, 12.5 y 3 soles por bulbo de primera, segunda y descarte, respectivamente), se presenta en la siguiente Tabla el ingreso bruto estimado. El T1 presenta el mayor ingreso bruto que varía entre 16186.75 y 53117.375 soles, (ver, **TABLA 51**).

**TABLA 51.** Ingreso Bruto por tratamiento en estudio. Chiñama, 2014.

TRATAMIENTO		Ingreso Bruto mínimo (s/)	Ingreso Bruto medio (S/)	Ingreso Bruto máx. (S/)
Nº	NOMBRE			
T1	Napuri 40 cm	16186.75	32029.875	53117.375
T2	Napuri 50 cm	12602.125	21558.5	31066.125
T3	Napuri 60 cm	10503.375	20544.375	29786.25
T4	Criollo 40 cm	0	0	0
T5	Criollo 50 cm	0	0	0
T6	Criollo 60 cm	0	0	0
T7	Napuri Testigo 60 cm	8893.375	8893.375	8893.375
T8	Criollo Testigo 60 cm	0	0	0

#### 4.10.7. INGRESO NETO

Al calcular el ingreso neto, después de restar el Ingreso Bruto, con el Costo de producción (28654.5 soles), se obtiene los siguientes resultados. Y el T1 que tiene el mayor rendimiento, presenta el mayor ingreso neto y es positivo, mientras que el T2 y T3 presenta ingreso neto positivo en el ingreso neto máximo, y los demás tratamientos son negativos, (ver, **TABLA 52**).

**TABLA 52.** Ingreso Neto, según estándar de rendimiento. Chiñama, 2014.

TRATAMIENTO		Ingreso neto mínimo (s/)	Ingreso neto medio (S/)	Ingreso neto máx. (S/)
Nº	NOMBRE			
T1	Napuri 40 cm	-13194.0	2649.2	23736.7
T2	Napuri 50 cm	-12684.0	-3727.6	5780.0
T3	Napuri 60 cm	-12110.8	-2069.8	7172.1
T4	Criollo 40 cm	-29380.7	-29380.7	-29380.7
T5	Criollo 50 cm	-25286.1	-25286.1	-25286.1
T6	Criollo 60 cm	-22614.2	-22614.2	-22614.2
T7	Napuri Testigo 60 cm	-9238.5	-9238.5	-9238.5
T8	Criollo Testigo 60 cm	-18131.9	-18131.9	-18131.9

#### 4.10.8. ÍNDICE DE RENTABILIDAD

El Índice de rentabilidad se presenta en la siguiente **TABLA 53**, después de relacionar las ganancias con el costo de producción por hectárea para cada tratamiento en estudio; para el rendimiento promedio, el Napuri D40 (T1) se estiman ganancias del 9.0%, mientras que para el resto no sería rentable, para los rendimientos máximos obtenidos es el tratamiento Napuri D40 (T1) que presenta 80.0 % de rentabilidad, seguido por Napuri D60 (T3) con 31.71 % de rentabilidad, Napuri D50 (T2) con rentabilidad de 22.86 %, y los otros tratamientos en estudio producirían pérdidas económicas.

**TABLA 53.** Índice de rentabilidad de los tratamientos en estudio. Chiñama, 2014.

TRATAMIENTO		Costo de producción	Ingreso Bruto mínimo (s/)	Relación Beneficio o Costo	Ingreso Bruto medio (S/)	Relación Beneficio Costo	Ingreso Bruto máx. (S/)	Relación Beneficio Costo
Nº	NOMBRE							
T1	Napuri 40 cm	29380.70	16186.75	0.55	32029.88	1.1	53117.38	1.81
T2	Napuri 50 cm	25286.10	12602.13	0.50	21558.5	0.85	31066.13	1.23
T3	Napuri 60 cm	22614.20	10503.38	0.46	20544.38	0.91	29786.25	1.32
T4	Criollo 40 cm	29380.70	0	0.00	0	0.00	0	0.00
T5	Criollo 50 cm	25286.10	0	0.00	0	0.00	0	0.00
T6	Criollo 60 cm	22614.20	0	0.00	0	0.00	0	0.00
T7	Napuri Testigo 60 cm	18131.90	8893.38	0.49	8893.38	0.49	8893.36	0.49
T8	Criollo Testigo 60 cm	18131.90	0	0.00	0	0.00	0	0.00

## V. CONCLUSIONES

- Dos son los factores identificados más importante que influyeron en la baja producción por hectárea de Ajo orgánico, con riego por aspersión fueron: Primero, la baja calidad de dientes utilizados en la siembra, debido, a la escasa o nula disponibilidad en el mercado de “Ajo semilla” de buena calidad, y segundo, la presencia de ***Trips tabaci***, que insidió fuertemente a partir de los dos meses y medio hasta la cosecha del cultivo negativamente.
- A nivel experimental el Ecotipo Criollo mostró mayor porcentaje de Brotamiento para las densidades D60 (T6) con 89.63 %, D50 (T5) con 88.75 %, D40 (T4) con 88.0 % y el Testigo D60 (T8) alcanzó 75.25% , en la tercera evaluación a los 85 DDS (Días Después de la Siembra) en comparación con el Ecotipo Napuri, que alcanzó brotamiento D60 (T3) de 73.67 %, seguido por D40 (T1) y D50 (T2) con 67.33 % y el Testigo D60 (T7) con 62.25 %.
- A nivel experimental el Ecotipo Criollo mostró mayor número de hoja D60 (T6) con 7.31, DDS (Días Después de la Siembra) en comparación con el Ecotipo Napuri, que alcanzó D50 (T2) 5.06 el mayor número de hoja.
- Los altos costos de producción del cultivo de Ajo orgánico es explicado principalmente por el peso y calidad de diente semilla a utilizarse en la siembra, que representa en porcentajes, respecto al Ecotipo Napuri D40 el 62.7 % de 29280.7 soles/ha (18421.4 soles), Napuri D50 el 58.1 % de 25386.1 soles/ha (14751.8 soles), Napuri D60 54.5 % de 22614.2 soles/ha (12329.9 soles) y el Napuri Testigo D60 68.0 % de 18131.9 soles/ha (12329.9 soles), similar estimación con respecto al Ecotipo criollo que no logró bulbificar.
- El Ecotipo que presentó mayor altura de planta fue Napuri que estuvo encabezado por Napuri D40 (T1) con 50.74 cm, seguido por Napuri D60 (T3) con 50.61 cm, mientras el Ecotipo Criollo que alcanzó la mayor altura fue Criollo D50 (T5) con 47.13 cm.

- El riego por aspersión en el cultivo de Ajo se vio afectado en su uniformidad de riego, debido a los fuertes vientos que se presenta en la zona. El fenómeno del viento se ha vuelto notorio la última década que azotó con mayor fuerza; esto se atribuye a los efectos del cambio climático, y el módulo de riego estimado fue de 5519.87 m<sup>3</sup>/ha.
- El Ecotipo Napuri D40 (T1) presenta el mayor rendimiento de bulbo de primera, segunda calidad, así como también de descarte, con 647.89, 788.53 y 1125.97 Kg/ha, respectivamente, seguido por Napuri D50 (T2) con bulbo de primera, segunda calidad y descarte con 460.77, 434.14 y 829.78 Kg/ha, Napuri D60, con bulbo de primera, segunda y descarte, con 491, 417.49 y 735.06 Kg/ha y quedando rezagado el Napuri Testigo D60 con rendimiento de 91.88 Kg de primera, 269.15 Kg/ha segunda y 350.44 Kg/ha descarte, y el Criollo no logró bulbificar. Permitiendo aceptar la hipótesis alternativa “Ha” (al menos un Ecotipo de ajo se adapta a las condiciones agroclimáticas de la zona y los tratamiento con diferente densidad de siembra influyen en el rendimiento) y se rechaza la hipótesis nula “Ho” (los dos Ecotipos de ajos no se adaptan a las condiciones agroclimáticas de la zona, y los tratamientos de densidad de siembra no influyen en el rendimiento).
- El Napuri D60 (T3) alcanzó el mayor peso de bulbo en promedio 17.36 gr, Napuri D40 (T1) con 17.08 gr, Napuri D50 (T2) con 16.60 gr y finalmente el Testigo D60 (T7) con 12.49 gr.
- El tratamiento T3 (Napuri D60) presento mayor número de diente en promedio 9.65, seguido por T1 (Napuri D40) con 9.35 dientes. El Ajo convencional, sin embargo, presenta dientes entre 12 a 25 en total.
- El mayor número de diente externo en promedio lo presentó T3 (Napuri D60) con 7.83, seguido por T1 (Napuri D40) con 7.68. 01 diente menos que el convencional reportado en Arequipa.

- El mayor peso de diente externo promedio fue de Napuri D50 (T2), 2.03 gr, seguido por Napuri Testigo D60 (T7), con 2.03 gr, Napuri D60 (T3) con 2.02 gr, y finalmente Napuri D40 (T1) con 1.95 gr.
- El Ecotipo Napuri con densidad D40 (T1) para el rendimiento promedio, presenta ganancias del 9.0%, mientras que en las otras densidades no se presenta rentabilidad, para los rendimientos máximos obtenidos es el tratamiento Napuri D40 (T1) que presenta 80.0 % de rentabilidad, seguido por Napuri D60 (T3) con 31.71 % de rentabilidad, Napuri D50 (T2) con rentabilidad de 22.86 %, y los otros tratamientos en estudio producirían pérdidas económicas.

## VI. RECOMENDACIONES

- Las instituciones competentes del estado como MINAGRI, SENHAMÍ y otras deben implementar una estación meteorológica con carácter de urgencia de manera articulada con el gobierno local, provincial y regional, en el ámbito de Chiñama y Kañaris, que contribuya en la planificación y toma de decisiones en el ámbito Agropecuario principalmente.
- Investigar en el Ecotipo Napuri D40, D50 y D60, principalmente D50, en la zona de Chiñama con diferente dosis de abonamiento de fuente natural.
- Investigar en el manejo sustentable de *Trips tabaci*, en el cultivo de Ajo (*Allium sativum* L.).
- Desarrollar un trabajo de investigación en el análisis de la normatividad de la agricultura orgánica en el Perú y su aplicabilidad en la práctica, en el sector rural.
- Estudiar y articular el mercado de productos orgánicos, en especial del ajo.



## VII. RESUMEN

El cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) se maneja de forma convencional en mayor área a nivel del mundo y Perú y es la segunda especie más importante de la familia Liliacea; Chiñama presenta un clima favorable y excelente calidad de agua CEe- 0.18 ds/cm y 6.9 de pH, suelo con alto contenido de materia orgánica 4.2 %, haciendo de la zona propicia para el desarrollo productivo del cultivo con manejo orgánico, una alternativa sostenible que permite la producción armoniosa, en equilibrio entre los factores bióticos y abióticos de la naturaleza.

Durante la investigación experimental en Chiñama a 1800 msnm, el Ecotipo “Criollo” densidad 0.6 m, presentó el mayor porcentaje de brotamiento 89.0 % y 7.31 hojas, Napuri presentó mayor altura de planta para la densidad 0.4 con 50.71 cm en promedio. En el manejo orgánico el problema fitosanitario más importante fue *Thrips tabaci*, así como, la escasa o nula disponibilidad de “semilla ajo” certificada de buena calidad para la siembra que implica negativamente en la obtención de rendimientos de mayor y mejor calidad de bulbo, y representando el costo de semilla más de 50.0 % del costo de producción. El viento en Chiñama es un factor perjudicial permanente para los cultivos, exigiendo la demanda de mayor volumen de agua y perjudicando en la uniformidad del riego por aspersión, pero este cultivo por la altura inferior mostrado en campo experimental menor a 50.71 cm en promedio y por presentar mecanismos de elasticidad biológica, permite el brotamiento rápido de otras hojas.

El Ecotipo Napuri orgánico bajo riego por aspersión fue el único que logró bulbificar, en las condiciones de la zona, donde se realizó la investigación experimental y se obtuvieron rendimientos entre 1294.94 Kg/ha y 4249.39 Kg/ha para la densidad 0.4 m (T1), en la densidad 0.5 m (T2) 1008.17 Kg/ha y 2485.29 Kg/ha, densidad 0.6 m (T3) con 840.27 Kg/ha y 2382.90 Kg/ha, y para el testigo manejado con riego a gravedad a densidad de 0.6 m se obtuvo 711.47 Kg/ha en promedio (T7).

El costo de producción orgánico son elevados, superior a 50 .0% de producción convencional, pero con rendimientos superior a 3.0 Ton/ha, y precio promedio de 12.5 soles, se hace rentable para la densidad 0.4 m, mientras que para la densidad 0.5 m tiene un comportamiento tanto a nivel de vigor vegetativo y productivo importante en comparación con otros tratamientos en estudio.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ALVARES. L. M (2000).** Tesis, “Caracterización morfológica de cultivares de ajo (*Allium sativum* L.), en Huasacache – Fundo La Banda Campiña de Arequipa”, Universidad Católica Santa María, Arequipa – Perú.

**ANTEN. M y WILLET. H (2000).** “Diseños de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas”. Pronamach- Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV). 61p.

**BIASI y VIZZOTTO (1983).** Citado por **GARCÍA, N (1996).** Tesis Ingeniero Agrónomo “Comportamiento de 6 tipos de ajo en la zona del Callejón de Huaylas (Ancash), Lima-Perú, UNALM.

**BUSTAMANTE. (1974).** Citado por **BARRERA. R, (2004).** Tesis Ingeniero Agrónomo “Evaluación de siete cultivares de ajo (*Allium sativum* sp.), en la zona de Huaral”, UNALM, Lima-Perú.

**BURDBA (1989).** Citado por **CORTEZ. J y MILLONES. M (2006).** Tesis ingeniero Agrónomo “Efecto de la fertilización sobre rendimiento de siete variedades de Ajo (*Allium sativum* L.), en la parte media del valle Chancay-Lambayeque, UNPRG.

**BREWSTER, 1994,** citado por **BARRERA. R (2004).** Tesis Ingeniero Agrónomo “Evaluación de siete cultivares de ajo (*Allium sativum* sp.), en la zona de Huaral”, UNALM, Lima-Perú.

**DÍAZ. C. J, (2005).** Tesis “Efecto de la densidad de siembra y dosis de fertilización en el cultivo de ajo cv. “Napurí”. Lima – Perú. UNALM.

**EGGINK, J. W and UBELS. J (1984).** “Irrigation, peasants and development. An attempt to analyse the role of irrigation in social change in third world societies”. Msc. Thesis, Department of irrigation and civil engineering, Agricultural University of Wageningen, the Netherlands.

**FAO (2010).** Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Primera edición. Roma.

**FAO. (2006).** “Evapotranspiración del cultivo”; guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivo. Boletín N° 56. Estudio FAO riego y Drenaje, Roma.

**FiBL and IFOAM. (2015).** The world of organic agricultura, statics & emerging trends (disponible en: For PDF versión, corrigenda and supplementary material see <http://www.organic-world.net/yeararbook-2015.html>).

**GARCIA, C.R. (1990).** “El ajo. Cultivo y aprovechamiento”. Ediciones Mundi Prensa Madrid – España 168 p. Citado por **CORTEZ. L y MILLONES. M. (2006).** Tesis “Efecto de la Fertilización sobre el rendimiento de siete variedades de ajo (*Allium sativum* L.) en la parte media del valle Chancay – Lambayeque”. UNPRG- FAG, Pag. 03.

**GARCÍA, C.R, 1996,** citado por Rubén J. Barrera, 2004. Tesis Ingeniero Agrónomo “Evaluación de siete cultivares de ajo (*Allium sativum* sp.), en la zona de Huaral”, UNALM, 2004, Lima-Perú.

**IBAÑEZ, M. (1972).** Análisis y diagnóstico de la comercialización del ajo en el Perú. Tesis Ing. Agr. UNALM 205 p.

**IBAÑEZ. (1972),** citado por **CORTEZ. L y MILLONES. M. (2006).** Tesis ingeniero Agrónomo “Efecto de la fertilización sobre rendimiento de siete variedades de Ajo (*Allium sativum* L.), en la parte media del valle Chancay-Lambayeque, UNPRG.

**INFOAGRO. (2000).** Citado por **Barrera. R. (2004).** Tesis Ingeniero Agrónomo “Evaluación de siete cultivares de ajo (*Allium sativum* sp.), en la zona de Huaral”, UNALM, Lima-Perú.

**INIA DONOSO. (2013).** “Ajo INIA 104 – Blanco Huaralino”, Estación experimental Agraria Donoso – Huaral, Perú.

**ISRAELSEN. O. y HANSEN, V. (1985).** “Principios y Aplicaciones del riego”. Universidad del Estado de Utah, Logan, UTAH, Editotial Reverte S.A, 2º Edición. Traducido por GARCÍA PALACIOS, Alberto, España.

**JARA.J y VALENZUELA. A. (1998).** “Desarrollo de Sistemas de Riego en el Secano Interior y Costero. Componente Nacional: Capacitación y Difusión de Tecnologías de Riego”. Comisión Nacional de Riego, Departamento de Proyectos, Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Departamento de Riego y Drenajes. Chillan, Chile.

**KRARUP, C. y I. MOREIRA. (1998).** Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. P. Universidad Católica de Chile, VRA, Facultad de Agronomía, Ingeniería Forestal Santiago de Chile. (Disponible en, <http://www.puc.ci/sweduc/hortO498>).

**LATORRE. (1988),** citado por **BARRERA. R. (2004).** Tesis Ingeniero Agrónomo “Evaluación de siete cultivares de ajo (*Allium sativum* sp.), en la zona de Huaral”, UNALM. Lima-Perú.

**MANSILLA. S. (2008).** Asesor técnico i+d. Departamento de Mejora y Agronomía. C.i.f.a. D.G.I.A.-Consejería de Agricultura. Junta de Andalucía. “Situación actual, características y técnicas del cultivo de ajo”. (Disponible en: [http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/148situacion.html\(6de7\)26/08/200408:25:31a.m.\)](http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/148situacion.html(6de7)26/08/200408:25:31a.m.))).

**MEJÍA. 1975.** citado por **MADRID. R. (1986).** Tesis Ingeniero Agrónomo “Evaluación de tres sistemas de Riego: Aspersión, Goteo y Gravedad; con tres regímenes de Riego en Algodón Tanguis (*Gossypium barbadense L.*), UNALM. Lima-Perú.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2012).** “El mercado del Ajo”. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Disponible en [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl). Consultado el 15 de mayo del 2015). Chile.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, CHILE. (2002).** “Cultivo de Ajo (*Allium sativum L.*) para la zona sur de Chile”, boletín N° 48, Temuco. Chile.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2013).** Manual de Agricultura orgánica nacional, Bases técnicas y situación actual, Chile. pág. 132.

**REVISTA DIGITAL. (2005).** Adaptación de Cultivares de Ajo Morado y Blanco (*Allium sativum L.*) en Acatlán, Guerrero, México. Luis Pérez Moreno\*, Enrique Palemón Alberto\*\*, Sergio Ayvar Serna\*\* y Efrén Cevallos Ruiz. Pág. 01.

**SENAMHI. (2015).** Datos meteorológicos en Inkawasi, Lambayeque (disponible en: [www.senamhi.gob.pe/main\\_mapa.php?t=dhi](http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dhi)), Perú.

**SOTELO, 1997,** citado por **Barrera. R. (2004).** Tesis Ingeniero Agrónomo “Evaluación de siete cultivares de ajo (*Allium sativum sp.*), en la zona de Huaral”, UNALM. Lima-Perú.

**TARJUELO. (1999)** citado por **HERBOZO. A. (2012).** Tesis Ingeniero Agrónomo “Diseño, Operación y Mantenimiento de un sistema de Riego por Aspersión en laderas del sector de Cruz Pata, Turpo, Andahuaylas, Apurímac”, UNALM. Lima-Perú.

**VINCE. (1975). Citado por GABINO. NUÑEZ, Danny.** Tesis Ingeniero Agrónomo “Efecto de la Fertilización de NPK y la aplicación de microelementos en el rendimiento del cultivo de Ajo” Lima-Perú.

**ZEVALLOS. D. (1985).** Manual de horticultura para el Perú. Ediciones Manfer.tomo I. 181 p.

## **BIBLIOGRAFÍA VIRTUAL**

- Agricultura ecológica en Alemania:  
<http://www.rosalux.org.ec/attachments/article/761/Agricultura%20org%C3%A1nica%20en%20Alemania.pdf>
- Agricultura orgánica en Alemania:  
[http://www.ceuta.org.uy/files/Agricultura\\_organica\\_una\\_alternativa\\_posible.pdf](http://www.ceuta.org.uy/files/Agricultura_organica_una_alternativa_posible.pdf)
- Agricultura orgánica en Chile:  
[http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura\\_org\\_nacional\\_bases\\_tecnicas\\_y\\_situacion\\_actual\\_2013.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org_nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf)
- Certificación orgánica en Australia:  
[http://www.dpi.nsw.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0011/353297/Organic-Standards-and-certification-in-Australia.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0011/353297/Organic-Standards-and-certification-in-Australia.pdf)
- El cambio climático, impacto sobre la producción agrícola y su adaptación:  
<http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-883/ccagorganica.pdf>
- Lord Northbourne, the man who invented organic farming, a biography:  
<http://orgprints.org/26547/12/26547.pdf>

- Manual de agricultura orgánica:  
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/81091EE8A313D84305257BE80063A947/\\$FILE/MANUALDEAGRICULTURAORGANICA.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/81091EE8A313D84305257BE80063A947/$FILE/MANUALDEAGRICULTURAORGANICA.pdf)
- Organic Agriculture in india:  
[http://ncof.dacnet.nic.in/Training\\_manuals/Training\\_manuals\\_in\\_English/Organic\\_Agriculture\\_in\\_India.pdf](http://ncof.dacnet.nic.in/Training_manuals/Training_manuals_in_English/Organic_Agriculture_in_India.pdf)
- Organic garlic: <http://www.rma.usda.gov/pilots/feasible/pdf/garlic.pdf>
- Principles of Organic Agriculture: <http://jhawks54.typepad.com/files/jarrell---principles-of-organic-agriculture-1.pdf>
- Post harvest compendium- Garlic:  
[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/inpho/docs/Post\\_Harvest\\_Compendium\\_-\\_Garlic.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendium_-_Garlic.pdf)
- Religión y ciencia:  
<http://www.studiesincomparativereligion.com/uploads/ArticlePDFs/382.pdf>
- Un testamento agrícola: <http://sat3117.com/pub/libros/UnTestamentoAgricola.pdf>

## IX. ANEXO

### 1. PORCENTAJE DE BROTAMIENTO

**TABLA 1A, Primera Evaluación.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
%Brotamiento.1°.Eva-13/07/14	32	0.71	0.57	34.07	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16531.28	10	1653.13	5.14	0.0008
Bloques	709.35	3	236.45	0.74	0.5428
Ecotipo	10135.32	1	10135.32	31.51	<0.0001
Densidad	3268.02	3	1089.34	3.39	0.0372
Ecotipo*Densidad	2418.59	3	806.20	2.51	0.0868
Error	6755.21	21	321.68		
Total	23286.49	31			

**TABLA 1B, Segunda Evaluación**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
%Brotamiento.2°.Eva.-16/08..	32	0.67	0.51	12.90	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4116.13	10	411.61	4.22	0.0026
Bloques	290.03	3	96.68	0.99	0.4159
Ecotipo	1262.53	1	1262.53	12.95	0.0017
Densidad	2529.16	3	843.05	8.65	0.0006
Ecotipo*Densidad	34.41	3	11.47	0.12	0.9487
Error	2047.34	21	97.49		
Total	6163.47	31			

**TABLA 1C, Tercera Evaluación**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
%Brotamiento.3°.Eva.10/09/..	32	0.61	0.43	14.10	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3864.06	10	386.41	3.32	0.0099
Bloques	528.09	3	176.03	1.51	0.2405
Ecotipo	2520.50	1	2520.50	21.65	0.0001
Densidad	721.41	3	240.47	2.07	0.1354
Ecotipo*Densidad	94.06	3	31.35	0.27	0.8468
Error	2444.66	21	116.41		
Total	6308.72	31			



## 2. ALTURA DE LA PLANTA

**TABLA 2A, Primera evaluación**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Alt.Planta. 1°.Eva. cm	32	0.82	0.73	14.85	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	404.04	10	40.40	9.36	<0.0001
Bloques	49.83	3	16.61	3.85	0.0243
Ecotipo	274.83	1	274.83	63.67	<0.0001
Densidad	38.67	3	12.89	2.99	0.0543
Ecotipo*Densidad	40.70	3	13.57	3.14	0.0467
Error	90.64	21	4.32		
Total	494.68	31			

**TABLA 2B, Segunda evaluación**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Alt.Planta. 2°.Eva. cm	32	0.72	0.59	9.02	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	607.74	10	60.77	5.37	0.0006
Bloques	151.67	3	50.56	4.47	0.0141
Ecotipo	69.33	1	69.33	6.13	0.0219
Densidad	319.54	3	106.51	9.41	0.0004
Ecotipo*Densidad	67.20	3	22.40	1.98	0.1479
Error	237.59	21	11.31		
Total	845.33	31			

**TABLA 2C, Tercera evaluación**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Alt.Planta. 3°.Eva. cm	32	0.64	0.47	6.76	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	386.04	10	38.60	3.78	0.0049
Bloques	206.06	3	68.69	6.73	0.0023
Ecotipo	89.11	1	89.11	8.73	0.0076
Densidad	65.77	3	21.92	2.15	0.1247
Ecotipo*Densidad	25.10	3	8.37	0.82	0.4978
Error	214.44	21	10.21		
Total	600.48	31			

### 3. NÚMERO DE HOJA POR PLANTA

**TABLA 3A,** Primera evaluación.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N°. Hoja 1°.Eva	32	0.59	0.39	19.44

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18.60	10	1.86	2.97	0.0172
Bloques	3.40	3	1.13	1.81	0.1768
Ecotipo	10.93	1	10.93	17.43	0.0004
Densidad	1.73	3	0.58	0.92	0.4489
Ecotipo*Densidad	2.55	3	0.85	1.35	0.2842
Error	13.16	21	0.63		
Total	31.76	31			

**TABLA 3B,** Segunda evaluación.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
N°.Hoja 2°.Eva	32	0.91	0.87	7.04

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38.86	10	3.89	22.36	<0.0001
Bloques	0.21	3	0.07	0.41	0.7507
Ecotipo	27.47	1	27.47	158.09	<0.0001
Densidad	6.64	3	2.21	12.74	0.0001
Ecotipo*Densidad	4.53	3	1.51	8.69	0.0006
Error	3.65	21	0.17		
Total	42.51	31			

**TABLA 3C,** Tercera evaluación.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
N°.Hoja 3°.Eva	32	0.90	0.85	7.24

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33.02	10	3.30	18.30	<0.0001
Bloques	3.35	3	1.12	6.19	0.0035
Ecotipo	24.59	1	24.59	136.31	<0.0001
Densidad	2.29	3	0.76	4.22	0.0175
Ecotipo*Densidad	2.79	3	0.93	5.16	0.0079
Error	3.79	21	0.18		
Total	36.81	31			

#### 4. RENDIMIENTO DE BULBO EN COSECHA

**TABLA 4A, Rendimiento total de bulbo**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
Rto-total Kg/has	32	1.00	0.99	7.26

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	80.18	10	8.02	611.94	<0.0001
Bloques	0.10	3	0.03	2.47	0.0897
Ecotipo	79.53	1	79.53	6069.99	<0.0001
Densidad	0.28	3	0.09	7.00	0.0019
Ecotipo*Densidad	0.28	3	0.09	7.00	0.0019
Error	0.28	21	0.01		
Total	80.45	31			

**TABLA 4B, Rendimiento de bulbo de primera**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
Rto-1era Kg/has	32	0.99	0.99	9.78

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	51.91	10	5.19	345.48	<0.0001
Bloques	0.10	3	0.03	2.32	0.1049
Ecotipo	50.23	1	50.23	3342.48	<0.0001
Densidad	0.79	3	0.26	17.56	<0.0001
Ecotipo*Densidad	0.79	3	0.26	17.56	<0.0001
Error	0.32	21	0.02		
Total	52.23	31			

**TABLA 4C, Rendimiento de bulbo de segunda**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
Rto-2da Kg/has	32	0.99	0.99	9.49

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	55.20	10	5.52	357.81	<0.0001
Bloques	0.08	3	0.03	1.69	0.1993
Ecotipo	54.84	1	54.84	3554.81	<0.0001
Densidad	0.14	3	0.05	3.04	0.0514
Ecotipo*Densidad	0.14	3	0.05	3.04	0.0514
Error	0.32	21	0.02		
Total	55.52	31			

**TABLA 4D, Rendimiento de bulbo de descarte**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
Rto-Descarte Kg/ha	32	1.00	0.99	8.37

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	64.15	10	6.42	460.69	<0.0001
Bloques	0.11	3	0.04	2.71	0.0712
Ecotipo	63.57	1	63.57	4564.65	<0.0001
Densidad	0.24	3	0.08	5.68	0.0052
Ecotipo*Densidad	0.24	3	0.08	5.68	0.0052
Error	0.29	21	0.01		
Total	64.45	31			

**5. PARÁMETROS DE BULBO****TABLA 5A, Peso de bulbo**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
Peso de Bulbo gr	32	0.98	0.97	16.76

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2083.30	10	208.33	117.63	<0.0001
Bloques	3.43	3	1.14	0.65	0.5947
Ecotipo	2017.24	1	2017.24	1139.04	<0.0001
Densidad	31.32	3	10.44	5.89	0.0044
Ecotipo*Densidad	31.32	3	10.44	5.89	0.0044
Error	37.19	21	1.77		
Total	2120.49	31			

**TABLA 5B, Altura de bulbo**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
Alt. Bulbo cm	32	1.00	1.00	6.28

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	62.34	10	6.23	821.21	<0.0001
Bloques	0.06	3	0.02	2.51	0.0861
Ecotipo	61.61	1	61.61	8115.20	<0.0001
Densidad	0.34	3	0.11	14.89	<0.0001
Ecotipo*Densidad	0.34	3	0.11	14.89	<0.0001
Error	0.16	21	0.01		
Total	62.50	31			

**TABLA 5C, Diámetro de bulbo**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
Diam. Bulbo cm	32	1.00	0.99	7.46

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	81.23	10	8.12	582.43	<0.0001
Bloques	0.01	3	4.1E-03	0.30	0.8280
Ecotipo	80.12	1	80.12	5744.34	<0.0001
Densidad	0.55	3	0.18	13.18	<0.0001
Ecotipo*Densidad	0.55	3	0.18	13.18	<0.0001
Error	0.29	21	0.01		
Total	81.52	31			

**TABLA 5D, Número total de diente**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
N° de Dientes Total	32	1.00	1.00	6.39

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	634.55	10	63.46	811.76	<0.0001
Bloques	0.39	3	0.13	1.65	0.2091
Ecotipo	613.38	1	613.38	7846.72	<0.0001
Densidad	10.40	3	3.47	44.33	<0.0001
Ecotipo*Densidad	10.40	3	3.47	44.33	<0.0001
Error	1.64	21	0.08		
Total	636.19	31			

**TABLA 5E, Número de diente interno**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
N° Diente/Internos	32	0.98	0.97	17.53

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21.68	10	2.17	110.21	<0.0001
Bloques	0.11	3	0.04	1.81	0.1761
Ecotipo	20.48	1	20.48	1041.04	<0.0001
Densidad	0.55	3	0.18	9.28	0.0004
Ecotipo*Densidad	0.55	3	0.18	9.28	0.0004
Error	0.41	21	0.02		
Total	22.10	31			

**TABLA 5F, Número de diente externo**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
N° de diente/ externos	32	1.00	1.00	6.34

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	424.74	10	42.47	817.84	<0.0001
Bloques	0.23	3	0.08	1.47	0.2508
Ecotipo	413.28	1	413.28	7957.74	<0.0001
Densidad	5.62	3	1.87	36.05	<0.0001
Ecotipo*Densidad	5.62	3	1.87	36.05	<0.0001
Error	1.09	21	0.05		
Total	425.83	31			

**TABLA 5G, Peso de diente interno**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
Peso de diente/Interno gr	32	0.96	0.94	26.31

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.37	10	0.44	51.49	<0.0001
Bloques	0.05	3	0.02	1.78	0.1820
Ecotipo	3.92	1	3.92	462.26	<0.0001
Densidad	0.20	3	0.07	7.89	0.0010
Ecotipo*Densidad	0.20	3	0.07	7.89	0.0010
Error	0.18	21	0.01		
Total	4.55	31			

**TABLA 5H, Peso de diente externo**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> .Aj	CV
Peso de diente/Externo gr	32	0.98	0.97	17.87

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32.43	10	3.24	100.69	<0.0001
Bloques	0.13	3	0.04	1.34	0.2889
Ecotipo	32.28	1	32.28	1002.33	<0.0001
Densidad	0.01	3	3.1E-03	0.10	0.9604
Ecotipo*Densidad	0.01	3	3.1E-03	0.10	0.9604
Error	0.68	21	0.03		
Total	33.10	31			

**6. ANÁLISIS ECONÓMICO****TABLA 6A, Costo de accesorio de riego**

COSTO DE ACCESORIOS DE RIEGO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TUBERÍA Y CAMPO EXPERIMENTAL						
ITEM 01	DESCRIPCION	UNID	CANT.	P. UNIT.	TOTAL	USO EXPERTO.
1	FILTRO DE ANILLAS 2 MODULAR - AZUD 2"	Unid.	1	120	120	
2	REDUCCION PVC SAP 2" X 1"	Unid.	2	2.9	5.8	
3	TUBO PVC SAP 1" C-10 EUROTUBO	Unid.	140	8.5	1190	02-Exp.
4	LLAVE DE PASO 2" SANKING	Unid.	1	22	22	
5	ADAPTADOR PVC 2"	Unid.	2	3.5	7	
6	TEE PVC SAP 2"	Unid.	1	6.5	6.5	
7	LLAVE DE PASO 1" SANKING	Unid.	12	8.5	102	1-Exp.
8	ADAPTADOR PVC 1"	Unid.	24	1.3	31.2	
9	TEE PVC SAP 1"	Unid.	20	1.8	36	
10	REDUCCION PVC SAP 1" X 1/2"	Unid.	16	0.8	12.8	8-Exp.
11	LLAVE DE PASO 1/2" SANKING	Unid.	16	3.8	60.8	8-Exp.

12	ADAPTADOR PVC 1/2"	Unid.	32	0.5	16	8-Exp.
13	CODO PVC SAP 1" X 90°	Unid.	6	1.3	7.8	
14	CODO PVC SAP 1" X 45°	Unid.	6	1.2	7.2	
15	ASPERSOR 1/2" NANNDAN	Unid.	6	22	132	6-Exp.
16	TUBO PVC SAP 1/2" C-10 EUROTUBO	Unid.	11	5.8	63.8	11-Exp.
17	CODO PVC SAP 1/2" X 90°	Unid.	10	0.5	5	6-Exp.
18	UNION MIXTA 1/2"	Unid.	10	0.4	4	6-Exp.
19	ADAPTADOR PVC SAP DE 2 TRANSF - T.F	Unid.	2	3	6	
20	VALVULA DE AIRE 1" AZUD O JIMTEN	Unid.	4	38	152	
21	UNION MIXTA DE 1"	Unid.	4	1	4	
22	CUTER GRANDE STANLEY	Unid.	1	18	18	
23	PEGAMENTO PVC DORADO DE 1/8 - OATEY	Unid.	1	14	14	
24	UNION UNIVERSAL PVC DE 2 - C & A	Unid.	2	12	24	
25	PEGAMENTO PEGAVINIL	Unid.	5	9	45	
26	TEROCAL PEQUEÑO	Unid.	2	1.5	3	
				<b>TOTAL</b>	<b>2047.9</b>	

**TABLA 6B,** Costo de jornal en la reactivación e instalación del sistema de riego

<b>JORNAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TUBERÍA PRINCIPAL Y REACTIVACIÓN DE LA PRESA "LA LAJA"</b>					
<b>ITEM 02</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANT.</b>	<b>P. UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Jornal de trabajo (hoyado e instalación)	Unid.	14	25	350
2	Jornal para la instalación en campo experimental	Unid.	3	25	75
3	Jornal para limpieza, pegado de Geomembrana	Unid.	10	25	250
				<b>TOTAL</b>	<b>675</b>

**TABLA 6C,** Costo general en el manejo agronómico del Ajo orgánico

ITEM 03	COSTO DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA EXPERIMENTAL		COSTO POR UNID. EXPERIMENTAL			COSTO POR HECTÁREA		
	DESCRIPCION	UNID	CANT.	P. UNIT.	TOTAL	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
1	Chaleo del campo	Jornal	1	25	25	20.0	25	500.0
2	Primera arada con yunta	Yunta	0.25	35	8.75	7.7	35	268.1
3	Segunda arada con Yunta	Yunta	0.25	35	8.75	7.7	35	268.1
3	Jornal para siembra	Jornal	5	25	125	42.0	25	1050.0
4	Abonamiento	Jornal	0.5	25	12.5	15.3	25	383.0
5	Jornal para riego	Jornal	4	25	100	16.0	25	400.0
6	Jornal para aplicación de Biopreparado	Jornal	3	25	75	10.0	25	250.0
7	Jornal para deshierbo	Jornal	4	25	100	20.0	25	500.0
8	Jornal para cosecha	Jornal	4	25	100	38.0	25	950.0
9	Evaluación e instalación de trampa amarilla	Jornal	1	25	25	30.6	25	765.9
10	Semilla de Ajo	Kg	30	13	390	1674.7	11	18421.4
11	Humus	Kg	65.3	1.5	97.95	2000.6	1.5	3000.9
12	Biol	Lt	9	1.5	13.5	60.0	1.5	90.0
13	Biopreparados	Lt	0.5	2	1	15.3	2	30.6
14	EM- Compost Diluído	Lt	8	3	24	20.0	3	60.0
				<b>TOTAL</b>	<b>1106.45</b>		<b>TOTAL</b>	<b>26938.0</b>

## 7. PLANO GENERAL

Se presenta en el CD de la tesis.