

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.), es una planta herbácea anual la cual pertenece a la familia de las leguminosas con bastante interés económico, nutritivo y culinario debido a su alto valor nutricional y al empleo en diferentes platos de comida; además, contribuye como mejorador de la fertilidad natural del suelo (Ruiz, 2019).

El cultivo de la arveja actualmente llega alrededor de 8 millones de hectáreas, ubicándose en el tercer lugar dentro de la superficie cultivada de legumbres secas en el mundo, luego siguen en importancia los cultivos de la caraota y el garbanzo. Rusia es el primer país que lideriza la producción de arveja, le siguen China, India, Estados Unidos, Canadá y otros países (Valdez, 1994 citado por Ventura, 2012).

La arveja es ampliamente cultivada en el mundo, tanto por su valor nutricional como por sus distintas formas de consumo y por utilizarse como un cultivo de rotación. Siendo un cultivo de clima frío posee una amplia adaptación a diversos climas y es importante en los hábitos de consumo en América del Sur. Está considerada como una de las principales hortalizas y está ampliamente distribuida, desde el nivel del mar hasta los 3500 m.s.n.m. (Prado, 2008 citado por Cuasapaz, 2015).

La producción de arveja en Bolivia es realizada por muy pocos productores algunos en Cochabamba la mayoría en Tarija y muy pocos en los valles de La Paz. Los más importante del departamento de Tarija está en el cantón de Yesera y el cantón de San Diego - Entre Ríos.

En la comunidad de Sivingal ubicada en el cantón San Diego de la provincia O'Connor, el cultivo de la arveja se constituye en uno de los más importantes sobre todo para su comercialización en vaina verde y en grano seco.

Las épocas de siembra en esta comunidad, difieren dependiendo del destino de la cosecha:

Si es para cosecha en vaina verde las épocas de siembra son en el mes de febrero, marzo y abril ya que en este estado de su cosecha no se ven perjudicadas por las lloviznas y humedades altas.

Si es para cosecha en grano seco, las épocas de siembra son en el mes mayo y junio, para que su cosecha sea en los meses de septiembre y octubre, ya que en estos meses no hay presencias de lloviznas, lo cual facilita la deshidratación de las vainas.

La variedad criolla es nativa del lugar, obtenida por selección manual que se la viene cultivando por muchos años atrás. Con buenos rendimientos a inicio de su obtención, pero estos fueron bajando paulatinamente considerándolos de medianos a bajos. Estos bajos rendimientos pueden atribuirse a factores como las épocas de siembra, degeneración de la semilla, por lo que se ha visto por conveniente de probar nuevas épocas y también incorporando nuevas variedades como el arvejón Yesera.

JUSTIFICACIÓN

Los principales ingresos económicos de los pobladores de la comunidad de Sivingal provienen de la agricultura, el principal producto que sostiene su economía es la producción de arveja en verde y seca.

También se dedican a la producción frutícola con ser el durazno y cítricos en general. La arveja de variedad criolla es la más utilizada por los pobladores, pero sus rendimientos son cada vez más bajos, por esta razón el presente trabajo de investigación, se justifica por la necesidad de incrementar los rendimientos de producción, por lo cual se propuso probar si sembrando en nuevas épocas de siembra e incorporando nuevas variedades se pueden incrementar dichos rendimientos.

HIPÓTESIS

Con siembras tardías se pueden obtener mejores rendimientos en dos variedades de arveja (la criolla y el arvejón Yesera) en la comunidad de Sivingal provincia O'Connor.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Comparar los rendimientos de dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) arvejón yesera y la criolla sembradas a dos épocas en la comunidad de Sivingal provincia O'Connor.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento en peso seco de cada variedad con cada época de siembra
- Determinar el efecto de la interacción en cada variedad con cada época de siembra
- Evaluar la rentabilidad económica de cada variedad con cada época de siembra.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. Origen y distribución geográfica

El centro de origen exacto y el progenitor silvestre de la arveja son desconocidos. Sin embargo, diversos autores concuerdan que éste se encontraría en la zona comprendida desde el Mediterráneo, pasando por el Medio Oriente, hasta el suroeste de Asia.

La arveja es una de las plantas cultivadas más antiguas, encontrándose referencias escritas de haber sido ya utilizada por pueblos neolíticos del Cercano Oriente, 7.000 a 6.000 años a.C. Su cultivo se expandió a regiones templadas y zonas altas de los trópicos de todo el mundo, siendo hoy ampliamente cultivada y consumida, ya sea como hortaliza fresca o como semilla seca, en casi todos los países, siendo Estados Unidos, India, Rusia, Francia y Gran Bretaña, los mayores productores de arveja verde del mundo (Moreira, 1998 citado por Cuasapaz, 2015).

La arveja (*Pisum sativum* L.) como planta cultivada se originó probablemente en Etiopía, de donde se difundió a la región Mediterránea, de ahí al continente asiático y a las zonas templadas de todo el mundo. En el continente americano la arveja se dice que probablemente fue introducida por los españoles (Montory, 1995 citado por Quispe C., 2018).

1.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

Reino: Vegetal.

Phylum: Tracheophytae.

División: Tracheophytae.

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Corolinos

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Subflia.: Papilionoideae

Nombre científico: *Pisum sativum* L

Nombre común: Arveja

Fuente: Herbario Universitario, 2019.

1.3 Importancia del cultivo

La arveja es una planta herbácea de las leguminosas, de tallo trepador y fruto en vaina cilíndrica con semillas esféricas. Es asimismo una alternativa de cultivo durante la época invernal (Trebol, 1999 citado por Quispe C., 2018).

La arveja ocupa un lugar muy importante en la agricultura mundial, principalmente por la progresiva demanda mundial creciente de arvejas verdes, debido a la facilidad en su manipuleo en la industrialización, que en gran manera ha reducido las superficies de producción en grano seco (Huchani, 2004 citado por Mamani 2016).

Su importancia radica fundamentalmente en los múltiples usos y fines: grano fresco en vaina, enlatado, congelado; grano seco entero o partido; harina de arveja, remojado,

abono verde, etc. Además, que constituye una excelente cabecera de rotación porque mejora la estructura del suelo, incorporando gran cantidad de nitrógeno atmosférico al suelo en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium*. También, se lo utiliza como forraje para consumo directo y después de la trilla para ensilado (a veces junto con avena) en fardos (Vigliola, 1986 citado por Quispe 2017).

1.3.1. Composición química

CUADRO N°1
Composición Química de la arveja

| Detalle | Estado | |
|----------------------|---------------|---------------|
| | Verde% | Seco % |
| Componente | | |
| Agua | 70-75 | 10-12 |
| Proteína | 5,0-7,0 | 20-23 |
| Carbohidratos | 14-18 | 61-63 |
| Grasa | 0,2-0,4 | 1.5-2,0 |
| Fibra | 2,0-3,0 | 5,0-7-0 |
| Cenizas | 0,5-1,0 | 2,5-3 |

Fuente: (Prado, 2008 citado por Cuasapaz, 2015).

1.4. DISTRIBUCIÓN

1.4.1. Superficie cultivada de la arveja en distintas zonas del mundo

Los cinco principales productores del mundo conforman el 70% de la producción total, siendo liderados por Canadá, con alrededor del 30%, seguido en orden de importancia por Rusia, China, Estados Unidos e India. Si bien, la producción mundial es oscilante, el clima tiene un rol preponderante, ubicándose en torno a las 10 u 11 millones de toneladas, tomando la forrajera y amarilla, para lo cual se destinan una superficie cercana a los 6,2 millones de hectáreas. Canadá es el principal exportador con cerca del 60% del total, comprendiendo los embarques de arveja amarilla entre el 70% y 80%

de sus exportaciones. India también es un importante productor, pero necesita recurrir a la importación para cubrir sus propias necesidades. Lidera la demanda de arveja, con el 36% del total mundial. Tanto India, China como Bangladesh, son los principales importadores de arveja amarilla. La participación de este producto en el total de importaciones de arvejas para el conjunto de estos tres países asiáticos, estaría alcanzado unos 1,8 millones de toneladas anuales. Cabe destacar que en general, todos los países consumen las dos variedades de arvejas, sea en su destino como alimento humano o en la alternativa de forraje. Sin embargo, se puede considerar que la variedad amarilla, con mayor participación en el comercio mundial, tiene preferencia en los países asiáticos y las variedades verdes en Europa y América Latina (De Bernardi, 2018).

Se contabiliza más de un millar de variedades de arvejas que pueden ser verdes o amarillas. Y tanto Canadá como EE.UU. en el continente americano, Alemania, Dinamarca, Reino Unido y Francia en Europa, de igual modo que China, India, Rusia y Australia son los principales productores a nivel global. Actualmente en los EE.UU. se implantan unas 500.000 hectáreas, tanto Australia como Francia destina al mercado unas 200.000 hectáreas. A eso hay que agregar lo que se destina a consumo verde fresco, que en China es una superficie importante. La cotización internacional tiene como formadores de precio desde la oferta a Canadá e India, y a Pakistán, Bangladesh y China desde la demanda. Por otra parte, la demanda de arvejas forrajeras ocupa un lugar de importancia en el mercado global. En Europa se lo utiliza especialmente en la producción de cerdos y en tambos, cuyo principal destino es la producción de quesos (De Bernardi, 2018).

1.4.2. Superficie y rendimiento de la arveja verde en Bolivia

En Bolivia existe una superficie cultivada de arveja verde de 15.264,3 Ha.

El mayor productor de arveja verde a nivel nacional, con 1.077,8 hectáreas cultivadas y una producción de 42.006,4 quintales, es el municipio de tojo según datos del Censo

Agropecuario 2013, este municipio está ubicado en la provincia Carrasco del departamento de Cochabamba a 207 km de distancia de la ciudad capital (INE, 2013).

1.4.3. Superficie y rendimiento de la arveja en el departamento de Tarija

El municipio de Tarija cuenta con 6.325 Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) en 73 comunidades. De los 17.257 miembros de la UPA, 14.484 se dedican a la agricultura como actividad principal, 927 a la ganadería y 120 a la actividad avícola, el resto se dedica a actividades forestales, caza, pesca y extracción de productos silvestres. La producción de arveja verde en el departamento de Tarija cuenta con una superficie cultivada de 1.026.1 Ha y una producción anual de 17.249.6 quintales con un rendimiento de 773.3 Kg/Ha, (INE, 2013).

CUADRO N°2
Principales cultivos de verano en Tarija

| CULTIVO | SUPERFICIE ⁽¹⁾ (Ha) | PRODUCCIÓN (qq) | RENDIMIENTO (Kg/Ha) |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Maíz | 4.435.6 | 72.854.8 | 755.5 |
| Papa | 1.990.4 | 194.520.1 | 4.495.4 |
| Arveja verde | 1.026.1 | 17.249.6 | 773.3 |
| Uva | 679.1 | 129.285.2 | 8.757.8 |
| Trigo | 606.8 | 8147.6 | 617.6 |
| Cebolla | 236.7 | 38.297.0 | 7.441.4 |
| Alfalfa | 139.5 | 5.938.9 | 1.958.6 |
| Avena | 138.2 | 11.477.4 | 3.821.6 |

Fuente: INE, 2013

1.5. Descripción botánica

1.5.1 Raíz

La raíz es de estructura fibrosa, encontrándose tres tipos de raíces: la raíz principal o pivotante que puede alcanzar de 50 a 100 cm. de profundidad; a partir de ésta raíz se desarrolla la secundaria que incluso puede llegar hasta la profundidad alcanzada por la raíz pivotante, de ésta se origina una cobertura densa de raíces terciarias. En éstas últimas hay nudosidades producidas por bacterias radicales (*Rizhobium*) que fijan el nitrógeno atmosférico (Puga, 1992 citado por Arguello 2010).

1.5.2 Tallo y ramos

Los tallos son trepadores y angulosos; respecto al desarrollo vegetativo existen unas variedades: enanas de medio enrame y de enrame (Casseres, 1984 citado por Ventura, 2012).

Los tallos son cilíndricos, huecos y lisos; más o menos ramificados, de porte erecto y también trepador. Presentan 10 a 35 nudos que son de crecimiento enano, medio y alto.

La longitud del tallo puede variar de 0,5 a 0,75 m en los cultivares precoces y de 0,8 a 1,2 m en los cultivares semitardíos (Camarena, 2003 citado por Quispe C., 2018).

1.5.3 Hojas

Presentan formas redondeadas o lanceoladas, una por lado y los folíolos apicales se han convertido a "guías" o zarcillos, la cual les confiere la propiedad de crecer o de hábito de crecimiento como trepadores gracias a que se sujetan con este tipo de hoja modificada a medida se van desarrollando (INIAF, 2015 citado por Ruiz 2019).

Las hojas son pinnadas compuestas que constan de uno a cuatro pares de folíolos, con bordes dentados o enteros terminados en zarcillos de cuyos terminales se valen para sostenerse y trepar. La hoja compuesta, está conformada por un par de estipulas que se sujetan del tallo en la zona basal, los folíolos se encuentran opuestos entre sí y lanceolados o intercalados; asimismo, se puede observar los zarcillos en la zona apical entre 3 a 5, los cuales le otorgan esa capacidad a la planta de trepadora (Camarena, 2003 citado por Ruiz, 2019).

1.5.4 Flores e inflorescencia

La inflorescencia es racimosa, con brácteas foliáceas, que se inserta por medio de un largo pedúnculo en la axila de las hojas. Cada racimo lleva generalmente 1 o 2 8 flores, pero también hay casos de tres, e incluso 4 y 5 aunque estos últimos son raros. Las flores son de morfología típicamente papilionáceas, y poseen simetría zigomorfa, es decir, con un solo plano de simetría, consta de 5 sépalos, siendo los dos superiores variables, tanto en forma como en dimensiones, lo cual se utiliza como carácter varietal. (Valades, 1998 citado por Ventura, 2012).

1.5.5 Vaina

El fruto es una legumbre o vaina de forma y dimensiones variables y de semillas globulosas o cúbicas, lisas o rugosas, pudiendo contener cada vaina entre 4 y 12 semillas. La mayor parte de sus variedades presentan en la cara interna de sus valvas una formación tisular esclerenquimatosa o pergamino que está ausente o aminorada en las variedades tirabeques o cometido (Maroto, 2000 citado por Quispe C., 2018).

1.5.6 Semilla

Las semillas pueden ser esféricas, lisas o rugosas de 3 a 8 milímetros de diámetro. La testa es delgada, pudiendo ser incolora, verde, gris, café o violácea según la variedad.

Las semillas de arveja tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0.20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo. La semilla está compuesta por la testa, dos cotiledones y un eje embrionario; este último está formado por la radícula, el hipocótilo, el epicótilo, la plúmula y las dos brácteas trífidas (Kraup, 2009 citado por Argello 2010).

1.5.7 Variedades

En las variedades de arveja hay que tener en cuenta las siguientes características:

- Precocidad: tempranos, medios y tardíos.
- Forma de la semilla en la madurez: lisos o arrugados.
- Color de la semilla en la madurez: verde, amarillo o blanco.
- Tamaño de la planta: bajo o enano cuando su altura es menor de 0,4 m.; semi-trepador entre 0,8-1 m.; trepador o enrame cuando es de 1,5- 2 m, (Cortez, 2011 citado por Cuasapaz, 2015).

1.5.7.1 Características agronómicas de las variedades de arveja

Arvejón Yesera. - Según INIAF 2009, esta variedad fue obtenida en la comunidad de Yesera Norte en el año 1997, sus principales características son:

- Hábito de crecimiento voluble o de enredadera.
- Rango de adaptación de los 1800 - 2800 m.s.n.m.
- Flores de color blanco.
- Granos de forma redonda y blanca.
- Días de floración 60
- Días de cosecha en verde 90 – 100
- Días de cosecha en grano seco 120.
- Vainas de 7- 9 granos.

Blanca criolla 94.-. Según INIAF, 2009 esta variedad fue obtenida en la comunidad de Yesera Norte en el año 1997, sus principales características son: - Hábito de crecimiento voluble o de enredadera.

- Rango de adaptación de los 1800 - 2800 m.s.n.m.
- Flores de color blanco.
- Granos de forma redonda y blanca.
- Días de floración 50
- Días de cosecha en verde 77 – 110
- Días de cosecha en grano seco 120
- Vainas de 3- 5 granos

1.6 ECOLOGÍA DEL CULTIVO

1.6.1 Clima

Es una especie que prospera bien en climas templado caliente y húmedo, con temperaturas entre los 15 a 18 °C, pudiendo soportar un amplio rango de temperatura, 7 a 24 °C. La arveja, es una planta que resiste bien al frío y puede germinar a temperaturas de 10 °C; sin embargo, heladas frecuentes y/o prolongadas causan daños apreciables en las plantas jóvenes, flores y frutos (Camarena, 2003 citado por Ospino, 2014).

1.6.2 Suelo

La arveja, se adapta a diferentes tipos de suelo, puede sembrarse en suelos francos-arenosos a franco arcillosos, pero prefiere los suelos sueltos, profundos, bien drenados y abundante materia orgánica. Se debe evitar sembrar en suelos de estructura compacta. Esta planta tolera suelos ligeramente ácidos con pH 5,5 a 6,5 pero son muy sensibles a la salinidad (Camarena, 2003 citado por Ospino, 2014).

2.6.3 Precipitación

Requerimientos agroambientales de agua, clima y suelo La arveja es una leguminosa que requiere de 250 a 380 milímetros de agua bien distribuidos durante el ciclo del cultivo; es una especie muy sensible al exceso de humedad, lo que determina la importancia de contar con suelos bien drenados y con buena capacidad para retener el agua (Buitrago, et al., 2006 citado por Checa, 2017).

1.6.4 Luminosidad

En cuanto al fototropismo que el cultivo de la arveja en general se adapta perfectamente a las condiciones que se presenta normales en las zonas que tienen mayor cantidad del sol sin interferencia de nubosidad (Terranova, 2005 citado por Mamani, 2016).

1.7. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

1.7.1. Preparación del suelo

Las labores de preparación del suelo se realizan, sobre todo, para crear unas condiciones que permitan el correcto desarrollo de las bacterias fijadoras de nitrógeno. Esto supone, principalmente, asegurar la correcta aireación del suelo, lo que se consigue con labores profundas. Más tarde, se realizan trabajos superficiales que servirán para enterrar el abonado de fondo (Centrum. 1995 citado por Cuasapaz, 2015). Para el establecimiento de un cultivo tecnificado de arvejas, es necesario comenzar con la selección adecuada del área en relación con los aspectos ambientales, la época del cultivo, y el destino de la producción, debe iniciarse con una labor de rotulación o arada a una profundidad de 20 a 30 cm, seguida del mullido del suelo, en terrenos mecanizables se realiza un pase de arado y dos pases de rastra, lo importante es destruir y preparar una buena cama de siembra para una germinación uniforme de las semillas (Puga, 1992 citado por Arguello 2010).

1.7.2 Densidad de siembra

La distancia entre camellones es de 0.5-0.6 m, si va a cultivarse una variedad enana o bien 1-1.2 m, si se va a utilizar una variedad de enrame. La siembra se hace a golpes, de 2-4 semillas, dejando entre golpes 30-50 cm.

La siembra es directa, puede realizarse de forma manual o mecanizada, en ambos casos se realiza a chorrillo y con densidad de 100-200 kg/ ha, según el grosor de las semillas, ya que cuando se trata de semillas pequeñas hay que reducir la cantidad, (Morato, 1990 citado por Quispe C., 2018).

1.7.3 Profundidad de siembra

La profundidad de siembra de la semilla de la arveja oscila en una magnitud de unas cuatro veces el tamaño de la semilla, siembras profundas afectan su emergencia en suelos con estructuras pesadas (Evans, 1983 citado por Flores, 2016).

1.7.4 Épocas de siembra

La época de establecimiento en campo es muy importante. El mercado estará dispuesto a comprar las vainas y ponerle un precio de acuerdo a la estación del año, por tanto, los agricultores establecerán sus cultivos de acuerdo a este factor y también por el ataque de plagas. Por ejemplo, se podrá establecer los cultivos en los meses secos como junio, julio, agosto por tanto el precio será mayor y el ataque de plagas será menor, así como los controles. Así mismo, en la época lluviosa que comprende los meses de enero, febrero y marzo los precios en el mercado serán menores y los costos de producción serán mayores por los diferentes ataques de plagas y el uso de diferentes controles, (Calderón et al. (2000), citado por Flores, 2016).

1.7.5 Fertilización

La fertilización consiste en el suministro de los nutrientes requeridos por la planta para su buen desarrollo, sanidad y producción. En el caso de la arveja, para lograr una producción de 4 a 5 toneladas de vainas verdes por hectárea, el cultivo extrae del suelo 125 kilogramos de nitrógeno (N), 30 kilogramos de fósforo (P) y 75 kilogramos de potasio (K), llegando en algunos casos a extraer, respectivamente, 125, 50 y 85 kilogramos de estos elementos nutritivos y requiriendo, adicionalmente, de 65 a 100 kilogramos de calcio (Ca) y 13 kilogramos de magnesio (Mg) por hectárea. (Fenalce, 2006 citado por Pérez, 2017).

1.8. CONTROL DE MALEZAS

1.8.1. Manual o mecánica

El control mecánico incluye cualquier método que busque terminar la relación suelo-planta, y por lo general hay destrucción física de las malezas. Los más comunes corresponden al control manual y la pica con azadón, y al principal método de control en varios cultivos de diferentes áreas del mundo, como es el cultivador u otro implemento.

El control manual o con cultivador es muy lento y requiere de gran cantidad de mano de obra por lo que es poco recomendable; además, la siembra se está recomendando a una distancia entre hileras de 0,18 m, lo que dificultaría este sistema. De todas maneras, en áreas donde exista mano de obra abundante y de bajo costo, superficies pequeñas, y pueda sembrarse a distancias mayores que permitan el paso de maquinaria, puede usarse hasta antes que el cultivo cubra el suelo (Urbina, 2009).

1.8.2 Químico

Hay que frenar la aparición de malezas de hoja ancha y gramíneas mientras el cultivo no cubre el suelo. Para ello, un herbicida de preemergencia, como Simazina, es esencial. Estos productos deben aplicarse después de la siembra (preferentemente durante la primera semana), pero antes de la emergencia de plantas de arveja y malezas. Las malezas gramíneas pueden controlarse con herbicidas pos emergentes. Estos graminicidas son más eficaces con malezas pequeñas y deben aplicarse antes que la arveja se acerque a la floración (Mera, 2015).

1.9. PLAGAS Y ENFERMEDADES

1.9.1. Plagas

Las plagas no constituyen un problema serio en las zonas arvejeras.

1.9.2 Bruco de la arveja, *Bruchus pisorum*

Este insecto es la principal plaga de la arveja especialmente para la producción de grano seco. Es común encontrar ataques muy intensos en áreas como el valle central y la precordillera, que afectan entre un 80 y 90% de los granos, cuando no se controla esta plaga. En cambio, en zonas frías y ventosas en que el ataque es mínimo (Urbina, 2009)

1.9.3 Minador de la arveja (*Liriomyza* sp.)

Son larvas de 2 milímetros de largo que se alimentan del parénquima de la planta; sus huevos son puestos en el envés de las hojas por una mosquita de la misma familia del barrenador (Fenalce, 2006 citado por Ávila, 2016).

1.9.4 Pulgones (*acyrthosiphum* sp).

Con frecuencia se presentan alrededor de la floración. El pulgón típico en arveja tiene el color del follaje y puede pasar inadvertido; se recomienda revisar los puntos de crecimiento de la planta, donde se concentran por ser los tejidos más tiernos. Pueden controlarse con insecticidas piretroides como alfacipermetrina (Mageos, Point Alfamax,) carbamatos como pirimicarb (Paton, Pirimor), o sistémicos como dimetoato (Dimetoato, Perfekthion). La misma aplicación ayuda a reducir la población de brucos, insecto dañino para la producción de grano seco pero poco relevante cuando se produce vaina verde (Mera, 2015).

1.9.5 ENFERMEDADES

Su incidencia depende de las condiciones meteorológicas del año.

1.9.6 Oídio (*Erysiphe pisi*).

Siembras tardías, de mediados de septiembre en adelante, en particular si el verano es caluroso y seco, pueden ser atacadas por oídio o “grasilla”. Este hongo, *Erysiphe pisi*, forma un crecimiento blanco algodonoso, aceitoso, en la cara superior de las hojas. En ataques intensos infecta también tallos y vainas, y marchita la planta. Utrillo es una variedad resistente (Mera, 2015).

1.9.7 Tizón (*Ascochyta pisi*)

Enfermedad de gran importancia económica por su alto impacto, pues llega a reducir las cosechas en un 20 a 50 %, además de deteriorar la calidad de la vaina y de los granos cosechados. Por lo general, se presenta en los primeros estados de desarrollo del cultivo, afectando principalmente el tercio inferior de la planta e incrementándose los daños por condiciones de lluvias intensas y alta humedad en el ambiente, especialmente

durante la floración y el llenado de las vainas. Su incidencia se hace más severa en cultivos realizados al voleo que en cultivos sembrados con tutor. Los principales síntomas se manifiestan por lesiones a manera de puntos de color café oscuro en hojas, flores, tallos y vainas. En estado avanzado de la enfermedad, las manchas del hongo se unen cubriendo casi la totalidad de la superficie de la vaina, llegando hasta el grano y causando su pudrición antes de terminar su desarrollo. El hongo patógeno es transmitido principalmente por las semillas, el viento y el agua de lluvia (Fenalce, 2006 citado por Ávila, 2016).

1.9.8 Botrytis (Botrytis cinerea Pers)

Esta enfermedad se presenta cuando las condiciones ambientales son de alta humedad y temperatura baja; forma un moho gris que afecta los tejidos tiernos de la planta como los pétalos de las flores y provoca la pudrición en los frutos, cogollos, tallos y raíces. Los primeros síntomas son manchas cloróticas en todas las partes aéreas de la planta; en tallos, hojas y frutos pueden aparecer manchas irregulares de color marrón, que se extienden con gran rapidez, y uno a tres días después se manifiestan las capas fructíferas del moho que se encargan de debilitar y provocar el envejecimiento de los tejidos. El hongo puede invernar por largos periodos en el suelo, en residuos de cosechas anteriores o en las semillas, y el micelio y los escleróticos germinan cuando se presenten las condiciones de alta humedad y temperatura entre 15 y 25 °C, dando paso al desarrollo de la infección, el crecimiento y la esporulación del hongo, la cual se puede dar a temperatura de 0 a 35 °C. (ICA, 2012 citado por Ávila, 2016).

CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Sivingal que se encuentra localizada al noroeste del municipio de Entre Ríos provincia O'Connor, distante aproximadamente 95 km de la ciudad de Tarija y a 35 Kilómetros de la ciudad de Entre Ríos. Sus límites, al sur con la comunidad de la Vilca, al oeste con la comunidad del Huayco, al este con la comunidad de Saladito y al norte con la comunidad del Tunal.

Se encuentra ubicada geográficamente a:

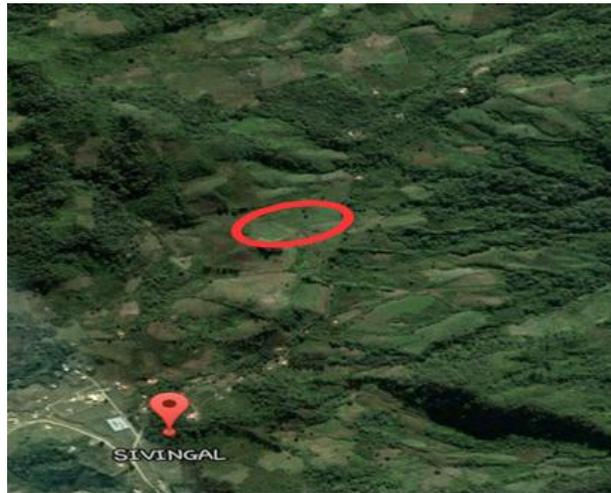
Latitud sur: 21° 19' 33''

Latitud oeste: 64° 12' 20''

Altura: 1560 m.s.n.m.

Esta bordeada de una sierra montañosa.

Figura N°1 Imagen satelital de la parcela experimental



Fuente: Google Earth, 2019.

2.2 Materiales

3.2.1. Material vegetal

- Semilla seleccionada de arveja de la variedad criolla.
- Semilla seleccionada de arveja de la variedad arvejón Yesera.

– Variedad Criolla

La variedad criolla es obtenida en la comunidad de Sivingal por selección desde ya varios años por los comunarios de la zona sus características son:

- Sus vainas son medianas de 6-7 granos.
- De flores blancas.
- Su tamaño no pasa de un metro.
- El rendimiento es 30 a 40 qq

– Variedad Arvejón Yesera

La variedad arvejón Yesera fue obtenida y purificada por el (INIAF) y con el apoyo del programa nacional de semilla el 2005 en la comunidad de Yesera centro sus características son:

- Vainas con 8-9 granos.
- Con una altura de hasta 1.50 metros.
- Con un porcentaje de germinación de 95%.
- Sus flores son blancas.
- Su rendimiento es de 40-50 qq/Ha.

2.2.2. Materiales de escritorio

- Computadora
- Calculadora
- Impresora
- Libreta
- Lápiz
- Bolígrafo
- Borrador
- Hoja de papel

2.2.3. Materiales de campo

- Azadón
- Pala
- Libreta de campo
- Mochila pulverizadora

2.3. METODOLOGIA

2.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental del ensayo fue bi-factorial 2x2 con dos variedades y dos épocas de siembra, haciendo los 4 tratamientos con 3 repeticiones haciendo un total de 12 unidades experimentales.

Los tratamientos consistieron en:

Factor A

Dos épocas de siembra:

- Época de siembra 1 (28 de mayo)
- Época de siembra 2 (26 de junio)

Factor B

Dos variedades:

- Variedad 1 (criolla)
- Variedad 2 (arvejón Yesera)

2.3.2. Características del diseño

Tratamientos:

- T1= V1E1 variedad uno época de siembra uno
- T2= V2E1 variedad dos época de siembra uno
- T3= V1E2 variedad uno época de siembra dos
- T4= V2E2 variedad dos época de siembra dos

N^{ro} de repeticiones: 3

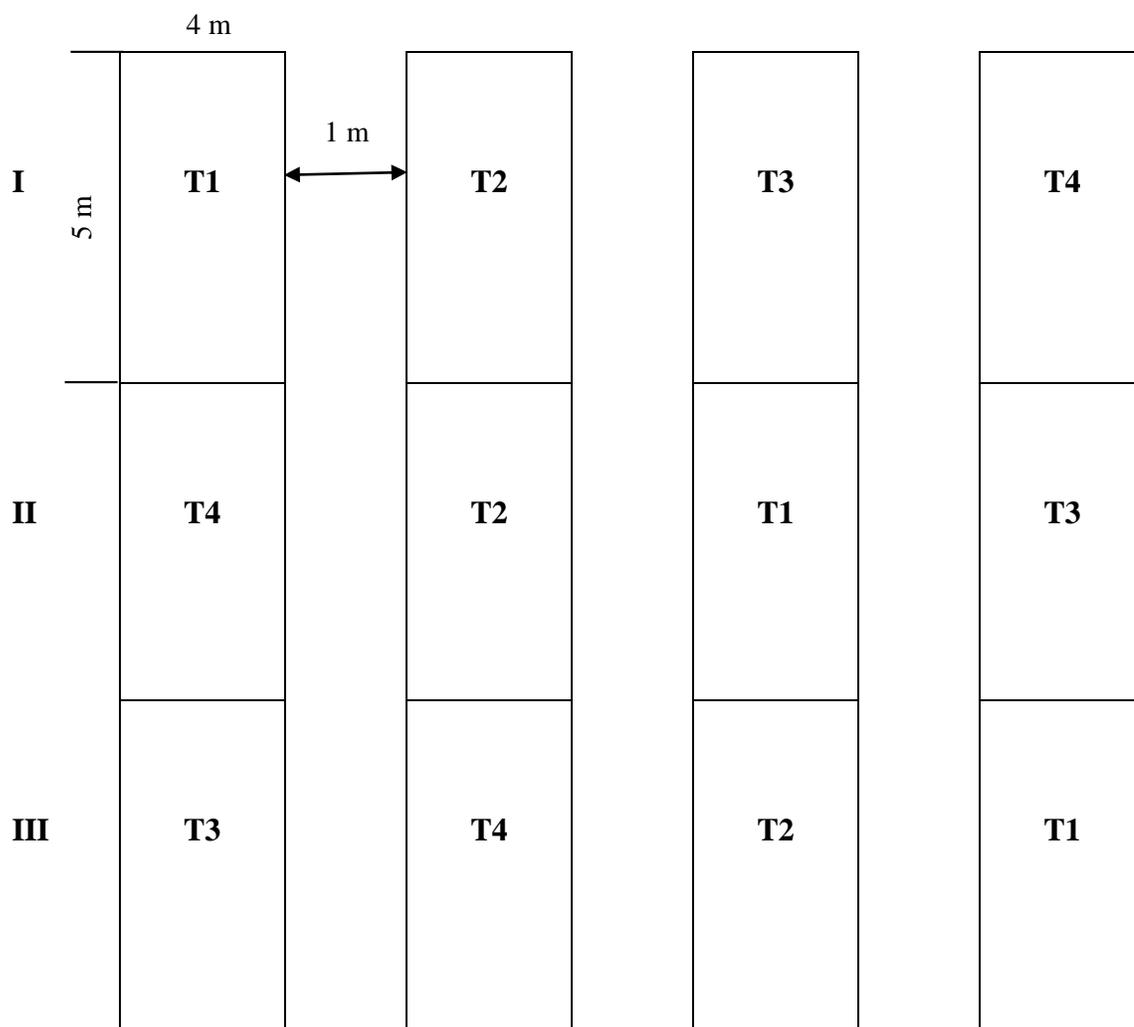
N^{ro} de unidades experimentales: 12

2.3.3 Variables de respuesta

Las variables de respuesta del estudio fueron:

- Porcentaje de germinación
- Número de vainas por planta
- Número de granos por vaina
- Rendimiento en Tn/Ha
- Porcentaje de descarte
- Análisis económico

2.3.4. Diseño de campo



2.4. DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.4.1 Preparación de terreno

La preparación del terreno se realizó, en primer lugar, con un desmalezado con una maquina desbrozadora un mes antes de la siembra, posteriormente se aplicó un herbicida para eliminar todo tipo de malezas.

2.4.2 Delimitación de las parcelas

La demarcación consistió en el trazado del terreno formando un ángulo de 90° para obtener una superficie más rectangular. Con la ayuda de estacas y wincha.

2.4.3 Siembra

Esta actividad se inició con la preparación de la semilla se hizo un seleccionado manualmente con la separación de arvejas chicas podridas y las nacidas. Se realizó una siembra directa por hoyado, en dos épocas, la primera época fue el 28 de mayo y la segunda el 26 de junio. Las mismas se realizaron manualmente con la ayuda de una azada, consistió en hacer hoyos de 10 cm de profundidad dejando 7 granos de semilla por hoyo, las distancias de hoyo a hoyo fueron de 50 cm y de raya a raya 57 cm. Juntamente con la siembra se realizó la aplicación del fertilizante 18-46-00 con un peso de 5 gramos por hoyo.

2.4.4. Labores culturales

2.4.4.1 Riego

Se usó un sistema de riego por aspersion en los periodos más críticos, estos fueron a partir del primer mes de su desarrollo para mantener el cultivo en óptimas condiciones

de humedad del suelo. Los riegos se realizaron de acuerdo a la necesidad del cultivo con mayor incidencia en los periodos de floración y cuando la vaina estuviera a medio llenar.

2.4.4.2. Control de malezas

El deshierbe se realizó en forma manual con la ayuda de una azada a los 45 días de la siembra, con el objetivo de reducir la competencia por nutrientes, agua, luz y con la finalidad de facilitar las labores culturales como la cosecha y de igual forma para facilitar el control de plagas y enfermedades.

2.4.4.3. Aporque

Es una labor cultural muy importante que sirve para darle mayor aeración al suelo, se elimina una gran cantidad de malezas con el aporque, la planta tendrá una muy buena fijación al suelo y así ayuda al mejor desarrollo de su sistema radicular.

El aporque se realizó a los 45 días de la siembra de forma manual y con la ayuda de una azada. Realizándose al mismo tiempo el desmalezado del cultivo.

2.4.4.4. Control fitosanitario

Habiéndose detectado de plagas y enfermedades se aplicó los tratamientos necesarios para controlar plagas y enfermedades.

Entre las principales plagas y enfermedades que se presentaron tenemos:

- **Pulgón verde** (*Myzuz persicae*)

Fue controlado con insecticida KANON con una dosificación de 10 ml por 15 litros de agua en una sola aplicación.

- **Oídio de arveja** (*Erysiphepoligoni*)

Fue controlado con un fungicida TIL se aplicó con una dosificación de 10ml por 15 litros de agua se aplicó preventivamente cada 10 días una vez que se haya detectado lo primeros síntomas.

2.4.4.5. Cosecha

La cosecha se realizó una vez que la planta termino su ciclo vegetativo y estaba completamente deshidratada. La cosecha se realizó manualmente, con el mayor cuidado posible para que las vainas no se desgranen.

2.4.4.6. Desgranado

El desgranado se hizo manualmente abriendo las vainas y haciendo caer los granos en un recipiente.

2.4.4.7 Seleccionado

El seleccionado se hizo manualmente en una zaranda acerada y ahí fueron seleccionados los granos pequeños, nacidos, podridos y también las pequeñas basuras que salen de las vainas para luego ser pesados en una balanza.

2.5. TOMA DE DATOS

De acuerdo a las variables de estudios propuestos se fueron recogiendo los siguientes datos.

2.5.1. Porcentaje de germinación de la semilla

Los respectivos porcentajes de germinación fueron tomados de 10 hoyos al azar de cada parcela, a los 10 días después de la siembra.

2.5.2. Vainas por planta

Esta variable se contó al momento de la cosecha eligiendo 10 platas al azar incluyendo sus macollos o tallos secundarios.

2.5.3. Numero de granos por vaina

De igual manera se sacaron 10 vainas al azar de cada replica de cada tratamiento para determinar el número de granos por cada vaina.

2.5.4 Rendimiento en Tn/Ha

Estos datos se recopilaron después del desgranado y el seleccionado con la ayuda de una balanza eléctrica se hizo el pesado correspondiente para determinar el rendimiento en los distintos tratamientos.

2.5.5. Porcentaje de descarte

El porcentaje de descarte se realizó en el seleccionado con la ayuda de una zaranda metálica con el objetivo de separar las arvejas podridas, nacidas y las más chicas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA

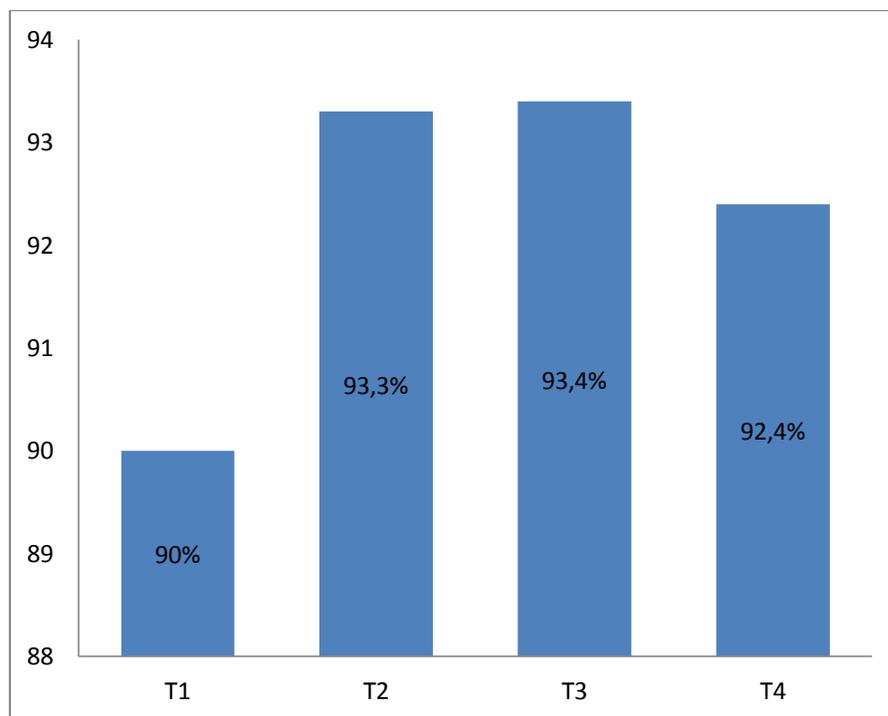
El trabajo de investigación se inició con la siembra de la primera época en fecha 28 de mayo del 2018 y la segunda época el 26 de junio del 2018 las lecturas de del porcentaje de germinación fueron tomadas a los 10 días de su siembra.

CUADRO N° 3
Porcentaje de Germinación

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | Σ | X |
|----------------------------|--------------|-------|-------|----------|-------|
| | I | II | III | | |
| T1 | 90% | 90% | 90% | 270 | 90% |
| T2 | 91.4% | 94.3% | 94.3% | 280 | 93.3% |
| T3 | 92.9% | 94.3% | 92.9% | 280.1 | 93.4% |
| T4 | 92.9% | 92.8% | 91.4% | 277.1 | 92.4% |
| Σ | 367.2 | 371.4 | 368.6 | | |
| X | 91.8% | 92.9% | 92.2% | | |

En el cuadro N°3 de porcentaje de germinación de la arveja, se observa que el tratamiento N°3 variedad Criolla en la segunda época de siembra, es la que tiene el porcentaje de germinación más alto con 93.4%, posteriormente se encuentra el tratamiento N° 2 variedad Arvejón Yesera en la primera época de siembra con un porcentaje de germinación de 93.3 % y finalmente con el porcentaje de germinación más bajo se encuentra el tratamiento N°1 variedad Criolla en la primer época de siembra con un 90%, siendo el menor porcentaje que se obtuvo entre los diferentes tratamientos.

GRÁFICA N°1
Porcentaje de germinación (%)



En el gráfico N° 1 podemos observar el promedio de los porcentajes de germinación de los diferentes tratamientos en estudio, donde se ve claramente que el mejor porcentaje de germinación fue el obtenido en el tratamiento N° 4 correspondiendo a la segunda época de siembra con la variedad criolla el cual obtuvo un porcentaje de germinación de 93.4 %, de la misma forma se puede apreciar que el tratamiento N° 2 tuvo un resultado similar al anterior mencionado con un porcentaje de germinación de 93,3%, luego está el tratamiento N° 4 con un porcentaje de 92.4% y finalmente se encuentra el tratamiento N° 1 con 90% de su porcentaje de germinación siendo el más bajo, correspondiente a la primer época de siembra con la variedad criolla.

CUADRO N°4
Análisis de Varianza del Porcentaje de Germinación

| FV | GL | SC | CM | FC | Ft(5%) | Ft(1%) |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| TOTAL | 11 | 30,81 | --- | --- | --- | --- |
| TRATAMIENTOS | 3 | 22,487 | 7,496 | 7,454 | 4,76 | 9,78 |
| BLOQUES | 2 | 2,29 | 1,143 | 1,137 NS | 5,14 | 10,99 |
| ERROR | 6 | 6,03 | 1,006 | --- | --- | --- |
| FACTOR E | 1 | 4,083 | 4,083 | 4,061NS | 5,99 | 13,7 |
| FACTOR V | 1 | 4,320 | 4,320 | 4,296NS | 5,99 | 13,7 |
| INTERACCIÓN | | | | | | |
| V/E | 1 | 14,083 | 14,083 | 14,006** | 5,99 | 13,7 |

N.S. No es significativo

*Significativamente

**Altamente significativo

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza, podemos observar que no existen diferencias significativas en los bloques, tampoco en el factor época y de igual manera no existe diferencia significativa en el factor variedad, pero si podemos ver claramente que, si existen diferencias altamente significativas en la interacción de factores épocas/variedades, ya que la $F_c > F_t$, por lo que se sugiere hacer una prueba de comparación de medias y en este caso utilizamos la prueba de Tukey.

CUADRO N° 5
Prueba de Tukey Porcentaje de Germinación

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 93,4 | 93,3 | 92,4 |
| 90 | 3,4 * | 3,3 * | 2,4 NS |
| 92,4 | 1 NS | 0,9 NS | |
| 93,3 | 0,1 NS | | |

$$q = 4,34 \quad 5\%$$

$$T = q * \sqrt{CMe/N^0r} = 4,34 * \sqrt{1,006/3}$$

$$T = 2,51$$

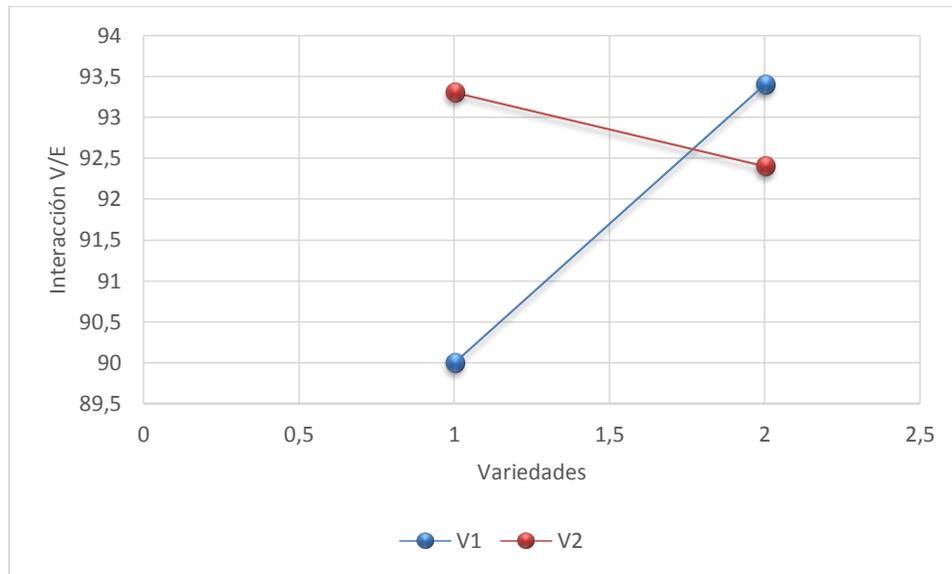
CUADRO N° 6
Interacción de factores V/E en el Porcentaje de Germinación

| | | Épocas de siembra | |
|-------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | E1 | E2 |
| Variedades | V1 | 90 b | 93,4 a |
| | V2 | 93,3 a | 92,4 a |

Como se observa en el cuadro de interacción de factores V/E podemos ver que la variedad Criolla tiene un más alto porcentaje de germinación en la época de siembra 2, mientras que la variedad Arvejón Yesera obtuvo el mayor porcentaje de germinación en la época de siembra 1 si bien cuenta con un mayor porcentaje de germinación este no es estadísticamente significativo al porcentaje de germinación obtenido en la época 2 en la misma variedad.

GRÁFICO N° 2

Interacción de factores V/E en el Porcentaje de Germinación



En el gráfico N° 2 se muestra la interacción de factores V/E, donde V cuenta con dos niveles y E con dos niveles. En el eje "X" se registran los niveles del factor V y en el eje "Y" los promedios de la interacción de "V" y "E". Los puntos son unidos por una línea de tendencia, para cada nivel de "E". Donde podemos observar que existe una fuerte interacción entre los factores V/E ya que las líneas de tendencia se entrecruzan.

CUADRO 7

Comparación de medias

| TRATAMIENTOS | MEDIAS | LETRAS |
|--------------|--------|--------|
| T3 (V1E2) | 93,4 | a |
| T2 (V2E1) | 93,3 | a |
| T4 (V2E2) | 92,4 | ab |
| T1 (V1E1) | 90 | b |

La prueba realizada indica que los tratamientos N° 3 variedad Criolla en la segunda época de siembra, tratamiento N° 2 variedad Arvejón Yesera en la primera época de siembra y el tratamiento N° 4 variedad Arvejón Yesera en la segunda época de siembra fueron los que obtuvieron los porcentajes de germinación más altos y no tienen diferencia significativa entre ellos es decir que usando cualquiera de esos tratamientos el porcentaje de germinación será prácticamente igual, pero el tratamiento N°3 y el tratamiento N° 2 tiene diferencia significativa con el tratamiento N° 1 variedad Criolla en la primera época de siembra, y finalmente el tratamiento N° 4 no tiene diferencia significativa con el tratamiento N° 1.

En un trabajo de investigación realizado por Casino 2015, obtuvo un porcentaje de germinación de 95% en variedades criollas, siendo un porcentaje superior al que nosotros obtuvimos en el presente trabajo, llegando nuestro porcentaje de germinación más alta a tan solo 93,40 %, pero a pesar de ello son muy buenos datos ya que para que una semilla sea de buena calidad tiene que tener un porcentaje de germinación superior al 90%, (Pinto, 2019).

3.2. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

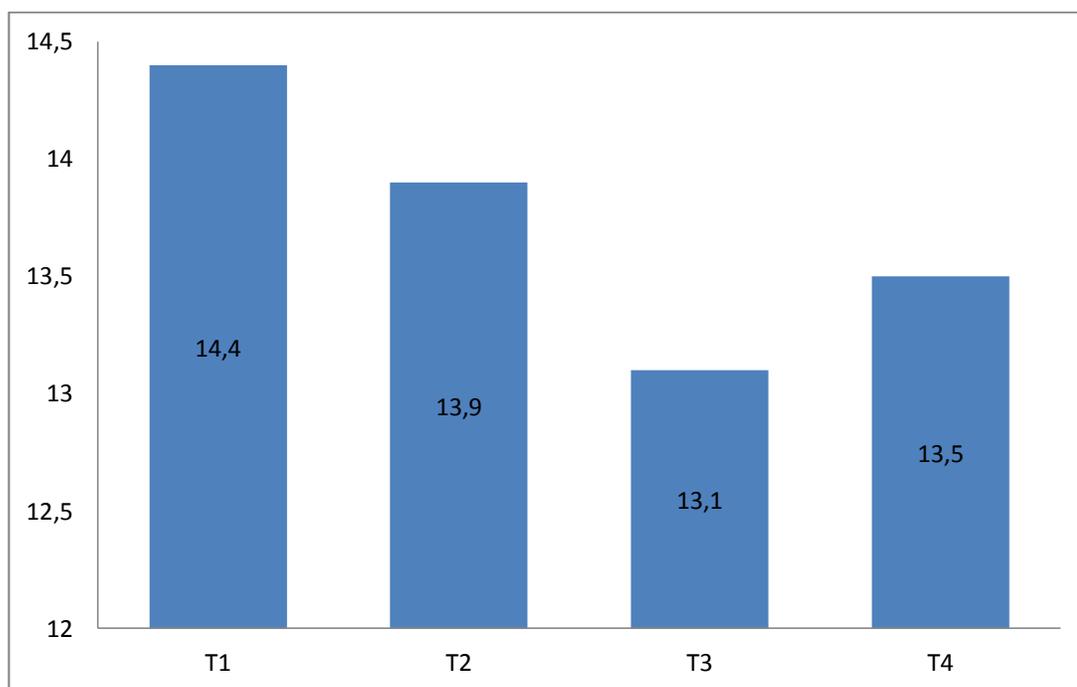
El número de vainas por planta se dan a conocer en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 8
Número de Vainas por Planta

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | Σ | X |
|----------------------------|--------------|------|------|----------|------|
| | I | II | III | | |
| T1 | 14.4 | 13.9 | 14.9 | 43.2 | 14.4 |
| T2 | 14.8 | 12.4 | 14.4 | 41.6 | 13.9 |
| T3 | 14.9 | 13.3 | 11.1 | 39.3 | 13.1 |
| T4 | 13.2 | 14.2 | 13 | 40.8 | 13.5 |
| Σ | 57.3 | 53.4 | 53.4 | | |

Según el cuadro N° 7 podemos observar que el tratamiento que obtuvo mayor número de vainas por plantas es el tratamiento N° 1 variedad criolla en la primera época de siembra con 14.4 vainas por planta, posteriormente se encuentra el tratamiento N° 2 con 13.9 vainas por planta y tratamiento que obtuvo el menor número de vainas por planta fue el tratamiento N° 3 variedad criolla en la segunda época de siembra con 13.1 vainas por planta.

GRÁFICO N°3
Número de Vainas por Planta



En el gráfico número 2 se muestra que el mayor número de vainas por planta se encuentra en el T1 con 14,4 vainas por planta, posteriormente encontramos al tratamiento N° 2 con 13,9 vainas por planta, luego está el tratamiento número 4 con 13,5 y finalmente está el tratamiento número 3 que presenta la menor cantidad de vainas por planta con 13,1.

En un estudio de evaluación de 12 cultivares de arveja se mencionan que la variedad lazor es la variedad con mayor número de vainas por planta con 14,50 vainas por planta, (Rodríguez, 2015).

Observando el número de vainas por plantas obtenidas en el presente trabajo de investigación tenemos un numero casi similar al obtenido por Rodríguez, tomando en cuenta que nosotros usamos solo dos variedades y el uso 12.

El número de vainas por planta es muy variable dependiendo de la variedad empleada y de la zona de estudio (Vicente, 2003 citado por Quispe C., 2018).

CUADRO N° 9

Análisis de Varianza, Número de Vainas por Planta

| FV | GL | SC | CM | FC | Ft(5%) | Ft(1%) |
|---------------------|----|-------|-------|---------|--------|--------|
| TOTAL | 11 | 14,71 | --- | --- | --- | --- |
| TRATAMIENTOS | 3 | 2,796 | 0,932 | 0,582 | 4,76 | 9,7 |
| BLOQUES | 2 | 2,30 | 1,151 | 0,718NS | 5,14 | 10,9 |
| ERROR | 6 | 9,61 | 1,602 | --- | --- | -- |
| FACTOR E | 1 | 0,021 | 0,021 | 0,013NS | 5,99 | 13,7 |
| FACTOR V | 1 | 2,167 | 2,167 | 1,353NS | 5,99 | 13,7 |
| INTERACCION | | | | | | |
| V/E | 1 | 0,608 | 0,608 | 0,379NS | 5,99 | 13,7 |

N.S. No es significativo

* Significativamente

** Altamente significativo

Según el cuadro N° 8 en el análisis de varianza se observa, que no existen diferencias significativas tanto al 5% como al 1%, en los bloques, tampoco en el factor época, de igual manera no existen diferencias significativas en el factor variedad y en la interacción de factores variedades/ épocas.

La falta de humedad en el suelo antes de la floración, fuera de retardar el desarrollo de la planta, reduce el número de vainas por planta y el número de granos por vaina. Por tanto, un buen abastecimiento de agua, significará un mayor desarrollo y por tanto mayor rendimiento por planta, lo que se traducirá en la mayor producción por planta (Vicente, 2003 citado por Quispe C., 2018).

3.3. NÚMERO DE GRANOS POR VAINA

El número de granos por vaina se ve en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 10
Número de Granos por Vaina

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | Σ | X |
|----------------------------|--------------|------|------|----------|------|
| | I | II | III | | |
| T1 | 6.5 | 5.9 | 6.3 | 18.7 | 6.23 |
| T2 | 6 | 5.4 | 5.4 | 16.8 | 5.60 |
| T3 | 5.8 | 5.2 | 5.7 | 16.7 | 5.57 |
| T4 | 5.9 | 5.9 | 6 | 17.8 | 5.93 |
| Σ | 24.2 | 22.4 | 23.3 | | |
| X | 6.1 | 5.6 | 5.8 | | |

En este cuadro, podemos observar que el mayor número de granos por vaina se tiene en el tratamiento 1 en la primer época de siembra con la variedad criolla con un promedio de 6.2 granos por vaina, el promedio más bajo se obtuvo en los tratamientos 2 y 3 que igualaron con 5.6 granos por vaina.

Siendo el tratamiento 2 en la primer época de siembra con la variedad arvejón yesera y el tratamiento 3 de la segunda época con la variedad criolla.

CUADRO N° 11

Análisis de Varianza, Número de Granos por Vaina

| FV | GL | SC | CM | FC | Ft(5%) | Ft(1%) |
|----------------------------|----|--------|-------|----------|--------|--------|
| TOTAL | 11 | 1,54 | --- | --- | --- | --- |
| TRATAMIENTOS | 3 | 0,9425 | 0,314 | 8,021 | 4,76 | 9,78 |
| BLOQUES | 2 | 0,36 | 0,182 | 4,660 NS | 5,14 | 10,9 |
| ERROR | 6 | 0,24 | 0,039 | --- | --- | --- |
| FACTOR V | 1 | 0,041 | 0,041 | 1,043 NS | 5,99 | 13,7 |
| FACTOR E | 1 | 0,101 | 0,101 | 2,574 NS | 5,99 | 13,7 |
| INTERACCION V/E | 1 | 0,801 | 0,801 | 20,45 ** | 5,99 | 13,7 |

N.S. No es significativo

*significativamente

** Altamente significativo

Al realizar la prueba de análisis de varianza que se muestra en el cuadro N° 10, los resultados obtenidos en relación a los bloques muestran que no existe diferencia significativa alguna al 1%, 5%, de igual manera no existen diferencias significativas en el factor variedad ni en el factor época, pero si existe una diferencia altamente significativa en cuanto la interacción de los factores variedades/épocas, por lo cual recurrimos a hacer una prueba de comparación de medias en este caso utilizamos la prueba de Tukey.

CUADRO N° 12

Prueba de Tukey Número de Granos por Vaina

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 6,23 | 5,93 | 5,60 |
| 5,57 | 0,66* | 0,36NS | 0,03NS |
| 5,60 | 0,66* | 0,33NS | |
| 5,93 | 0,30 NS | | |

$$q = 4,34 \ 5\%$$

$$T = q * \sqrt{CMe/N^0r} = 4,34 * \sqrt{0,039}/3$$

$$T = 0,49$$

CUADRO N° 13

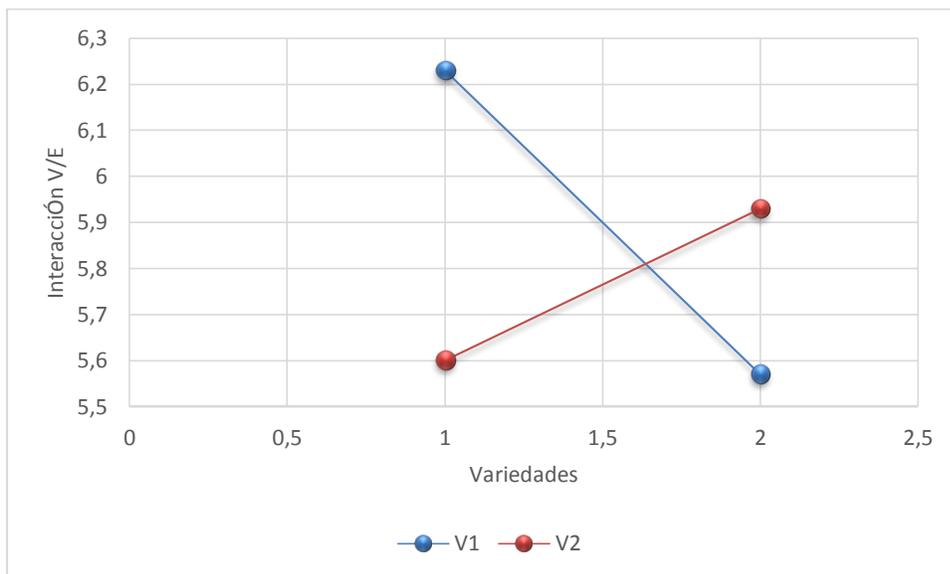
Interacción de factores V/E en el número de granos por vaina

| | | Épocas de siembra | |
|------------|----|-------------------|--------|
| | | E1 | E2 |
| Variedades | V1 | 6,23 a | 5,57 b |
| | V2 | 5,60 b | 5,93 b |

También podemos observar que en la interacción de factores V/E, la variedad Criolla obtiene un mayor número de granos por vainas, en la época de siembra 1, mientras que la variedad Arvejón Yesera obtiene un mayor número de vainas por planta en la época de siembra 2, si bien cuenta con un mayor número de vainas por planta que en la época de siembra 2 estas no son estadísticamente significativas con la época de siembra 1.

GRÁFICO N° 4

Interacción de factores V/E en el número de granos por vaina



De acuerdo al gráfico N° 4 podemos observar que existe una fuerte interacción entre los factores variedades/épocas ya que las líneas de tendencia se entrecruzan.

CUADRO 14

Interacción de medias

| TRATAMIENTOS | MEDIAS | LETRAS |
|------------------|--------|--------|
| T1 (V1E1) | 6,23 | a |
| T4 (V2E2) | 5,93 | ab |
| T2 (V2E1) | 5,60 | b |
| T3 (V1E2) | 5,57 | b |

Del anterior cuadro de TUKEY se pudo determinar que el T1 (de la primer época de siembra con la variedad criolla) no tiene diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento N° 4 (perteneciente a la segunda época de siembra con la variedad arvejón yesera, y también observamos que el tratamiento N°4, 2 y 3 presentan letras iguales entre sí, esto quiere decir que utilizando cualquier de esos tratamientos obtendremos un numero de granos por vaina similar, es decir que no tendrán diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

En un trabajo realizo por Casanova 2011, obtuvo un número de granos por vaina de 6,66 y en otro tratamiento que utilizo obtuvo 6,19 granos por vaina, en nuestro trabajo obtuvimos un número similar al obtenido por este autor con 6,23 granos por vaina en nuestro tratamiento N° 1 variedad Criolla en la primera época de siembra.

Páez et al. 2000 citado por Casanova 2011, mencionan que la menor producción de frutos se da por competencia de nutrientes, espacio y radiación, generada por el más alto número de plantas por unidad de área.

3.4. RENDIMIENTO EN TONELADAS POR HECTÀREA

Los resultados obtenidos, se indican en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 15
Rendimiento del cultivo en Ton/ Ha

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | Σ | X |
|--------------|--------------|------|------|----------|------|
| | I | II | III | | |
| T1 | 2.36 | 1.73 | 2.56 | 6.63 | 2.21 |
| T2 | 2.31 | 2.10 | 1.95 | 6.36 | 2.12 |
| T3 | 1.25 | 0.93 | 1.1 | 3.28 | 1.10 |
| T4 | 1.47 | 1.28 | 1.46 | 4.21 | 1.40 |
| Σ | 7.36 | 6.04 | 7.03 | | |
| X | 1.85 | 1.51 | 1.76 | | |

Como se observa en el cuadro N° 13 del rendimiento en toneladas por hectárea, el tratamiento N° 1 es el que obtuvo el rendimiento más alto con 2.21 Ton/Ha, siendo este tratamiento de la primera época de siembra con la variedad criolla, seguido se encuentra el tratamiento N°2 con 2.10 Tn/ Ha y finalmente está el tratamiento N° 3, de la segunda época de siembra con la variedad criolla con un rendimiento de 1.10 Ton/Ha siendo el más bajo del trabajo de investigación.

CUADRO N° 16
Análisis de Varianza, Rendimiento en Tn/Ha

| FV | GL | SC | CM | FC | Ft(5%) | Ft(1%) |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| TOTAL | 11 | 3,21 | --- | --- | --- | --- |
| TRATAMIENTOS | 3 | 2,6974 | 0,899 | 20,282 | 4,76 | 9,78 |
| BLOQUES | 2 | 0,25 | 0,124 | 2,806 NS | 5,14 | 10,9 |
| ERROR | 6 | 0,27 | 0,044 | --- | --- | --- |
| FACTOR V | 1 | 0,034 | 0,034 | 0,770 NS | 5,99 | 13,7 |
| FACTOR E | 1 | 2,539 | 2,539 | 57,279** | 5,99 | 13,7 |
| INTERACCION V/E | 1 | 0,124 | 0,124 | 2,798 NS | 5,99 | 13,7 |

N.S. No es significativo

* Significativamente

**Altamente significativo

En el cuadro de análisis de varianza podemos indicar que no existen diferencias significativas para los bloques al 5% y 1% de probabilidad, esto quiere decir que los bloques y repeticiones fueron uniformes.

También podemos ver que no existen diferencias significativas en el factor variedad ni en la interacción de factores variedades/épocas, al 5% y al 1% de probabilidad.

Finalmente podemos observar que existen diferencias altamente significativas para el factor época, lo que indica que existen diferencias en el rendimiento en comparación con el factor época, por lo que es necesario realizar una prueba de TUKEY.

CUADRO N° 17

Prueba de Tukey Rendimiento en Tn/Ha

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2,21 | 2,12 | 1,40 |
| 1,10 | 1,11* | 1,02* | 0,3NS |
| 1,40 | 0,81* | 0,72* | |
| 2,12 | 0,09NS | | |

$$q = 4,34 \text{ 5\%}$$

$$T = q * \sqrt{CMe/N^0r} = 4,34 * \sqrt{0,044/3}$$

$$T = 0,53$$

CUADRO 18

INTERACCION DE MEDIAS

| TRATAMIENTOS | MEDIAS | LETRAS |
|------------------|--------|--------|
| T1 (V1E1) | 2,21 | a |
| T2 (V2E1) | 2,12 | a |
| T4 (V2E2) | 1,40 | b |
| T3 (V1E2) | 1,10 | b |

CUADRO 19
INTERACCION DE MEDIAS PARA EL FACTOR EPO

| ÉPOCAS DE SIEMBRA | MEDIAS (Ton/Ha) | LETRAS |
|--------------------------|------------------------|---------------|
| 1da ÉPOCA | 2,16 | a |
| 2ra ÉPOCA | 1,25 | b |

De acuerdo a la prueba de TUKEY se pudo determinar que los T1 (de la primera época de con la variedad criolla) con un rendimiento de 2,21 Tn/Ha y el T2 (de la primera época con la variedad criolla) con un rendimiento de 2,12 Tn/Ha no son estadísticamente diferentes, pero si son estadísticamente diferente a los T3 (de la segunda época con la variedad criolla) y el T4 (de la segunda época de la variedad arvejón yesera).

También podemos observar que, en las épocas de siembra, en la que obtenemos mayores rendimientos en Ton/Ha es en la primera época de siembra con 2,16 Ton/Ha, en comparación con la segunda época de siembra en la que se obtuvo una producción de 1,25 Ton/Ha.

Estas diferencias de los rendimientos se pueden atribuir a que la segunda época sufrió daños de lloviznas continuas en el último periodo de su fisiología, cuando el grano estaba en su periodo de deshidratación, afectando a la calidad y al rendimiento por efecto de pudrición y brotación de los granos.

El rendimiento promedio en producción de arveja es de 0.32 Ton/ha de arveja seca mientras que en grano verde los rendimientos alcanzan 0.98 Ton/Ha (Peralta, 2007 citado por Vaca, 2011).

En nuestro trabajo de investigación obtuvimos rendimientos superiores con 2,21 ton/ha mucho más altos a los obtenidos por el autor anteriormente mencionado.

Son muchos los factores que elevan los rendimientos como: el medio ambiente, la fertilidad, densidad de siembra y un factor muy importante el genético (López,1994 citado por Rondinel, 2014).

3.5. PORCENTAJE DESCARTE DE ARVEJAS CHICAS, NACIDAS Y PODRIDAS.

Los resultados obtenidos, se indican en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 20
Porcentaje de descarte (%)

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | Σ | X |
|--------------|--------------|-------|-------|----------|-------|
| | I | II | III | | |
| T1 | 7.11 | 8.51 | 4.23 | 19.85 | 6.61 |
| T2 | 6.10 | 5.46 | 5.37 | 16.93 | 5.64 |
| T3 | 15.13 | 14.72 | 20.52 | 50.37 | 16.79 |
| T4 | 14.52 | 18.52 | 22.96 | 56.00 | 18.66 |
| Σ | 42.86 | 47.21 | 53.08 | | |
| X | 10.71 | 11.80 | 13.27 | | |

En este cuadro se puede observar que el tratamiento con mayor porcentaje de arvejas podridas, nacidas y pequeñas es en el tratamiento 4 de la segunda época de la variedad criolla con un 18.66% y el más bajo se obtuvo en el tratamiento 2 de la primera época de la variedad arvejón yesera con un porcentaje de 5.64%.

CUADRO N° 21**Análisis de Varianza, Porcentaje de descarte**

| FV | GL | SC | CM | FC | Ft(5%) | Ft(1%) |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| TOTAL | 11 | 477,02 | --- | --- | --- | --- |
| TRATAMIENTOS | 3 | 410,499 | 136,833 | 15,392 | 4,76 | 9,78 |
| BLOQUES | 2 | 13,18 | 6,588 | 0,741 NS | 5,14 | 10,9 |
| ERROR | 6 | 53,34 | 8,890 | --- | --- | --- |
| FACTOR V | 1 | 0,612 | 0,612 | 0,069 NS | 5,99 | 13,7 |
| FACTOR E | 1 | 403,796 | 403,796 | 45,422** | 5,99 | 13,7 |
| INTERACCIÓN | | | | | | |
| V/E | 1 | 6,092 | 6,092 | 0,685 NS | 5,99 | 13,7 |

En este cuadro de análisis de variación podemos indicar que no existen diferencias significativas para los bloques al 5% y 1% de probabilidad, esto quiere decir que los bloques o repeticiones fueron uniformes.

Para el factor variedad se observa que no hay diferencias significativas entre los niveles del 1% y 5% de probabilidad.

En el factor época se demostró que existe una diferencia altamente significativa para el 1% y 5% de probabilidad, lo que indica que existe diferencias en el porcentaje de arvejas de desperdicio (arvejas podridas, nacidas y arvejas pequeñas), por lo que es necesario realizar la comparación de medias con el fin de demostrar si hay diferencias. Y finalmente en la interacción de factores variedades/épocas no existen diferencias significativas.

CUADRO N° 22
Prueba de Tukey Porcentaje de Descarte

| | | | |
|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | 18,66 | 16,79 | 6,61 |
| 5,64 | 13,02* | 11,15* | 0,97NS |
| 6,61 | 12,65* | 10,18* | |
| 16,79 | 1,87 NS | | |

$$q = 4,34 \text{ 5\%}$$

$$T = q * \sqrt{CMe/N^0r} = 4,34 * \sqrt{8,890/3}$$

$$T = 7,47$$

CUADRO 23
Interacción de medias

| TRATAMIENTOS | MEDIAS | LETRAS |
|---------------------|---------------|---------------|
| T4 (V2E2) | 18,66 | a |
| T3 (V1E2) | 16,79 | a |
| T1 (V1E1) | 6,61 | b |
| T2 (V2E1) | 5,64 | b |

CUADRO 24**Interacción de medias para el factor época**

| ÉPOCAS DE SIEMBRA | MEDIAS (%) | LETRAS |
|--------------------------|-------------------|---------------|
| 2da ÉPOCA | 17,73 | a |
| 1ra ÉPOCA | 6,13 | b |

De acuerdo a la prueba de TUKEY para los tratamientos se pudo determinar que el T4 (de la segunda época de siembra con la variedad arvejón yesera) con un porcentaje de desperdicio de 18,66% y el T3 (de la segunda época con la variedad arvejón yesera) con un porcentaje de arvejas podridas de 16,79%, no son estadísticamente diferentes, pero si son estadísticamente diferente a los T1 (de la primera época con la variedad criolla) y el T2 (de la primer época de la variedad arvejón yesera).

La prueba también indica que la 2da época es en la que se tuvo un mayor porcentaje de descarte de arvejas chicas y podridas con 17,73%, en comparación a la primera época de siembra que presenta un porcentaje de descarte de 6,13%.

Estas diferencias significativas se atribuyeron a las condiciones climáticas, que perjudicaron drásticamente a la segunda época de siembra, ya que en periodo de la deshidratación de la semilla fue afectada por lloviznas continuas que terminaron dejando una gran cantidad de arvejas nacidas y podridas.

3.6. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizó el análisis económico de la investigación para lo cual se realizó la estimación del costo de producción de una hectárea.

Se realizó el análisis económico de la investigación, determinando la relación beneficio costo, en donde se dividió la totalidad de ingresos o beneficios netos con las inversiones de capital se tomó en cuenta los costos variables que intervinieron en el ensayo.

CUADRO N° 25
Análisis económico

| ID | Rendimiento Kg/Ha | Precio de Venta en bs/kg | Ingreso bruto Bs/Ha | Costo de producción Bs/Ha | Beneficio en Bs/Ha | Beneficio Costo |
|-----------|----------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| T1 | 2210 | 26 | 57460 | 9770 | 47690 | 4,88 Bs |
| T2 | 2120 | 26 | 55120 | 9770 | 45350 | 4,64 Bs |
| T3 | 1100 | 26 | 28600 | 9770 | 18830 | 1,97 Bs |
| T4 | 1400 | 26 | 36400 | 9770 | 26630 | 2,73 Bs |

Según el cuadro N° 19 se puede observar que el tratamiento que generó más ganancias es el tratamiento 1, seguido del tratamiento 2, estos dos tratamientos fueron sembrados en la primera época de siembra.

En cuanto a la relación beneficio costo el tratamiento numero 1 fue el que generó una mejor relación ya que con cada boliviano invertido generamos 4, 88 bs de ganancias esta relación es bastante alta y económicamente rentable, ya que producimos una semilla de arveja de calidad con mucha demanda en el mercado, y el tratamiento que obtuvo la menor relación beneficio costo fue el tratamiento numero 3 el cual presenta el menor rendimiento en kg/Ha, pero de igual manera que los demás tratamientos nos genera ganancia ya que por cada boliviano que invertimos ganamos 1,97 Bs.

En un trabajo realizado por Quispe C., 2018, en relación a los costos de producción del cultivo de arveja, el Beneficio costo que obtuvo fue de 3.50 unidades monetarias por cada unidad de inversión, y en el presente trabajo obtuvimos una mejor relación benéfico costo en los tratamientos 1 y 2, pero cabe destacar que sus utilidades fueron de 5052,82 Bs superiores a las utilidades que logramos obtener con nuestro mejor tratamiento que fueron de 47690 Bs.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Como conclusiones del trabajo de tesis de grado “RENDIMIENTO COMPARATIVO EN PESO SECO DE DOS VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) CON DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA EN LA COMUNIDAD DE SIVINGAL PROVINCIA O’CONNOR”, durante todo el periodo de evaluación se tiene las siguientes conclusiones:

- Se determinó que los tratamientos N° 3 variedad Criolla en la segunda época de siembra, tratamiento N° 2 variedad Arvejón Yesera en la primera época de siembra y el tratamiento N° 4 variedad Arvejón Yesera en la segunda época de siembra fueron los que obtuvieron los porcentajes de germinación más altos con más del 92%, mientras que en la interacción de factores V/E se determinó que la variedad Criolla tiene un más alto porcentaje de germinación en la época de siembra 2, mientras que la variedad Arvejón Yesera obtuvo el mayor porcentaje de germinación en la época de siembra 1.
- En cuanto al número de vainas por planta no existen diferencias estadísticamente entre los diferentes tratamientos ya que el número de vainas van de 14.4 el más alto y 13.1 el más bajo, es decir que la interacción de factores variedades/épocas no influyen en esta variable.
- De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que el tratamiento N°1 (variedad criolla en la época de siembra 1) es la que presenta el mayor número de granos por vaina con 6,23, mientras que en la interacción de factores V/E, la variedad Criolla obtiene un mayor número de granos por vainas, en la época de

siembra 1, mientras que la variedad Arvejón Yesera obtiene un mayor número de vainas por planta en la época de siembra 2.

- Se determinó que el T1 (de la primera época de siembra con la variedad criolla) obtuvo un rendimiento de 2,21 Ton/Ha siendo el más alto y el tratamiento N° 3 variedad Criolla en la segunda época de siembra obtuvo un rendimiento de 1.10 Ton/Ha siendo así el más bajo, mientras que en las diferentes épocas obtenemos mayores rendimientos en Ton/Ha en la primera época de siembra con 2,16 Ton/Ha, en comparación con la segunda época de siembra en la que se obtuvo una producción de 1,25 Ton/Ha.
- Las épocas de siembra influyeron en cuanto al porcentaje de descarte ya que la segunda época de siembra se presentó el mayor porcentaje de desperdicio con 17,73%, mientras que en la primera época de siembra solo se tuvo 6,13% de desperdicios o descartes.
- En cuanto al efecto de interacción en cada variedad con cada época de siembra se determinó que existe una interacción altamente significativa en las variables del porcentaje de germinación y el número de granos por vaina, pero no así en la variable del rendimiento en Ton/Ha es decir que la interacción de estos factores no influye sobre el rendimiento, el cual se ve que está dado únicamente por el factor época.
- En cuanto a la relación beneficio costo el tratamiento N°1 fue el que generó una mejor relación ya que con cada boliviano invertido generamos 4, 88 bs de ganancias esta relación es bastante alta y económicamente rentable, y el tratamiento que obtuvo la menor relación beneficio costo fue el tratamiento número 3 el cual presenta el menor rendimiento en kg/Ha, pero de igual manera que los demás tratamientos nos generan ganancia ya que por cada boliviano que invertimos ganamos 1,97 bs.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda trabajar con los tratamientos N°1 variedad Criolla y tratamiento N° 2 variedad Arvejón Yesera ambos en la primera época de siembra, debido que es en esta época en la cual se obtienen los mejores rendimientos en Ton/Ha y también en la que se presenta el menor porcentaje de descarte.

- Al productor lo que le interesa es generar ganancias, según este trabajo de investigación para la zona de la comunidad de Sivingal se recomienda los tratamientos N° 1 y 2 ya que estos presentan una muy buena relación en cuanto al beneficio costo.

- En cuanto al porcentaje de germinación lo más recomendable e importante a tomar en cuenta es que al momento de la siembra no hay que entremezclar la semilla con el fertilizante, ya que cuando esto sucede la semilla pierde su porcentaje de germinación a causas de quemaduras del fertilizante.

