

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los cambios significativos del clima a nivel nacional y en el departamento de Tarija, afectan la distribución regular de lluvias a través del año, produciendo la escases o ausencia de agua de lluvia usada en el riego a temporal o seco de los cultivos en épocas del año que regularmente se contaba con las precipitaciones fluviales, esto repercute en la modificación de las épocas de siembra y en la deshabilitación de terrenos aptos para la agricultura por la falta de agua para su riego. Los fenómenos climáticos extremos intensos más frecuentes e irregulares ya tienen repercusiones directas sobre la población la producción y distribución de alimentos, los bienes y oportunidades para los medios de subsistencia y la salud humana tanto en las zonas rurales como en las urbanas en el país.(PROINPA, 2007)

El agua cubre casi el 80 % de la superficie de la tierra pero menos del 1% es agua dulce y sirve para consumo humano, usos domésticos, industriales, y comerciales. La arveja (*Pisumsativum L.*) constituye una de las principales fuentes de proteínas vegetal (25%) para la alimentación humana y reviste gran importancia por su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, puede producirse en forma asociada para obtener una producción agrícola económica y estable. Según datos del instituto nacional de estadística (I.N.E., el año 2010), en Bolivia se tenía una superficie total de 12.645 Ha sembrada con arveja, de las cuales Tarija cuenta con un total de 1.340 Ha cultivada con arveja, con un rendimiento de 1300 Kg/Ha lo que hacen 16.514 TM de arveja, con un rendimiento de 1.300 Kg/Ha que significa.742 TM/año, haciendo un total de 10,5%del total de arveja que se produce en Bolivia, (INE 2010).

Por lo antes expuesto se tiene la necesidad de buscar nuevas tecnologías de riego o formas de conservar el agua de manera que hagan su uso más eficiente para el cultivo.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se basa en la necesidad de contar con nuevas formas de aprovechamiento del agua para riego de forma que el porcentaje de eficiencia en el riego sea mucho más alta, se brindara información de una nueva alternativa en el método de almacenamiento de agua en el terreno que se encontrara a disposición para el cultivo tratando así de poder suplir la frecuencia de riego, y lograr un aprovechamiento máximo del agua disponible para el cultivo.

Para la habilitación de nuevas tierras para la agricultura se requiere más agua para riego. Los estudios y la vivencia de los productores revelan que las precipitaciones, en el país y el departamento ocurren en pocos meses al año y que se concentrarán en tiempos cortos, y por otro lado largos periodos de sequía, a esto se debe sumar que por el incremento de temperaturas, se generará mayor evapotranspiración y las plantas requerirán más agua durante su ciclo vegetativo.

Las medidas para afrontar la falta de agua, por el cambio climático que afecta el cambio en las épocas de lluvia, en la cantidad de precipitación en la épocas de lluvias del año, por este factor no se puede realizar los cultivos tradicionalmente como se los hacía hace años atrás con regularidad, este factor de disminución de precipitación fluvial requieren medidas a corto o largo plazo siendo estas en las que más rápido se observan resultados en la cosecha.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el comportamiento del cultivo de arveja, con la aplicación de silos de agua en su sistema radicular, para mejorar el aprovechamiento del agua de riego, a través de la determinación de los parámetros de eficiencia en la comunidad de Yesera Centro.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo del cultivo de la arveja en sus diferentes ciclos fenológicos con la incorporación de Acrilato de Potasio (silos de agua) y una frecuencia de riego tradicional.
- Evaluar la diferencia de rendimiento del cultivo de la arveja producido con un sistema de riego tradicional y el uso de acrilato de Potasio (silos de agua).
- Determinar el volumen de agua ahorrada en el riego del cultivo de la arveja con la incorporación de Acrilato de Potasio (silos de agua).

1.4. HIPÓTESIS

La aplicación de Acrilato de Potasio (*silos de agua*), en el cultivo de arveja, presenta diferencias en el rendimiento de producción y en el aprovechamiento de agua de riego, comparado con un sistema tradicional de riego.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

2.2. GENERALIDADES DE LOS RETENEDORES DE AGUA

(Herrero 1980) define a los polímeros como una serie de productos orgánicos o sintéticos de elevado peso molecular, formados por unión mediante enlaces químicos de unidades elementales llamados monómeros. (Day y Underwood1987) citados por (Jasso y Plascencia 1992) mencionan que la poliacrilamida se prepara por medio de la copolimerización de la Acrilamida con el agente ligado N, N Metilenobisacrilamida que forma enlaces cruzados; estos materiales se producen en forma de esferas pequeñas que absorben grandes cantidades de agua debido a su naturaleza porosa y a la presencia de grupos amida.

Un retenedor de agua se define como un copolímero reticular de acrilamida y acrilato de potasio, no soluble en agua. Dependiendo de la marca los retenedores de agua tienen la capacidad de absorber en promedio 350 veces su peso. Estos, se convierten en un gel que mantienen su efectividad en el suelo por largos periodos de tiempos (entre cuatro y siete años), además permiten un mejor crecimiento de la planta en regiones de escasas lluvias, mejoran la retención de humedad en suelos arenosos o en sustratos, solo por mencionar algunas de sus cualidades (Trujillo, 2009).

2.2.1. Utilización de retenedores de agua

Un polímero debe reunir las siguientes características (Sandoval, 1998).

- Estabilidad: presentar resistencia a la degradación química y biológica.
- Capacidad de almacenamiento: habilidad de almacenar agua y ponerla a disposición de la planta.
- Durabilidad: su efectividad debe ser por varios años (4 a 5 años).
- (Sandoval 1998) menciona las distintas formas de aplicación de retenedores son:
 - Como un recubrimiento para la semilla en la germinación.

- Añadiéndolo al medio de cultivo en forma seca, expandido o hidratado.
- Distribuido seco sobre la superficie antes de plantar o sembrar.
- Como gel para el trasplante de raíces, tubérculos y semillas.
- En la plantación de árboles en las cuales los periodos de riego o lluvia sean prolongados.

Para la protección y almacenamiento recomienda:

- El uso de guantes durante su manejo.
- No se requiere de instalaciones especiales, es recomendable utilizar lugares secos y protegidos de los rayos solares para su almacenamiento.
- Aseo con agua y jabón después del contacto con el producto.

(Jasso Y Plascencia 1992) mencionan que los retenedores al ser aplicados al suelo no se consideran contaminantes del ambiente, debido a las siguientes características:

- a) Poseen un pH neutro.
- b) No es tóxico, ni contamina el suelo, agua u organismos.
- c) En su descomposición no hay residuos tóxicos.
- d) No es volátil y es biodegradable.

(Wallace ET AL., 1986) citados por (Sandoval 1998), mencionan que en los Estados Unidos de América establecen que la presencia de residuos de la degradación de estos productos sea menor a 0.05 a 0.02 %. Los análisis realizados para los residuos originados por el uso de la poliacrilamida muestran por lo regular alrededor de 0.0002 %. (Trujillo2009), hace referencia a algunas ventajas al utilizar retenedores en el establecimiento de plantaciones:

1. Permite un mejor crecimiento de la planta en regiones de escasa
2. precipitación.

3. Permite el cultivo de la tierra bajo condiciones extremas de clima y suelo.
4. Provee a las plantas de un suplemento regular de humedad.
5. Reduce los ciclos de irrigación y las cantidades de agua utilizada.
6. Reduce al menos un tercio la pérdida de nutrientes en el suelo. Incrementa las reservas de agua de los suelos por muchos años.
7. Mejora la ventilación de aquellos suelos compactos, dado que al hidratarse mejora la circulación de aire.
8. Mejora la retención de humedad en suelos arenosos.
9. El fertilizante está más tiempo disponible para la planta gracias al efecto retardado de liberación.
10. El precio del producto es accesible, constituyen un valor adicional a la estructura tradicional de costos de la reforestación, sin embargo por los beneficios del producto y la disminución de la tasa de mortalidad, resulta económica su aplicación, puede representar la diferencia entre el éxito o el fracaso de la plantación.

2.3 ACRILATO DE POTASIO (SILOS DE AGUA)

2.3.1. Generalidades

- Los silos de agua son polímeros de color blanco en estado granulado, fabricado a base de potasio no tóxico.
- Absorbe o guarda el agua en forma de acrilatos súper absorbentes, capaces de almacenar hasta 500 veces su peso agua.
- Al almacenar el agua, los silos de agua se hidratan y reducen la infiltración.
- Una vez hidratados, los silos de agua van liberando gradualmente el agua, según las necesidades del cultivo.
- Los silos de agua se utilizan en la agricultura para optimizar el uso del agua, ayudando a su vez la conservación de recursos y el medio ambiente.
(Crespo2011).

Un ex bombero de París encontró un medio para solidificar el agua y almacenarla en pozos de arena sin que se filtre o se evapore. Y de esta forma restituirla a los desiertos y zonas de sequía de África, a las que tanta falta hace. El milagro se logra mediante una vieja molécula descubierta hace veinte años, a la que no se había encontrado ninguna aplicación concreta, según el autor de la invención Daniel Menant.

El acrilato de potasio es un producto que tiene la capacidad de absorber gran cantidad de agua (giroscópico) y se lo conoce como silo de agua porque cumple la misma función de almacén que un silo de campos para granos.

El vehículo físico que lleva a la solidificación del H₂O es un polvo blanco, sensible al éter, acrilato de potasio que permite solidificar el líquido elemento. Lo hace instantáneamente, como una especie de gelatina dura que no se humedece. Un agregado de micro cantillos debido a la acción de un polímero acrílico, que aprisiona el agua, impide que ésta se desparrame por todas partes. <http://www.silosdeagua.net/> (consulta 15/04/2012).

2.3.2. Descripción

Acrilato de potasio es un polímero hidrorretenedor de aspecto granular que al entrar en contacto con el agua se hidrata convirtiéndose en un gel transparente que actúa como una reserva de agua para las plantas cuando estas así lo requieran.

2.3.3. Composición química

Acrilato de potasio es un copolímero superabsorbente de acrilamida y acrilato de potasio. Es un compuesto insoluble en agua que tiene la capacidad de absorber hasta 350 veces su peso en agua destilada, aumentando de tamaño proporcionalmente. Esta reserva de agua es entregada en un 95% a la planta, recobrando su tamaño original.

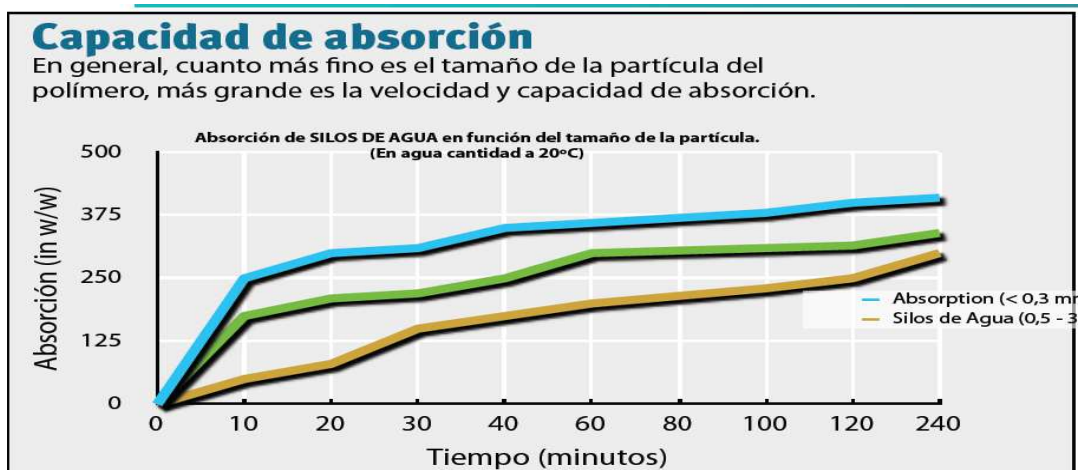
2.3.4. Mecanismo de acción.

Al entrar en contacto con el agua o medio acuoso los grupos carboxílicos de su estructura reticular se disocian exponiendo cargas iguales negativas lo que permite una repulsión de las cadenas poliméricas ampliando las cavidades de la red, esto permite el paso de las moléculas de agua al interior del polímero. Las fuerzas intermoleculares de cohesión impiden la desintegración del compuesto.

El agua es atrapada entonces en el interior del polímero y solo es entregada a las raíces de la planta a través de un proceso físico de presión osmótica.

2.3.4.1. Velocidad de absorción con el tiempo

GRAFICA 1



Como se puede apreciar en el gráfico a mano del grano menor será la capacidad y velocidad de absorción. Sin embargo esta propiedad es inversamente proporcional al ciclo de vida del producto.

2.3.4.2. Influencia de sales

GRAFICA 2



La presencia de electrolitos en medio acuoso disminuye significativamente la capacidad de absorción del Acrilato de potasio. Esto explica que la capacidad de retención de agua en un substrato varía entre 100 y 150 veces su peso.

2.3.4.3. Biodegradantes del Acrilato de Potasio (*silos de agua*)

- **Aguas salinas.**

La salinidad es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua. Dicho de otra manera, es válida la expresión salinidad para referirse al contenido salino en suelos o en agua.

El sabor salado del agua se debe a que contiene cloruro de sodio. El porcentaje medio que existe en los océanos es de 10,9 % (35 gramos por cada litro de agua). Las aguas salinas ayudan a romper los enlaces de los polímeros que forman el silo de agua, apurando así la degradación de este en el suelo.

- **Tiempo.**

La vida útil del producto depende de las características del suelo y del agua, se puede estimar una vida útil de 7 años. Al terminar su ciclo de vida se degrada en potasio y carbonos siendo agregados estos compuestos al suelo.

“<http://www.silosdeagua.net/>(consulta 19/04/2012)”

2.3.5. APLICACIÓN EN EL CULTIVO.

2.3.5.1. Tiempo de aplicación.

Al momento de la siembra, se aplica los silos de agua acrilato de potasio juntamente con la semilla para que el sistema radicular de la nueva planta pueda absorber el agua almacenada en el silo después del riego aplicado al cultivo.

“<http://www.silosdeagua.net/>(consulta 19/04/201

2.3.5.2. Dosis de aplicación.

La dosis la estimada para los cultivos agrícolas es de 25 kg/ha, variando está de acuerdo al tipo de suelo, cultivo y a las características pluviométricas de la zona, esto también influye en el tipo de presentación del producto sea este granulado fino, granulado medio, granulado grueso. (Crespo2011).

2.3.5.3. Modo de aplicación.

El modo de aplicación del Acrilato de Potasio (*silos de agua*) es de manera directa al momento de la siembra realizando la aplicación juntamente a la semilla en el terreno. (Crespo2011)

Existen varias maneras limitadas en las cuales el uso de un super absorbente en cosechas por hileras resulta efectivo. Si las condiciones lo garantizan, se puede intentar poner el Acrilato de potasio en hileras a razón de 65 Kg/Ha.

Aunque esta cantidad sólo absorba 3500 litros de agua puede producir una buena diferencia especialmente durante el establecimiento inicial de las plantas en casos de lluvias esporádicas o secas.

En lo posible tenga en cuenta que cada aplicación subsiguiente de esta cantidad de Acrilato de potasio tendrá un efecto acumulativo a medida que la retención de agua sea más accesible para tierra a través del uso.

Para aplicación generalizada el método de incorporación depende del equipamiento disponible. Los dos métodos de aplicación más usuales son:

2.3.5.4. Aplicación seca

Acrilato de potasio es diseminado uniformemente sobre el suelo, el cual es luego dado vuelta para ser arado y penetrar así a una profundidad de 10 a 30 cm. Luego de que el polímero ha penetrado y ha sido correctamente ubicado, la estructura del suelo es mejorada y la capacidad de retención de agua incrementada. En suelos con muy pobre drenaje, la arena puede ser mezclada con el Acrilato de potasio. Este método no es recomendado para una hinchazón inmediata.

2.3.5.5. Aplicación húmeda.

Primero, hidratar con agua al Acrilato de potasio con alrededor de 100 veces su peso inicial, dejar una hora, y luego rociarlo sobre el suelo. El suelo es luego dado vuelta y el polímero enterrado a una profundidad de entre 10 a 30 cm. Este método está particularmente bien adaptado a las actividades inmediatamente posteriores a la siembra.

Esta técnica puede también puede ser adoptada para reducir el consumo de agua en sistemas de irrigación en los que la pérdida de agua ocurre debido a que lo suelos son pobres para retener la humedad.

1 - Para cultivos con sistemas de raíz poco profundos. El Acrilato de potasio debe ser diseminado aplicado con sembradora de siembra directa.

2 - Para cultivos con un sistema de raíz profundo, es necesario ubicar la capa de Acrilato de potasio en una profundidad de 30 - 45 cm debajo de la superficie del suelo. Esto sólo puede ser alcanzado con un arado profundo.

3 - Para árboles y arbustos, preparar hoyos de al menos un metro de profundidad. Mezclar el Acrilato de potasio en alrededor de 100 g/ hoyo con el suelo y planta normales. No intentar ésta técnica con suelos que contengan altos porcentajes de arcilla.

4 - Para implantar árboles y arbustos durante la estación en que no hay crecimiento, cavar una zanja tan profundo como sea posible en el espacio entre las líneas de árboles. Agregar alrededor de 20 gr. de Acrilato de potasio por metro lineal mezclado con el suelo en la base de la zanja. Mejorar la zanja con el remanente de suelo.

En sistemas de irrigación, el costo efectivo de éste tipo de tratamiento sólo puede ser estimado tomando caso por caso. El costo del agua, la cantidad almacenada, y algunos otros beneficios obtenidos, deben ser tomados en cuenta y enfrentados con el costo del tratamiento.

El conocimiento actual indica que el Acrilato de potasio continuará trabajando por varios años, previniendo que el mismo no sea expuesto a la luz ultravioleta.

La biodegradación del polímero está aparentemente limitada a una reducción de su eficiencia del orden del 10% al 15%. Esta degradación ocurre dentro de unos pocos meses, luego de lo cual el producto permanece estable e inerte.

2.3.6. CARACTERÍSTICAS DEL ACRILATO DE POTASIO (SILO DE AGUA).

CUADRO 1

Forma	Granulado sólido
Color	Blanco, crema
Granulometría	Fino de 0 a 0.3 mm.
	Medio de 0.35 a 0.5 mm.
	Grueso de 1.7 a 2 mm.
	Muy grueso de 3.2 a 4 mm.
PH	Neutro
Densidad	0.7 – 0.85 kh/dm ³
Solubilidad en agua	Insoluble
Tiempo de absorción	De 5 a 45 min. Dependiendo de la granulometría
Composición	Poliacrilamida 94.13%
	Humedad 5.87%
	Poliacrilato de potasio
Vida activa en la tierra	Hasta 10 años (las sales del agua la reducen)
Fórmula química	C ₃ H ₃ KO ₂
Corrosividad	Nula
Proporción	2 ^{1/2} gr. por cadalitro de agua
Almacenamiento	Indefinido
Empaque	Costales de 25 Kg.
Uso	Permite almacenar agua en costales y en forma sólida para su uso en la agricultura

2.3.6.1. Descripción del producto (Acrilato de potasio).

CUADRO 2

Descripción del Producto	Composición Química	Uso
Materia plástica en forma de cristales, de color natural (blanco), gelifica con el agua. Densidad = 0.7-0.85 g/cc.	Poliacrilato de potasio	En agricultura para almacenamiento de agua, permite que las plantas absorban el agua necesaria, inclusive sin riego

<http://www.silosdeagua.net/>(consulta 19/04/2012)

2.3.6.2. Presentación comercial.

- a) **Granulación fina:** utilizado en suelos con mucha sequedad (suelos desérticos)
- b) **Granulación media:** apropiada para todos los fines agrícolas
- c) **Granulación gruesa:** ideal donde haya mayor cantidad de agua, para almacenamiento como solido (lluvia solida)
(Crespo2011)

2.3.7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACRILATO DE POTASIO (SILOS DE AGUA)

- La función de los Silos de Agua es cambiar el estado del agua líquido por uno sólido, sin alterar la estructura química de la misma.
- Los Silos de Agua tienen la habilidad de expandirse y contraerse, funcionando como un efectivo administrador de agua por aproximadamente ocho años.
- Los Silos de Agua mantiene la tierra hidratada y oxigenada garantizando incremento en la productividad en beneficio del agricultor.

(Crespo2011).

2.3.7.1. Capacidad de retención de agua.

El Acrilato de Potasio “silos de Agua”, se describe al producto como agua de lluvia guardada en forma molecular en acrilatos súper absorbentes, capaces de almacenar hasta 500 veces su peso en agua, sin modificar la estructura química de la misma, teniendo como resultado agua de lluvia en pequeños pedazos. Se obtiene agregando los “Silos de agua” en una proporción de aproximadamente 2 ½ gr. por cada litro de agua, lo que inicia el proceso de solidificación de la lluvia. El principal uso es en agricultura, como medio de almacenamiento de agua y debe aplicarse preferentemente durante la siembra de la semilla en forma de polvo o granulado, con el objeto de que sean las lluvias o el riego, los que lo hidraten, si no se cuenta con lluvia ni con sistema de riego, se puede hidratar previamente y depositarlo con la semilla, permitiendo una rápida germinación. Se recomienda abrir el surco, colocar los silos en el fondo y sobre ellos la semilla, ambos se cubren con tierra y con esto se logra una germinación y crecimiento de la planta e incluso cosechar sin lluvia y riego.

<http://www.silosdeagua.net/>(consulta 15/04/2012).

2.3.7.2. Principio giroscópico.

Esta sustancia química, el acrilato de potasio, tiene la característica de ser altamente giroscópico, es decir que absorbe grandes cantidades de humedad (finalmente agua). No

crea problemas, ejemplo. El arroz es giroscópico, y por eso lo ponen en los saleros para que la sal no se humedezca: en ese caso las semillas absorben la humedad. Los frijoles también tienen propiedades giroscópicas, por eso los dejan remojando y por eso aumentan de tamaño, se ponen suaves y se cuecen con rapidez.

“<http://www.silosdeagua.net/>(consulta 19/04/2012)”

2.3.8. Certificaciones del Acrilato de Potasio (silos de agua)

- Certificación Ministerio de Agricultura APV 84 10030 (FRANCIA)
- Certificación Food and Drugs Administration (USA) N° 21 CFR 173.6
- Certificación para aplicación en cultivos orgánicos (ITALIA) IT BAC OO8707 BPO AGRICERT
- Certificación OSHA (INTERNACIONAL) N° 29 CFR.1200

(Crespo 2011).

2.4. GENERALIDADES DE SUELOS Y RIEGOS.

El agua que requieren los cultivos es aportada en forma natural por las precipitaciones, pero cuando ésta es escasa o su distribución no coincide con los períodos de máxima demanda de las plantas, es necesario aportarla artificialmente, es decir a través del riego.

Por otra parte, es sabido que las actividades agropecuarias son la base de la alimentación y de sobrevivencia para el hombre, por esta razón cada una de sus áreas o disciplinas de estudio e investigación, deben fortalecerse para producir más con menos recursos y a un menor costo. El riego agrícola, por su estrecha relación con el uso, el manejo y la conservación del agua, es una de estas áreas dentro de la agricultura que requiere de mayores estudios, avances tecnológicos y de la aplicación de los mismos sin deteriorar el medio ambiente.(DONEEN,I.D.2005)

El riego, se considera como una ciencia milenaria, en algunos países el riego se estableció como una actividad de vital importancia, entre los casos de pueblos con vocación en la irrigación se tienen a los antiguos egipcios, chinos, babilonios e hindúes.

Después de los 80's, en todo el mundo fue desarrollándose el riego como una ciencia evolutiva de tal manera que las técnicas año con año, son cada vez mejores porque conjunta ahorro de agua, ahorro de energía y al ser extensivas abaratan los costos, con un aumento en la producción importante. En ésta época se introducen técnicas de fertilización y aplicación de químicos a través del riego, lo que se ha denominado fertirrigación. Esta práctica ha desencadenado una alta productividad en los cultivos y ha hecho más eficiente el uso de los recursos.

2.4.1. Recursos de la agricultura a nivel mundial.

(FAO 1974) quien es citado por (Aguilera y Martínez 1986), ha establecido que las limitaciones de la agricultura por las condiciones del suelo a nivel mundial son:

CUADRO 3

SITUACIÓN (LIMITACIÓN).	PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE EN EL MUNDO
<i>Demasiado seco</i>	28
<i>Problemas químicos</i>	23

<i>Suelos poco profundos</i>	22
<i>Demasiado húmedo</i>	10
<i>Permanentemente congelado</i>	6
<i>Ninguna limitación</i>	11

Fuente: (Instituto Nacional de Investigación Agrícola IV región Chile 2009)

Por otra parte, según (Gorsky 1962) citado por (Aguilera y Martínez1986) la existencia del agua en el mundo se distribuye de la siguiente forma:

CUADRO 4

Presencia del agua sobre la superficie terrestre

Forma presente del agua	Volumen de agua (millones de km³)	Porcentaje
Océanos	1370	97.57
Casquetes polares	30	2.14
Agua de ríos y lagos	4	0.29
Atmósfera	0.007 - 0.012	0.29
Total	\cong 1404	100.0005

Fuente: (Doneen,I.D.2005)

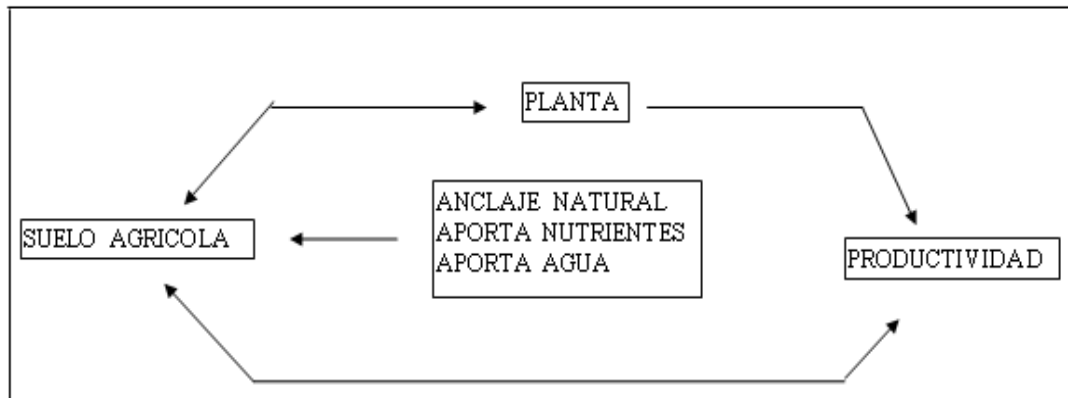
Según la estadística anterior puede decirse que el agua está en abundancia sobre la tierra respecto a la superficie de la planeta, sin embargo, sólo una mínima parte (menos del 0.01% de total), están potencialmente disponibles para su uso, el resto no puede utilizarse. (Doneen,I.D.2005)

2.4.2. Generalidades de los suelos.

El estudio de los suelos agrícolas se encuentra circunscrito en el estudio de varias ramas de la ciencia que se interrelacionan entre sí. Una de las ciencias que agrupa a todas estas ramas se le ha denominado: Edafología.

CUADRO 5

Sistema suelo-planta-producción



El suelo es un sistema abierto; a los factores: clima, tiempo, biológicos, etc. El sistema suelo no solo es un material que sostiene y nutre a las plantas, tiene un significado más general, incluye a las rocas, agua, materia orgánica y formas vivientes, y aun en el aire, materiales y substancias que intervienen directa o indirectamente en el desarrollo de las plantas.

El suelo es el material mineral no consolidado sobre la superficie de la tierra; que ha estado sujeto e influenciado por factores genéticos y del medio ambiente como son el material madre, clima, incluyendo efectos de humedad, temperatura, los macro y microorganismos y la topografía, todos ellos actuando en un período de tiempo y originando un producto, el suelo, que difiere del material del cual es derivado en muchas propiedades y características físicas, químicas y morfológicas (U.S.D.A. 1960)

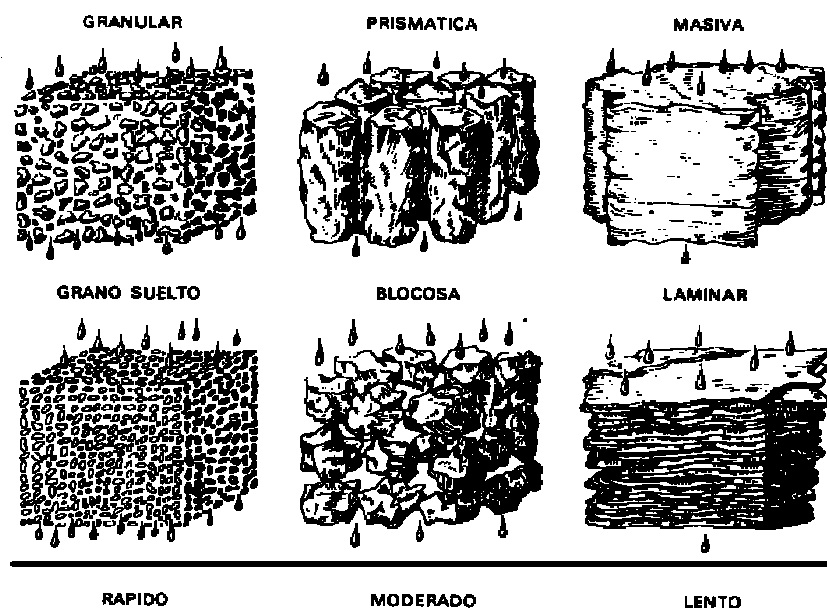
2.4.2.1. Estructura del suelo

Desde el punto de vista morfológico, es el grado, forma o modo en que las partículas integrantes de un suelo, se asocian entre sí, formando en forma natural grupos unidos sin la intervención del hombre.

De acuerdo con la estructura presente en un suelo se presentan características específicas en relación con otras propiedades físicas del suelo, entre las más importantes se encuentra la infiltración (Propiedad muy importante en aspecto de riego).

CUADRO 6

La siguiente figura describe la relación que tiene la estructura con la infiltración.



2.4.2.2. Efecto de la estructura sobre la infiltración

Relación de la estructura con la velocidad de infiltración

Tipos de Estructura	Velocidad de infiltración
Granular	Rápida
Migajosa	Rápida
Laminar	Lenta
Bloques angulares	Lenta
Bloques Subangulares	Moderada
Prismática	Moderada
Columnar	Moderada

Fuente:(<http://www.informador.com.mx/tecnología/2012/348934/mexicanocreatecna-de-lluvia-solida> consulta 5/03/2013)

2.4.2.3. Infiltración.

La infiltración es una propiedad física muy importante en relación con el manejo del agua de riego en los suelos. Se refiere a la velocidad de entrada del agua en el suelo. La velocidad de infiltración es la relación entre la lámina de agua que se infiltra y el tiempo que tarda en hacerlo, se expresa generalmente en cm/hrs o cm/min.

La cantidad de agua que se infiltra en un suelo en una unidad de tiempo, bajo condiciones de campo, es máxima al comenzar la aplicación del agua en el suelo y disminuye conforme aumenta la cantidad de agua que ya ha entrado en él.

(Ortiz y Ortiz 1980), mencionan que los factores principales que determinan la magnitud del movimiento del agua por infiltración son:

1. Textura. Los porcentajes de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. En un suelo arenoso se favorece la infiltración.
2. Estructura. Suelos con grandes agregados estables en agua tienen proporciones de infiltraciones más altas.
3. Cantidad de materia orgánica. Altas proporciones de materia orgánica sin descomponer propician que una mayor cantidad de agua entre al suelo.
4. Profundidad del suelo a una capa endurecida “hardpan”, lecho rocoso u otras capas impermeables influyen en la infiltración. Los suelos delgados almacenan menos agua que los suelos profundos.
5. Cantidad de agua en el suelo. En general un suelo mojado tendrá una menor infiltración que un suelo seco.

6. Temperatura del suelo. Los suelos calientes permiten mayor infiltración del agua que los suelos fríos.
7. Cantidad de organismos vivos. A mayor actividad microbiológica en los suelos habrá una mayor infiltración. Un caso típico es la elaboración de pequeños túneles por las lombrices, los cuales favorecen la infiltración y la penetración de las raíces así como la aireación.

2.4.3. Generalidades de riego

- **Riego por superficie**

El riego por superficie es el método de riego más antiguo. Agricultores de Egipto, China, India y países de Oriente Medio se sabe que regaban sus tierras, mediante riego por superficie, hace más de 4.000 años. La civilización de Mesopotamia vivió y prosperó en el valle del Tigris y del Eufrate hace más de 6.000 años y posteriormente desapareció a consecuencia de la salinización del suelo por inadecuadas prácticas de riego y ausencia de drenaje.

Aunque la tendencia actual es el proyecto de sistemas de riego a presión con un mayor control de las condiciones de aplicación (aspersión y goteo), el riego por superficie sigue siendo actualmente el más extendido. En la actualidad se riega aproximadamente el 14,5% de la superficie agrícola útil en alrededor de 3.500.000 ha, representando el 60% del área regada.

Si se cumplen una serie de condiciones favorables y con un diseño racional, el riego por superficie puede ser una buena alternativa para el proyecto de nuevos regadíos.

El riego por superficie es un sistema de riego donde el agua fluye por gravedad, utilizándose la superficie del suelo agrícola como parte del sistema de distribución del agua. El caudal disminuye a medida que el agua avanza por la parcela regada, debido a su infiltración en el suelo. Para que la lámina de agua infiltrada se distribuya lo más uniformemente posible a lo largo de la parcela es preciso diseñar y manejar el riego de tal forma que haya un equilibrio entre los procesos de avance e infiltración del agua.

Las pérdidas de agua se pueden producir por:

- **Escorrentía superficial:** Está condicionada por la geometría de la superficie del suelo, la forma, tamaño de las parcelas, pendientes, rugosidad, pudiendo ocasionar problemas de erosión.
- **Percolación profunda:** Está condicionada por las características físicas del suelo como la textura, estructura y porosidad, las cuales afectan a la infiltración. La percolación profunda produce lixiviación de nutrientes y sales del suelo, lo que provoca un deterioro de las aguas de drenaje cuando éstas retornan al regadío.

Los riegos por superficie tienen la ventaja de su simplicidad en sus instalaciones e infraestructura y su fácil mantenimiento.

No requieren de mano de obra altamente especializada y al emplear la energía gravitatoria, son escasas las necesidades energéticas, factor definitivo en el análisis económico previo a la puesta de riego y quizás ayuda a entender por qué otros sistemas de riego más modernos no han logrado desplazarlos. El aspecto negativo de los riegos por superficie es que generalmente presentan menores rendimientos de aplicación que los riegos por

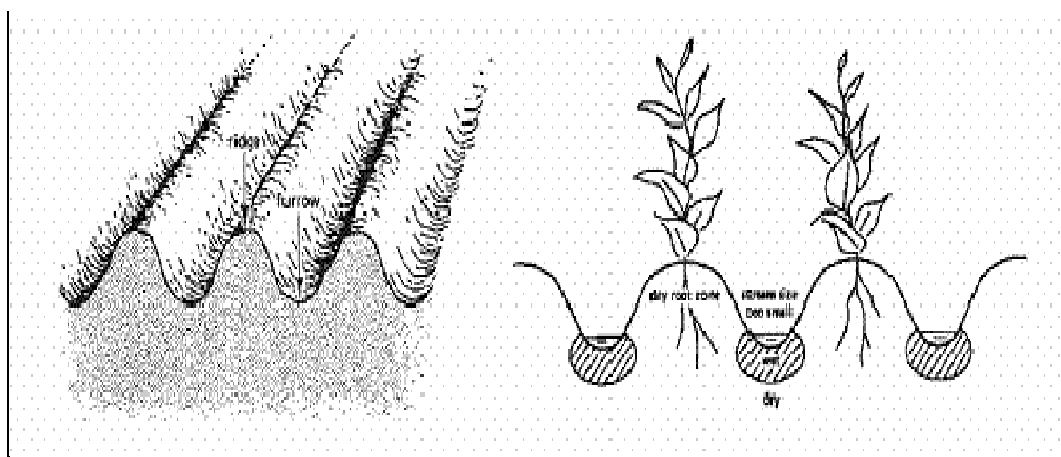
aspersión y goteo. Puesto que muchos están situados en tierras bajas, los sistemas por superficie tienden a estar afectados por inundación y salinidad si no se ha previsto un adecuado drenaje.

Además el hecho de necesitar la superficie del terreno como sistema de conducción y distribución requiere que la parcela esté nivelada. Los costes de nivelación son altos si hay gran cantidad de movimiento de tierras por lo que el riego por superficie tiende a estar limitado a tierras que tienen ya pequeñas pendientes. La nivelación puede conducir, además, a una pérdida en las capas fértiles de suelo y dejar al descubierto capas del subsuelo poco fértiles.

Otra limitación de este sistema de riego es la dificultad de aplicar dosis bajas, necesarias en ocasiones, como por ejemplo, para favorecer la nascencia en caso de que haya costra superficial, o en el caso de cultivos sensibles al encharcamiento. Los sistemas de riego por superficie son difíciles de automatizar. (Aramayo M. 2008).

2.4.3.1. Riego por surco

El riego por surco es el habitual en 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.

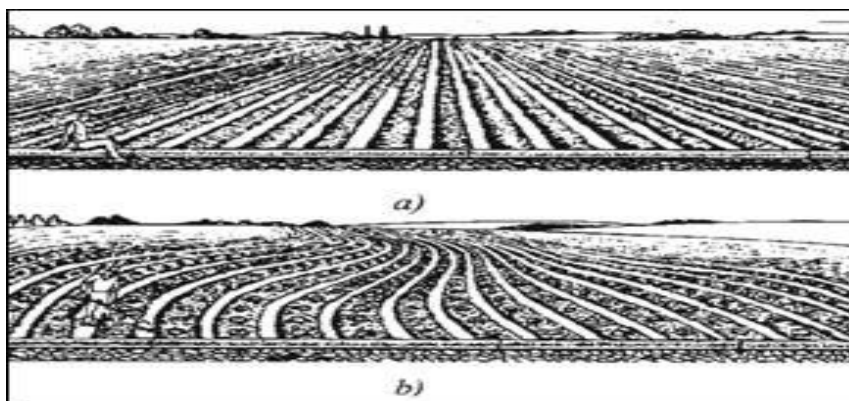


Forma de los surcos

El número de surcos que se riegan simultáneamente puede ser ajustado al caudal disponible.

El coste de inversiones muy bajo y la construcción del surco pueden realizarlo el propio agricultor, esta modalidad de riego de menor superficie tienen limitaciones en cuanto al riego extensivo convencional, alta escorrentía al final del surco y alta infiltración en los suelos arenosos.

Los surcos lineales son los más frecuentes pero cuando hay fuerte pendiente, ésta se evita mediante los surcos de contorno como se muestra en la figura.



Tipos de surcos.

a) Lineales; b) Contorno.

- **Diseño del riego por surcos**

El riego por surcos es aconsejable para cultivos sensibles al exceso de humedad en el pie de los tallos y para aquellos otros que se cultivan en hileras, tales como maíz, papa, girasol, algodón, remolacha, etc.

En surcos largos con desagüe libre la lámina infiltrada disminuye progresivamente desde la

cabecera hasta la cola. Además es muy probable que se produzcan pérdidas por escorrentía al final de los surcos, por lo que se recomienda la reutilización de esta agua utilizando alguna técnica de recorte de caudal. En términos generales se suele empezar el riego con caudales relativamente grandes, y se termina con caudales pequeños, con lo cual se logra un avance rápido y en consecuencia, una mayor uniformidad en la distribución y se reduce la escorrentía al final de los surcos.

El riego suele realizarse en dos operaciones: mojado del surco y riego propiamente dicho. El mojado se hará lo más rápidamente posible, para que la diferencia de agua infiltrada en los extremos del surco sea lo menor posible, y ello requiere que se aporte el mayor caudal posible sin producir erosión del suelo. (Tamaro D. 1998).

Cuando el agua llega al final del surco empieza el riego propiamente dicho, haciendo modificación del caudal de acuerdo con la intensidad de absorción del suelo.

Hay que tener en cuenta que la velocidad de infiltración disminuye con rapidez cuando el suelo se va saturando de agua y por consiguiente, en esta segunda etapa el agua discurre más en los primeros tramos y se infiltra más en los últimos.

En el diseño de riego por surcos se han de combinar todos los condicionantes que intervienen en la infiltración (forma, anchura, pendiente y longitud del surco y caudal preciso) para que la distribución del agua sea lo más uniforme posible. (Tamaro D. 1998).

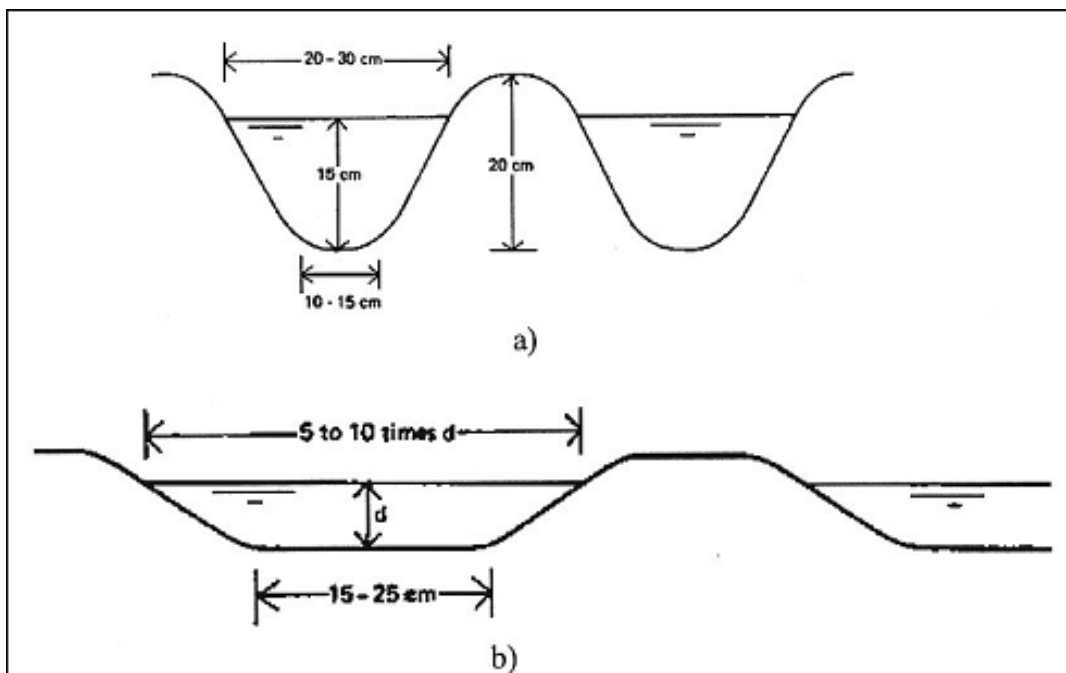
- **Sección de los surcos**

La sección transversal del surco deberá ser suficientemente amplia para conducir el caudal necesario.

La forma más corriente es la sección en "V" abierta, con una altura que varía, sobre todo, con el tipo de cultivo: para cultivos en una sola fila por surco y marco reducido se suele dar una altura de 20 cm, mientras que en cultivos a mayor marco, con una o dos filas de

plantas por surco, se puede llegar hasta una altura de 80 cm.

En suelos arcillosos, con baja velocidad de infiltración, se puede aumentar el perímetro mojado haciendo los surcos en forma de "U", con una anchura del fondo de 20 – 40 cm en hortalizas y hasta 60 cm en frutales. En estos suelos, los surcos de sección en "U" tienen la ventaja sobre los de sección en "V" de que el perímetro mojado varía poco con la altura del agua y, por tanto, la infiltración es más uniforme.



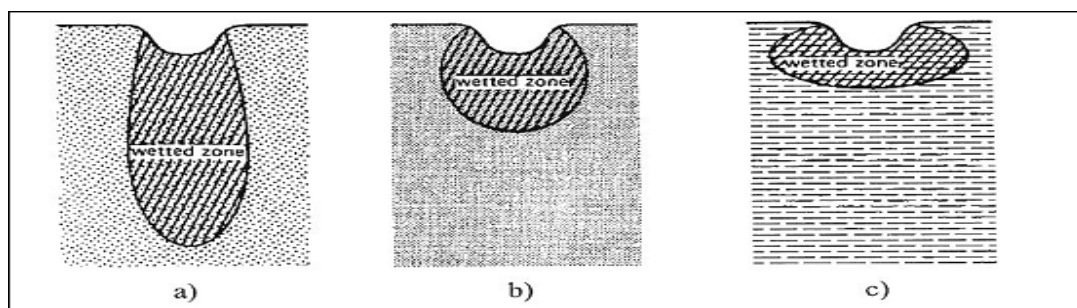
Dimensiones del surco. a) Suelo arenoso, b) Suelo arcilloso.

- **Separación de los surcos**

La distancia entre el eje de los surcos depende de los siguientes factores: tipo de suelo, tipo de cultivo y maquinaria que se pretende utilizar. El objetivo principal al determinar la separación de los surcos es asegurar que el movimiento lateral de agua entre dos surcos consecutivos moje la totalidad de la zona radical de la planta, antes de que alcance profundidades superiores a las previstas en el riego y existan pérdidas de agua por

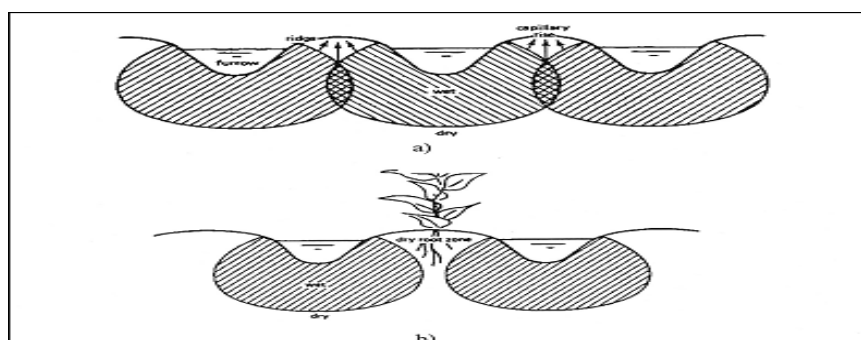
percolación profunda. El movimiento horizontal y vertical del agua en el suelo depende, fundamentalmente, de su textura. En suelos arenosos el agua penetra más en profundidad que lateralmente. En estos suelos la separación máxima de los surcos será de 50cm.

En los suelos de textura media se produce una infiltración compensada en sentido vertical y en sentido horizontal. Los surcos pueden tener una separación de 50 a 100cm. En suelos arcillosos, el agua penetra con más rapidez en sentido horizontal que en sentido vertical, con lo cual los surcos pueden tener una separación de hasta 1,50 m. (Valdivieso C. A. 1995).



Humedecimiento. a) Suelo arenoso; b) Suelo franco; c) Suelo arcilloso

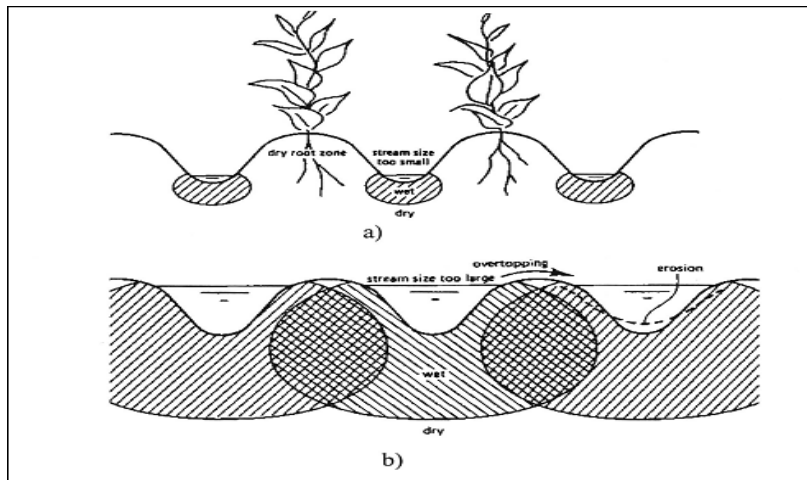
Si la separación entre surcos es mayor que las recomendaciones establecidas anteriormente no se conseguirá un humedecimiento adecuado como se puede apreciar en la figura siguiente.



a) Humedecimiento ideal; b) Separación entre surcos excesiva

No obstante, aunque la separación entre surcos sea correcta si se usan caudales

inadecuados bien pequeños o bien elevados de humedecimiento que se consigue puede ser insuficiente o excesivo.



a) Caudal pequeño; b) Caudal excesivo

Algunas veces, en la práctica, no es posible acomodar la separación de los surcos a la textura del suelo, ya que es preciso tener en cuenta el cultivo y la maquinaria.

- **Caudal de riego**

El caudal de cada surco se debe ajustar a la longitud y pendiente del mismo y a la naturaleza del suelo. A mayor caudal corresponde un avance más rápido del agua en el surco. Por lo general, el mayor aprovechamiento del riego se consigue cuando el mojado del surco se hace con el avance más rápido posible, y ello requiere utilizar el máximo caudal que no cause erosión, caudal máximo no erosivo. Una vez que el agua ha llegado al extremo del surco se reduce el caudal de forma que satisfaga únicamente los requerimientos de la velocidad de infiltración, y se mantiene hasta el final del riego caudal permanente. (Cisneros A. R. 2003).

CUADRO 7

Velocidad de infiltración según el tipo de suelo

Tipo de suelo	Velocidad de infiltración (l/minuto y por cada 100 m)
Arcilla compacta	0 – 12
Arcillo-limoso a arcilloso	6 – 25
Franco-arcillosos a franco limoso	12 – 25
Franco-limoso a franco	12 – 35
Franco-arenoso	20 – 125
Arenoso-franco	60 – 175

En ensayos para la determinación de caudales y longitudes de surco

Estos ensayos se realizan sobre surcos de pendiente conocida y uniforme y con una humedad del suelo cercana al punto de marchitamiento. Los resultados sólo serán válidos para suelos que presenten condiciones análogas. (Velazco Linares 2008).

Caudal máximo no erosivo

En la determinación del caudal máximo no erosivo se preparan varios surcos y se deja fluir el agua aplicando caudales distintos. Durante los cinco primeros minutos del paso del agua por cualquier punto del surco se produce alguna erosión y el agua pasa oscura; pero pasado ese tiempo no se deben producir cortes verticales en los caballones del surco y el agua debe correr limpia. Después de determinar la aplicación del agua se comprueba si al final del surco se ha producido algún acumulo de tierra arrastrada.

Normalmente la velocidad de infiltración se puede expresar como la cantidad de agua infiltrada en la unidad de tiempo o por metro de longitud de surco.

El tiempo de riego será el cociente entre la cantidad de agua capaz de almacenar el suelo para una profundidad determinada y la velocidad de infiltración.

Se estima que el tiempo de mojado, también llamado tiempo de avance, que es el tiempo que tarda el agua desde la cabecera hasta el final del surco, hade ser una cuarta parte del tiempo de riego. (Velazco Linares 2008).

CUADRO 8

Métodos para medir el caudal de agua de arroyos o canales

Método	Caudal de agua	Exactitud	Observaciones	Equipo
Cubo	Muy pequeño	Muy grande	El más exacto de todos los métodos	Presa, tubo, cubos, botella de 1 l, reloj
Flotador	De pequeño a grande	Pequeña a mediana	Más conveniente para arroyos de agua tranquila	Flotador, estacas, línea, vara de medir, hoja de registrar, reloj
Presa, triangular	No varía mucho, 114 l/s o menos, o varía mucho de pequeño a grande	Grande	Para registrar el caudal durante un período de tiempo	Madera, planchas de metal o láminas acanaladas de tejado; m herramientas para l trabajar la madera o el metal, pala, pico, línea, nivel, vara de medir
Presa, rectangular	No varía mucho y es de más de 114 l/s			

Fuente: (Voigt Gunther: Manual de Pequeñas Obras de Regadío 2003)

2.4.3.2. La eficiencia del riego.

La eficiencia de un método de riego tiene mucho que ver con las pérdidas de agua. Si la pérdida es mucha hay que utilizar una mayor cantidad de agua para obtener el mismo resultado. Esto hace que se desperdicie agua.

Hay métodos de riego más eficientes que otros por la forma en que conducen, distribuyen y apliquen el agua

La eficiencia de los métodos de riego se mide en porcentajes más alto el porcentaje mayor es la eficiencia

La eficiencia es el máximo aprovechamiento que se hace del agua

Tiene mucho que ver con el método de riego y con la cantidad de agua que se puede desperdiciar durante el recorrido desde la fuente de agua hasta la aplicación en la parcela.

Cuanta más alta es la eficiencia, hay menos desperdicio de agua y se hace una mejor utilización.

En el método de riego por gravedad tiene mucha importancia el estado del canal que conduce el agua. Si está revestido habrá menos pérdidas de agua que si es de tierra

Además de la condición que presentan los canales, es importante tener habilidad para regar. Estos factores pueden aumentar o disminuir la eficiencia de riego. Por esta razón se dice que puede haber una eficiencia muy variable (entre el 30 y el 70%).

En métodos a presión las eficiencias son altas porque el agua va conducida por tuberías y no hay mayor desperdicio en el camino desde la toma hasta el cultivo, salvo roturas o -en el caso de aspersión- la influencia del viento.(Olarte Hurtado 2007)

2.5. CULTIVO DE LA ARVEJA (*Pisum sativum L.*)

2.5.1. Generalidades

El cultivo de arveja es testigo de varios hitos de la humanidad en el mejoramiento genético cuando Gregorio Mendel selecciono este cultivo como punto de partida para los trabajos de mejoramiento genético. La arveja, es la pequeña semilla comestible de la planta que crecen escondidos en vainas que pueden alcanzar hasta los 10 cm. Son especies muy fuertes,

capaces de soportar inviernos muy crudos e incluso heladas, de ahí que sean tan recurrentes en las plantaciones. (León M, 2002).

2.5.2. Importancia del cultivo

El cultivo de la arveja constituye la base para la dieta alimenticia de la población, la importancia de este cultivo radica en múltiples usos y fines como en: grano en fresco (comercialización en fresco como vaina verde, enlatado y congelado), grano seco, enteros y partido, harina de arveja (Hester 1990).

El interés económico que representa el cultivo de arveja en el mundo por sus múltiples usos en diferentes estados de maduración del grano ya sea en alimentación humana o animal, debido a su elevado contenido de proteínas (22-24%) palatabilidad y fácil digestibilidad, desde años, la arveja es una de las hortalizas que contiene mayor cantidad de carbohidratos y proteínas, por lo tanto se destaca como una fuente importante de sacarosa y aminoácidos.

Además es un alimento con contenido significativo de minerales (fosforo y hierro) y vitaminas. Al igual los cereales, el grano de arveja contiene vitaminas del complejo B y es un alimento energético. (Prieto, G; Vita, E. 2010).

2.5.3. Origen de la arveja

El cultivo de la arveja (*Pisum sativum L.*) es una planta de la familia leguminosa, varios autores la consideran como originaria de Etiopía mientras que otros autores afirman que es originaria del Medio Oriente y Filipinas. La arveja también se la denomina como la sinonimia de guisante, alverja, arveja, o chicharo, *Pisum sativum*. En particular (*Pisum sativum*) habría tenido su origen en (*Pisum arvense*) por mutación, siendo seleccionada posteriormente por el hombre en sucesivas generaciones, (Iñiguez, 1987).

En el continente americano las arvejas fueron introducidas por los europeos principalmente los españoles durante la primera etapa de la colonización, (Verissimo- 2002).

2.5.4. TAXONOMÍA DE LA ARVEJA

La arveja, *Pisum sativum L.*; es una especie dicotiledónea anual. Taxonómica la arveja se encuentra en la clasificación de **LINNEO**:

Reino: Vegetal

Tronco o Phylum: Tracheophytae

División: Tracheophytae

Clase: Angiospermas

Sub-clase: Dicotyledoneas

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Género: *Pisum*

Especie: *Sativum L.*

Nombre científico: *Pisum sativum L.*

Nombre común: Arveja

2.5.5. Características Botánicas

Varios autores describen la morfología del cultivo de arveja como Reynolds (1970), Brauer(1976); Lockood(1995); Pollard y Hawthorn(1994). Indican que la planta posee un sistema vegetativo poco desarrollado aunque con la raíz pivotante que tiende a profundizar bastante. Las hojas están formadas por pares de folíolos terminados en zarcillos. Las inflorescencias nacen arracimadas en brácteas foliáceas que se insertan en las axilas de las hojas.(INIAF-2011).

- **Raíz.**

El sistema radicular es poco desarrollado en conjunto, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar a ser bastante profunda. La raíz principal de la arveja entre 1-2m de longitud con numerosas raicillas.(Prieto 2010).

- **Tallo.**

El tallo fistuloso, estriado delgado, hueco y de longitud variable, oscila de 0,25 - 2m, o más de acuerdo al cultivo, es herbáceo y verde en los primeros estadios y amarillentos a café en la madurez, la ramificación puede ser laxa, semicompacta o muy compacta, en general la planta tiene un tallo dominante y de ramificación basales bilaterales. (Prieto 2010).

- **Hojas.**

Las hojas son compuestas con dos o tres partes de foliolos ovalados u oblongos, de margen entero. Los foliolos laterales y terminales son transformados en zarcillos ramificados, sensitivos y prensiles; estipulas casi siempre grandes, foliáceas, ova lanceoladas tienen pares de foliolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de hacerse a los tutores que encuentra en su crecimiento por lo general las hojas son glaucas rara vez amarillentas o variegadas. (Cruzate 2010).

- **Flores.**

Las flores son solitarias o racimos axilares como también paucifloros, cáliz campanulado glabro, corola blanca rosadas o violáceas, 10 estambres diafelftos (9+1); pistilo barbado de la cara interna de la flor. La inflorescencia es en racimo como brácteas foliáceas, que se inserta por medio de un largo pedúnculo. (INIAF-2011).

- **Vaina.**

Puede ser verdosa, amarillenta o manchada con purpura con rojo; está cubierta por una membrana de tejido esclerenquimático; el endocarpio al llegar a la madurez se contrae y produce la dehiscencia, las vainas tienen de 5 a 10 cm. De largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según variedades. Las vainas son alargadas y contienen unas 8 semillas generalmente verdes que pueden ser lisas o rugosas. (INIAF-2011).

- **Fruto.**

El fruto es una legumbre que puede alcanzar los 10 cm. De longitud con numerosas semillas ex albuminadas, lisas o rabosas, blanquecinas, amarillentas, verdosas, rojizas o marmoleada. (INIAF-2011)

- **Las semillas.**

Las semillas de arvejas son las que se utilizan para nuestra alimentación. Las semillas (arvejas) generalmente son verdes que pueden ser lisas (utilizadas preferentemente en conservería) o rugosas (consumo directo). Las semillas de arveja tienen un peso medio de 0,20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección. (INIAF-2011).

2.5.6. Fisiología del Cultivo.

Primera fase: se produce una absorción rápida de agua por parte de los cotiledones y el embrión con duplicación de volumen de la semilla esta fase dura aproximadamente un día.

Segunda fase: hay una absorción lenta de agua y aumento de la actividad metabólica emergencia de la radícula, del epicotilo entre los cotiledones, la plúmula se mantiene en curvada (protegida), se endurece y sale la primera hoja.(INIAF, 2011).

2.5.7. Crecimiento y Desarrollo

- **Desarrollo vegetativo.**

Las dos primeras hojas son pequeñas con dos órganos estipulares y una lámina central pequeña. Las hojas 3 a 5 tienen par de folíolos y un sarcillo terminal las hojas 6,7 y 8 también presentan un par de folíolos y tres sarcillos las hojas 8 a 11 dos pares de folíolos y 5 sarcillos a partir de las hojas 12 aumentan el número de sarcillos y folíolos. (INIAF, 2011).

- **Floración.**

Se inicia unos 20 días que se visualicen flores en el ápice si las flores se forman en las yemas axilares más que en el meristemo apical las plantas son indeterminadas en su hábito de crecimiento. Existen tres criterios para medir la flor de la arveja.

a) Tiempo de floración: Números de días desde la siembra hasta la apertura de la primera flor (color de la corola visible).

b) Altura de la floración: Número del nudo en el cual aparece la primera flor (siendo el número cotiledonal el número cero).

c) Momento de iniciación floral: número de días desde la siembra a la aparición del primer primordio floral en el meristemo apical. Esta medición requiere efectuar un examen microscópico y no es sutil para el campo. (INIAF, 2011).

- **Fructificación y maduración.**

La antesis se da después de la polinización y posiblemente. De la fecundación. Unos días más tarde la corola muere y la legumbre (vaina) comienza a largarse y se identifica como una vaina chata hasta que se inicia el llenado de las semillas. (Vigliola 1986).

a) Maduración comercial

Se llama madurez comercial o cosecha en verde cuando la vaina completa o llenado el grano adquiere su máximo volumen, manteniendo su color verde tanto la vaina como el grano.

b) Madurez fisiológica

Se llama madurez fisiológica o cosecha en seco al inicio del amarillamiento general de la planta o cuando el 95% de la vaina reportan esta coloración se considera madura, las características más comunes es el ruido de los granos en las vainas al sacudir las plantas. También se opta por una mayor exactitud utilizando un determinado porcentaje de humedad entre el 12 – 14 % siendo el rango más aconsejable (Uprety y Sarín, 1977).

2.5.8. Condiciones óptimas para el cultivo

2.5.8.1. Clima

La planta se comporta muy bien en climas templados y templado-frío, con buena adaptación a periodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta. (Acosta ETAL. 1992).

Las temperaturas por debajo de 7°C, detiene su crecimiento, el desarrollo vegetativo tiene su óptimo desarrollo con temperaturas comprendidas entre 16 y 20°C, estando el mínimo entre 6°C y el máximo cerca de 35°C. Si la temperatura es muy elevada la planta vegeta bastante mal. Su periodo crítico a bajas temperaturas ocurre por lo general a partir de la floración de las vainas. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad. En general, las variedades de grano liso presentan mayor resistencia al frío que las rugosas. También, las de hojas verde oscuro tienen mayor tolerancia que las claras (INIA, 2000).

Los valles de Tarija y Cochabamba son excelentes zonas productoras tanto de semilla y arveja para consumo. La arveja se adapta mejor a los climas fríos, con lluvia moderada. Se desarrolla bien en alturas desde 600 a 3400 m.s.n.m. con temperaturas de 7 a 24°C, óptimas de 17°C, temperaturas inferiores a 5°C afectan a la fase de floración y formación como el llenado de la vaina y necesita de una humedad amplia, ya sea de agua de lluvia de irrigación (Acosta ET AL, 1995).

La temperatura media óptima para su mejor desarrollo está entre los 15 y 18°C con máximas de 21 a 24°C y mínimas de 7°C siendo susceptibles a las altas temperaturas (Caseres, 1986; Pollard y Hawthorn, 1994; Shoemaker, 1996).

2.5.8.2. Requerimiento hídrico.

Su coeficiente de transpiración es de 200 a 350 mm. De acuerdo a las condiciones donde se cultive. El cultivo de la arveja requiere agua de acuerdo a las fases del mismo, pero la mayor cantidad de agua que requiere el cultivo es en el periodo de floración y la formación de vaina, por lo que si hay escases en esta época, el número de vainas por planta varía.

En cuanto a las precipitaciones, las lluvias excesivas y prolongadas favorecen la aparición de ciertas enfermedades (IBTA 1994). Si se produce sequía durante las épocas de crecimiento, floración y llenado de vainas, provoca una disminución en el rendimiento, pues hay menor número de vainas y el peso del grano es menor.

El cultivo requiere una humedad de un 60% de capacidad de campo desde la emergencia hasta la floración y un 90% durante la floración. Durante el ciclo de desarrollo del cultivo requiere de 3000 a 4000m³ de agua por hectárea para un crecimiento y desarrollo normal, (FAO 1999).

2.5.8.3. Balance hídrico del cultivo de la arveja.

Arveja Miska

	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Kc (CULTIVO)	0.31	0.80	0.95	0.90	0.54
E.T.R.	28.45	84.57	107.16	119.13	66.10
REQUERIMIENTO RIEGO (mm)	28.45	84.57	107.16	102.26	22.22
Area (ha)	1	1	1	1	1
Req. Neto (m ³)	284.459	845.679	1071.6	1022.580	222.209

Fuente: (Nieves Dolly 2005)

2.5.8.4. Tipo de suelo.

El cultivo de la arveja al igual que cualquier otro cultivo, se debe evitar los suelos pobres para que el cultivo sea rentable, se debe tener en cuenta las características físicas la profundidad debe ser a 50cm. Como mínimo para facilitar la penetración y el desarrollo radical, se prefieren suelos sueltos y porosos, estos permiten la infiltración adecuada del agua y una retención óptima, al igual que una buena aireación de las raíces. No se debe correr el riesgo con suelos pobres, poco planos, desnivelados y de textura inadecuada.

Antes de tomar una decisión de sembrar conviene asegurarse de que el suelo tenga una profundidad, textura media y pendiente adecuada del terreno (Acosta ET AL 1995).

- **PH del suelo.**

El pH que mejor le va al cultivo de la arveja está comprendido entre 6 y 6.5. En los suelos calizos puede presentar síntomas de clorosis (amarilleo) y las semillas suelen ser duras. Respecto a la salinidad, la arveja es una planta considerada como intermedia en lo que a resistencia a la misma se refiere. La arveja no prospera bien en suelos muy ácidos (Shoemaker 1996).

2.5.9. Requerimiento nutricional de la arveja.

Tratándose de una planta de ciclo corto y de un sistema radicular poco extendido es fundamental el uso de nutrientes asimilables en especial el fósforo. En zonas típicas arvejeras no se detectaron deficiencias de nitrógeno del suelo, este es provisto más tarde por fijación simbiótica. En el cuadro se indican las cantidades recomendadas, las mismas varían según la disponibilidad del fósforo del suelo y la forma de aplicación. (Hoyos p., P 2000)

Necesidades nutritivas por toneladas de grano de arveja (Vigiola, 1986)

Nutrientes	Cantidad de (kg/ha)
Nitrógeno	65
Fósforo	6
Potasio	35
Magnesio	7
Azufre	4

También menciona que la aplicación de fósforo induce a un mayor desarrollo de las plantas, especialmente en las siembras tempranas e intermedias, por ello se debe disminuirse la densidad de siembra para evitar de esta manera el excesivo follaje que no contribuye al logro de mayores rendimientos, y si puede favorecer al desarrollo de

enfermedades a hacer un uso menos eficiente de la luz, agua y nutrientes del suelo, etc. En particular cuando se trata de cosechar en grano fresco (Vigiola, 1986; Aglund, 1989).

2.5.10. Propiedades Nutricionales y/o Vitamínicas

Las arvejas se pueden consumir frescas o secas presentando algunas diferencias significativas respecto a su contenido en nutrientes. Las frescas son mucho más dulces y sabrosas, y contienen mucha más agua que las secas, pero menos proteínas, grasas e hidratos de carbono.

El aporte energético es muy diferente si se trata de arvejas frescas (unas 74 kcal/100 g), o de arvejas secas (con un contenido calórico de unas 317 kcal/100 g). Este contenido calórico es debido principalmente a la presencia de hidratos de carbono (56%) y proteínas (21,6%), ya que su contenido en grasa es poco significativo (2,3%).

2.5.11. PRÁCTICAS AGRONÓMICAS

2.5.11.1. Preparación del terreno.

La tierra donde se siembra debe estar libre de malezas en crecimiento, todos los desperdicios vegetales deben ser eliminados o volteados con el arado.

Elegir lotes con buen drenaje y buen escurrimiento para evitar problemas de anegamiento (D. Tamaro 1986).

Así mismo se requiere estudios de comportamiento variedades con buen potencial de rendimiento, estabilidad fenotípica, uso de abonos orgánicos para mejorar la fertilidad del suelo, caracterización de variedades.

Entre otros factores determinantes en la producción son un buen manejo del cultivo uso de abonos adecuados, buen control de malezas, optima densidad de siembra.

Estos factores demandan un estudio detallado y profundo, además de un seguimiento sistemático para establecer y determinar problemas prioritarios a los que se deberá prestar atención poniendo énfasis en un buen manejo sostenible.

- **Semilla.**

Siempre que sea posible se debe adquirir semilla certificada o mejorada. Si por alguna razón no se pudiera adquirir la semilla certificada, se debe seleccionar la semilla criolla que haya sido probada con buenos resultados en la región. Antes de sembrar la semilla criolla deberá ser tratada con algún plaguicida. (D.Tamaro 1986).

2.5.11.2. Abonado.

Es aconsejable echar antes de la siembra unos 25 gramos por metro cuadrado de abono complejo 8-15-15. La habilidad del cultivo a la simbiosis con *Rhizobium spp* permite al cultivo un bajo aporte de nitrógeno, pero la insuficiente presencia de cepas nativas de bacterias y/o su baja capacidad infectiva y de nodulación se aconseja un aporte mínimo de nitrógeno, dependiendo del análisis de suelo.(INIAF, 2011).

2.5.11.3. Fertilización.

La investigación ha demostrado que el cultivo responde a la aplicación de fertilizantes. Así (Younkuntal., 1981) informa que la producción más alta para tipos de arveja grande, fue con una formula 6-9-9, mientras que para arvejas pequeñas la mejor fue 0-9-9. (Hester et al., 1990) obtuvieron resultados únicamente con nitrógeno y potasio, no obstante sugieren que se use formula completa en la proporción 1-1-1. (Murphy y Terman, 1985) concluyen que la aplicación de nitrógeno debe hacerse cuando se desea retardar la maduración.

También recomiendan fósforo y potasio, cuando el suelo es deficiente en esos elementos, el fosforo es necesario para logran una buena cocción y la presencia de una buena dosis de potasio. (Reynolds 1970).

2.5.11.4. Siembra.

El cultivo de la arveja puede disponerse en surcos o en cuadros, este último sistema es más efectivo en las variedades de enrame, generalmente tirabeques, ya que facilita la labor de tutorado de las parcelas. La siembra es directa, a una profundidad de 4- 5 cm. Y puede realizarse de forma manual o mecanizada, en ambos casos se realiza a chorrillo y con

densidad de 100 – 120 Kg/Ha, según el grosor de las semillas, ya que cuando se trata de semillas pequeñas hay que reducir la cantidad.(INIAF, 2011).

2.5.11.5. Densidad de siembra.

Lo común son las densidades más bajas de 400.000 – 700.000 plantas por hectárea que están condicionadas por la variedad y por el poder germinativo con la cantidad de semilla que varía entre 60- 200 kg/Ha (INIAF, 2011).

2.5.11.6. Marco de plantación.

- Distancia de surco/surco: 0,5 m.
- 20 plantas por metro lineal

(INIAF, 2011)

2.5.11.7. Cosecha.

La cosecha en Bolivia se realiza de manera manual en algunas regiones en forma semimecanizada.

Arrancado: Se realiza cuando la planta haya completado la madurez fisiológica, para uniformizar dicha madurez se procede a la aplicación de in defoliante.

Desgranado: Algunos agricultores del valle Central de Tarija realizan esta actividad mediante el uso de una trilladora estacionaria. Sin embargo la mayoría de los agricultores usan el sistema tradicional del aporreado cuando la planta ha llegado a su madurez fisiológica y luego al respectivo ventoleado para separar las impurezas del grano. (IRAHOLA 2008).

Proceso de recolección de la semilla: Para caso de producción de semilla certificada se requiere la selección del grano a través del clíper según normas. El registro de lotes semilleros e inspecciones por técnicos, la siembra tiene se debe realizar con la participación de agricultores entrenados hacia la obtención de semilla de buena calidad. (INIAF 2011).

2.5.12. Principales plagas y enfermedades

Las enfermedades más importantes en el cultivo de arveja son causadas por hongos, virus y bacterias. La incidencia de cada uno de ellas depende de diversos factores bióticos y abióticos.

- **Rhizoctonia spp**
- **Oídio de la arveja (Erysiphe poligoni D.C.)**
- **Antracnosis (Ascochyta pisi Lib)**
- **Polillas (Laspeyresia nigricana)**
- **Pulgonverde (Acyrtosiphon pisum Harris)**
- **Trips (Kakothrips robustus Uzel).**

En Bolivia especialmente en zonas de valles se han reportado como 5 especies de insectos que atacan al cultivo de arveja pero no todos llegan a causar daño de importancia económica.

El uso de insecticidas es posiblemente la medida más efectiva para el control de los mismos, pero solo se justifican en casos de alta infección y en épocas críticas de control.(INIAF, 2011).

2.5.13. Época de siembra en Tarija.

En los valles de Tarija se obtienen dos cosechas por año una realizada en enero y febrero y otra que se siembra en la época denominada miska que se siembra entre julio y agosto.

La época de siembra de un lugar a otro, de acuerdo con las características climáticas de cada región como ser: la temperatura, la humedad del suelo, la temporada de lluvias y la variedad de la semilla.(INIAF, 2011).

2.5.14. Variedades.

Características de variedades de arveja más comercializadas en Tarija-Bolivia

<i>Variedad</i>	<i>Ciclo(días)</i>	<i>Vainas planta</i>	<i>Rto.(kg/ha)</i>		<i>Características del grano</i>
			<i>Verde</i>	<i>Seco</i>	
<i>Cuarentona</i>	<i>86</i>	<i>13</i>	<i>6850</i>	<i>1370</i>	<i>Verde-rugoso</i>
<i>SB-2</i>	<i>95</i>	<i>17</i>	<i>8350</i>	<i>1950</i>	<i>Verde-liso</i>
<i>Blanca-C-94</i>	<i>90</i>	<i>18</i>	<i>8580</i>	<i>2030</i>	<i>Blanco-liso</i>
<i>Arvejón-Yesera</i>	<i>105</i>	<i>19</i>	<i>9540</i>	<i>2300</i>	<i>Amarillo-liso</i>
<i>Criolla</i>	<i>110</i>	<i>12</i>	<i>4500</i>	<i>1020</i>	<i>Blanco-liso</i>

Fuente: Programa nacional de leguminosas de grano IBTA (1994) Tarija-Bolivia

Para la correcta clasificación de variedades de arveja, debe tomarse en cuenta diferentes características, a saber: la precocidad (tempranos, medios y tardíos). La forma de la semilla en la madurez (lizados o arrugados), el color de la semilla en la madurez (verde, amarillo o blanco), el tamaño de la planta (bajo o enano cuando su altura es menor de 0,4 metros; semi-trepador entre 0,8-1.0 metros; trepador o enrame cuando es de 1,5-2.0 metros) y la utilización de la producción (vainas y semillas para consumo directo, o para industria conservera y de congelación). (IBTA1994).

CAPÍTULO III

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.2. Localización.

Yesera Centro se encuentra ubicada dentro de la cuenca de Santa Ana, al norte de la provincia cercado a 35 Km. De la ciudad de Tarija hacia el sur, sobre la carretera que une el cruce de Santa Ana con el río Pilaya. Corresponde a subalcaldía de Santa Ana en el cantón de Yesera; limita al este con la comunidad de Chiguaypolla, con la ciudad de Tarija al sur al oeste con la comunidad de Sella, al norte con Yesera San Sebastián.

Geográficamente se encuentra en

Latitud sur 21° 28' 02"

Latitud oeste 64°33'30"

A una altitud de 2.092 m.s.n.m.

3.1.3. Aspectos climatológicos.

Con la finalidad de describir las características climáticas del lugar, se utilizara la información meteorológica registrada por el SENAMHI.

Los datos de temperatura muestran la presencia de heladas en los meses de abril a septiembre, la temperatura media anual es de 14.8°C, la precipitación media es de 668,5mm. Y se presentan lluvias normalmente a partir de diciembre pudiendo retrasarse hasta enero. Además los campesinos aseguran la presencia de periodos secos en los meses de junio a septiembre.

Los vientos predominantes son de dirección este, moderadamente fuertes en otoño e invierno. (Arias 2009)

3.1.4. Características geográficas.

El área comprende paisajes de colinas formadas por sedimentos cuaternarios arenos limosos, la cobertura vegetal de la cuenca comprende molles, álamos, churquis, chañares, eucaliptos y otras especies típicas de la zona.

Un segundo tipo comprende monte bajo de tipo leñoso y forrajero el cual sirve para el ramoneo del ganado, que se ubica en el área comprendida de pie de monte y un tercero comprendido de especies arbustivas y praderas de pastos que se encuentran en las partes bajas. (Arias 2009).

3.1.5. Vías de acceso a la zona.

La comunidad está ligada con la ciudad de Tarija mediante un carretera troncal asfaltada, Tarija – Yacuiba durante los primeros 18Km, luego desde el puente de Santa Ana se toma un camino vecinal de tierra, transitable todo el año y se encuentra con servicios de transporte que salen todos los días de Tarija.

3.1.6. Educación, salud, servicios básicos y comunicación

Actualmente cuenta con un colegio desde el nivel primario hasta el nivel secundario.

Cuenta también con servicios básicos luz, agua potable y baños con cámaras sépticas.

Para recibir atención médica se cuenta con un centro de salud en la comunidad y cuenta con la atención de un médico residente.

La comunicación vía telefónica es mediante telefonía de ENTEL. Otro medio de comunicación común es la radio Tarija, (Arias 2009).

3.2. Materiales.

3.2.1. Acrilato de potasio (silos de agua)

Se utilizara el acrilato de potasio (silo de agua) en su presentación comercial granulada que es la más apta para fines agrícolas.

3.2.2. Material vegetal.

La variedad de (*Pisum sativum L.*) que se utilizo para el presente ensayo fue:

La variedad arvejón Yesera material procedente de Tarija, multiplicada en la misma zona de Yesera Centro.

3.2.3. Resultados de Análisis en laboratorio.

Para el presente trabajo se realizaron los siguientes análisis del suelo.

- Análisis de suelo.
- Análisis de densidad aparente
- Análisis de textura
- Análisis de estructura
- Análisis de M.O.

3.2.4. Herramientas.

Fueron necesarias las siguientes herramientas.

- Azadones
- Azada
- Rastrillo
- Palas
- Balanzas
- Zarandas

3.2.5. Otros.

- Como materiales de apoyo fueron necesarios
- Wincha de 50m.
- Estacas
- Regla graduada
- Cilindros
- Bolsas de polietileno
- Marcadores
- Calculadora
- Balde de 10 litros
- Botella plástica de 2 litros
- Crono
- Cronómetro
- Manga de plástico
- Tubería PVC (0.4 m.)

3.3. METODOLOGÍA

Para realizar el presente trabajo fue necesario tener una guía que nos indique el camino correcto; para ello recurrimos al método científico, este se caracteriza por ser una cadena de acciones ordenadas que se sigue para hallar y enseñar lo que se denomina “la verdad. Se basa en un marco conceptual determinado que nos permite avanzar desde lo conocido a lo desconocido” (Pardinas 1985).

Además se utilizó el método estadístico para ordenar y presentar la información de tablas, permitiendo también una visión mejor general del tema dando racionalidad del mismo.

Esta metodología se divide en tres etapas que hacen el presente trabajo de investigación.

3.3.1. ETAPA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

Esta es la primera etapa del trabajo de investigación, en la cual se procedió a la investigación sobre el tema de estudio, tanto en la institución del INIAF – TARIJA, en bibliografía, revistas científicas publicadas en internet, páginas web, y conversaciones con profesionales que trataron con el tema.

3.3.2. ETAPA DE CAMPO

En esta etapa se realizó todo el trabajo de campo en las cuales están las labores culturales para la implementación del cultivo.

- Diseño experimental

El diseño experimental en el presente trabajo fue con dos tratamientos y tres repeticiones (incluido el testigo), haciendo un total de 6 unidades experimentales con 15 m² cada unidad y 15 x 6 = 90 m² de área neta.

3.3.2.1. Descripción de tratamientos

Los tratamientos aplicados fueron:

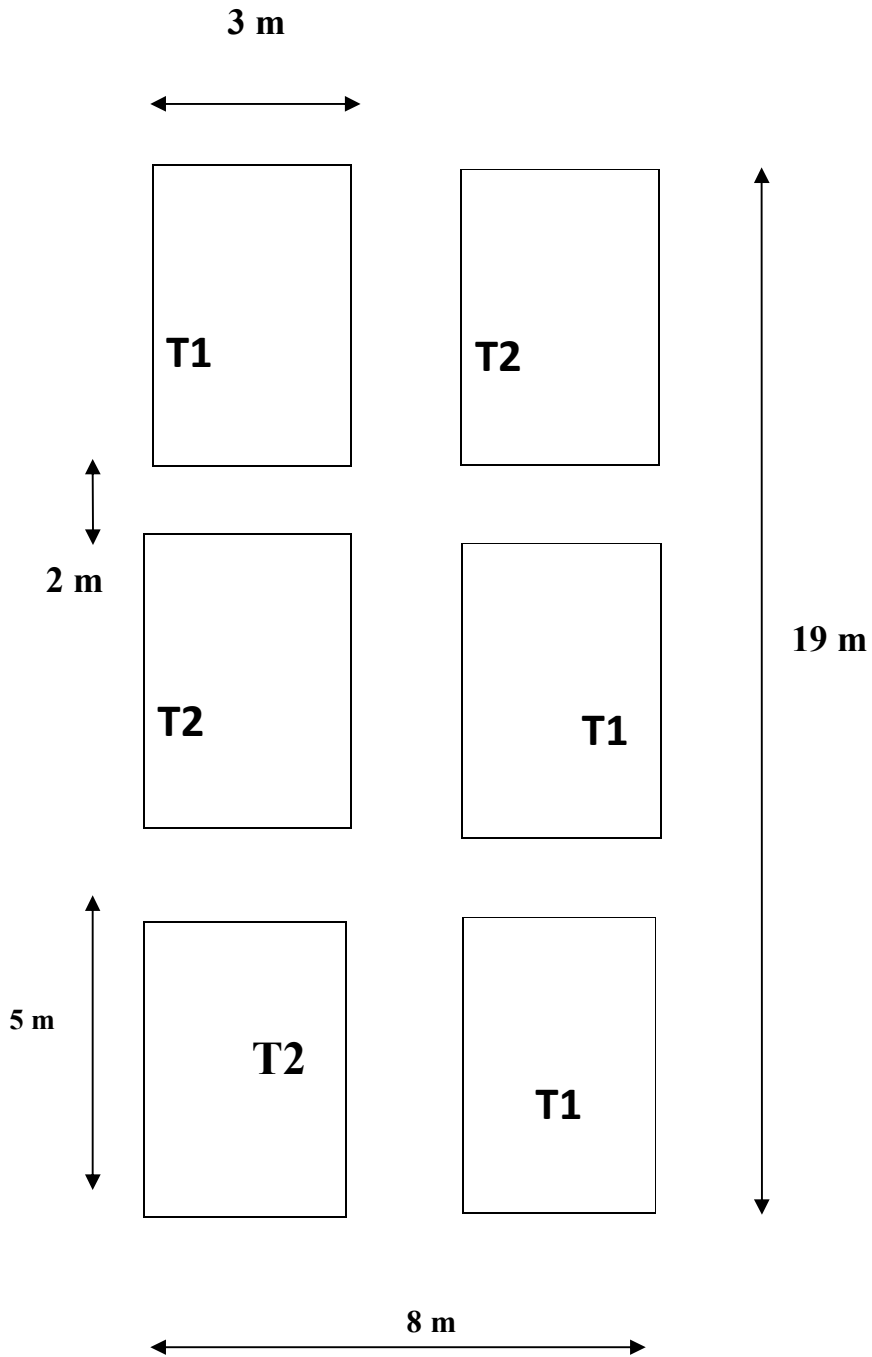
T1: Parcela de arveja a la que se aplicó riego tradicional

T2: Parcela a la que se aplicó Acrilato de potasio (silos de agua)

3.3.2.2. Características del diseño experimental

- Largo de la unidad experimental: 5 m
- Ancho de la unidad experimental: 3 m
- Distancia entre bloques: 2 m
- Distancia entre los tratamientos: 2 m
- Área neta por unidad experimental: 15 m²
- Área total del experimento: 768 m²

DISEÑO DE CAMPO



3.3.2.3. Preparación del terreno.

Comprendió las labores de riego pre-roturación, arada rastreada y nivelado del terreno con tracción animal y manual.

En esta etapa se tomó en cuenta los resultados de los análisis físicos químicos del suelo, para poder determinar las características del suelo en el que se realizó el presente ensayo con la aplicación del Acrilato de Potasio (silos de agua), para así poder determinar los resultados en el cultivo con la incorporación del acrilato de potasio.

3.3.2.4. Siembra e incorporación de acrilato de potasio (silos de agua)

La siembra se efectuó de forma manual a choro continuo la misma que se llevó a cabo en fecha 24 de agosto del 2012. Se procedió con la medición y estaqueado de las parcelas de ensayo, utilizando una yunta para la apertura de los surcos. Luego se procedió a distribuir el acrilato de potasio de manera uniforme sobre los surcos, se incorporó 5 gramos de Acrilato de Potasio por surco haciendo un total de 17 kg. De producto aplicado por hectárea según especificaciones del mismo., seguidamente de manera manual se distribuyó las semillas a una profundidad de 8 a 10 cm, asegurando que el sistema radicular de la nueva planta pueda absorber el agua que el silo de agua almacenaría luego de la aplicación de los riegos.

3.3.2.5. Fertilización.

Se utilizó el fertilizante triple 15 (15-15-15), al momento de la siembra a razón de 50 Kg/ha. Para brindar al cultivo una razón de nutrientes que pueda aprovechar además del ya existente en el suelo.

3.3.2.6. Aplicación de riegos.

En el presente trabajo se observó el aprovechamiento del agua por el cultivo bajo los dos tipos de riego, el ensayo se realizó en una zona que cuenta con riego para de esa manera poder determinar el volumen de agua aplicada a cada parcela.

- a) **Riego tradicional:** Se aplicó un riego de pre siembra y los demás de acuerdo a las necesidades del cultivo y turno de riego con el que se maneja en la comunidad.
- b) **Riego en la parcela con Acrilato de Potasio (*silos de agua*):** Se aplicó un riego de pre siembra, en los posterior los riegos efectuados fueron un riego a toda la superficie del ensayo, ya en el segundo riego se fue intercalando la frecuencia de riego restando un turno de riego a la parcela a la que se aplicó el Acrilato de Potasio (*silos de agua*).

3.3.2.6.2. Estimaciones para la medición del caudal de agua aplicado al cultivo

Existen diversas maneras de medir la cantidad de agua en canales o arroyos, para el presente trabajo se utilizó el método del flotador para determinar el caudal en la sección del canal principal, y para determinar el caudal en el canal de riego que ya ingresa a la parcela se utilizó el método del cubo utilizando una sección de tubería PVC y una manga de plástico con la ayuda de un balde de 10 litros.

3.3.2.6.3. Método del flotador

Con el presente método se midió el caudal del canal principal que abasteció de agua a las parcelas. El canal principal era un canal revestido de una dimensión de 0.40 m de ancho y un alto de 0.5 m. en una sección de 10m metros se aplicó este sistema de medición para poder tener el caudal que distribuía el mismo. Para contar con un buen flotador se utilizó un trozo de madera de unos 30 cm de longitud y 5 cm de anchura, esto para que el flotador tenga la suficiente masa y peso para poder brindar datos más precisos es decir que este no sea muy liviano ni tampoco muy pesado alterando así

los resultados del ensayo. Se lo empleo este flotador en una sección de 10 m. del canal. Marcados con una línea inicial y otro punto final ya en el extremo de los 10 m.

3.3.2.6.4. Determinación de la velocidad media del agua

Para poder determinar la velocidad media del caudal en la sección se utilizo la siguiente fórmula para así obtener la velocidad estimada en el canal.

$$V = \frac{d}{t}$$

Velocidad= distancia / tiempo

$$d = m$$

$$t = s$$

$$V = m/s * 0,85 \text{ (factor de corrección).}$$

$$V = m/s \text{ velocidad media del agua.}$$

Se procedió a colocar el flotador en el centro del arroyo, a unos pocos metros aguas arriba de la línea inicial y se lo soltó de manera que la corriente de agua lo condujera hasta alcanzar el punto final con la ayuda de un cronómetro se tomo el tiempo en segundos, de recorrido desde el punto inicial hasta el punto final de los 10 m.

De la sección del canal el cual recorrió el flotador. Se repitió tres veces esta operación de modo de contar con un promedio de tiempo de recorrido así poder obtener este dato y poder realizar los cálculos para obtener el caudal que conducía el canal de riego. Seguidamente se calculo la velocidad de la superficie del agua (en m/s) dividiendo la distancia desde el punto inicial a punto final de la sección de 10 metros, por el tiempo medio (en segundos) y seguidamente se multiplico este resultado por 0,85 (un coeficiente de corrección) para estimar la velocidad media del agua.

3.3.2.6.5. Cálculo del caudal de agua estimado en el canal.

$$Q = V * h * b$$

Q = caudal en el canal.

V = velocidad media del agua

h = altura del agua en el canal

b = ancho del canal.

$$Q = m/s * m * m$$

$$Q = m^3/s$$

Para calcular el caudal de agua en (m³) se multiplica la velocidad media del agua en (m/s) por el ancho (m) y por la altura del agua en el en (m).

Se toma en cuenta que 1 m³ = 1 000 L, de modo que se multiplica por esta cifra el resultado. Para convertir las medidas del caudal de agua de m³ a litros por segundo (l/s).

Conversión de m³ a litros/segundo

$$1m^3 = 1000 l.$$

$$Q = m^3/s * 1000$$

$$Q = l/s$$

3.3.2.6.6. Método del cubo.

Es un método sencillo para medir caudales muy pequeños de menos de 10 l/s con gran precisión. Una vez instalada el aforador se utilizó una sección de tubería PVC para poder utilizar este como grifo de salida hacia un cubo o balde en el cual se

realizo la medición del tiempo en el cual llego a llenarse el balde de 10 litros, seguidamente se realizo la relación de tiempo y volumen para poder hallar el caudal. Estos datos obtenidos en l/s.

$$Q = \frac{v}{t}$$

$v = \text{volumen de agua (l)}$

$t = \text{tiempo de llenado del balde (m)}$

Los datos obtenidos fueron transformados de manera que se obtenga datos en m³ de agua aplicada en cada riego del cultivo.

3.3.2.7. Raleo.

Con la finalidad de tener una densidad poblacional uniforme se realizó el raleo de las hiervas que compiten por nutrientes y agua de las plantas, esta labor cultural se llevó a cabo en fecha 16 de septiembre, cuando las plantas tenían entre 10 y 15 cm de altura.

3.3.2.8. Aporque.

Esta labor cultural se realizó en fecha 28 de septiembre cuando las plantas tenían una altura de 20 – 25 cm de altura, a los 30 – 33 días después de la siembra.

3.3.2.9. Deshierbe.

El deshierbe se realizó de manera manual en cada unidad experimental, con limpieza de las calles.

3.3.2.10. Control fitosanitario.

Se realizara aplicaciones de manera preventiva a los primeros signos de alguna enfermedad (fungosa) o algún ataque o presencia de plagas, utilizando para ello, productos comerciales presentes en el mercado de Tarija.

3.3.2.11. Cosecha.

La cosecha se realizó en dos etapas la primera cosecha se realizó de la parcela en la que se incorporó el Acrilato de Potasio en fecha 10 de diciembre y la segunda cosecha fue de la parcela que tenía el método tradicional de cultivo y riego, esta fue en fecha 20 de diciembre la misma que se realizó de forma manual, evaluándose los surcos centrales y descartando los laterales para evitar los efectos de bordura.

3.3.2.12. Medición de variables respuestas.

- Volumen de agua aplicado a las parcelas con acrilato de potasio (silos de agua) y a las con riego tradicional.
- % de humedad del suelo en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo a través del método del cilindro.
- Altura de la planta
- Días a floración
- Número de vainas por planta
- Rendimiento en Ton/Ha de cada bloque
- Análisis económico del ahorro de agua, la producción obtenida y el costo del acrilato de potasio (*silos de agua*).

3.3.3. ETAPA DE GABINETE

- Tabulación de datos
- Interpretación de resultados
- Gráficas

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Después de haber realizado el trabajo de campo a continuación se muestra los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

4.1. Número de riegos aplicados a las parcelas con los dos diferentes tratamientos

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de la cantidad de riegos aplicados al cultivo y el volumen de agua aplicada tanto en las parcelas con Acrilato de Potasio (silos de agua) y las parcelas con una frecuencia tradicional de riego.

CUADRO 9

Nº de riegos aplicados a las parcelas del ensayo	FECHA DE RIEGO	(T1) parcelas sin acrilato de potasio (silos de agua)	(T2) parcelas con acrilato de potasio (silos de agua)
RIEGO INICIAL APLICADO DOS SEMANAS ANTES DE LA SIEMBRA PARA PODER CONTAR CON UN SUELO HÚMEDO PARA LA NACENCIA DE LAS SEMILLAS.			
1 Riego aplicado	8 de septiembre del (22 días después de la siembra)	447890 lts/ha	416526 lts/ha
2 Riego aplicado	24 de septiembre (38 días después de la siembra)	490130 lts/ha	-----
3 Riego aplicado	2 de octubre (46 días después de la siembra)	367546 lts/ha	304880 lts/ha
4 Riego aplicado	11 de octubre (55 días después de la siembra)	380867 lts/ha	-----
5 Riego	20 de octubre (64 días después de la		

aplicado	siembra)	348053 lts/ha	293547 lts/ha
6Riego aplicado	1 de noviembre (75 días después de la siembra)	473256 lts/ha	433212 lts/ha
7Riego aplicado	6 de noviembre (84 días después de la siembra)	346787 lts/ha	-----
Total de agua aplicada en el riego (todo el periodo del cultivo)	lts/ha	2853892 lts/ha	1448178 lts/ha
	m3/ha	2854 m3/ha	1448 m3/ha
Volumen de agua ahorrada			1406 m3/ha

El cuadro anterior muestra la cantidad de riegos se aplicó durante todo el ciclo fenológico del cultivo, (T1) tuvo 7 riegos a diferencia que (T2) solamente se aplicó 4 riegos.

El caudal en el canal principal de riego fue de 51,264 l/s realizando realizado de este una derivación para realizar el riego de las parcelas.

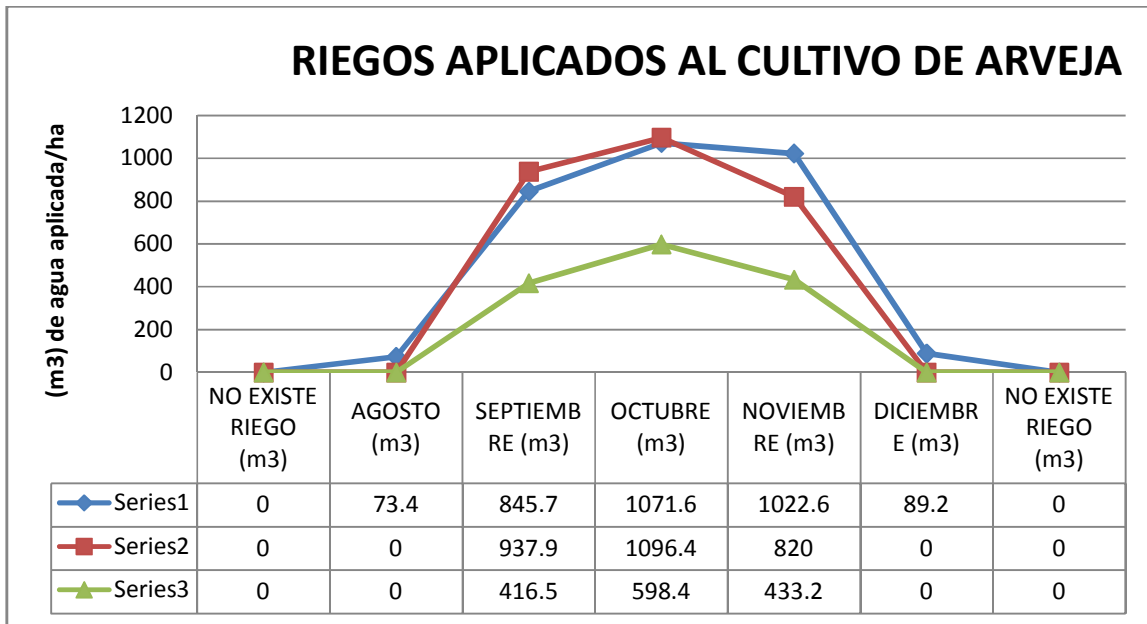
La interpretación del cuadro anterior indica se tuvo un total de agua aplicada en las parcelas de riego (T1) de 2854 m3/ha distribuida en 7 riegos a lo largo del ciclo del cultivo, mientras tanto la parcelas en las cuales se incorporo el Acrilato de Potasio (silos de agua) (T2) se aplicó un volumen de agua de riego de 1448 m3/ha distribuida en 4 riegos a lo largo del ciclo fenológico del cultivo.

Teniendo además un volumen de agua ahorrada de 1406 m3/ha, en (T2) mostrando de esta manera la diferencia existente en la distribución de la frecuencia de riego entre ambos tratamientos.

4.2. Comparación de requerimiento optimo del cultivo vs riegos aplicados y el Acrilato de Potasio.

La siguiente grafica muestra la curva formada por el volumen de agua necesaria para el cultivo de la arveja con relación al volumen de agua aplicado en el ensayo y en relación al volumen de agua aplicado en las parcelas con Acrilato de Potasio (silos de agua)

GRAFIA 3



- **Volumen total de agua óptima: 3103.5 m3**
- **Volumen total de agua aplicada sin silo: 2854.3 m3**
- **Volumen total de agua aplicada con silo: 1448.1 m3**

El cuadro anterior muestra la diferencia y la curva que se forma con los riegos y volúmenes de agua de riego aplicado en el presente ensayo, y la diferencia que existente entre el requerimiento optimo de agua de riego optimo del cultivo con relación al riego aplicado a las parcelas del presente ensayo (T1) y (T2) con una frecuencia de riego tradicional de riego y el uso del acrilato de Potasio (silos de agua)

4.3. HUMEDAD DEL SUELO (%)

Se realizo la toma de muestras del suelo para determinar la humedad de este, en tres intervalos de tiempo durante el desarrollo del cultivo esto para poder analizar el % de humedad que el suelo presentaba en los dos tratamientos tanto en (T1) y (T2) los resultados se muestran a continuación:

TRATAMIENTOS	EN LA SIEMBRA	A 30 DIAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	ANTES DE LA COSECHA
(T1) SIN SILO	36 %	26.07 %	30,12 %
(T2) CON SILO	36 %	32,54 %	40,7 %

Los valores de porcentajes de humedad del suelo en las dos parcelas al momento de la siembra no presentan diferencia siendo estas iguales, una vez incorporado el Acrilato de Potasio en el suelo y aplicados los riegos de establecimiento del cultivo a los 40 días midió el porcentaje de humedad del suelo siendo la humedad de las parcelas con Acrilato de potasio (T2) de; 36 % ,26.07, % y 30,12 %, y de (T1) 36 %, 32,54 %, 40,7 % tendiendo estas a disminuir a diferencia de (T2) que tiende a mantenerse.

Los datos de humedad antes de la cosecha muestran que el Acrilato de Potasio retuvo el agua aplicada en los riegos teniendo de esta manera un porcentaje de humedad más alto en las parcelas con Acrilato de Potasio (silos de agua).

4.4. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El siguiente cuadro muestra la diferencia de costos después del análisis de frecuencia de riego y el volumen de agua ahorrado más la incorporación del Acrilato de Potasio comparado con una parcela con una frecuencia de riego tradicional.

CUADRO 10

	<i>Parcelas CON Acrilato de Potasio (silos de agua)</i>	<i>Parcelas SIN Acrilato de Potasio (silos de agua)</i>
Costo del silo de agua (17 kg/ha) costo depreciativo a 7 años	750.15 Bs/año	
Costo implementación de una (ha) del cultivo de arveja	5958.4 Bs.	5958.4 Bs.
Total costo de producción arveja / ha	6708.55 Bs.	5958.4 Bs.
Rendimiento de arveja (Kg/ha)	5610 Kg.	4233 Kg.
Volumen de agua ahorrado(m3) en las parcelas con la incorporación de Acrilato de Potasio(silos de agua)	1406 m3/ha	-----
Número de jornales de riego ahorrados	3	-----
INGRESO TOTAL POR PRODUCCIÓN DE ARVEJA (ha)	44880 Bs.	33864 Bs.
Costo/beneficio producción cultivo arveja	6.68	5.47
BENEFICIO NETO	39628,95 Bs.	33864 Bs.
Diferencia ingresos	5764.95 Bs.	

Se puede observar en el cuadro anterior que son más las ventajas de poder incorporar el Acrilato de Potasio en el surco al momento de la siembra, teniendo un rendimiento mayor

de las parcelas con el producto temiendo una diferencia de 1377 Kg/ha. Entre las parcelas (T1) y (T2), es también notoria la diferencia en el rendimiento del cultivo en el volumen de agua ahorrada haciendo una diferencia de 1406 m³/hade agua ahorrada en todo el periodo fenológico del cultivo en los 7 riegos aplicados a (T1) y los 4 riegos aplicados a (T2), además del total de los ingresos es rentable para la producción de hortalizas tomando en cuenta que se tiene una utilidad de 39628,95 Bs. En (T2) comparado con una utilidad de 33864 Bs. De (T1) teniendo una diferencia en ingresos de 5764.95 Bs. Además de una tasa interna de retorno en (T1) de 5.47 Bs. Y de 6.68 Bs. (T2), haciendo a T2 más rentable en su aplicación.

4.5. DÍAS DE FLORACIÓN

Dada la importancia de del los días de floración del cultivo porque esta etapa fenológica del cultivo muestra el momento que las plantas de arveja pasan a la etapa de producción se tomo esta etapa en cuanta los resultados que se obtuvieron son los siguientes.

CUADRO 11 (Días de floración)

	REPETICIONES				
TRATAMIENTOS	I	II	II	TOTAL	MEDIA
T1	73	75	73	221	73
T2	68	65	65	198	65
TOTAL	141	140	138	419	
MEDIA	70,5	70	69		

(T 1) = Parcela con riego tradicional

(T 2) = Parcela con Acrilato de Potasio (silos de agua)

En el cuadro anterior se puede observar los resultados de los días de floración, se ve que el (T2) mostro una floración más temprana que las plantas de la parcelas del (T1), esto debido a que el producto usado retiene por mayor tiempo la humedad en el suelo brindada por el agua de riego (o lluvia) teniendo el suelo de esta manera mayor humedad disponible para el cultivo.

4.6. ALTURA DE PLANTAS

Siendo el desarrollo vegetativo un factor importante en el cultivo se tomo en cuenta esta variable por ser además está un indicador del desarrollo y aprovechamiento del mismo. Los datos que se obtuvieron son los siguientes:

CUADRO 12 (Altura de plantas en cm.)

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
TI SIN SILO	99,5	101,4	98,4	299,3	99,5
T2 CON SILO	105,7	110,3	103,7	319,7	105,7
TOTAL BLOQUE	205,2	211,7	202,1	619	
MEDIA	102,6	105,85	101,05		

T 1 = Parcela con riego tradicional

T 2 = Parcela con Acrilato de Potasio (silos de agua)

El cuadro anterior de altura de plantas presenta que existe una diferencia en el desarrollo vegetativo del cultivo entre los dos tratamientos utilizados en el presente ensayo (T1), (T2) se observa un promedio de 99,5 cm en (T1) y de 105,7cm en (T2) por lo cual debe llevarse los resultados al cuadro de análisis de varianza para determinar el grado de diferencias de los resultados entre las dos parcelas.

GRÁFICO 4 Altura de plantas en (cm.)



El sistema de riego tradicional presento plantas con menor desarrollo vegetativo teniendo (T1) una altura promedio de 99,5 cm. Frente a (T2) con una altura promedio de 105.7 cm. Esto debido a la mayor presencia de humedad en el suelo disponible para el cultivo en el monto que este lo requiera. A pesar que (T2) tuvo menor frecuencia de riego.

4.7. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

El número de vainas por planta es un indicador dentro los cálculos de producción ya que este dato refleja cómo se comportara el rendimiento del mismo por tal razón se realizo los muestreos respectivos obteniendo los siguientes datos:

CUADRO 13 (Número de vainas por planta)

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	14,5	13,7	14,1	42,3	14,1
T2	16,7	15,4	16,9	49	16,7
TOTAL	31,2	29,1	31	91,3	
MEDIA	15,6	14,55	15,5		

T 1 = Parcela con riego tradicional

T 2 = Parcela con Acrilato de Potasio (silos de agua)

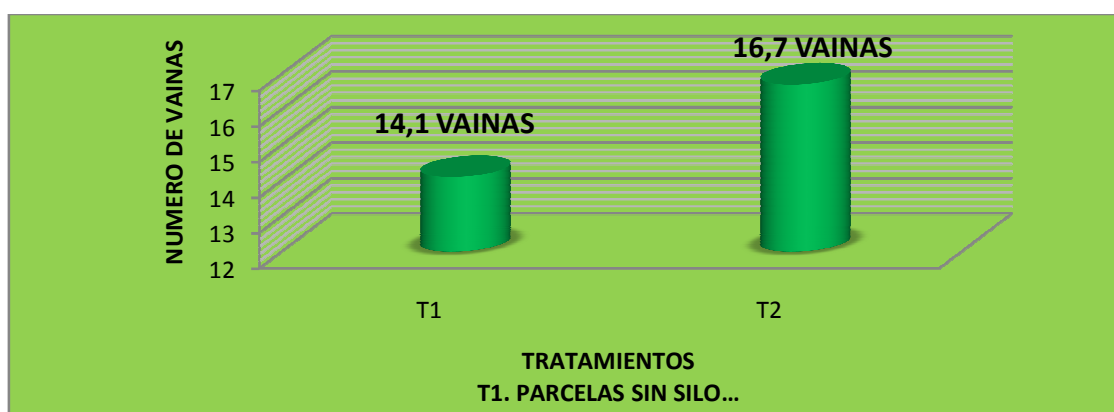
El cuadro anterior de número de vainas por planta refleja el comportamiento de las parcelas experimentales teniendo una media de N° de vainas en (T1) de 14,1 y en (T2) de 16,7 mostrando una diferencia en la cantidad de vainas que cada planta desarrollo estos datos son llevados al cuadro ANOVA para determinar si existen diferencias.

CUADRO ANOVA (Número de vainas por planta)

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	5	9,128				
BLOQUES	2	1,343	0,672	4,421N/S	19.0	99.0
TRATAMIENTOS	1	7,481	7,481	49,217 *	18.5	98.5
ERROR	2	0,304				

El cuadro ANOVA nos refleja que entre bloques de (T1) y (T2) no existen diferencias, pero en los tratamientos si existe diferencia significativa esto puede ser explicado por el contenido de humedad en el suelo en las parcelas de (T2) a consecuencia de la aplicación del Acrilato de potasio. DUNCAN mostro que el mejor tratamiento fue (T2) con 16,7 vainas por planta.

GRÁFICA 5 (Número de vainas por planta)



En la gráfica anterior se puede observar que el desarrollo de número de vainas por planta en el (T1) es menor al de (T2) teniendo (T1) un promedio de 14.1 vainas/planta frente a 16,7

vainas/planta de (T2), esta situación refleja un mayor desarrollo vegetativo en (T2) con un rendimiento más alto en relación al método tradicional de riego y cultivo. El cultivo de la arveja requiere mayor cantidad de agua en la etapa de floración y en el llenado de vainas.

4.8. RENDIMIENTO DE ARVEJA EN VERDE

El rendimiento del cultivo el factor que marcada la rentabilidad del mismo por ser este el dato final en el siglo fenológico del cultivo de la arveja una vez obtenidos los datos de la cosecha en verde se obtuvieron los siguientes datos.

CUADRO 14 (Rendimiento de arveja en verde en kg.)

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	6,5	6,1	6,3	18,9	6,3
T2	7,9	8,5	8,7	25,1	8,5
TOTAL	14,4	14,6	15	44	
MEDIA	7,2	7,3	7,5		

T 1 = Parcela con riego tradicional

T 2 = Parcela con Acrilato de Potasio (silos de agua)

El rendimiento en Kg. Presento a (T1) con 6.3 Kg en la unidad experimental siendo el menor rendimiento, frente a 8,5 kg como promedio en las parcelas a las cuales se les aplico en Acrilato de Potasio, seguidamente estos datos son llevados al cuadro ANOVA para ver las diferencias que se presentan.

CUADRO ANOVA (Rendimiento de arveja en verde)

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	5	6,833				
BLOQUES	2	0,093	0,047	0,278 N/S	19	99
TRATAMIENTOS	1	6,406	6,046	38,359 * N/S	18,5	98,5
ERROR	2	0,334	0,167			

En el rendimiento del presente ensayo se vio que las parcelas en las que al momento de la siembra se les aplico el Acrilato de Potasio (silos de agua) presentaron un rendimiento mayor con relación al sistema tradicional de riego, teniendo (T1) un promedio de 6.3 Kg. Y (T2) 8.5 Kg. Llevando estos datos al cuadro de análisis de varianza, nos muestra que entre bloques no existen diferencias no así entre tratamientos en los cuales existen diferencias significativas, DUNCAN mostro que el mejor tratamiento fue (T2) por tener un mayor rendimiento.8.5 Kg

GRÁFICO 6(Rendimiento de arveja en verde en Kg)



En la gráfica de rendimiento de arveja/ha se muestra que (T1) 6.3 kg/parcela, obtuvo un rendimiento menor a (T2) 8.5 kg/parcela, esto refleja lo mostrado en el cuadro de análisis de varianza, en el cual existe diferencia significativa entre los tratamientos pero no así en los bloques en los cuales no se presenta diferencias.

4.8. RENDIMIENTO DE ARVEJA (Ton/ha)

El rendimiento de (Ton/ha) refleja el rendimiento del cultivo ya en datos que podría usarse en estudios posteriores en el análisis macro de estimaciones de rendimientos departamentales o nacionales por cual se realizo el cálculo de este rendimiento.

CUADRO 15 (Rendimiento de arveja en Ton/ha)

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	4,4	4,1	4,2	12,7	4,2
T2	5,3	5,7	5,8	16,8	5,7
TOTAL	9,7	9,8	10	29,5	
MEDIA	4,85	4,9	5		

T 1 = Parcela con riego tradicional

T 2 = Parcela con Acrilato de Potasio (silos de agua)

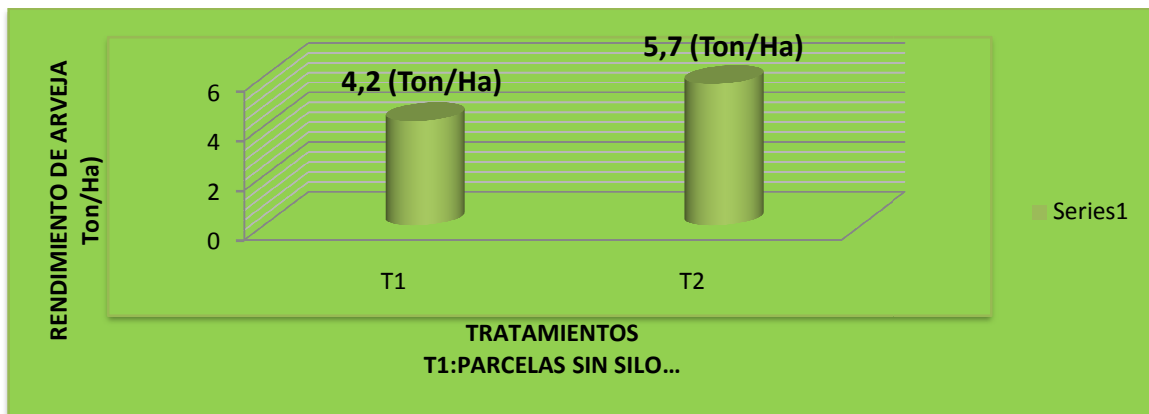
El rendimiento comparado entre ambos tratamientos muestra un resultado inicial de (T1) 4.2 (Ton/ha) y de (T2) 5.7 (Ton/ha) que refleja una diferencia en el comportamiento en cuanto al rendimiento se refiere, esto muestra que los comportamientos entre ambas parcelas no son iguales siendo necesario para establecer diferencias llevarlo al cuadro de análisis de variancia.

CUADRO ANOVA (Rendimiento de arveja en Ton/ha)

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.	
					5%	1%
TOTAL	5	2,988				
BLOQUES	2	0,023	0,0115	0,1394 N/S	19	99
TRATAMIENTOS	1	2,8	2,8	33,939 *N/S	18,5	98,5
ERROR	2	0,165	0,0825			

El rendimiento del cultivo en el (T1) fue de 4233 Kg/ha y en (T2) fue 5610 Kg./ha, realizando el cuadro de ANOVA nos muestra que en los bloques de cada tratamiento independientemente no existe diferencias significativa, no así en los tratamientos en los que existe diferencia significativa, realizando la prueba de DUNCAN mostro que el mejor tratamiento fue (T2) por haber presentado un mejor rendimiento en (Kg/Ha) 5610 Kg./ha esto debido a la mayor humedad disponible en el suelo para el cultivo.

GRÁFICA 7 (Rendimiento de arveja Ton/ha)



La grafica de rendimiento muestra la diferencia que existe entre ensayos tratamientos esto debido a que el cultivo de la arveja requiero un mayor porcentaje de humedad en la floración y el llenado del grano, a pesar que (T2) tuvo menos frecuencia de riegos a relación de (T1) esto puede explicarse a que el cultivo de la arveja no requiere altos porcentajes de humedad pero si una constante fuente de agua para el buen desarrollo del cultivo

CUADRO 16

RESUMEN DE COMPORTAMIENTO DE LA ARVEJA

TRATAMIENTOS	DIAS DE FLORACION	ALTURA DE PLANTAS	N° DE VAINAS POR PLANTA	RENDIMIENTO EN VERDE (Kg/ha)
(T1)	73	99,5	14,1	4233
(T2)	65	105,7	16,7	5610

Las plantas de (T2) tuvieron un floración más temprana que (T1) y alcanzaron una mayor altura 105,7 (cm) con relación a (T1) que alcanzó 99,5 (cm) a las ves que (T1) presento menor número de vainas por planta 14,1, a comparación de (T2) con 16,7 vainas por planta, el rendimiento en (T2) es mayor que el de (T1) con un rendimiento de 4233 (Kg/Ha) y 5610 (Kg/Ha) respectivamente, en la realización del presente ensayo (T1) fue más tardía a la cosecha (108 días) siendo el (T2) la cosecha a los (103 días).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente ensayo y a los objetivos del mismo se llegó a las siguientes conclusiones.

- El rendimiento mayor se obtuvo en las parcelas que se aplicó el Acrilato de Potasio (T2) con un rendimiento de 8.5 Kg/Parcela y 5610 Kg. /ha, el resultado debido a que el suelo de las parcelas de (T2) contenía mayor humedad y agua disponible cuando el cultivo así lo requería, esto a la acción que realiza el Acrilato de Potasio al retener y maximizar la eficiencia del agua que se aplicó en los riegos en menor frecuencia en (T2) parcelas con Acrilato de Potasio (silo de agua).
- El rendimiento menor que se obtuvo fue el de las parcelas de (T1) con un rendimiento 6.3 Kg/Parcela que hacen 4233 Kg/ha esto debido a que las parcelas de este tratamiento estuvieron a un método tradicional además de contar con las labores culturales que hacen que pueda brotar malezas que compiten por el agua con el cultivo.
- El volumen de agua ahorrado en las parcelas en las que se aplicó el Acrilato de Potasio (T2) fue de 1406 m³/ha en los tres riegos que se cortó a las parcelas en las que se las incorporo el Acrilato de Potasio (silos de agua) que además representa un ahorro en trabajo en la aplicación del riego y un ahorro de agua que puede ser aplicada en el riego de más parcelas y la habilitación de mayor superficie agrícola bajo riego con un mismo volumen de agua.

- El porcentaje de humedad del suelo en las parcelas de (T2) se mantuvo una tendencia a mantener la humedad mientras en las parcelas de (T1) disminuía, esto demuestra que la acción del producto utilizado en el presente ensayo realiza la retención del agua en el suelo brindándola a la planta cuando esta así lo requiera. Teniendo valores de (T1) 36%; T2 36% al momento de la siembra, (T1) 26% ;(T2) 32.54 a 40 días del establecimiento del cultivo y (T1) 30,12% ; (T2) 40.7 % antes de la cosecha.
- En el análisis de costo beneficio se ve que (T2) presenta una utilidad neta de 39628,95 Bs. Frente a (T1) que presenta una utilidad de 33864 Bs. siendo el sistema de riego de (T2) más factible siendo que este se reduce la frecuencia de riego y se reduce el tiempo del ciclo fenológico del cultivo. Teniendo una tasa interna de retorno de (T1) 5.47 Bs y de 6.68 (T2)

RECOMENDACIONES

En la base a la bibliografía consultada y a los resultados obtenidos en el presente trabajo se sugiere las siguientes recomendaciones:

- Realizar otros trabajos de investigación sobre el mismo tema, para poder difundir e implementar este producto para combatir la falta de agua para riego en zonas en las cuales no se cuenta con el agua elemento esencial para la vida y la habilitación de nuevas tierras de cultivo.
- Se recomienda en poder realizar investigaciones en el tiempo de incorporación del Acrilato de Potasio al cultivo ya sea de incorporación directa en el momento de la siembra o incorporarlo en pleno desarrollo del cultivo, además se recomienda poder realizar futuros trabajos de investigación en la forma de aplicación ya sea cuando este en estado seco o ya hidratado.
- Se recomienda poder realizar trabajos de investigación en cultivos frutales ya estos al ser perennes pueden aprovechar mejor las cualidades que presenta el Acrilato de Potasio (silos de agua). Siendo una desventaja para los cultivos hortícolas el que después de la cosecha se debe realizar la preparación del suelo para nuevamente poder realizar la siembra.
- Se recomienda el poder trabajar en un sistema de rotación de cultivos en parcelas en las que se incorporaron el Acrilato de Potasio, métodos de siembra directa y cultivo cero, para así aprovechar las cualidades del producto durante los 7 años de su duración media en el suelo hasta que se degrade en el suelo.