

I. INTRODUCCION

La vid (*Vitis vinífera*), es una de las primeras plantas que cultivó el hombre, motivo por el cual ha jugado un papel trascendental en la economía de las antiguas civilizaciones. Podemos remontar su origen al norte de África y Europa, donde los egipcios, griegos y romanos juntamente con los Fenicios se encargaron de su difusión por el mundo antiguo, gracias al comercio que existía por el mar caspio, negro y el mediterráneo. (Bedri, G. 2013).

La vid es una de las frutas de mayor importancia económica en el mundo, actualmente la mayor superficie cultivada a nivel mundial la posee España con 1.230.000 hectáreas, seguida por Francia con 914.000 hectáreas; la uva no sólo es consumida fresca, sino que también es utilizada como insumo para la elaboración de vinos, aguardientes, piscos, vinagres, pasas, néctares y bebidas azucaradas (Matheus, M. 2004).

Desde 1976 a 1982 se inicia en Bolivia una viticultura más extensiva, particularmente en el Valle Central de Tarija, dónde se introducen nuevas variedades, sistema de manejo vitícola y una modernización parcial de las tecnologías de vinificación. (FAUTAPO, 2009). Tordoya, O. (2008) afirma que Tarija es el departamento más importante en producción y transformación de la uva, toda la superficie se encuentra entre las 2800 hectáreas, y posee la industria enológica más grande del país. Entre las variedades más importantes de uva podemos mencionar: Moscatel de Alejandría, Ribier Cardinal, Italia, Red globe, Pinot, entre otras.

Para Clarke, I. (2008), un factor limitante en la agricultura es la precipitación pluvial, con su escasa y errática distribución; así como su efecto en los embalses de agua con fines de riego que ponen de manifiesto la necesidad de explorar nuevos métodos para incrementar el uso eficiente del agua de riego. Estos métodos, han variado desde prácticas de manejo hasta el uso de la biotecnología e ingeniería genética.

Para Plaza, F. (2006), la capacidad del silo de agua, de absorber agua y proporcionarla lentamente a las raíces de las plantas mejora algunas características del suelo, tales como retención y disponibilidad del agua, aireación y disminución de compactación. Es utilizado en diversos sectores, como la agricultura y la arquitectura paisajista, y sobre todo la conservación de bosques forestales, logrando reducir el consumo de agua hasta en un 50%.

Algunas propiedades de los silos de agua son relacionadas con la capacidad de retención del agua, la dosificación de los nutrientes y el mejoramiento de la actividad biológica, los cuales contribuyen al óptimo desarrollo de las plantas, aún en tiempos de sequía (Martinez, G. *et al.*, 1997).

En varios estudios, los cambios del volumen del medio en presencia de polímeros no han sido reportados, dificultando determinar qué factores contribuyen a alterar la capacidad de retención del agua del medio (Ingram y Yeager, 1987, citados por Wang, Y-T. y Gregg, L. 1990). En tanto que según Orzolek, M. (1993), el incremento en la capacidad de retención del agua de los suelos con la adición de silos de agua depende del tipo de suelo y nivel de la materia orgánica encontrados en el suelo.

De acuerdo a Taylor, R. y Halfacre, R. (1996), las plantas que crecen en medios mejorados con silos de agua incorporados en el suelo, requieren riegos menos frecuentes que las plantas en medios no mejorados. Gehring, J. y Lewis, A. (1990), reportaron reducción de la frecuencia de riego del 20-30% en plantas de ornato mientras que, en un trabajo llevado a cabo en California en 1991-1992, el objetivo de la aplicación fue reducir la aplicación de agua a un 30 ó 50% y reducir la aplicación de fertilizante.

Con el presente trabajo se pretende evaluar el comportamiento de la vid, aplicando silos de agua en el suelo para prolongar la capacidad de retención de humedad del medio, reducir el número de riegos en el cultivo y evaluar el rendimiento de la vid con silos de agua incorporados en el medio.

1.2. Justificación

El presente trabajo de investigación encuentra su justificación en el hecho de que el Departamento de Tarija es el mayor productor de vid del país, además de ser la base económica de numerosas familias que producen uva para consumo directo o para elaboración de vinos y singanis, y es en el susodicho cultivo donde la mayor parte del agua de la región es utilizada, en el cultivo de vid, de ahí la importancia de darle al agua un manejo óptimo. Es por ello que el uso de sistemas innovadores en el manejo del agua es necesario, en el caso del presente trabajo haciendo uso de silos de agua en el cultivo de vid, los cuales están diseñados no sólo para optimizar el uso del agua, fertilizantes y demás productos agregados, sino mejorar la eficiencia de la tierra e incrementar la producción de los cultivos, volviéndose una alternativa para mejorar la eficiencia agrícola mediante sistemas de irrigación.

1.3 Hipótesis

La incorporación de polímeros súper-absorbentes en el suelo, silos de agua en este caso, logran reducir entre un 25-50% la frecuencia de riego en el cultivo de vid, ergo, aumentar la capacidad de retención de agua del suelo y optimizar el manejo del agua y la absorción de nutrientes disponibles en el medio.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el rendimiento del cultivo de vid en las variedades de uva de mesa; Red Globe e Italia, incorporando silos de agua en el suelo, para prolongar la retención de humedad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el tamaño, peso y número de racimos por planta de vid, con silo de agua incorporado en el suelo.

- Evaluar la humedad promedio del suelo a los dos y diez días de riego con silos de agua incorporados y al finalizar el trabajo de campo.
- Estimar el coste de producción de una hectárea de uva con silos de agua incorporados.
- Analizar la relación beneficio/costo de incorporar silos de agua en el cultivo de la vid.

II. MARCO TEORICO.

2.1 Historia y origen del cultivo de la vid.

Se estima que la vid comenzó a cultivarse durante el periodo Neolítico (7.000-5000 a.C.), sobre la costa oriental del Mar Negro en la región de Transcaucásica. Puede decirse que el primer viñedo fue plantado, probablemente, entre los actuales territorios de Turquía, Georgia y Armenia. Se sabe que, en esta región, cuyo clima y relieve son muy propicios para el cultivo de la vid, crecía en estado silvestre. Asimismo, se han hallado, en casi toda Europa, semillas de uva señaladas como *Vitis vinífera L.* (o su progenitor *Vitis silvestris*), que datan de los periodos paleo climáticos atlántico y Sub-boreal, aproximadamente entre los 7.000 a 2.500 a.C. Anteriormente a estos periodos la uva ya formaba parte de la dieta humana y era recolectada de las vides silvestres que trepaban sobre los arboles (SENASA, 2010).

Para Winkler, A. (1987), parece indudable que la vid ya existía en el mundo cuando hace su aparición el hombre, desarrollándose simultáneamente, este tuvo que consumir y gusta de sus uvas dulces, aprendiendo seguidamente a conservarla en forma de pasas, y por fin accidental, descubrir una nueva y agradable bebida que le apagaba la sed, a la vez que le reconfortaba, estamos hablando obviamente del vino.

Los detalles del cultivo de la vid esta representados en los mosaicos de la cuarta dinastía de Egipto (2.440 a.C). La biblia hace referencia a que Noé plantó un viñedo. Relatos primitivos escritos por Virgilio y Catón dan una clara muestra de la producción de uvas y vino. Plinio y Columena, describen numerosas variedades y dan instrucciones para podar y guiar las vides, además para la elaboración del vino. (Hidalgo, L. 1993).

2.1.1 Historia de la viticultura en Bolivia.

En Bolivia, el cultivo de la vid se remonta a la época colonial (siglo XVI) y fue

introducida por los conquistadores españoles acompañados por misioneros religiosos, en función evangelizadora. Fueron los misioneros agustinos los primeros en fabricar vino, cuya elaboración tenía fines litúrgicos. El crecimiento de la viticultura se extendió rápidamente a los valles de Mizque y Camargo. Sin embargo, el Rey de España temiendo que la producción regional compitiera con los vinos procedentes de España, ordenó que se suspendiera el cultivo. De esta forma, se limitó temporalmente la extensión de la vid. Con el tiempo, se dismanteló la actividad en Mizque, pero pudo sobrevivir la tradición en los valles de Camargo. A pesar de los obstáculos, los viñedos se extendieron, ampliando la distribución de vides a otros valles del país, como Caracato y Luribay, en el departamento de Potosí y La Paz respectivamente, hasta llegar a los valles de Tarija (Paniagua, J. 2001).

Desde 1976 a 1982 se inicia en Bolivia una viticultura más extensiva, particularmente en el Valle Central de Tarija, donde se introducen nuevas variedades de vinificación, sistema de manejo vitícola y una modernización parcial de las tecnologías de vinificación. Cabe destacar que el Departamento de Santa Cruz está mostrando un desarrollo interesante en cuanto a uva de mesa (FAUTAPO, 2009).

2.1.2 Producción de la vid a nivel nacional.

Se estima que Bolivia cuenta con una superficie de plantaciones de vid, de 5500 hectáreas con un rendimiento medio de 5,78 toneladas por hectárea, de las cuales el 83% está en los valles de Tarija, 13% en los valles de los Cintis en Chuquisaca y 4% corresponde a los valles ubicados en los Departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Potosí (Paniagua, J. 2001).

2.1.3 Producción de la vid a nivel departamental.

Tarija es el departamento más importante en cuanto a la producción y la transformación de la uva, toda la superficie se encuentra entre las 2800 hectáreas, y posee la industria

enológica más grande del país. Entre las variedades más importantes podemos mencionar: Moscatel de Alejandría, Ribier Cardinal, Italia, Red Globe, entre otras (Tordoya, O. 2008).

Se estima que el rendimiento promedio para Tarija es de 12,03 toneladas por hectárea. El cultivo de la vid en el departamento, se encuentra concentrado en la provincia Avilés en las comunidades del Valle de la Concepción, Calamuchita y Muturayo. Participación importante tiene cercado en la zona de Santa Ana donde se ubica las principales bodegas tarijeñas como Kohlberg, Campos de Solana, Aranjuez y Casa Real. También se produce uva en Tomayapo, Yunchará y en la región del Chaco (Yacuiba, Villa Montes, Caraparí), aunque en menor proporción, y generalmente es uva para mesa, (CENAVIT, 2012).

2.1.4 Importancia de la viticultura a nivel Departamental.

Dado que la vid es la especie frutícola más difundida en el departamento de Tarija y que está ampliamente vinculada a la industria enológica. Su cultivo y transformación generan 5000 empleos directos y 11000 empleos indirectos. Cabe señalar que la uva, el vino y singani, son el punto focal del turismo de Tarija, a través de la ruta del vino (FAUTAPO, 2010).

2.1.5 Clasificación Taxonómica.

La vid pertenece a la familia vitácea, que incluye las especies de vid conocidas. Las características generales de esta familia presentan plantas leñosas, trepadoras con hojas lobuladas, flores hermafroditas o unisexuales, generalmente pentámeras o tetrámeras (Cárdenas, C. 1999).

Hidalgo, L. (1993), clasifica la vid de la siguiente forma;

Reino: Plantae

Tipo: Fanerógamas
Subtipo: Angiosperma
Clase: Dicotiledóneas
Grupo: Dialipétalas
Orden: Ramnales
Familia: Vitáceae
Género: *Vitis*
Especie: *vinifera* L.

2.1.6 Descripción morfológica.

2.1.6.1 Tallo.

Mendieta, H. (2008), explica que el tallo es de aspecto retorcido, trepador, sinuoso y agrietado, recubierto exteriormente por una corteza que se desprende en tiras longitudinales. Lo que coloquialmente hablando se conoce como corteza, anatómicamente corresponde a diferentes capas de células que son, del interior al exterior periciclo, líber, súber, parénquima cortical y epidermis.

Las funciones del tallo son:

- Almacenamiento de sustancias de reserva.
- Sujeción de los brazos y pámpanos de la cepa.
- Conducción del agua y la savia.

2.1.6.2 Brazos o ramas.

Son los encargados de conducir los nutrientes y repartir la vegetación y los frutos en el

espacio. Al igual que el tronco también están recubiertos de una corteza. Los brazos portan los tallos del año, denominados pámpanos cuando son herbáceos y sarmientos cuando están lignificados (Picornell, W. 2009).

2.1.6.2.1 Tipos de madera.

La FDA (Fundación para el Desarrollo Agropecuario, 1995) explica la diferencia entre los distintos tipos de madera de la vid.

- a) **Madera del año:** La constituye el pámpano o sarmiento, desde que brota la yema que lo origina hasta que tira la hoja. Comprende por tanto un periodo de crecimiento.
- b) **Madera de 1 año:** Son los sarmientos desde la caída de la hoja hasta el desarrollo de las yemas en el insertas. Comprende todo el periodo de reposos invernal.
- c) **Madera de 2 años:** Después de la votación de las yemas, la madera de un año se denomina madera de dos años, es su segundo periodo de crecimiento. La madera de dos años soporta los pámpanos o sarmientos normales.
- d) **Madera vieja:** Aquellos tallos con más de 2 años de edad, pasan a denominarse madera vieja.

2.1.6.3 Pámpano o sarmiento.

El pámpano es un brote procedente del desarrollo de una yema normal. El pámpano porta las yemas, las hojas, los zarcillos y las inflorescencias. Al principio de su desarrollo, los pámpanos tienen consistencia herbácea, pero hacia el mes de agosto, van a comenzar a sufrir un conjunto de transformaciones que le van a dar perennidad, comienzan a lignificarse, a acumular sustancias de reserva, etc., adquieren consistencia leñosa y pasan a denominarse sarmientos (Mendieta, H. 2008).

2.1.6.4 Hojas.

Pabaeza, I. (2008), indica que las hojas son simples, caedizas, de disposición alterna, opuestas a los zarcillos y a las inflorescencias. Poseen de tres a cinco lóbulos dentados, son glabras o pubescentes, con peciolo largo de 7 a 15 cm de diámetro. Las hojas están insertadas en los nudos. Compuestas por peciolo y limbo:

- **Peciolo:** Inserto en el pámpano. Envainado en ensanchado en la base, con dos estipulas que caen prematuramente.
- **Limbo:** Generalmente pentalobulado (cinco nervios que parten del peciolo y se ramifican), con los lóbulos más o menos marcados dependiendo de la variedad. Con borde dentado; color verde más intenso en el haz que en el envés, que presenta una vellosidad también más intensa, aunque también hay hojas glabras.

2.1.6.5 Yemas.

Hernán, C. (2006), explica que a simple vista las yemas parecen estar constituidas por una sola unidad, sin embargo, siempre son dos, denominadas yema principal o latente y yema pronta.

- **Yema principal o latente:** Es la más voluminosa, generalmente brota en la primavera siguiente a su formación. Es en realidad una yema compuesta formada por una yema primaria ubicada en el centro y dos yemas secundarias ubicadas una a cada lado de ésta. En época de votación la yema primaria es la que brota y las yemas secundarias pueden bien, quedar en latencia y brotar en caso de que ocurra la pérdida del brote (por helada, granizo, daño mecánico) o brotar junto con la primaria originando “brotes dobles” los cuales deben ser eliminados durante el desbrote ya que ejercen una fuerte competencia con el brote principal.

- **Yema pronta:** A diferencia de la yema principal está constituida por una sola yema, más pequeña y ubicada a un costado de ésta. Suele brotar el mismo año de su formación dando lugar a un brote denominado “feminela”.

2.1.6.6 Flores.

Son verdosas, pequeñas, dispuestas en amplios racimos compuestos. Generalmente son hermafroditas, es decir que cuentan con órganos masculino y femeninos, poseen 5 sépalos, 5 pétalos que forman un capuchón que se desprende al tiempo que la antesis y cinco estambres (Bohm, G. 1989).

2.1.6.7 Fruto.

Es una baya que contiene de 2 a 4 semillas (existen variedades sin semillas debido al fenómeno de partenocarpia); su tamaño, forma y color son variables según las variedades. El fruto así formado, permanece verde bastante tiempo después de la fecundación y participa en la función clorofiliana, al cambio de color que es el envero, se enriquece en agua y azúcares (Tordoya, O. 2008).

La piel u hollejo, contiene la mayor parte de los componentes colorantes y aromáticos de los vinos. En la pulpa se encuentran los principales componentes del mosto (agua y azúcares) que después, mediante la fermentación se transformaran en vino. Las pepitas o semillas se encuentran dentro de la pulpa y difieren según las variedades, llegando incluso a encontrarse uvas que no las contienen. Poseen una capa dura y proporciona taninos al vino (Etisig, M. 2010).

2.1.7 Variedades de uva.

2.1.7.1 Red Globe.

Barder, J. (2010), indica que la variedad fue obtenida por H.P Olmo y A. Koyama en

La Universidad de Davis (California). En el cruzamiento intervinieron las variedades Emperador, Hunisa y Nocena. Se la conoce también como globo rojo, gorda negra y uva gruesa. Presenta un racimo de tamaño grande, compacidad media, forma cuneiforme, con pedúnculo largo. Homogénea en color y tamaño de los granos. Tal como su nombre indica Red Globe (globo rojo), posee unas uvas de tamaño muy grande, forma elipsoide globosa, piel gruesa y consistente, color rojo violáceo, muy vistosa, pulpa carnosa y de sabor afrutado, con semillas de tamaño medio y globosas de fácil desprendimiento.

2.1.7.2 Italia.

Esta variedad fue obtenida en Italia en 1911, por A. Pirovano, cruzando Bicanne x Moscatel de Hamburgo. También es conocida en España por las sinonimias: Doña Sofía, Ideal, Incrocio Pirovano 65 y Moscatel Italiano. Presenta un racimo de tamaño mediano, forma cónica, compacidad media y muy buena presencia. La baya es de tamaño grande, elíptica, piel gruesa, color verde-amarillo, pulpa carnosa, crujiente, con sabor a Moscatel y con semillas. Una de sus características más importantes es la resistencia al transporte y la conservación frigorífica. Debido a sus vistosidad, aroma y sabor a Moscatel resulta la variedad con semilla más valorada en la actualidad (Cortez, E. 2002).

2.1.7.3 Moscatel de Alejandría.

Está considerada una “vid antigua” y los expertos en vino creen que es una de las más antiguas que queda sin modificar genéticamente y que aún persisten. La uva se originó en el norte de África. La vid prospera en un clima cálido y es particularmente sensible al frío durante su estación de florecimiento. Tiene racimos de tamaño grande y poco compacto. Sus bayas son gruesas, carnosas, color amarillo pálido y con sabor almizclado. Tiene gran poder aromático y elevado contenido en azúcar. El vino hecho con Moscatel de Alejandría, tiende a ser dulce con un sabor a tierra (FIA – Fundación para la Innovación Agraria, 2008).

En el departamento de Tarija, esta variedad de uva se la destina a la elaboración de

singani. Tras la cosecha de uvas, entre febrero y marzo, se pasa un proceso de molienda cuyo producto es llevado a las cubas de fermentación; el productor controla que no se extinga la fermentación y que las temperaturas del mosto no se eleven por encima de entre 19°C – 21°C, ya que la fruta perdería su aroma natural que es lo que le da el carácter final al singani. Así se obtiene un vino base que luego pasará a una etapa de destilación en los alambiques. El proceso demora aproximadamente siete días y el resultado es un destilado claro de vino que se conoce local e internacionalmente como singani con alto grado alcohólico (Oblitas, R. 2012).

2.1.8 Requerimientos edafoclimáticos.

2.1.8.1 Suelo.

La uva se adapta a un amplio rango de suelos, excepto a los que tiene pobre drenaje y alto contenido de sal. En general, prefiere los suelos de textura liviana, sueltos y profundos, de alrededor de un metro, con un subsuelo igualmente liviano y permeable. Si la plantación se va a realizar con plantas injertadas sobre vides americanas, se debe tener en cuenta que estas son más sensibles al contenido de las que las variedades de *V. vinífera*. Los rendimientos más elevados se producen en terrenos profundos y fértiles. El pH en que las vides se desarrollan mejor oscila de 5 a 7, siendo siempre el pH 7 el ideal (Morales, K. 2000).

2.1.8.2 Altitud y precipitación.

Las viñas pueden dar hasta 1500 a 2500 metros de altitud. Por cada 100 metros de altura se produce un descenso de producción de azúcar en el sumo de la uva. Necesitan una precipitación anual de 600mm. La distribución del agua debe ser regular en función a la capacidad de retención del suelo. Si la precipitación pasa de 900 a 1000mm llegaría a hacer problemas de enfermedades criptogámicas (Tordoya, O. 2008).

2.1.8.3 Temperatura.

La temperatura está en función de la latitud y la altitud, por lo que la temperatura media anual no deber ser menor a 9°C. las temperaturas optimas se sitúan entre 11 y 16°C. para obtener una buena maduración, la temperatura media mensual será de 18°C (Tordoya, O. 2008).

2.1.9 Necesidades de agua de la vid.

La disponibilidad de agua constituye uno de los principales factores limitantes de la vegetación y de la producción en la región mediterránea. La pluviometría es baja y muy irregular y la demanda evapotranspirativa es elevada a causa de las altas temperaturas en el periodo estival.

La vid es una planta que se puede desarrollar en condiciones de baja disponibilidad de agua, ya que tiene una gran capacidad de adaptación. Dicha adaptación está ligada a elementos anatómicos y morfológicos, como la profundidad de las raíces y ciertos procesos fisiológicos que permiten una adaptación a las condiciones de sequía, tales como la regulación estomática (Koundouras, S. *et al.* 1999).

Por la vid atraviesa un flujo de agua indispensable para el buen funcionamiento de la célula y la realización de la fotosíntesis. En una primera aproximación, se puede admitir que la planta absorbe agua por la raíz y evapora agua por la hoja. La hoja, gracias a su superficie evaporante, es capaz de emitir cantidades elevadas de vapor de agua al medio externo por el envés de la hoja, donde tiene numerosas aberturas llamadas estomas. La vid es capaz de controlar la abertura y el cierre de los estomas, y también, regular su consumo de agua (Bessis, T. y Adrián, N. 2000). Las grandes cantidades de agua que son transportadas a través de la planta sirven para compensar los fenómenos de evaporación, refrescar a la planta y transportar los solutos.

Cuando la temperatura es muy elevada y el aire muy seco, la absorción de agua por la raíz es insuficiente y el orificio del estoma se cierra para economizar agua, pero al mismo tiempo se impide la entrada de gas carbónico en la hoja, deteniendo la producción de azúcares, que se corresponde de forma aproximada con la materia seca producida. Hay, pues, una relación directa, ya que la cantidad de materia seca formada y la cantidad de agua evaporada tienen su control en el mismo orificio (Bessis, T. y Adrián, N. 2000).

En la vid esta relación entre biomasa y agua evaporada es del orden de 500, y se denomina coeficiente de transpiración, lo que quiere decir que la vid necesita transpirar 500 litros de agua para producir 1kg de materia seca, o sea, que para conseguir 8000kg de uva sería necesario aportar 250mm de agua.

En las zonas de secano es tan importante la distribución como la cantidad total anual de lluvia, especialmente importante es la lluvia que cae en el periodo de crecimiento de las plantas, ya que determinará la cantidad de agua que será necesaria añadir a través del riego (Lavín, A. 1984).

Matthews, A. y Anderson, M. (1989), dicen que, para el cultivo de la vid en zonas áridas y semiáridas, con alta evapotranspiración, se hace necesario el uso eficaz de riego, que juega un papel directo en la iniciación floral y en el desarrollo, determinando el rendimiento de la cosecha, de manera que la colocación de uno, dos o más goteros por planta, no tiene tanta importancia como la época de aplicación y la cantidad de agua aportada.

La propia planta es el mejor indicador de las necesidades de agua, de manera que determinar los parámetros de la planta puede ser lo más conveniente para planificar el riego. De manera indirecta se podría aproximar la dosis de riego a las necesidades de la planta ajustando el sistema de riego. En ese sentido, Bradvo, B. y Hepner, C. (1987), apuntan a que existen varios métodos de riego que afecta de manera diferente a la

aireación del suelo, a la disponibilidad de agua y a la distribución de las raíces y su actividad.

No obstante, Freeman, B. *et al* (1979), dicen que los métodos de riego no afectan normalmente a los rendimientos, aunque el riego por goteo aumenta la eficacia del uso del agua. Myburgh, P. (1996), indica que este sistema de riego moja parcialmente el suelo y de forma desigual, dificultando el control del agotamiento de agua en el suelo.

2.2 El agua en la agricultura.

2.2.1 Demanda de agua.

El contexto global señala que los conflictos socio-ambientales están estancando, en particular, los relacionados por la disputa por el agua; estos se derivan, en parte, del crecimiento demográfico, pero, sobre todo, por el avance de los usos industriales, tanto en la agricultura tecnificada y de la minería intensiva, así como por el aumento exponencial del consumo per-cápita urbano. Además, de un factor crítico de reciente aparición: el cambio climático o calentamiento global (Luque, N. 2013). Con el fin de hacer frente a la disminución de la disponibilidad del agua en los próximos años, será necesario realizar acciones para reducir su demanda, a través del incremento en la eficiencia del uso de agua para el riego de cultivos (CEA, 2005).

2.2.2 Aprovechamiento del agua.

La FAO en 2006 informó que la utilización de los recursos de agua dulce deja mucho que desear, especialmente en la agricultura. En algunos casos, estos recursos son sobreexplotados si el consumo supera al suministro de recurso renovables, originándose así una situación insostenible. Generalmente, el despilfarro en una zona priva a otras áreas que necesitan, disminuyendo allí la producción agrícola y el empleo.

Otros casos de mala gestión del agua se deben a la extracción de agua de buena calidad y al retorno al sistema hidrográfico de aguas de calidad inaceptable. Ya sea por los retornos de riego que a menudo están contaminados por sales, pesticidas y herbicidas, así como por la industria y los centros urbanos que llegan a retornar el agua contaminada; tanto superficial como a la subterránea.

Además, los desperdicios de los recursos hídricos ocurren con frecuencia en cada interferencia humana en el ciclo hidrológico natural. El riego es evidentemente poco eficiente: el agua se desperdicia en cada fase, desde las filtraciones de los canales de riego, hasta en la aplicación en tierras cultivadas, se considera la agricultura como el mayor consumidor de agua, con un 70% de las extracciones, llegando incluso al 90% en algunas regiones (UNESCO, 2010).

2.2.3 Importancia del agua.

La importancia del agua se refleja en su importancia ecológica, pues la distribución de las plantas en la superficie de la tierra está dominada por la disponibilidad de agua, siempre y cuando la temperatura les permita el crecimiento. Su importancia es el resultado de sus múltiples propiedades exclusivas, muchas de las cuales proceden del hecho que las moléculas de agua están organizadas en una estructura definida que se mantiene ensamblada mediante enlaces de hidrógeno. Además, el agua fijada en las proteínas, paredes celulares y demás superficies hidrófilas tiene efectos importantes (Rodríguez, G. 2010).

Las plantas esenciales para la alimentación del hombre merecen especial atención, pero ninguna técnica agrícola puede alterar el hecho de que se requieren de 400 o más litros de agua, para producir un solo kilogramo de materia seca (Aguilera, C. y Martínez, R. 1980).

2.2.4 Agua en el suelo.

El suelo es un sistema tridimensional complejo formado de materiales sólidos (minerales y orgánicos), líquidos (agua y la solución del suelo) y gaseosos. En un suelo típico se tiene que la parte sólida o mineral corresponde a un 38%, la parte orgánica un 12% y la solución del suelo en una 15 a 35%, mismos porcentajes que la parte gaseosa, completando el 50% de la fracción total del suelo. La fase sólida es constante, en cambio la fase líquida y gaseosa son muy dinámicas ocupando ambos el espacio poroso del suelo en cantidades inversamente proporcionales de una con respecto de la otra (FAO, 2005).

2.2.5 Agua en la planta.

Christiansen, M. (1987), dice que el agua es indispensable para la existencia de los ecosistemas vegetales y animales. Es un factor de condiciones climáticas y edafológicas, por lo que su cantidad en la atmósfera y en el suelo tienen una repercusión directa en los ecosistemas. El agua es el principal factor de crecimiento de las plantas. El 99% del agua que la planta absorbe del suelo por las raíces para a través del tallo hasta las hojas donde se evapora y es liberada a la atmósfera en el proceso de transpiración, el restante 1% es utilizado en procesos celulares. La transpiración en la planta es el proceso de evaporación (Aceves, N. 1990).

2.2.6 Respuesta de la planta a deficiencias de agua.

Entre las variables ambientales que intervienen en el crecimiento y desarrollo de la planta está la deficiencia de agua o tensión hídrica, que es una de las más importantes. Los cultivos responden al efecto hídrico desarrollando mecanismos relacionados con la adaptación para reducir la tensión. Entre los mecanismos se encuentran algunos cambios morfológicos y fisiológicos (Callejo, J. 1997).

- **Cambios morfológicos**

- **Desprendimiento de las hojas:** El área foliar disminuida puede reducir naturalmente el proceso fotosintético total de la planta. El decaimiento pasivo, enrolamiento, o marchitamiento de la hoja reduce también su energía acumulada.

- **Cambios del ángulo de la hoja:** Estos cambios, sean activos o pasivos, son respuestas ordinarias a la deficiencia de agua, en leguminosas se han encontrado frecuentemente estos cambios.

- **Factores de la raíz:** Incluyen una relación mayor raíz/tallo que puede deberse a una disminución del crecimiento de la raíz o a ambos.

- **Cambios fisiológicos.**
 - **Ajuste osmótico:** se sabe que la turgencia es esencial para el alargamiento celular y para el crecimiento. La turgencia puede mantenerse incrementando la concentración osmótica.

 - **Comportamiento de los estomas:** Se ha demostrado la relación entre el potencial hídrico de la hoja y la conductancia de los estomas para varias especies. El potencial hídrico, al cual se cierran los estomas, está afectado por la edad, las condiciones de crecimiento, la ubicación de la hoja y los antecedentes de influencia hídrica de la planta.

 - **Fotosíntesis:** la capacidad fotosintética de una planta esta principalmente determinada por el área foliar total y por la actividad fotosintética de varias hojas. El cierre de los estomas dará por resultado la reducción en la pérdida de agua y también, la fotosíntesis reducida. La reducción inicial de la fotosíntesis se debe al cierre de los estomas y a la absorción reducida de CO₂.

- **Translocación:** la deficiencia de agua reduce la velocidad de distribución de los productos asimilados, desde las células fotosintéticas hacia el interior de los sistemas de conducción, pero la vida de translocación puede operar de manera eficiente bajo presión hídrica, ya que es resistente a la pérdida de agua.

2.3 Uso de polímeros en la agricultura.

2.3.1 Polímeros para la retención de agua en el suelo.

Actualmente se desperdician grandes cantidades de agua por infiltración, la cual se puede disminuir con el uso de polímeros en el suelo. Gutiérrez, G. y Sanz, C. (2010). Hacen mención sobre la importancia de los polímeros superabsorbentes, como componentes de muchos productos, siendo su principal aplicación en pañales desechable. No obstante, desde hace unos 20 años se han realizado ensayos que demuestran que su uso extensivo mejora la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo, por tanto, el desarrollo de las plantas.

De esta forma al mezclarse el polímero con el suelo se consigue, por un lado, aprovechar mejor que el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por filtración, y, por otro lado, también se consigue disminuir la evaporación de la misma. Consiguiendo mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo. Además, la utilización de polímeros también produce una mejora de la estructura del suelo y de la aireación del mismo.

2.3.2 ¿Qué es un polímero?

Los polímeros son macromoléculas cuyo elevado tamaño se ha conseguido por la unión de moléculas más pequeñas, llamadas, monómeros. El polímero se consigue uniendo

estas pequeñas moléculas una a continuación de otra, a modo de eslabones de una cadena. El número de eslabones o unidades de monómero se denomina grado de polimerización y proceso por el que se realiza esta unión, polimerización, esto según Díaz, T. y Salmerón, A. (2001).

2.3.3 ¿Cómo funcionan los polímeros absorbentes?

El mecanismo por el que algunos de los polímeros son capaces de absorber tanto volumen de soluciones acuosas no es solamente físico, sino que depende de su naturaleza química. Así, cuando un polímero se introduce en un medio acuoso, las unidades iónicas se separan y crean una densidad de carga a lo largo de las cadenas y una elevada densidad de iones en el gel. Este carácter iónico produce nuevas fuerzas que condicionan el hinchamiento. Por un lado, la diferencia entre la concentración de iones entre el gel hinchado y la solución externa produce una presión osmótica, la densidad de carga neta entre las cadenas genera repulsiones electrostáticas que tienden a expandir el gel, lo que contribuye al hinchamiento (Cabildo, M *et al.*, 2010).

En síntesis, el funcionamiento de estos polímeros comienza en su estado seco donde su estructura molecular es similar a un ovillo rizado, que al entrar en contacto con el agua causa que esta se despliegue y endurezca; aumentando así la viscosidad del líquido circulante.

2.3.4 Tipos de polímeros.

No existe una clasificación única para los polímeros, esto se debe a las distintas propiedades que poseen. Una de las tipificaciones más sencillas para lograr distinguirlos se encuentra en su origen, la cual Ríos, C. (2010), explica a continuación.

- **Naturales:** Son aquellos procedentes directamente del reino vegetal o animal, así como la sed, lona, algodón, celulosa, almidón, proteínas, caucho, ácidos nucleídos, entre otros.

- **Sintético:** Son los transformados o “creados” por el hombre. Están aquí todos los plásticos, los más conocidos en la vida cotidiana, son los nylon, el polietileno, el poli cloruro de vinilo (PVC), etc.

- **Semi-sintéticos:** son aquellos que se obtienen por transformación de polímeros naturales. Por ejemplo, la nitrocelulosa, caucho, llantas de automóviles o el caucho vulcanizado.

De esta forma, la variedad de propiedades físicas y químicas de estos compuestos permiten aplicarlos en construcción, embalaje, industria automotriz, aeronáutica, electrónica, agricultura y medicina.

2.3.5 Propiedades de los polímeros.

Beltrán, J. y Mancilla, A. (2012), mencionan que, a pesar de las grandes diferencias de su composición y estructura, hay una serie de propiedades comunes a todos ellos que los distinguen de otros materiales. Comenzando con la densidad, la cual es relativamente baja y se extiende desde 0.9 hasta 2.3g/cm³. Esto se debe fundamentalmente a que los átomos que los componen son ligeros y con separación relativamente grande. Permitiendo un fácil manejo y otorgándoles una ventaja al realizar diseños, en donde el peso sea una limitante.

Por otro lado, la conductividad térmica es otra de las características que los autores consideran; ocasionada por la ausencia de electrones libres que tiende a ser sumamente pequeña. Generando un inconveniente durante su transformación, provocada por su lenta absorción de calor, así como en su eliminación que muchas veces resulta costosa.

No obstante, su aplicación térmica es una cualidad que permite ser utilizados como aislantes térmicos.

En cuanto a su conductividad eléctrica, presentan una alta resistencia a ella, por lo que son utilizados como aislantes en aparatos y conducciones que funcionen con corriente o la transportan. Así mismo, las propiedades ópticas son otro de los parámetros que los autores toman en cuenta, dado a que en los polímeros sin aditivos por lo general son bastante translucidos, aunque esta propiedad se encuentra fuertemente influenciada por la cristalinidad del material. Los polímeros amorfos resultan transparentes, mientras que los translucidos son opacos. Esto ocasionado por las zonas cristalinas dispersoras de luz, evitando su libre transmisión, dando lugar a traslucidez u opacidad exceptuándose cuando se orienta en secciones muy finas. Por el contrario, los polímeros amorfos el acomodado al azar de sus moléculas no causa difracción de la luz importante, permitiendo una transparencia muy buena y transmitancia de luz superior al 90%.

La resistencia química que presenta está fuertemente influenciada por el grado de cristalinidad. En los polímeros cristalinos los disolventes pueden atacar ligeramente la superficie del polímero, que tiene una menor cristalinidad. Cuando se aplica un esfuerzo las grietas producidas no se propagan una vez llegan a las zonas cristalinas.

Los polímeros amorfos presentan una mayor solubilidad que los cristalinos. Los disolventes atacan al polímero formando pequeñas grietas que se extienden por todo el polímero cuando se aplica un esfuerzo, por pequeño que sea.

2.3.6 Ventajas y desventajas.

Entre algunas de las ventajas que presentan los polímeros, Cabildo, M. *et al* (2010), mencionan los siguientes:

- Tienen una gran inercia química y, en consecuencia, no son atacados ni por los ácidos, ni por las bases, ni por los agentes atmosféricos.
- Son muy resistentes a la rotura y al desgaste.
- Tienen una gran elasticidad.
- Se tiñen fácilmente en todos los colores.
- Son poco densos.
- Se obtienen fácilmente y son relativamente baratos.
- Pueden fundirse y usarse para fabricar otros productos.

Así mismo, Pajero, G. y Osorio, H. (2013), señalan algunas de sus desventajas como ser:

- Si bien es una ventaja que puedan fundirse. También el plástico ardiendo puede liberar gases tóxicos.
- El reciclado es una ventaja, pero hacerlo es muy caro.
- Algunos polímeros pueden tardar 100 años en degradarse.

Este último punto es discutible. Si bien la alta durabilidad de los polímeros puede ser provechosa en algunos casos sólo terminan contaminando. Un claro ejemplo es una bolsa de plástico.

2.3.7 Recomendación en su uso en la agricultura.

En los últimos años, debido sobre todo a las posibilidades comerciales que presentan estos compuestos, se ha desarrollado un importante trabajo de investigación sobre estos materiales, lo que ha derivado en la obtención de polímeros superabsorbentes usados en nuevas y muy diversas aplicaciones. Así, se están fabricando productos con estos polímeros que ya forman parte de la vida cotidiana, y que van desde pañales hasta productos para agricultura, la industria alimentaria o las telecomunicaciones, entre otros (Montenegro, V. 2012).

Pese a que su uso está enfocado principalmente en los plásticos para los invernaderos, su aplicación con los polímeros superabsorbentes tiene poco tiempo de implementación. Desde hace unos 20 años se están realizando ensayos que demuestran que el uso extensivo de polímeros superabsorbentes mejora la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo por tanto el desarrollo de las plantas. Al mezclarse el polímero con el suelo se consigue, por un lado, aprovechar mejor el agua al perderse menor cantidad de agua por filtración, y también se consigue disminuir la evaporación de la misma. Estos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo (Van Cotthem, W. *et al.*, 1991).

Azzam, S. (1983), afirma, la utilización de polímeros también produce una mejora de la estructura del suelo y de la aireación del mismo. Así, el uso de este tipo de polímeros permitiría, por ejemplo, la recuperación de zonas semiáridas o terrenos de cultivos abandonados y poco fértiles cuando se emplea de forma extensiva. También se han utilizado mezclándolo con abonos, en campañas de reforestación, donde proporcionan a los plantones una reserva de agua para las primeras fases (las más críticas) de su adaptación al terreno, permitiendo una disminución en la cantidad de agua.

2.3.8 Silos de agua.

Según Brody, J. (2001), los silos de agua desde hace algunos años se están utilizando en forma extensiva para mejorar la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo por lo tanto el desarrollo de las plantas. Estos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo. Por su parte Espinoza, A. (2010), manifiesta que la disposición reticular, le permiten ser una sustancia con gran afinidad por moléculas de agua y por lo tanto adquieren propiedades de un gel, es decir de un sólido que contiene una gran cantidad de líquido. Una cualidad importante es la capacidad de hidratación en forma reversible que presentan los silos, dejando la mayor parte de su agua retenida disponible para las plantas.

Ricos, J. (2002), indica que las propiedades de este material fueron puestas a prueba en los años 50's donde empresas químicas les dieron usos en viveros y campos de golf de países desarrollados. A partir de entonces, comienza una fuente a estudiar para conservación de recursos aplicables a la agricultura.

En la actualidad existen ya una gran diversidad de productos con diversas propiedades y características, y de diversos plásticos o fuente de origen, especificaciones de aplicación, tanto en los cultivos, como para sus usos, debido a la fuente de la que provienen. Pero la principal razón por la que han entrado al mercado agrícola, es por el costo tan bajo que manejan, por la adsorción, pero desafortunadamente la liberación de la misma es nula, por esta razón existe controversia en cuanto a la calidad del material.

Los silos de agua son capaces de almacenar hasta 500 veces su peso en agua; disminuyendo está de acuerdo con la cantidad de sales disueltas en el agua, tienen un tiempo de vida de hasta diez años o más de acuerdo a que pueda saturarse con las sales disueltas en el agua y reduzcan con el tiempo su capacidad de absorción.

Los silos de agua son un producto no combustible, no comburente, no toxico y debe almacenarse y manejarse como un granulado no peligroso.

Están formados por monómeros que cuando estos se reticulan (se forman una red), cambian sus propiedades físicas y químicas y casi siempre este cambio es favorable en la agricultura. La formación depende de varios factores; la humedad, que contiene, la presión a la que se somete, el estado físico, entre otras.

2.3.8.1 Características.

Palacios, A. y Castillo, S. (2009), señalan varias características de los silos de agua como se muestran en el cuadro N°1.

Cuadro N°1 Características de los silos de agua.

Forma	Granulo solido
Tamaño de partículas	3mm
pH	Neutro
Tiempo de absorción	De 5 a 45 min.
Almacenamiento	Indefinido
Composición	Poliacrimida 94.13% Humedad 5.87% T
Tiempo de vida	Hasta por 10 años
Empaque	Bolsas de kg. Y cubetas de 15kg.

2.3.8.2 Beneficios de los silos de agua.

Para Palacios, A. y Castillo, S. (2009), los beneficios que ofrecen son:

- Reduce el número de riegos.
- Reduce la erosión del suelo.
- Reduce la contaminación de los mantos acuíferos.
- Aumenta el crecimiento de las plantas.
- Mejora la densidad aparente.
- Mejora la capacidad de intercambio catiónico.
- Reduce el estrés hídrico.
- Optimiza el uso de agroquímicos.

Grupo Arita (2009), considera que los silos de agua no solo ayudan a conservar los recursos naturales, también ayudan a ahorrar tiempo y reducir los costos que se generan por la energía, disminuyendo los costos de mantenimiento de equipos de riego y bombeo, ahorro de los fertilizantes y el agua.

Además, ayudan a proteger el ambiente. Los requisitos del agua varían a través de la estación de crecimiento. Una fuente constante, fácilmente disponible del agua y los alimentos que es esencial para el crecimiento, disminuye la pérdida de nutrientes por efectos de infiltración del agua, favorece la floración, el amarre de frutos, un mayor crecimiento de la raíz, incrementa el rendimiento de las cosechas, es acondicionador de semillas es un excelente acondicionador de suelos formando agregados. Al mezclarlo

con abonos orgánicos en campañas de reforestación, proporciona una reserva de agua para las primeras fases (las más críticas) de su adaptación al terreno.

2.3.8.3 Instructivo para instalar silos de agua en arboles ya plantados.

La delegación Azcapotzalco de México dice que para instalar los silos de agua se debe hacer en una zanja alrededor del árbol, en el área de goteo y a la profundidad que se encuentran las raicillas absorbentes. La tierra que se extrae de la zanja, mezclarla uniformemente son los silos de agua en seco, entre 50 y 100 gramos de acuerdo al tamaño del árbol. Si o se cuenta con riego y fuera de temporada de lluvias se instalarán los silos de agua ya hidratados, especialmente si el árbol está sufriendo de estrés hídrico. Se volverá a regar solo cuando las hojas del árbol acusen estrés hídrico.

2.3.8.4 Dosis de aplicación de los silos de agua.

Palacios, A. y Castillo, S. (2009), indican las dosis de aplicación de los silos de agua como se muestran en el Cuadro N°2.

Cuadro N°2 Dosis para la aplicación de silos de agua.

Nombre	Dosis
Pasto	40gr/m2
Arboles	De 50 a 120gr/unidad
Arbustos y flores	20gr/unidad
Macetas	De 5 a 20gr según tamaño
Cultivos agrícolas	De 25 a 40kg/ha

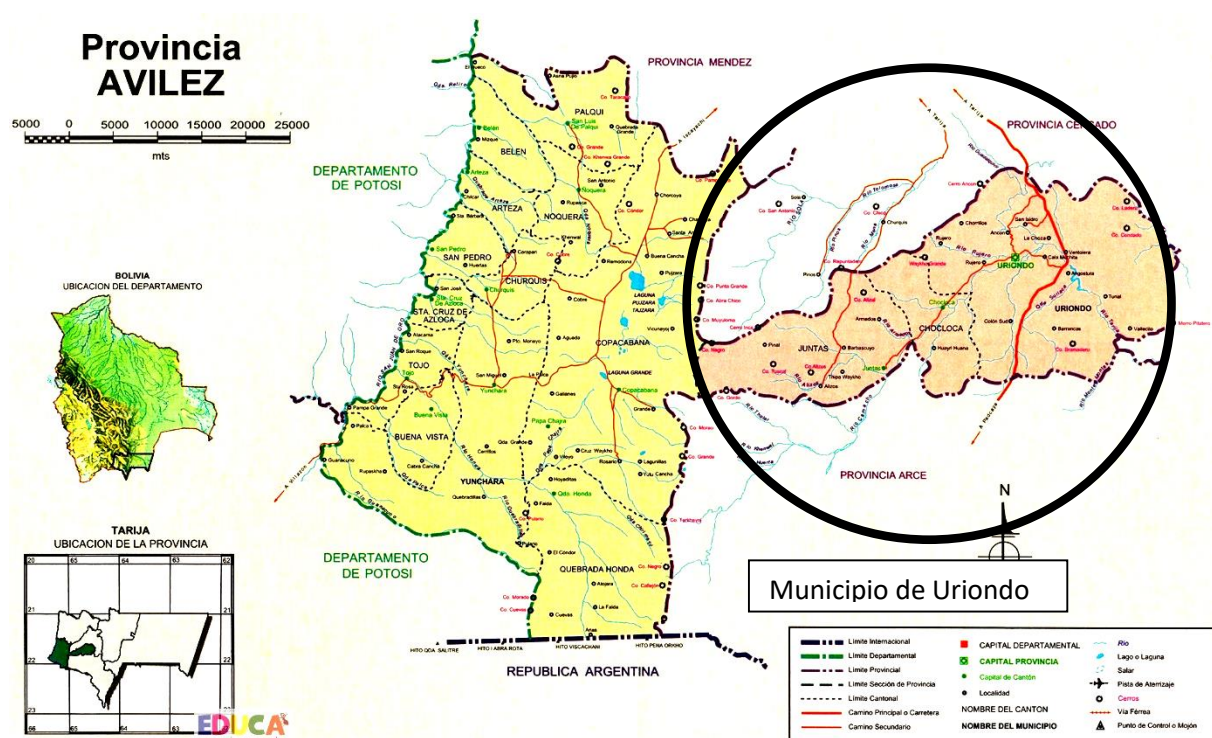
Con el agua líquida las plantas absorben apenas el 10%, con los silos de agua, las plantas disponen de más del 90% de la humedad, por lo que pasaran semanas antes de volver a hidratarlas.

III. METODOLOGÍA.

3.1 Localización.

Uriondo, (Figura 1), la primera sección de la provincia Avilez del departamento de Tarija, limita al norte y al este con la provincia Cercado, al sur con la provincia Arce, al oeste con el municipio de Yunchará. La sección municipal de Uriondo tiene una superficie aproximada de 796km² que representa el 29% de la extensión total de la provincia, y un 1,91% del total del departamento.

Figura 1. Mapa de la provincia Avilez, donde se encuentra el municipio de Uriondo.



3.1.1 Ubicación.

El presente trabajo se realizó en las parcelas de vid que posee en Centro Vitivinícola Tarija (CEVITA) (Figura 2), ubicado en la provincia Avilez, en las coordenadas

21°41'31'' latitud sur y 64°39'29'' de longitud oeste, y a una altura de 1730 m.s.n.m. en el municipio de Uriondo del Departamento de Tarija, situado a 25km de la ciudad capital.

Figura 2. Ubicación del Centro Vitivinícola Tarija, CEVITA.



3.2 Características Edafoclimáticas.

- **Suelo:** De acuerdo a las características geomorfológicas del Valle central de Tarija, son moderadamente desarrollados, moderadamente profundos a profundos, con moderadas a fuertes limitaciones por erosión, originados a partir de sedimentos fluviolacustres, aluviales o coluviales: predominando en las laderas suelos superficiales con pendientes pronunciadas.

En el CEVITA de acuerdo a análisis de suelos efectuados, presenta las siguientes condiciones: de acuerdo a la catalogación de suelos por capacidad de uso, corresponden a la clase IV etc., y clase VI etc. Son terrazas aluvio – coluviales recientes, subrecientes y antiguas, con textura franco arcillosa con una pendiente de

6 a 13%; tierras con severas limitaciones en cuanto a erosión y topografía; aproximadamente un 70% de la superficie del CEVITA.

- **El clima:** varia por ser semiárido fresco, con una temperatura media anual de 17,5 °C. que varía de temperaturas medias anuales entre 16 – 20°C. y precipitaciones más abundantes. (600mm anuales).

- **Datos climáticos válidos para el valle central de Tarija**

Cuadro N° 3 Datos climatológicos.

Estación: CENAVIT **Provincia:** Avilés **Departamento:** Tarija

Latitud S: 21° 42' 27" **Longitud N:** 60°39'30" **Altura:** 1736 m.s.n.m

	Ene	Feb.	Mar	Abr	May.	Jun.	Jul.	Ago	Sep	Oct.	Nov	Dic.
Temperatura media. (C°)	21,4	20,8	20,2	18,3	15,7	12,8	12,7	14,9	18,0	19,3	21,1	21,6
Temperatura s medias mínimas (C°)	19,3	14,2	12,7	10,4	6,5	2,6	1,8	3,8	7,5	11,1	12,5	13,5
Temperatura s medias máximas (C°)	27,8	27,0	26,0	25,8	24,9	21,9	23,5	25,0	27,4	28,2	27,4	30,1
Temperatura s extremas mínimas (C°)	8,0	4,0	7,0	1,2	-3,0	-5,0	-7,0	-8,0	-4,0	1,0	3,0	6,5
Temperatura s Extremas máximas (C°)	34,2	33,3	37,0	34,4	34,4	33,0	34,0	33,2	35,0	36,0	37,3	38,2
Humedad relativa %	65	69	66	63	57	53	52	48	47	53	57	61
Días con heladas	-	-	-	-	1,8	12,2	11,2	5,3	0,5	-	-	-

Días con niebla	0,05	0,1	0,1	0,0 5	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0,0 5
Precipitación media mm	129	137	70	21	1	0	0	2	5	33	70	123

- **Precipitaciones pluviales:** las lluvias son mayormente de origen orográfico, siendo principalmente por la condensación de las masas húmedas provenientes del sur este, esto presenta precipitaciones altas en las zonas montañosas. El periodo de lluvias es entre los meses de octubre a marzo, este periodo es considerado de mucha importancia porque coincide con la época de siembra, y las precipitaciones mínimas son entre abril a julio.
- **Erosión:** la provincia Avilez posee en su mayoría de suelos con erosión fuerte.
- **Granizo:** Este fenómeno se presenta con frecuencia en el área de estudio, a partir de septiembre y hasta diciembre es más frecuente su aparición, ocasionando en algunas áreas del Valle, la pérdida total de las cosechas, después su presencia suele prolongarse hasta marzo.
- **Heladas:** Este fenómeno se presenta con intensidad en los meses de junio, julio y agosto en el Valle Central de Tarija. Se registran temperaturas mínimas extremas en los tres meses señalados, del orden de -5°C , -7°C y -8°C respectivamente. De acuerdo a estadísticas, el mes de abril es en la practica el único en el cual no se registran heladas ni granizos.

3.3 Materiales.

3.3.1 De campo.

Para el presente trabajo se utilizó los siguientes materiales de campo; Silo de agua, plantas de vid de las variedades red globe e italia, rizotrones, cinta métrica, agua para

riego, pala, azada, estacas, tanzas, libreta de apuntes, cámara fotográfica digital, lapicera y letreros.

3.3.2 De escritorio.

Los materiales de escritorio que se utilizaron fueron los siguientes: computadora, papel bond, impresora y calculadora.

3.3.3 Vegetal.

Las variedades que se estudiarán son:

- V1 = Red Globe
- V2 = Italia

3.3.3.1 Variedad Red Globe

Características morfológicas.

- **Baya:** Redonda, achatada. Tamaño muy grande (diámetro 25 a 27 mm). Color rosado brillante a rojo rubí con abundante pruina. Pulpa carnosa y firme. Piel medianamente gruesa, resistente

y fácil de desprender. Con 3 ó 4 semillas que se separan fácilmente.

- **Racimo:** Cónico, largo, bien lleno, grande y muy suelto, con hombros medianos a largos. Aspecto atractivo. Pedúnculo largo y fino, con tendencia a lignificarse en la base.

Características agronómicas.

- Cultivar de mediano vigor y poco follaje, brotación tardía, cosecha pareja, maduración tardía y uniforme. De baja relación azúcar / ácido, se cosecha con 15-16 grados Brix. Sensible a la sobrecarga de frutos, puesto que se resiente el vigor.
- Mejor fertilidad en la 5ª y 6ª yema. Muy buena conservación frigorífica y resistente al transporte

Aspectos fenológicos.

- Brotación: tercera semana de septiembre.
- Floración: cuarta semana de octubre.
- Maduración: Segunda semana de febrero.

Aspectos fitosanitarios.

Poco sensible al mildiu, muy susceptible a la mosca de la fruta (la cual la deja propensa al ataque de *Brotitis acida*) propensa al ataque de insectos y pájaros.

3.3.3.2 Variedad Italia.**Características morfológicas**

- **Bayas:** Son de forma oval, con semilla y de color amarillo. La pulpa es carnosa, crocante y dulce, de sabor, ligeramente a moscatel cuando está bien madura.
- **Racimo:** Grande, cónico y algo alado, es relativamente suelto. Se cosecha con un contenido de 16,5° Brix.

Características agronómicas

- La planta es vigorosa, se adapta mejor a podas medias de cargador medio, puesto que sus yemas basales no son muy fértiles. Los racimos necesitan luz para adquirir un buen color. Buena resistencia al transporte. Buena aptitud ante la conservación frigorífica. Es una de las variedades predilectas de los consumidores europeos.

Aspectos fitosanitarios.

Medianamente sensible al mildiu. Susceptibilidad media a la Botrytis y al Oidio.

3.4 Metodología.**3.4.1 Diseño experimental.**

3.4.1.1 Variedad Red Globe.

Para la obtención de la información del ensayo se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones haciendo un total de 12 unidades experimentales, cada unidad experimental constó de tres plantas de vid, haciendo un total de 36 plantas de vid.

3.4.1.2 Variedad Italia.

Para la obtención de la información del ensayo se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones haciendo un total de 12 unidades experimentales, cada unidad experimental constó de tres plantas de vid, haciendo un total de 36 plantas de vid.

3.4.2 Características del diseño.

3.4.2.1 Sistema de conducción del viñedo.

El trabajo de campo se realizó en una plantación con sistema de conducción parrón español, el cual es el que está implementado en la parcela de la institución desde hace varios años. Dicho sea de paso, este es el sistema de conducción más común para la producción de uva de mesa, el más utilizado en el país debido a las ventajas que tiene para el aprovechamiento del cultivo.

3.4.3 Descripción de los tratamientos.

El trabajo realizado consistió en la aplicación de silos de agua en la parte basal de las plantas de

las parcelas del estudio, se utilizó tres dosis de silos de agua, frente un testigo en dos variedades

de vid, el fin por el cual se realizó este trabajo es para constatar si la aplicación de silos de, los cuales prometen optimizar el manejo de agua en el suelo, se pueda mejorar los rendimientos finales del cultivo.

Los aspectos concernientes al trabajo de campo se podrán observar con mayor detalle en la descripción de los tratamientos que se presentan a continuación.

CUADRO N° 4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.

Variedad	Dosis de silos de agua	Tratamientos
Red Globe (V1)	0gr/planta (Dt)	V1Dt=T1
	80gr/planta (D1)	V1D1=T2
	100gr/planta (D2)	V1D2=T3
	120gr/Planta (D3)	V1D3=T4
Italia (V2)	0gr/planta (Dt)	V2Dt=T5
	80gr/planta (D1)	V2D1=T6
	100gr/planta (D2)	V2D2=T7
	120gr/Planta (D3)	V2D3=T8

3.4.3.1 Tratamientos.

T1: Este tratamiento se lo tomó como testigo para la variedad Red Globe, no se aplicó silos de agua, este dato será importante para la comparación de datos con las otras dosis aplicadas, también se utilizó 3 plantas por tratamiento con 3 repeticiones, haciendo un total de 9 plantas.

T2: En la variedad Red Globe se aplicó silos de agua en una dosis de 80gr por planta, se utilizó 3 plantas por tratamiento con 3 repeticiones, haciendo un total de 9 plantas.

T3: En la variedad Red Globe se aplicó silos de agua en una dosis de 100gr por planta, se utilizó 3 plantas por tratamiento con 3 repeticiones, haciendo un total de 9 plantas.

T4: En la variedad Red Globe se aplicó silos de agua en una dosis de 120gr por planta, se utilizó 3 plantas por tratamiento con 3 repeticiones, haciendo un total de 9 plantas.

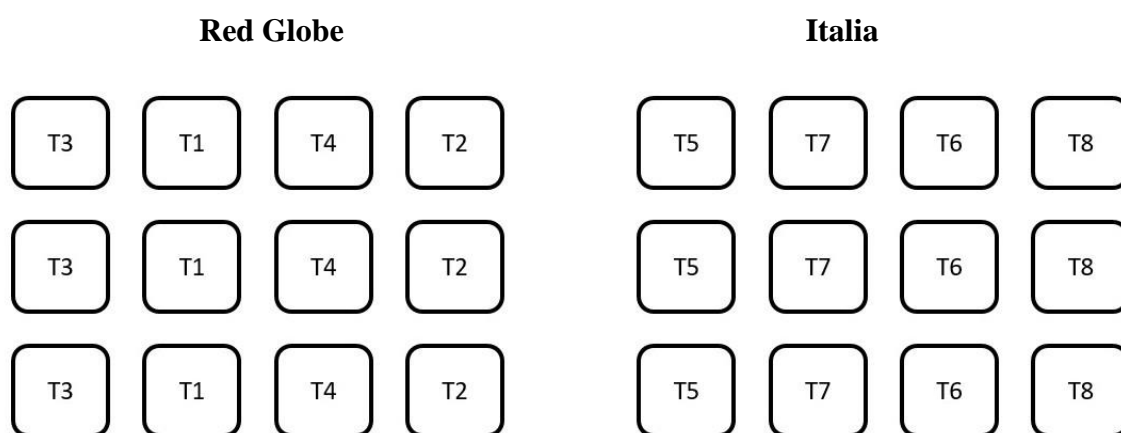
T5: Este tratamiento se lo tomó como testigo para la variedad Italia, no se aplicó silos de agua, este dato será importante para la comparación de datos con las otras dosis aplicadas, también se utilizó 3 plantas por tratamiento con 3 repeticiones, haciendo un total de 9 plantas.

T6: En la variedad Italia se aplicó silos de agua en una dosis de 80gr por planta, se utilizó 3 plantas por tratamiento con 3 repeticiones, haciendo un total de 9 plantas.

T7: En la variedad Italia se aplicó silos de agua en una dosis de 100gr por planta, se utilizó 3 plantas por tratamiento con 3 repeticiones, haciendo un total de 9 plantas.

T8: En la variedad Italia se aplicó silos de agua en una dosis de 120gr por planta, se utilizó 3 plantas por tratamiento con 3 repeticiones, haciendo un total de 9 plantas.

- **Diseño de campo.**



3.5 Trabajo de Campo.

3.5.1 Labores culturales.

Entre las labores culturales que se realizaron en el cultivo de la vid podemos mencionar, el riego, poda, control fitosanitario, deshoje.

3.5.2 Edad del cultivo.

Se trabajó con plantas de 11 años de edad, lo cual es un factor importante a conocer.

3.5 manejo del ensayo.

3.5.1 Preparación del suelo.

En el lugar del ensayo se removió tierra de las plantaciones de vid para poder instalar adecuadamente el producto, en las cuales se incorporó los silos de agua, para ello se usó una pala y pico, y la tierra que se removió de las parcelas fue del bulbo radicular de las plantas.

3.5.2 Preparación de los recipientes.

Posteriormente se hizo necesario la utilización de recipientes de plástico para la preparación de los silos de agua, ya que estos necesitan estar en contacto con el agua para poder absorberla y ensanchar sus partículas para almacenar líquido en ellas, En los recipientes plásticos se colocó los silos de agua, para que posteriormente se mezclen con la tierra extraída de las plantas.

3.5.3 Preparación de los silos de agua.

Una vez puestos en los recipientes los silos con las dosis planteadas en el estudio se aplicó agua potable, para que estos absorban el agua, es ahí donde el susodicho producto, al entrar con contacto el agua empieza a absorberla de manera que el líquido en el recipiente se torna de manera gelatinosa, fragmentada, llegando a medir cada grano de acrilato de potasio, del tamaño de un grano de arroz, el cual libera de manera lenta el agua en su interior hasta regresar a ser del tamaño de un grano de arena. Una vez que el producto alcanza el punto de absorción óptimo, el otrora puede mezclarse con la tierra para ser incorporado al suelo.

3.5.4 Mezcla de los silos con tierra.

Luego de que el producto se encontrase en el estado necesario para su incorporación al suelo, se procedió a mezclar las diferentes dosis de silos de agua con la tierra extraída de las plantas de las parcelas del estudio, esto para que las partículas dispersen la humedad hacia el suelo durante varios días. Además de que ayudan a la retención de humedad en las raíces.

3.5.5 Incorporación al medio.

Una vez realizada la mezcla polímero-medio se procedió a reincorporarla a la planta para luego ser evaluada el periodo de capacidad de retención de humedad que promete el silo de agua, la cual varía según el tipo de suelo, siendo para los suelos húmedos una ausencia de necesidad de riego de 21 a 25 días y para suelos más arcillosos de 14 a 17 días sin necesidad de incorporar agua al medio.

3.5.6 Riego.

Luego de la incorporación de los silos de agua en el suelo, el riego se realizó de manera normal por un periodo de tres semanas, tal como recomiendan las indicaciones de uso del producto, para que el producto se adecue al medio de cultivo al que será incorporado. Para posteriormente ir aumentando el número de días en que las plantas no reciben riego, únicamente con la humedad que los silos de agua son capaces de proporcionar al suelo.

3.6 Variables a estudiar.

- Numero de racimos de uva por plantas de vid con silo de agua incorporado.
- Kilogramos de uva por planta con silos de agua incorporado.
- Toneladas de uva por hectárea con silos de agua incorporados.
- Humedad a los dos días de riego con silos de agua en el suelo.
- Humedad a los diez días de riego con silos de agua en el suelo.

- Humedad de suelo al finalizar el trabajo de campo.
- Coste de producción de una hectárea de uva con silos de agua incorporados.
- Relación beneficio costo de implementar silos de agua en el cultivo de la vid.

3.7 Análisis de datos.

Con los datos obtenidos en el transcurso del estudio se efectuó los respectivos análisis de varianza (ANVA), y posteriormente la prueba de múltiple de Duncan con el nivel de significación al 5% para determinar entre que tratamiento hay diferencias estadísticas.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 ANALISIS DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA.

4.1.1 Numero de racimos por planta.

En el siguiente cuadro, se puede evidenciar el promedio de numero de racimos por planta, en el cual el tratamiento **T4 (V1D3)** presenta el mayor número de racimos 47,33, seguido del tratamiento **T8 (V2D3)** con 45,33 racimos por planta, luego el **T2 (V1D1)** con 33,33 racimos, el tratamiento **T6 (V2D1)** consigue 31,90 racimos en cada planta, el tratamiento **T7 (V2D2)** con 31,17 racimos por planta, seguido del tratamiento **T3 (V1D2)** con 28,67 racimos por planta, luego el tratamiento **T5 (V2Dt)** con 26,27 racimos por planta, y finalmente el tratamiento **T1 (V1Dt)** obtiene el resultado más bajo, con 20 racimos por planta.

Cuadro N° 5 Numero de racimos por planta en los tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
T1 (V1 Dt)	22	26	12	60	20,00
T2 (V1 D1)	27	37	36	100	33,33
T3 (V1 D2)	23	26	37	86	28,67
T4 (V1 D3)	47	48	47	142	47,33
T5 (V2 Dt)	28,3	24	26,5	78,8	26,27
T6 (V2 D1)	29,7	30	36	95,7	31,90
T7 (V2 D2)	38	25,5	30	93,5	31,17
T8 (V2 D3)	48	41	47	136	45,33
Total	263	257,5	271,5	792	

Tal como se muestra en el cuadro anterior se puede evidenciar que existe una diferencia notable entre los diferentes tratamientos, en cuanto a número de racimos por planta, en cada una de las variedades y tratamientos.

Tomando en cuenta los valores medios de racimos, el T4 y T8, con 47,33 y 45,33 racimos por planta respectivamente, se evidencia que estos resultados no distan mucho de los que Castillo, (2005) citado por Torricos, D. (2016), que las plantaciones de vid se suele obtener un promedio de 40 racimos por planta, lo que esto indica que las dosis aplicadas fueron eficientes.

Tampoco se distancian de lo que Afonso, C. (2001), sostiene que una planta de uva suele dar en promedio de 25 a 38 racimos de uva por planta en las variedades de uva de mesa. Por lo que, los resultados obtenidos indican que aparentemente la aplicación de polímeros superabsorbentes ayudarían a mejorar la producción de uva, en cuanto a número de racimos de uva producida por planta.

4.1.1.1 Racimos por planta en las variedades y las dosis aplicadas.

En el cuadro N° 6 que hace alusión al número de racimos por variedad, se puede observar que la mayor cantidad se encuentra en la variedad V2 (Italia) con 33,67 racimos por planta, seguida de la variedad V2 (Red Globe) con 32,33 racimos por planta respectivamente.

Cuadro N° 6 Racimos por planta en las variedades y las dosis aplicadas.

	Dt	D1	D2	D3	TOTALES	MEDIA
V1	60,00	100,00	86,00	142,00	388,00	32,33
V2	78,80	95,70	93,50	136,00	404,00	33,67
TOTALES	138,80	195,70	179,50	278,00	792,00	
MEDIA	23,13	32,62	29,92	46,33		

Tal como se muestra en el cuadro anterior se puede evidenciar que las dosis empleadas son altamente significativas frente al testigo; la dosis D3 mejoró un 100,3% frente al testigo, la dosis D1 un 41,2% y la dosis D2 un 29,4% frente al testigo respectivamente.

Estos resultados por variedad no se distancian de lo que Cilloniz, H. (2009), sostiene que, en plantaciones de uva de mesa, el número de racimos por planta debiera ser de 40 racimos, siendo posible alcanzar un número superior, pero, que se vería afectada la calidad de la fruta.

4.1.1.2 Análisis de Varianza: Numero de racimos por planta.

En el análisis de varianza se observa que existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, mientras que en los bloques no existe diferencias significativas entre bloque y bloque, también en el factor V (variedad) no existen diferencias significativas. En cuanto a los tratamientos en el factor D (dosis) existen diferencias altamente significativas, mientras que en la interacción no existe diferencias significativas, es por eso que se debe analizar las medias de los tratamientos donde se manifiestan estas diferencias.

Cuadro N° 7 Análisis de varianza; Numero de racimos por planta.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	1.786,06	255,15	8,82**	2,77	4,28
BLOQUES	2	12,44	6,22	0,21 NS	3,74	6,51
ERROR	14	404,98	28,93			
FACTOR V	1	10,67	10,67	0,37 NS	4,60	8,86

FACTOR D	3	1.708,70	569,57	19,69**	3,41	5,56
INTER V/D	3	66,70	22,23	0,77 NS	3,41	5,56
TOTAL	23	2.203,48				

C.V=16,30% porcentaje menor al 24% indica que los datos son confiables.

Comparación de medias del factor D (dosis de silos de agua).

LS=q*SX

Cuadro N°8 Pruebas de comparación de medias – rangos múltiples de Duncan.

Dosis de silos de agua	Media	Rango
Dt=testigo	23.13	a
D1=80gr de producto por planta	32.62	b
D2=100gr de producto por planta	29.92	b
D3=120gr de producto por planta	49.33	c

De acuerdo a la prueba de Duncan se establece la dosis D3 (120gr de producto por planta) difiere estadísticamente de los demás niveles, por lo que es superior a las demás dosis de producto, siendo esta la más recomendable para su aplicación.

Cuadro N°9 Pruebas de comparación de medias – rangos múltiples de Duncan.

TRATAMIENTO	MEDIA
T4 (V1 D3)	47,33 a
T8 (V2 D3)	47,00 a
T7 (V2 D2)	37,83 ab
T2 (V1 D1)	33,33 ab
T6 (V2 D1)	33,33 ab
T3 (V1 D2)	28,67 ab

T5 (V2 Dt)	27,27 ab
T1 (V1 Dt)	20,00 b

Medias con letras iguales no difieren al 5%

Al realizar la prueba de Duncan al 5% de significación, se encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos: T1 y T4, T1 y T8, mas no existen diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T5; T1 y T3; T1 y T6; T1 y T2; T1 y T7. Tampoco existen diferencias significativas entre T7 y T8; T7 y T4; T2 y T8; T2 y T4; T6 y T8; T6 y T4; T3 y T8; T3 y T4; T5 y T8; T5 y T4.

4.1.2 Rendimiento de uva por planta (kg).

Tal como se observa en el siguiente cuadro, los resultados del promedio de uva por planta muestran al tratamiento **T8 (V2D3)** con el mayor resultado obtenido, 16,16 kg por planta, seguido del tratamiento **T4 (V1D4)** con 12,72 kg de uva por planta, luego está el tratamiento **T7 (V2D3)** con 12,24 kg de uva por planta, seguido del tratamiento **T6 (V2D1)** con 11,38 kg de uva por planta, en tanto que le sigue el tratamiento **T3 (V1D2)** con 7,49 kg de uva por planta, luego el **T2 (V1D1)** con 7,46 kg de uva por planta, seguido del tratamiento **T5 (V2Dt)** con 6,17 kg de uva por planta, y finalmente el **T1 (V1Dt)** con 5,06 kg de uva por planta.

Cuadro N° 10 Rendimiento de uva por planta en los tratamientos (kg).

Tratamientos	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
T1 (V1 Dt)	4,79	4,76	5,62	15,17	5,06
T2 (V1 D1)	6,53	7,2	8,64	22,37	7,46
T3 (V1 D2)	5,79	7,46	9,21	22,46	7,49

T4 (V1 D3)	13,94	11,24	12,99	38,17	12,72
T5 (V2 Dt)	6,87	6,06	5,57	18,5	6,17
T6 (V2 D1)	11,72	11,46	10,97	34,15	11,38
T7 (V2 D2)	14,16	10,02	12,54	36,72	12,24
T8 (V2 D3)	16,49	15,52	16,46	48,47	16,16
Total	80,29	73,72	82	236,01	

En el tratamiento T8, con el mayor rendimiento obtenido, 16,82 kg de uva por planta, se puede observar una diferencia significativa respecto a lo que señalan los resultados obtenidos por Gillespie, A. (2006), sostiene que los rendimientos de la vid dependen de los factores en los que se halle el cultivo, pero que generalmente las variedades de uva de mesa alcanzan desde las 8,6 a 13,5 kg de uva por planta, por lo que, de basarse los altos resultados obtenidos, su causa sea el aumento de humedad en el suelo debido a la aplicación de los silos de agua, los resultados serían extremadamente positivos.

Entre tanto en la región de Ica, Perú. Se alcanzó en 2013 una producción de 18,60 kg de uva de mesa por planta, por lo que los resultados máximos obtenidos en el estudio (16,82), frente a los obtenidos en Ica, no serían muy exagerados en comparación con los que señala Gillespie, A. (2006), por lo que el rendimiento obtenido por la aplicación de silos de agua, justificarían la aplicación del producto en las parcelas de vid.

4.1.2.1 Rendimiento de uva por planta en las variedades y dosis aplicadas.

En el siguiente cuadro referente al rendimiento por variedad, se evidencia que la mayor cantidad la tiene la variedad V2 (Italia) con una media de 11,49 kg de uva por planta, mientras que la variedad V2 (Italia) su rendimiento desciende hasta los 8,18 kg de uva por planta en promedio.

En tanto que, con respecto al rendimiento por dosis de silos de agua aplicados, el mayor rendimiento lo obtuvo la dosis D3 (120 gr de producto por planta) con 14,44 kg de uva por planta, seguida de la dosis D2 (100 gr de producto por planta) con 9,86 kg de uva por planta, luego la dosis D1 (80 gr de producto por planta) con 9,42 kg de uva por planta y finalmente la dosis Dt (testigo) con 5,61 kg de uva por planta.

Cuadro N° 11 Rendimiento de uva por planta en las variedades y dosis aplicadas (Kg.)

	Dt	D1	D2	D3	TOTALES	MEDIA
V1	15,17	22,37	22,46	38,17	98,17	8,18
V2	18,50	34,15	36,72	48,47	137,84	11,49
TOTALES	33,67	56,52	59,18	86,64	236,01	
MEDIA	5,61	9,42	9,86	14,44		

Tal como se observa en el cuadro anterior el rendimiento de las dosis aplicadas son altamente significativas respecto al rendimiento del testigo. El rendimiento de la dosis D3 mejoró en un 157,3% frente al testigo, la dosis D2 mejoró un 75,8% respecto al testigo, y finalmente la dosis D1 mejoró un 67,9% frente al testigo.

4.1.2.2 Análisis de varianza. Rendimiento de uva en kg.

Cuadro N° 12 análisis de varianza: Rendimiento de uva en kg.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	311,84	44,55	34,48**	2,77	4,28
BLOQUES	2	4,78	2,39	1,85 NS	3,74	6,51
ERROR	14	18,09	1,29			
FACTOR V	1	65,57	65,57	50,74**	4,60	8,86
FACTOR D	3	235,29	78,43	60,70**	3,41	5,56
INTER V/D	3	10,98	3,66	2,83 NS	3,41	5,56
TOTAL	23	334,71				

C.V=11,56% porcentaje menor al 24% indica que los datos son confiables.

En el análisis de varianza existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, mientras que en los bloques no existe diferencias significativas, en el factor V y el factor D también existen diferencias altamente significativas, mientras que en la interacción no existen diferencias significativas, es por ello que se debe analizar las medias donde se manifiestan las diferencias

Comparación de medias del factor V (variedad).

$$LS=q*SX$$

Pruebas de comparación de medias - rangos múltiples de Duncan.

Cuadro N° 13 Prueba de Duncan al 5%.

Variedad de uva	media	rango
V1=Red Globe	8.18	a
V2=Italia	11.49	b

De acuerdo a la prueba de Duncan se establece que los silos de agua se comportan mejor en la variedad Italia, ya que, estadísticamente difiere a la V1, por lo que su rendimiento es superior.

Comparación de medias del factor D (dosis de silos de agua).

$$LS=q*SX$$

Cuadro N°14 pruebas de comparación de medias - rangos múltiples de Duncan.

Dosis de silos de agua	Media	Rango
Dt=testigo	5.61	a
D1=80gr de producto por planta	9.42	b
D2=100gr de producto por planta	9.86	b
D3=120gr de producto por planta	14.44	c

De acuerdo a la prueba de Duncan se establece la dosis D3 es superior a las demás dosis, también no existe diferencias estadísticas entre las dosis D1 y D2. Por lo que se establece la dosis D3 la más apropiada para su aplicación.

Comparación de medias para los tratamientos.

$$LS=q*SX$$

Cuadro N°15 Prueba de comparación de medias – rangos múltiples de Duncan.

TRATAMIENTO	MEDIA
T8 (V2 D3)	16,82 a
T4 (V1 D3)	12,72 b
T7 (V2 D2)	12,24 b
T6 (V2 D1)	11,38 b
T3 (V1 D2)	7,49 c
T5 (V2 Dt)	5,83 cd
T2 (V1 D1)	4,46 d
T1 (V1 Dt)	3,89 d

Medias con letras iguales no difieren al 5%

Al realizar la prueba de Duncan al 5% de significación, se puede evidenciar que no existen diferencias significativas entre el T8 con el resto de tratamientos, si existen diferencias significativas entre los tratamientos T4 y T8, T4 y T3; T4 y T5; T4 y T2; T4 y T1. No existen diferencias significativas entre los tratamientos T4 y T7; T4 y T6. Mientras en el tratamiento T3 no existen diferencias significativas entre T3 y T5, pero si existen diferencias entre T3 y T2; T3 y T1; T3 y T6; T3 y T7; T3 y T4 y T3 y T8. En el tratamiento T1 no se halló diferencias significativas entre T1 y T2; T1 y T5. Pero si se halló diferencias significativas entre T1 y T3; T1 y T6; T1 y T7; T1 y T4; T1 y T8.

4.1.3 Rendimiento de uva tn/ha.

En el siguiente cuadro se muestran, de acuerdo a los resultados se muestra el promedio de uva en kg/ha, se puede evidenciar que el tratamiento **T8 (V2D3)** obtiene el mayor rendimiento, 25,85 tn/ha, seguido del tratamiento **T4 (V1D3)** con 20,36 tn/ha, luego el tratamiento **T7 (V2D2)** con 19,58 tn/ha, luego tratamiento **T6 (V2D1)** con 18,21 tn/ha, seguido del tratamiento **T3 (V1D2)** con 11,97 tn/ha, luego el tratamiento **T2 (V1D1)** con 11,93 tn/ha, luego el tratamiento **T5 (V2Dt)** con 9,87 tn/ha y finalmente el tratamiento **T1 (V1Dt)** con 8,09 tn/ha.

Cuadro N° 16 rendimiento de uva en tn/ha en las repeticiones.

11	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
T1 (V1 Dt)	7,66	7,62	8,99	24,27	8,09
T2 (V1 D1)	10,45	11,52	13,82	35,79	11,93
T3 (V1 D2)	9,26	11,94	14,74	35,94	11,98
T4 (V1 D3)	22,30	17,98	20,78	61,07	20,36

T5 (V2 Dt)	10,99	9,70	8,91	29,60	9,87
T6 (V2 D1)	18,75	18,34	17,55	54,64	18,21
T7 (V2 D2)	22,66	16,03	20,06	58,75	19,58
T8 (V2 D3)	26,38	24,83	26,34	77,55	25,85
Total	128,464	117,952	131,2	377,62	

En el tratamiento T8 25,85 tn/ha, se puede evidenciar una diferencia significativa en el rendimiento de la vid, comparados con un artículo publicado por el diario el país en 2014, donde el técnico agrícola del cenavit, Raúl Arabia, sostenía que de una hectárea de uva rinde entre 15 y 25 tn por hectárea.

Dicho sea de paso, similares resultados son los que se obtuvieron en Ica, Perú. Donde el rendimiento máximo que se alcanzó fue de 29,77 toneladas de uva de mesa por hectárea. Mientras que estudios realizados por Vinheim, R. (2012), sostienen que los rendimientos de uva de mesa, son dispares, dependiendo siempre en su totalidad por el entorno en el que se hallen establecidas las plantaciones, por lo que el rendimiento de uva de mesa varía desde 12,69 hasta las 20, 51 toneladas de uva de mesa obtenidas por hectárea de uva cultivada , por lo que los resultados obtenidos de los tratamientos se asemejan a esas afirmaciones ya que el tratamiento T8 obtiene 25,85 tn en la variedad Italia y 20,36 tn en la variedad Red Globe.

4.1.3.1 Rendimiento de uva por hectárea en las variedades y dosis aplicadas (tn/ha).

En el siguiente cuadro referente al rendimiento en tn/ha, se observa que la mayor cantidad se halla en la variedad V1 (Italia) con 1838 tn/ha y la variedad V1 (Red Globe) con 13,09 tn/ha.

En cuanto al rendimiento por dosis de silos de agua aplicado, se observa el mayor rendimiento en la dosis D3 (120 gr de producto por planta) con 23,10 tn/ha, seguido de la dosis D2 (100 gr de producto por planta) con 15,78 tn/ha, luego la dosis D1 (80 gr de producto por planta) con 15,07 tn/ha y finalmente la dosis Dt (testigo) con 8,98 tn/ha.

Cuadro N° 17 rendimiento de uva en las variedades y dosis aplicadas (tn/ha).

	Dt	D1	D2	D3	TOTALES	MEDIA
V1	24,27	35,79	35,94	61,07	157,07	13,09
V2	29,60	54,64	58,75	77,55	220,54	18,38
TOTALES	53,87	90,43	94,69	138,62	377,62	
MEDIA	8,98	15,07	15,78	23,10		

Es por ello que se evidencia que los rendimientos obtenidos en las dosis aplicadas, son altamente significativas con respecto al testigo. El rendimiento en la dosis D3 mejoró un 1575% con respecto al testigo, mientras que la dosis D2 y D1 mejoraron un 75% y un 67% frente al testigo respectivamente.

En cuanto a los resultados obtenidos por variedad, el mayor rendimiento obtenido 18,38 toneladas de uva por hectárea cultivada, distan un poco con los obtenidos por Centinella, J. (2001), quien sostiene que se puede obtener un promedio de 17,88 toneladas de uva de mesa por hectárea cultivada

Mientras que el portal Urbinavinos, en su artículo “rendimiento de un viñedo de uva de mesa”, publicado en 2010, sostiene que algunos países del nuevo mundo se llegan a alcanzar las 30 toneladas de uva de mesa por hectárea

4.1.3.2 Análisis de varianza: rendimiento de uva en tn/ha

Cuadro N° 18 Análisis de Varianza: rendimiento de uva en tn/ha

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
TRAT.	7	798,32	114,05	34,48**	2,77	4,28
BLOQUES	2	12,23	6,11	1,85 NS	3,74	6,51
ERROR	14	46,31	3,31			
FAC. V	1	167,86	167,86	50,74**	4,60	8,86
FAC. D	3	602,35	200,78	60,70**	3,41	5,56
INTER V/D	3	28,10	9,37	2,83 NS	3,41	5,56
TOTAL	23	856,86				

C.V.=11,5 porcentaje menor al 24% indica que los datos son confiables.

En el análisis de varianza se muestra que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, mientras que en los bloques no existe diferencias significativas, luego en el factor variedad y factor dosis también existen diferencias altamente significativas, y no así en la interacción. Es por ello que se debe analizar las medias de los tratamientos donde se manifiestan las diferencias.

Comparación de medias del factor V (variedad).

$$LS=q*SX$$

Cuadro N°19 Pruebas de comparación de medias - rangos múltiples de Duncan.

Cuadro N° 19 Prueba de Duncan al 5%.

Variedad de uva	media	rango
V1=Red Globe	13.09	a
V2=Italia	18.38	b

De acuerdo a la prueba de Duncan se establece que los silos de agua se comportan mejor en la variedad Italia, ya que, estadísticamente difiere a la V1, por lo que su rendimiento es superior.

Comparación de medias del factor D (dosis de silos de agua).

$$LS=q*SX$$

Cuadro N°20 pruebas de comparación de medias - rangos múltiples de Duncan.

Dosis de silos de agua	Media	Rango
Dt=testigo	8.98	a
D1=80gr de producto por planta	15.07	b
D2=100gr de producto por planta	15.78	b
D3=120gr de producto por planta	23.10	c

De acuerdo a la prueba de Duncan se establece la dosis D3 es superior a las demás dosis, también no existe diferencias estadísticas entre las dosis D1 y D2. Por lo que se establece la dosis D3 la más apropiada para su aplicación.

4.1.3.3 Prueba de Duncan.

Cuadro N° 21 Prueba de Duncan al 5%

TRATAMIENTO	MEDIA
--------------------	--------------

T8 (V2 D3)	25,85 a
T4 (V1 D3)	20,36 b
T7 (V2 D2)	19,58 b
T6 (V2 D1)	18,21 b
T3 (V1 D2)	11,98 c
T2 (V1 D1)	11,93 c
T5 (V2 Dt)	9,87 cd
T1 (V1 Dt)	8,09 d

Medias con letras iguales no difieren al 5%

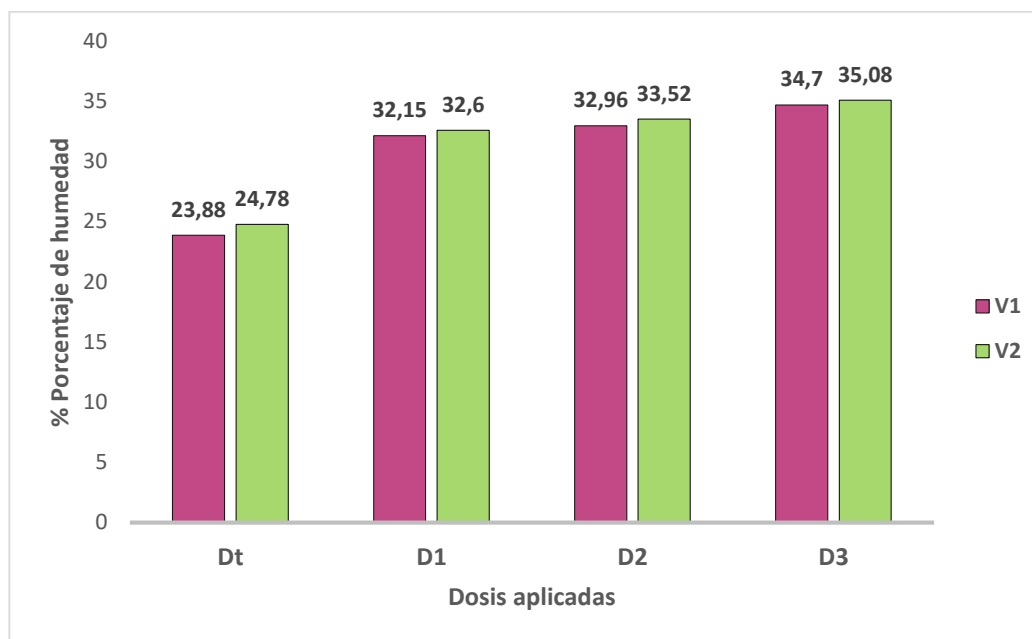
Al realizar la prueba de Duncan al 5% de significación se encontró diferencias significativas entre el tratamiento T8 y T4; T8 y T7; T8 y T6; T8 y T3; T8 y T2; T5 y T1. No se halló diferencias significativas entre los tratamientos T2 y T3; T2 y T5, T3 y T2; T3 y T5; T5 y T1; T4 y T7; T4 y T6; T7 y T4; T7 y T6; T6 y T4; T6 y T7 también se halló diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2; T1 y T3; T1 y T&; T1 y T7; T1 y T4; T1 y T8.

4.2 Humedad promedio a los dos días de riego con silos incorporados en el suelo (%).

Dos días después de aplicar los silos de agua en las plantas del estudio se tomó un muestreo de la humedad del suelo, con dos plantas por unidad experimental, tal como se observa en la figura N° 3 se puede evidenciar que el mayor porcentaje se obtuvieron en la variedad V2 (Italia), con 35,08% para la dosis D3 (120gr de producto por planta), seguida de 33,52% para la dosis D2 (100gr de producto por planta), 32,6% para la dosis D1 (80gr de producto por planta) y finalmente 24,78% para la dosis Dt (testigo). Mientras tanto en la variedad V1 (Red Globe) se obtuvo un 34,7% para la dosis D3 (120gr de producto por planta), seguido de 32,96% para la dosis D2 (100gr de producto

por planta), luego 32,15% en la dosis D1 (80gr de producto por planta) y finalmente 23,88% para la dosis Dt (testigo).

Figura N° 3 Porcentaje de humedad a dos días de riego con silos en el suelo.



Estos resultados en la retención de humedad con silos de agua incorporados al suelo, concuerdan Barón, A. (2006), afirma acerca de la opción de los hidrogeles como alternativa válida para la conservación de recursos hídricos y de suelo, se disminuye el consumo de agua, los suelos mejoran sus propiedades de liberación y retención y se logra mayor producción y resistencia de las especies en condiciones hostiles.

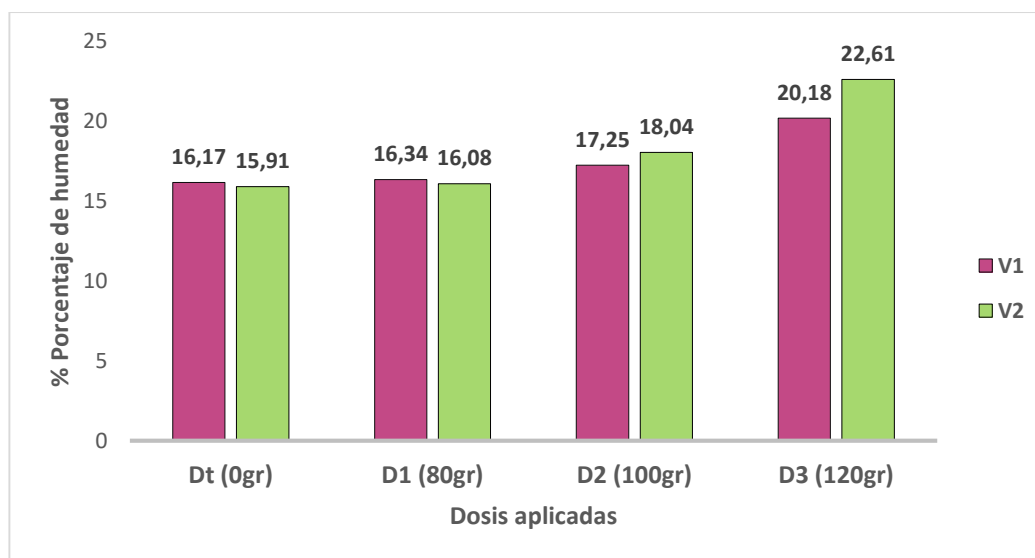
Por su parte Barrera, E. (2001), sostiene que el aumento de retención de humedad por parte de los hidrogeles es benéfica desde todo punto de vista, ya que en el intervalo de trabajo de las plantas, los suelos liberan mayor cantidad de agua significando alivio energético para las plantas, por lo que estas pueden emplear esa energía en funciones de crecimiento o formación de frutos, entre otras actividades; adicionalmente, se libera menos cantidad de agua gravitacional (no aprovechable), aumentando la cantidad de agua útil en el suelo.

4.3 Humedad promedio del suelo a los 10 días de riego con silos incorporados.

(%)

Posteriormente, días después de aplicados los silos de agua, se tomó un nuevo muestreo, con dos plantas por unidad experimental, por consiguiente, como se observa en la figura N° 4, los mayores porcentajes los obtiene la variedad V2 (Italia); con 22,61% para la dosis D3 (120gr de producto por planta), 18,04% para la dosis D2 (100gr de producto por planta), luego 16,08% para la dosis D1 (80gr de producto por planta) y finalmente 15,91% para la dosis Dt (testigo). Mientras tanto en la variedad V1 (Red Globe) se obtuvo un 20,18% para la dosis D3 (120gr de producto por planta), luego un 17,25% para la dosis D2 (100gr de productor por planta), seguido de 16,34% para la dosis D1 (80gr de producto por planta) y finalmente 16,17% para la dosis Dt (testigo).

Figura N° 4 Porcentaje de humedad a 10 días de riego con silos de agua incorporados.



Los resultados obtenidos a los diez días de aplicado un riego muestran que la humedad en el suelo es mayor en los tratamientos en los que se aplicó silos de agua en contraste con el testigo, estos resultados concuerdan con lo que Idobro, W. (2010), quien sostiene que el empleo de hidrogeles y polímeros superabsorbentes en los cultivos, muestran una

mejor dosificación del agua dándole mayor tiempo de aprovechamiento a la planta para la captación de humedad y sobretodo nutrientes.

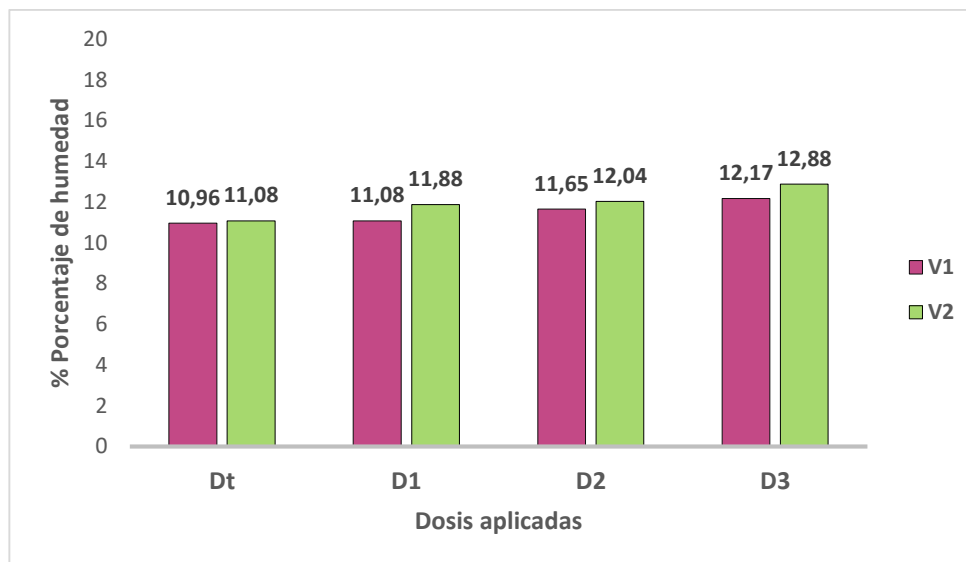
Burbano, O. (1989), sostiene que la mayor ventaja que tienen los polímeros superabsorbentes, ósea se, silos de agua, poseen una capacidad de retención de agua *sine qua non*, es decir, los polímeros superabsorbentes tienen una capacidad alta para retener la humedad del suelo por lo que puede ser aprovechado para hacer un uso más eficiente del agua en el sector agrícola.

Sin embargo, Stein, M/ (1992) asegura que se observó incluso que un suelo poco productivo y con baja capacidad de retención de humedad debido a las propiedades físicas de su textura como suele ser un suelo arenoso, es capaz de pasar a ser un suelo productivo, en términos relativos comparándolo con el suelo arcilloso, todo ello gracias a la incorporación de polímeros superabsorbentes en el medio, como los silos de agua.

4.4 Humedad promedio del suelo al finalizar el trabajo de campo (%)

Tres días antes de la cosecha de la uva, y por consecuencia, el termino del trabajo del trabajo de campo, se realizó un último muestreo, con dos muestras por tratamiento, se determinó la humedad presente en el suelo, en la figura n° 5

Figura N° 5 Porcentaje de humedad de suelo al finalizar el trabajo de campo.



Tal como se plasma en la figura se puede ver que el mayor porcentaje de humedad se manifiesta en la V2, con 12,88% para la dosis D3 (120gr de producto por planta), 12,04% para la dosis D2 (100gr de producto por planta), 11,88% en la dosis D1 (80gr de producto por planta) y finalmente 11,08 para la dosis Dt (testigo). Entre tanto que en la variedad V1 (Red Globe) los resultados obtenidos son menores, con 12,17% para la dosis D3 (120gr de producto por planta), seguido de 12,04% en la dosis D2 (100gr de producto por planta), 11,08% para la dosis D1 (80gr de producto por planta) y finalmente 10,96% para la dosis Dt (testigo).

Estos datos se asemejan los obtenidos por Canales, C. (1998), quien al realizar estudios con hidrogeles, concluyo que a medida de que los polímeros superabsorbentes, entiéndase el otrora silo de agua, dejan de recibir riego, la partícula del producto va recuperando su tamaño original, dando por consecuente, que no existan demasiadas diferencias en cuanto al contenido de humedad entre un suelo que recibe riego habitual, comparado con un donde se hayan aplicados silos de agua, pero los cuales hayan dejado de recibir riego durante un periodo de tiempo mayor al que son capaces de mantener la humedad en el suelo.

Por lo que es comprensible que la humedad del suelo al finalizar el trabajo de campo en plantas donde se incorporó silos de agua no difiera mucho de las que no lo tenían incorporado, por el hecho de que ninguna de las mismas recibió su riego correspondiente.

4.5 Coste de producción de una hectárea de uva, con silos de agua incorporado.

Tomando como referencia el costo de producción de una hectárea de uva de mesa (véase anexos), asciende hasta los 18690bs, a los cuales, si se les desea aplicar silos de agua se debe añadir el monto necesario para su implementación por hectárea de uva cultivada, dichos costes se corresponden de la siguiente manera, para una hectárea donde se aplicaría 80 gr de producto por planta, el coste haciende hasta 55410bs (cincuenta y cinco mil, cuatrocientos diez bolivianos), haciendo un total de 128kg de silos de agua necesarios para una hectárea. Mientras que, si se implementase 100gr de producto por planta, el coste se incrementaría hasta 64503bs (sesenta y cuatro mil, quinientos tres bolivianos), haciendo un total de 160kg de silos de agua necesarios para implementar en una hectárea de uva. Y, por último, si se implantase 120gr de producto por planta, el coste de producción asciende a 73770bs (setenta y tres mil setecientos setenta bolivianos), dando un total de 192 kg de silos de agua necesarios para una hectárea.

Cuadro N° 22 Coste de implementación de silos de agua para una hectárea de uva.

Dosis por planta	Coste de producción ha	Kg de silos necesarios	Precio kg	Total Bs
0gr/planta	18690	0	0	18690
80gr/planta	17650	128	295bs	55410
100gr/planta	17303	160	295bs	64503
120gr/planta	17130	192	295bs	73770

Tal como se observa en el cuadro N° 22 la implementación de silos de agua aumenta de manera considerable el coste de producción para una hectárea de uva, aunque también es necesario tener en cuenta que la implementación del producto se hace solo una vez, y el cual, en teoría, debiera durar entre 8 a 12 años en el medio donde se ha incorporado, es decir, el suelo. Tal como señala su creador, el Ing. Rico (1998), el cual sostiene que la partícula de silo de agua puede durar hasta 12 años incorporada en el suelo, siempre y cuando se la mantenga húmeda, dentro de las recomendaciones del producto, para no reducir su eficiencia ni su vida útil.

4.6 Relación Beneficio/costo.

Castro, I. (2007) indica que para saber si un cultivo es rentable, o en su defecto, la aplicación de un producto con el fin de mejorar la producción del cultivo es rentable, es necesario conocer la utilidad que este deja, pues no es conveniente tener un cultivo que solo genere pérdidas, el cuadro N° 23 nos muestra si es factible la aplicación de silos de agua.

Cuadro N° 23 Relación Beneficio/Costo de una ha de uva con silos incorporado

Dosis	Coste total (Bs)	Ingreso bruto (Bs)	Beneficio/costo (Bs)
80gr de producto	55410	60280	1.09
100gr de producto	64503	63120	0.98
120gr de producto	73770	92400	1.25

Tal como muestra el cuadro anterior, la implementación de silos de agua en plantaciones de vid, darían una relación beneficio costo baja, e incluso pérdidas, a saber, la mayor relación beneficio/costo le correspondería a la dosis 120gr de producto por planta, es de

1,25 Bs por cada boliviano invertido, seguida de la dosis 80gr de producto por planta, con 1,09 Bs por cada boliviano invertido, mientras que la dosis 100gr de producto por planta, y basados en el resultado del estudio, daría una relación beneficio/costo de 0,98 Bs por cada boliviano invertido, es decir, al aplicar esta dosis aparentemente se perdería 0,02 Bs por cada boliviano invertido.

Tal como muestra el cuadro N° 23 la implementación de silos de agua no significaría un aumento realmente significativo para justificar su implementación, llegando a incluso generar una leve perdida, aparentemente. Pero es necesario tener en cuenta que la aplicación se realiza solo una vez, por lo que el año siguiente solo se tendría en cuenta los costes de mantenimiento del cultivo, como señala el cuadro N° 24

Cuadro N° 24 Relación Beneficio/costo, al año siguiente de incorporado el producto.

Dosis	Coste total (Bs)	Ingreso bruto (Bs)	Beneficio/costo (Bs)
80gr de producto	17650	54252	3.07
100gr de producto	17303	59808	3.46
120gr de producto	17130	83160	4.85

Tal como se muestra en el cuadro anterior, pasado un año de la incorporación de los silos de agua, es decir, el segundo año desde su incorporación, es donde se puede apreciar una mejora considerable en la relación beneficio/costo dando como resultado la mayor relación la dosis 120gr de producto por planta, con 4,85 Bs por cada boliviano invertido, seguida de la dosis 100gr de producto por planta, con 3,46 Bs por cada boliviano invertido, y por último la dosis 80gr de producto por planta con 3,07 Bs por cada boliviano invertido.

Según afirmaciones del inventor de los silos de agua, Rico, S. (1998), los silos tienen la posibilidad de durar hasta 12 años en el suelo, es por ello que su aplicación en el medio estaría justificada al hacerse el gasto tan solo una vez, y aumentar el rendimiento del cultivo, en teoría, cerca de una década, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para que no se dañen las partículas de silos y se reduzca su vida útil.

V. CONCLUSIONES.

- Existió mucha variación en cuanto al número de racimos para todas las dosis de silos de agua aplicadas: D1, D2 y D3 son altamente significativas respecto al testigo Dt. La dosis D3 de producto por planta Mejoró un 100,3% frente al testigo, la dosis D1 un 41,2% frente al testigo y finalmente, la dosis D2 mejoró un 29,4% frente al testigo respectivamente.
- De acuerdo a los resultados de rendimiento, se llegó a la conclusión de que la variedad Italia obtuvo mejor respuesta en la dosis D3 (120gr de producto por planta), ya que se obtuvo 16,16 kg por planta y en la variedad Red Globe también se obtuvo mejor resultado en la dosis D3 (120gr de producto por planta) obteniendo 12,72kg de uva por planta.
- También se llegó a la conclusión de que el rendimiento en kg por planta en las dosis empleadas; D1, D2, D3, es altamente significativo frente al rendimiento del testigo Dt. El rendimiento de la dosis D3 mejoró en un 157,3% frente al testigo, el rendimiento de la dosis D2 mejoró un 75,8% frente al testigo y finalmente el rendimiento de la dosis D1 mejoró un 67,9% frente al testigo.
- En cuanto al rendimiento por dosis de silos de agua aplicada, en lo que respecta tn/ha, la mayor cantidad le corresponde a la dosis D3 (120gr de producto por planta) con 23,10 tn/ha, seguida de la dosis D2 (100gr de producto por planta) con 15,78 tn/ha, seguida de la dosis D1 (80gr de producto por planta) con 15,07 tn/ha y finalmente la dosis Dt (testigo) con 8,98 tn/ha.
- En ambas variedades de vid hubo una mejora considerable en el rendimiento de cultivo en todas las dosis empleadas; D1, D2 y D3, difieren significativamente frente al testigo Dt. El rendimiento en tn/ha en la dosis D3 mejoró en un 157,5% frente al testigo, mientras el rendimiento de la dosis D2 mejoró un 75% frente al testigo y finalmente la dosis D1 mejoró un 67% frente al testigo.

- La humedad promedio a dos días de riego con silos incorporados al suelo, es mayor en la dosis D3 con 35,08% y 34,7% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente, seguida de la dosis D2 con 33,52% y 32,96% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente, luego la dosis D1 con 32,6% y 32,15% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente, y finalmente la dosis Dt (testigo) con 24,78% y 23,88% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente.
- La humedad promedio a diez días de riego con silos incorporados al suelo, es mayor en la dosis D3 con 22,61% y 20,18% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente, seguida de la dosis D2 con 18,04% y 17,25% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente, luego la dosis D1 con 16,08% y 16,34% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente, y finalmente la dosis Dt (testigo) con 15,91% y 16,17% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente.
- La humedad promedio al finalizar el trabajo de campo, es mayor en la dosis D3 con 35,08% y 34,7% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente, seguida de la dosis D2 con 33,52% y 32,96% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente, luego la dosis D1 con 32,6% y 32,15% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente, y finalmente la dosis Dt (testigo) con 24,78% y 23,88% para la variedad Italia y Red Globe respectivamente.
- El coste de producción de una hectárea de vid con silos de agua incorporados; para una hectárea con la dosis D3 (120gr/planta) el coste asciende hasta 73770Bs, seguido de la dosis D2 (100gr/planta) con 64503Bs, luego la dosis D1 (80gr/planta) con 55410, y finalmente la dosis Dt (testigo) con 18690Bs.
- La relación Beneficio/Costo de una hectárea con silos de agua incorporados, el primer año, la mayor se presenta en la dosis D3 (120gr/planta) con 1,25bs, seguido de la dosis D1 (80gr/planta) con 1,09Bs y la dosis D2 con 0,98Bs, es decir una leve perdida de 0,02Bs por cada boliviano invertido.

- La relación Beneficio/costo al año siguiente de aplicados los silos de agua, manifiesta un incremento significativo, puesto que la inversión solo se hace una vez, por lo que la mayor relación beneficio/costo se manifiesta en la dosis D3 (120gr/planta) con 4,85Bs, seguida de la dosis D2 con 3,46Bs y finalmente la dosis D1 con 3,07Bs por cada boliviano invertido.

VI. RECOMENDACIONES.

- Por ser un producto relativamente nuevo en el mercado, los silos de agua, es necesario difundir los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación para dar a conocer los beneficios potenciales del producto.
- De acuerdo a los resultados obtenidos es recomendable emplear la dosis D3 (120gr/planta), por ser la que mayor ganancia en rendimiento presenta, respecto a las demás dosis.
- Se debe realizar estudios sobre los silos de agua en otras variedades de vid, debido a que por su novedad podría significar una ayuda importante para la producción de vid en el departamento.
- Si se desea trabajar con silos de agua en cultivo de vid, tener en cuenta la relación beneficio/costo, sobre todo al año siguiente de implementado el producto, ya que es ahí donde se ven mayores ganancias en rendimiento y dinero.