

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**

**NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y POTÁSICA EN  
EL RENDIMIENTO DE VID (*Vitis vinifera* L.) CV. CABERNET  
SAUVIGNON EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN,  
PRODUCCIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA - TACNA**

**TESIS**

Presentado por:

**Bach. WILLIAMS CLEMENTE ALAVE CHAMBILLA**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA - PERÚ**

**2011**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

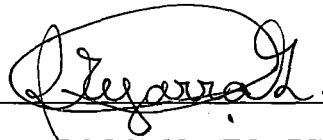
**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**

TESIS SUSTENTADO Y APROBADO EL 18 DE NOVIEMBRE DEL 2011,

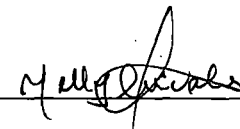
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

**PRESIDENTE**



**Dra. ROSARIO ZEGARRA ZEGARRA**

**SECRETARIO**



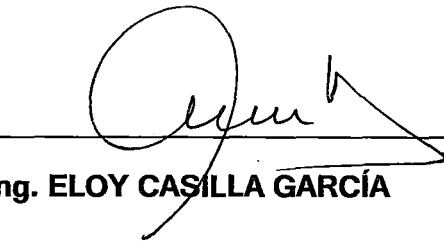
**MSc. NELLY ARÉVALO SOLSOL**

**VOCAL**



**MSc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA**

**ASESOR**



**Ing. ELOY CASILLA GARCÍA**

**DEDICATORIA:**

*A mis padres queridos, por ser un ejemplo de sacrificio, perseverancia y*

*bondad:*

*Modesto Alave Juanillo*

*Lucrecia Chambilla Aguilar*

*A mis primos, por su incondicional apoyo:*

*Julián Chambilla Chambe*

*Elva Romero García*

**AGRADECIMIENTO:**

*Agradecimiento especial al INPREX, por brindarme todas las facilidades para la ejecución del presente trabajo de investigación.*

*A todos los docentes, quienes me aconsejaron durante la vida universitaria y en la ejecución del presente trabajo.*

*A mi asesor Ing. Eloy Casilla García por sus consejos y sugerencias en el presente trabajo de investigación.*

*A mis amigos y compañeros de estudios, del cual guardo gratos recuerdos.*

## **CONTENIDO**

### **RESUMEN**

### **INTRODUCCION**

<b>I.</b>	<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>5</b>
1.1.	FERTILIZACIÓN DE LA VID	5
1.2.	FERTILIZACIÓN QUÍMICA	7
1.3.	CULTIVO DE VID Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA	13
1.4.	POTASIO	14
1.5.	DEFICIENCIAS O CARENCIAS DE POTASIO	17
1.6.	CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LA VID	19
1.7.	CONDICIONES ECOLÓGICAS PARA EL CULTIVO DE VID	27
1.8.	PRODUCCIÓN Y CALIDAD	29
1.9.	CARACTERÍSTICAS DEL PORTAINJERTO SOBRE LA CUAL ESTÁ INJERTADA EL CULTIVAR	30
1.10.	ANTECEDENTES DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	30
<b>II.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>33</b>

2.1.	UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	33
2.2.	HISTORIA DEL CAMPO EXPERIMENTAL	34
2.3.	SITUACIÓN EDÁFICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL	34
2.4.	CARÁCTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	37
2.5.	MATERIALES	40
2.6.	DISEÑO EXPERIMENTAL	48
2.7.	ALEATORIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS	48
2.8.	CARACTERIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	49
2.9.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	50
2.10.	CONDUCCIÓN DEL CULTIVO	51
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	59
IV.	CONCLUSIONES	
V.	RECOMENDACIONES	
VI.	BIBLIOGRAFÍA	
VII.	ANEXOS	

## RESUMEN

El presente trabajo titulado **NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y POTÁSICA EN EL RENDIMIENTO DE VID (*Vitis vinifera L.*) C.V. CABERNET SAUVIGNON**, se realizó en el Instituto de Investigación, Producción y Extensión Agraria "INPREX" de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, ubicado geográficamente a una Latitud sur de 17°59'38"; a una longitud Oeste de 70°14'22"; a una altitud de 532 m.s.n.m., Tacna - Perú.

El material experimental estuvo constituido por el cv. Cabernet Sauvignon, el que fue sometido a cuatro niveles de fertilización nitrogenada y potásica. El experimento se realizó durante los meses de agosto (2 010) a fines de abril (2 011). Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con arreglo factorial de 4 x 4 y tres repeticiones.

El área experimental fue de 49 x 24 m, con un área de 1 176 m<sup>2</sup>, la unidad experimental fue de 8 x 3 m, con un área de 24 m<sup>2</sup>, el bloque experimental fue de 24 x 16, con un área de 384 m<sup>2</sup>; el campo experimental con 8 líneas de 24 plantas cada una, con 3 m entre líneas y 2 m entre plantas.

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que los niveles óptimos de fertilización fue de 147,01 kg/ha de nitrógeno y 225,92 kg/ha de potasio, con los que el cv. Cabernet Sauvignon, alcanzó un rendimiento máximo de uva de 12 403,44 kg/ha. El peso máximo de racimo fue de 231,63 gramos, con niveles óptimos de 179,96 kg/ha de nitrógeno y 181,64 kg/ha de potasio respectivamente.

El diámetro ecuatorial de baya desarrolló un máximo de 12,35 milímetros con óptimos de 112,85 kg/ha de nitrógeno y de 203,66 kg/ha de potasio. El diámetro polar de baya fue de 12.39 mm con niveles óptimos de 114,53 kg/ha de nitrógeno y 184,28 kg/ha de potasio respectivamente.

## INTRODUCCIÓN

Para optimizar el sistema productivo en la vitivinicultura, es necesario considerar en el manejo, la relación entre la fertilización nitrogenada, potásica, fosfórica el crecimiento vegetativo y la carga frutal de la planta, en la búsqueda de un equilibrio que permita obtener uva de alta calidad (Howell, 2 001).

Adicionalmente, lo que se quiere con una adecuada fertilización es tener una producción aceptable y de calidad, que a la larga implique obtener vino de buena calidad. La calidad del mosto expresará la calidad de la uva cosechada, en relación a su contenido de azúcares, acidez, color y presencia de fenoles y taninos (Marro, 1 989).

La producción mundial de este cultivo durante el año 2 010 fue de 80 millones de toneladas (AMPEX, 2 010). A nivel nacional se puede hablar que la producción del vino ha aumentado sostenidamente alcanzando en 2 006 un nivel histórico ascendente de 19,9 millones de litros (2,1 % más que 2005), impulsado por el consumo interno y en menor proporción por el incremento de las exportaciones (Agrobanco, 2 008).

En el año 2 000, la producción fue alrededor de 102,37 miles de tm y pasó a ser en el año 2006 a 190,43 miles de tm, los que significa una incremento de 92 % siendo Ica el principal impulsor de este crecimiento (ha crecido en 184 % entre el año 2 000 y 2 007) (Agrobanco 2 008).

El cultivo de vid en nuestra región constituye una de las actividades frutícolas de gran importancia, las diferentes variedades de vid que se cultivan son destinadas para la obtención de uva de mesa, para la producción de vinos, piscos y pasas.

El cultivo de la vid (*Vitis vinífera L.*) cv. Cabernet Sauvignon tiene un gran potencial en cuanto a la producción de uva para la transformación en vino, ya que está reconocida que es una variedad netamente vinera.

Según el Ministerio de Agricultura de Tacna, durante el periodo 2010, la Región de Tacna obtuvo una producción 5 952 tm, teniendo un área total de 590 ha y con 531 ha de superficie cosechada, el rendimiento promedio fue de 8,209 t/ha, con respecto a variedad Cabernet Sauvignon, Tacna posee 8,43 ha, cabe destacar que solo se utiliza para la elaboración de vino tinto (Ministerio de Agricultura, 2 010).

Las condiciones que presenta el valle de Tacna son apropiadas para que prosperen los cultivos de vid, pues presenta un clima subtropical árido, pocas variaciones de temperatura. Este cultivo de vid puede tolerar suelos con pH que oscilan entre 5,6 a 7,7. Considerando la importancia y las ventajas de esta variedad vinera Cabernet Sauvignon, en nuestra región Tacna no hay trabajos de investigación sobre los niveles óptimos de fertilización.

Uno de los principales problemas de los agricultores locales es no obtener rendimientos satisfactorios y de calidad, además la fertilización es una práctica muy generalizada en nuestro país y es muy variada en cuanto a la dosis de fertilización y épocas de aplicación.

En este trabajo de investigación, se optó estudiar la influencia de niveles de fertilización nitrogenada y potásica en el rendimiento de vid (*Vitis vinífera L.*) cv. Cabernet Sauvignon en el Instituto de Investigación, Producción y Extensión Agraria (INPREX) Tacna 2 010 a 2 011, por constituir el manejo de la fertilización un aspecto importante de la producción. Para ello los objetivos fueron:

**Objetivo general:**

1. Determinar el efecto de los niveles de fertilización nitrogenada y potásica para elevar el rendimiento de vid (*Vitis vinífera L.*) cv. Cabernet Sauvignon.

**Objetivos específicos:**

1. Determinar los niveles óptimos de fertilización nitrogenada y potásica para la producción de uva cv. Cabernet Sauvignon.

## **I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. FERTILIZACIÓN DE LA VID.**

#### **1.1.1. Fertilización.**

Cuando se decide llevar adelante un programa nutricional determinado en un cultivo, el objetivo principal es el de aumentar el rendimiento. En cultivos perennes el enfoque con el que se encararan estos programas es un poco diferente, porque además de potenciar la producción de un año, debe contemplarse el mantener equilibrada la planta para poder generar la estructura adecuada y sostener esa producción año a año. Es por ello, que la práctica de la fertilización debe ir acompañada con un manejo adecuado de otros aspectos culturales como el riego, la poda y los aspectos sanitarios (Agro Estrategias Consultores, Chile, 2 005).

#### **1.1.2. Requerimientos nutricionales de la vid.**

La vid requiere de 16 elementos nutritivos esenciales, cuantitativamente los tres más importantes son el carbono, hidrógeno y

oxígeno. El primero alcanza 45 % aproximadamente de la materia seca, en tanto que el resto corresponde a hidrógeno y oxígeno, que forma las estructuras carbonadas como carbohidratos, ácidos orgánicos, etc. Los otros 13 nutrientes minerales aportan solo el 4 % aproximadamente de la materia seca (Barceló ,1 992).

La fertilización nitrogenada en viña es indispensable para el crecimiento vegetativo, participando en la formación de aminoácidos y permitiendo la edificación de las proteínas vegetales (Moya Talens, 2002).

Por el contrario, cuando el incremento de fertilización va acompañado de un aumento de la carga de poda se obtendrá generalmente una mayor producción cuantitativa en kilogramos, aun cuando el grado sufra una ligera disminución, que podrá llegar a ser importante en el caso de que la producción se haya incrementado excesivamente, caso que se da con relativa frecuencia (Hidalgo, 2 002).

### **1.1.3. Necesidades nutricionales de la vid.**

Las necesidades de nutrientes de la viña están íntimamente

ligadas con el nivel de uva producida, así una cosecha de 10,000 kg/ha, extrae o saca fuera del suelo de la viña aproximadamente 30 kg/ha de nitrógeno, 10 kg/ha de fósforo ( $P_2O_5$ ) y 60 kg de potasio ( $K_2O$ ) (Crespy, A. 1 991).

De acuerdo a estos datos, se debería reponer al suelo al menos los nutrientes extraídos; no obstante, el factor calidad del suelo tiene tal importancia que hace variar las cantidades señaladas (Crespy, A. 1 991).

La dosis de fertilización en viña variará según el tipo de explotación, la fertilidad del suelo, y la orientación productiva de la explotación (Domínguez Vivancos, 1 998).

Para una producción de 10,000 kg/ha, las necesidades de la vid son las siguientes: de 100 a 150 kg/ha de nitrógeno; de 80 a 100 kg/ha de  $P_2O_5$ ; y de 100 a 250 kg/ha de  $K_2O$  (Pravia Mac-Entyre ,2 001).

## **1.2. FERTILIZACIÓN QUÍMICA.**

### **1.2.1. Nitrógeno.**

El nitrógeno es esencial para el funcionamiento de las plantas.

Forma parte de todas las células vivientes, las plantas necesitan grandes cantidades de nitrógeno (Silva y Rodríguez, 1 993).

Es fundamental para el crecimiento, por constituir aminoácidos, proteínas, lecitinas, ácidos nucleicos y forma parte de la molécula de clorofila, forma parte de las estructuras básicas de los cloroplastos, aumenta la capacidad de producción pero hasta cierto punto, posterior a él se perjudica la calidad, la vid es sensible a sufrir un exceso de nitrógeno, lo cual va en desmedro de la calidad, menor coloración y contenido de ácidos orgánicos en vides para vino (Razeto, 1 993).

El nitrógeno se encuentra en el suelo principalmente como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) o amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). También existe en la forma elemental ( $\text{N}_2$ ) y en forma orgánica como proteínas (materia orgánica) y urea (Nendel y kersebaum, 2 004).

Las raíces absorben el nitrógeno ya sea en forma de amonio ( $\text{NH}_4$ ) o de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Sin embargo, los viñedos absorben la mayoría del nitrógeno como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y de esta forma es trasportado hacia las hojas. En este sitio el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) sufre una serie de transformaciones

que terminan en la formación de proteínas y otros compuestos nitrogenados (Christensen y Kasimatis, 1 978).

Con una fertilización adecuada lograremos un crecimiento rápido, gran desarrollo de hojas y brotes, acompañado de un intenso color verde oscuro, provocando un buen rendimiento (Silva y Rodríguez, 1 995).

Las necesidades mayores de este elemento, que requiere la planta de vid son al principio de la primavera, y un remanente luego de la formación del fruto, para proporcionar un adecuado crecimiento de los brotes y la obtención de una buena superficie foliar (Crespy, A. 1 991).

El nitrógeno del amoniaco está presente en cantidades notables, aunque no siempre suficientes para una fermentación rápida; esta forma de nitrógeno es, en efecto, esencial para la buena marcha de la fermentación (Ribéreau-Gayon, 1 991).

Los compuestos nitrogenados del vino incluyen proteínas, polipéptidos, péptidos, aminoácidos, amidas y amoniaco, siendo los polipéptidos la forma más importante del nitrógeno en los vinos (Valenzuela, 1 992).

### **1.2.2. Deficiencias de nitrógeno en la vid.**

Los síntomas de deficiencias de nitrógeno son difíciles de identificar a menos que la deficiencia sea severa en que el follaje toma un color verde pálido o amarillo verdoso con quemaduras en las puntas y márgenes de las hojas, causa defoliación precoz. Lo más común es encontrar deficiencias moderadas que se caracterizan por un vigor reducido de la planta (Ruesta, 1 992).

La deficiencia de este elemento se manifiesta con amarillamiento generalizado, lo que se inicia en las hojas maduras y puede afectar incluso a aquellas nuevas cuando su grado es severo; además conduce a una reducción de vigor, y en general del crecimiento total de la planta; además la deficiencia de este elemento en el momento de la floración, lleva consigo a un corrimiento el los racimos, que es consecuencia a la falta de nitrógeno (Rodríguez y Callejas, 1 974).

La deficiencia de nitrógeno puede reducir el crecimiento lo que promueve la acumulación de los carbohidratos de reserva en la planta (Christensen y Kasimatis, 1 978)

### **1.2.2. Exceso de nitrógeno.**

La sobre fertilización conduce a desequilibrios negativos de la vid; el primer síntoma es un oscurecimiento del color verde de las hojas y un vigor excesivo de brotes, con sombreamiento de la copa, otro es la exudación de aminoácidos por los bordes de las hojas, dejando una coloración blanquecina, y más grave es el necrosamiento de tejidos. Y diversos desórdenes fisiológicos son atribuibles a la intoxicación con el nitrógeno, tales como: necrosis de yemas, hojas, brotes y racimos florales y pardeamiento de fruta, etc. (Gil, 1 993).

El vino también sufre problemas de fermentación y de calidad (Bell y Henschke, 2 005)

Por otro lado, el exceso de nitrógeno puede promover un crecimiento excesivo y reducir la acumulación de carbohidratos (Bañados, 2 000).

Por otra parte (Ruiz, 2 000) indica que los desórdenes como fiebre de primavera y palo negro, además de relacionarse con toxicidad de amonio, se producen por deficiencia de potasio.

El exceso hace que las cepas tengan gran vigor, con desproporción en la relación madera/fruto lo que induce un retraso en la maduración de la uva. Además las plantas pierden resistencia tanto frente a enfermedades como a condiciones climáticas adversas. Se incrementa el desgrane de los racimos y produce ablandamiento de las bayas. En suma empeora el estado sanitario y produce fuerte disminución en la calidad de las uvas y por tanto en el vino obtenido (Domínguez Vivancos, 1 998).

La aplicación del nitrógeno al cultivo de vid incrementa la producción pero puede comprometer la calidad de la uva produciéndose disminuciones en el grado y en la concentración de antocianos y polifenoles, y en general de todos los elementos que le van a conferir sus características al vino (Domínguez Vivancos, 1 998).

### **1.2.3. Época de fertilización.**

El inicio de primavera, antes o poco después de brotación, es la época más eficiente (Conradie, 1 992).

Se ha recomendado, en consecuencia, la aplicación en tres

parcialidades, poco después de brotación, en el momento de la floración y antes del envero (Conradie, 1 992).

### **1.3. EL CULTIVO DE VID Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA.**

La fertilización nitrogenada en viña es indispensable para el crecimiento vegetativo, participando en la formación de aminoácidos y permitiendo la edificación de las proteínas vegetales necesarias para el buen funcionamiento fisiológico de la vid (Moya Talens, 2 002).

Al absorberse el nitrógeno directamente de la solución del suelo es muy importante el perfil radicular de la viña, tendiendo este a explorar todo el terreno que hay a su disposición. Por ello la naturaleza del porta injerto es de gran importancia en el vigor de la planta y va a condicionar la forma y el desarrollo radicular, y ligeramente el ciclo vegetativo de la viña (Moya Talens, 2 002).

En la vid la cosecha está fuertemente condicionada por las yemas fructíferas, que se habrán formado en el año anterior, y por el estado nutricional en el que se encuentre la planta en los distintos estados

vegetativos, siendo fundamental desde floración hasta acabada la etapa de división celular de las bayas (Hidalgo, 2 002).

#### **1.4. POTASIO.**

##### **1.4.1. Función del potasio en la vid.**

La función del potasio es particular, actúa en las reacciones enzimáticas, en la síntesis de proteínas, en la respiración, asimilación de la clorofila, en el transporte y acumulación de los hidratos de carbono a los racimos por lo que aumenta el contenido en azúcares, en la estabilización del pH y en la mantención del potencial osmótico celular y, así del potencial hídrico, lo que en las células estomáticas significa regular la transpiración (Gil, 2 006).

La movilización hacia el fruto es similar a la de hidratos de carbono y a la acumulación de materia seca, aumentando hacia la cosecha (Schaller, 1 992), lo que contribuye al flujo floemático, de este modo, una deficiencia de potasio afecta al fruto y se manifiesta en plantas con mucha carga de uva (Schaller, 1 992).

Los cultivos de vid necesitan potasio para la formación de azúcares, almidones y para la síntesis de proteínas, también neutraliza los ácidos orgánicos, regula la actividad de otros nutrientes, activa las enzimas responsables de muchos procesos fisiológicos y ayuda a ajustar la presión de agua dentro de la planta. Además, permite que la planta resista mejor las bajas temperaturas. A pesar de la intervención directa del potasio en los procesos antes descritos, este elemento no forma parte de los compuestos orgánicos de la planta y más bien se encuentra presente en forma catiónica ( $K^+$ ) en las células de la planta. La mayor demanda de potasio en el cultivo de la uva se presenta cuando abundantes cantidades de este nutriente se acumulan en la fruta en maduración. La planta toma también este nutriente del suelo en forma del catión ( $K^+$ ) (Christensen y Kasimatis, 1978).

Este elemento, si bien es cierto es muy importante en la producción de vid, no se debe exagerar en el nivel de fertilización, que en muchos casos es excesivo, ya que dosificaciones muy altas pueden promover un desbalance nutricional, afectando la absorción del magnesio y calcio (INIA-Chile, 2001).

#### **1.4.2. Efecto del potasio en el cultivo de vid.**

Es un factor de vigor, rendimiento y calidad, pues participa en la neutralización de los ácidos orgánicos formados, favorece la respiración y activa el crecimiento. Como factor de calidad, interviene aumentando la fotosíntesis, la migración y la acumulación de azúcares en los frutos (Fregoni, 1 999).

A diferencia de los demás elementos mayores, el potasio no forma parte de las proteínas, de los hidratos de carbono. Es fácilmente absorbido por las raíces de las plantas en forma de ion ( $K^+$ ) y este es retenido en el jugo celular, interviniendo en la regulación de la presión osmótica y en el mantenimiento de la turgencia de la planta (Simpson, 1991).

Es un factor de salud de las plantas, pues facilita el buen reparto de las reservas entre las distintas partes de la planta. Interviene en la regulación de la apertura y cierre de estomas, es un factor de resistencia a la sequía (Fregoni, 1 999).

Favorece el cuajado y adelanta la maduración, es un elemento de protección contra heladas (Rojas M ,1 950).

La vid es una fuerte consumidora de potasio, por la extracción realizada por las cosechas; es el elemento más importante en el abonado de la vid (Ruesta, 1 992).

(Rojas M, 1 950) sostiene que un exceso en la fertilización de potasio puede bajar el rendimiento.

#### **1.5. DEFICIENCIA O CARENCIA DE POTASIO.**

Los síntomas aparecen primero en las hojas de las porciones medias de las ramas con un amarillamiento que se inicia en los filos de las hojas. A medida que el ciclo de crecimiento progresa, el amarillamiento se mueve hacia las áreas entre las nervaduras. En las variedades tintas este amarillamiento cambia a un color rojo bronceado. Luego, en todas las variedades, los filos de las hojas se queman y se curvan hacia arriba o hacia abajo (Christensen y Kasimatis, 1 978).

Cuando la deficiencia es severa se reduce apreciablemente el crecimiento de la planta y los síntomas pueden estar presentes en casi

todas las hojas antes de la floración. Las hojas pueden caerse prematuramente, especialmente si existe estrés de humedad (Christensen y Kasimatis, 1 978).

Si la caída de hojas es grande la fruta no desarrolla todo su color y no madura normalmente. Los racimos de fruta son pequeños y la fruta tiene un color no uniforme. La parte inferior del racimo puede colapsar en la mitad de su período de crecimiento y la fruta toma la apariencia de pasa (Christensen y Kasimatis, 1 978).

El crecimiento del fruto por expansión celular se ve afectado por deficiencia de potasio y la acidez titulable aumenta con abundancia, ya que los ácidos son sintetizados para equilibrar la carga. Tanto el calibre como la calidad de la uva son afectados por el potasio, indispensable para dicha característica (Amiri y Fallahi, 2 007).

El potasio tiene una gran movilidad para pasar de una parte a otra dentro de la misma planta. Si existe riesgo de carencia de potasio la planta es capaz de transferir potasio desde las hojas más antiguas a las más recientes (Simpson, 1 991).

## **1.6. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LA VID.**

### **1.6.1. Clasificación taxonómica.**

Según (Cronquist y Takhtajan ,1 980), clasifica y ubica a la vid:

División: Magnoliophyta

Sub. División: Magnoliatae

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Rhamnales

Familia: Vitáceas

Género: *Vitis*

Especie: *Vitis vinifera L.*

### **1.6.2. Características morfológicas.**

#### **1.6.2.1. Raíz.**

Normalmente alcanza de 0,6 a 1,50 m. Las plantas obtenidas por vía vegetativa (estacas), poseen raíces numerosas y muy ramificadas, mientras que las provenientes por semilla poseen raíz pivotante. La raíz

es la parte subterránea de la planta; asegura el anclaje de la planta al sub suelo y de su alimentación en agua y elementos minerales. En la extremidad terminal de la raíz esta la cofia, la cual protege a la raíz y le permite propagarse. Encima de la cofia están los pelos absorbentes los cuales son caducos y se renuevan sin cesar (Martínez de Toda, 1 991).

#### **1.6.2.2. Tallo.**

Puede alcanzar dimensiones considerables, nunca es recto, es ondulado y retorcido. Está constituido por el tronco, las ramas principales o brazos, pulgares o varas (ramas del año anterior) y los pámpanos o brotes (ramas del año) y las yemas. Los sarmientos o ramos, están constituidos por el crecimiento de los brotes después de su maduración, a lo largo de los cuales a intervalos más o menos regulares, se encuentran los nudos. De éstos salen las hojas y se desarrollan las yemas y zarcillos (Ruesta, 1 992).

#### **1.6.2.3. Yemas.**

En esencia son pequeños brotes en miniatura. Están constituidas generalmente por tres brotes parcialmente desarrollados en hojas

rudimentarias, o bien en hojas y racimos florales, cubiertos por escamas que están impregnadas con suberina y revestidas con pelillos que protegen las partes internas contra el secamiento. Son indispensables para asegurar la multiplicación de la vid. A las yemas se les puede clasificar de la siguiente forma: yemas vegetativas, fruteras, axilares, latentes y adventicias (Martínez de Toda, 1 991).

#### **1.6.2.4. Hoja.**

Las hojas aparecen sobre los ramos desde el desborre de la yema (brotamiento) y su número aumenta hasta la parada de crecimiento. Cada una de ellos es el crecimiento expandido de un brote que nace en un nudo y tiene una yema en su axila. Cada hoja tiene 3 partes: pecíolo, brácteas y limbo, el cual posee senos, lóbulos y nervaduras cuyas características varían según la especie y variedad. La disposición de las hojas es alterna y opuesta en 180°. El limbo está compuesto por cinco nervios, cinco lóbulos, separadas por senos (Reynier, 1 989).

#### **1.6.2.5. Flor.**

Constituyen un racimo formado por un eje principal, llamado

raquis, del cual salen ramos que se dividen para formar los pedicelos, que son las que llevan las flores individuales. La porción del raquis que se extiende desde el brote hasta su primera rama se llama pedúnculo. El eje principal con todas sus ramificaciones se denomina escobajo. La mayoría de las flores de las variedades comerciales de *Vitis vinifera* son perfectas, hermafroditas (Martínez de Toda, 1 991).

#### **1.6.2.6. Fruto.**

El fruto de la vid es una baya, se desarrolla del gineceo que es la única parte floral que persiste después de la floración, en conjunto forman el racimo, cuya forma puede ser regular o irregular, y está constituido por el escobajo, parte leñosa del racimo que sirve de soporte a los granos, y el grano o baya en sí, parte carnosa del racimo, constituidos por bayas cuyas características son propias de cada variedad (Ruesta, 1 992).

#### **1.6.3. Fisiología de la vid.**

##### **1.6.3.1. Brotamiento.**

Se produce como consecuencia de una sostenida temperatura

media ambiental templada, acompañada de determinado grado de humedad y consiste en el crecimiento de brotes como resultado de la producción de células nuevas y de su agrandamiento. La yema por crecimiento del cono o conos que encierra se hincha hasta la separación de las escamas que cubren, aquellos apareciendo la borra (pelusilla) y a continuación los órganos verdes formando el brote. La temperatura necesaria para que se produzca la brotación fluctúa entre los 8°C y 12°C, debiendo mantenerse durante dos semanas como mínimo para este proceso fisiológico de la vid (Reynier, 1989).

#### **1.6.3.2. Floración y fecundación.**

En primavera, los racimos florales emergen con las hojas conforme inicia el brote su crecimiento. La vid normalmente florece cuando la temperatura alcanza los 20 a 22°C y permanece en este estado de 8 a 12 días. Abajo de los 15,5°C pocas flores se abren. Con un aumento de la temperatura de 18 a 24°C, la floración aumenta muy rápidamente. A temperatura de 35 a 38°C, la floración se retrasa. Generalmente, transcurren alrededor de 50 días desde el brotamiento de las yemas hasta la floración. Durante la floración el crecimiento de los sarmientos se hace menor y casi llega a detenerse en el momento de la fecundación,

requiriéndose para tal efecto que el proceso de la floración sea completo (Ruesta, 1 992).

Cuando por diferentes causas, bien sean nutricionales, patológicas, climáticas, fisiológicas, etc., este proceso no es completo, el racimo floral queda total o parcialmente sin transformarse en fruto, lo cual se conoce por corrimiento de la flor (Ruesta, 1 992).

Tanto el agua como los elementos minerales cumplen una función adecuada si mantienen el crecimiento de la planta equilibrada. El nitrógeno no debe ser deficiente, pero tampoco excesivo; en cambio, parece que las yemas ricas en fósforo y potasio tienden a ser florales (Pszczólkowski, 2 007).

La apertura floral suele ocurrir entre las 6 y 9 de la mañana y entre las 2 y 4 de la tarde (Pratt, 1 971).

#### **1.6.3.3. Cuajado.**

Un cierto número de flores fecundadas evolucionan a frutos, mientras que un cierto número de flores polinizadas y de ovarios

fecundados caen, se dice que se corren. Exceso de nitrógeno afecta el cuajado en algunas variedades (Martínez de Toda, 1 991).

La formación y desarrollo de la semilla, con toda su expresión de genes (Gehring, 2 004), inicia el crecimiento del ovario para formar el fruto. Tanto esa acción como su efecto constituyen la fructificación (cuajadura o cuajamiento) y en viticultura se usa con ese nombre de cuaja; lo contrario es la corredura o corrimiento (Branas, 1 957). La fructificación normal es el orden del 50 % de las flores y si es menor se trata de la corredura practica (Huglin, 1 960). Las variedades con problemas de fructificación son numerosas, como Grenache, Cabernet Sauvignon, Merlot, Chardonay y Sauvignon Blanc (Broquedis, 1 996).

#### **1.6.3.4. El envero.**

Se da este nombre al proceso de cambio de color de grano de uva a su color definitivo. Durante este periodo el grano de uva pierde su dureza y comienza a ablandarse debido en gran parte a la disminución de las sustancias pépticas y a la menor presión osmótica de las células; el grano se hincha y adquiere elasticidad y a su vez la cutícula se vuelve traslúcida. Comienza a cambiar el color, pasando del verde al verde

amarillento en uvas blancas y al rojo violáceo en uvas con propósito de vinificación (Reynier, 1 989).

#### **1.6.3.5. Maduración.**

El periodo de maduración se caracteriza por modificación física y bioquímica. En la modificación física, la uva pierde su coloración verde y se vuelve coloreada; en la modificación bioquímica, la composición de la uva cambia, en principio bruscamente al comienzo del periodo y después progresivamente, la acidez disminuye, mientras que aumenta el contenido de azúcares, compuestos fenólicos, aromáticos. La maduración se alcanza cuando la cantidad de azúcar permanece estacionaria en el fruto (Reynier, 1 989).

La acumulación de azúcares es el fenómeno más importante de la maduración, dado que ellos determinan el contenido en alcohol de los vinos y constituyen el origen de muchos otros compuestos, entre ellos los antocianos y diversos precursores aromáticos. Una vez que comienza la maduración (envero) la concentración aumenta continuamente, antes de que se reinicie el crecimiento del fruto, siguiendo el patrón sigmoide (Brown y Coombe, 1 985).

Ácido tartárico, Su síntesis ocurre en las hojas y bayas jóvenes por metabolización de azúcares (Ribereau – Gayon, 1 991).

Al momento de la madurez sus tenores varían entre 6 a 9 g/l, según de la variedad, condiciones ambientales, y particularmente, condiciones hídricas de la vid. Este ácido explica en gran medida el pH de los mostos y vinos (Moskowits y Hrazdina, 1 981).

#### **1.6.3.6. Agosto.**

Es el periodo que abarca desde poco antes de la cosecha, hasta el receso invernal, en el cual gran parte de las sustancias que contienen los órganos (hojas, sarmientos) que se van a eliminar, se trasladan a los órganos (brazos, tronco, raíces) que van a permanecer hasta la reiniciación de su actividad en primavera (Reynier, 1 989).

### **1.7. CONDICIONES ECOLÓGICAS PARA EL CULTIVO DE VID.**

#### **1.7.1. Clima.**

Es el resultado de las condiciones atmosféricas generales anuales

donde se asienta en viñedo (temperatura, radiación, humedad, etc) (Valenzuela, 1992). El cultivar Cabernet Sauvignon, es una planta rústica de clima cálido, estando especialmente adaptada al calor y resistente a las condiciones de sequía, aunque también es capaz de vegetar en las zonas más frías. En general, en los climas cálidos produce vendimias ricas en azúcares y polifenoles y pobres en acidez, sucediendo lo contrario en climas fríos (Valenzuela, 1992).

Las temperaturas óptimas para el cultivo de la vid en sus distintas etapas de desarrollo serían las siguientes: apertura de yemas: 9 a 10 ° C; floración: 18 a 22 ° C; de floración a cambio de color: 22 a 26° C; de cambio de color a maduración: 20 a 24° C; vendimia: 18 a 22° C. Las temperaturas demasiado altas (30 a 34° C), especialmente si van acompañadas de sequedad, viento caliente y seco, son temperaturas que queman hojas y racimos (Ruesta, 1992).

Otros factores tales como la latitud, la altitud y la luz solar tienen sus efectos en el desarrollo de cultivo, pero en menor grado que la cantidad de calor, así la viña prospera mejor entre los 35 a 50 ° de latitud Norte y entre los 8 a 39° de latitud Sur, en altitudes que van desde pocos metros sobre el nivel del mar hasta 1 500 m.s.n.m (Reynier, 1989).

### **1.7.2. Suelo.**

La vid es una especie que se acomoda a una gran diversidad de suelos, sin embargo prefiere terrenos sueltos, profundos con pH de 5,6 a 7,7, para asegurar un buen sistema radicular. Respecto a la composición química deben tener un contenido aceptable de elementos nutritivos. Suelos con alta conductividad eléctrica mayores de 4mmhos/cm<sup>2</sup> o aquellos que tienen alto porcentaje de sodio cambiante (15 %) no son aparentes para el normal desarrollo del cultivo (Ruesta, 1 992).

En términos generales, en nuestro país, los suelos de la costa son aparentes para el cultivo de la vid. Los suelos con vocación vitícola son con frecuencia bastante pobres, poco profundos y bastante bien drenados. Las gravas y arenas facilitan el drenaje, se calientan, en primavera favorece una madurez precoz (Ruesta, 1 992).

### **1.8. PRODUCCIÓN Y CALIDAD.**

Según (Gil, 2006), la producción de fruta está determinada por la cantidad de yemas fructíferas, que dan origen a racimos, y por la capacidad de la planta de llevarlos hasta su madurez con máxima calidad.

Esto se relaciona con la superficie foliar efectivamente iluminada, por lo tanto, si la cantidad de fruta producida sobrepasa la capacidad de la planta se deteriora su calidad, también cabe mencionar que en uvas vineras una alta producción va en desmedro de la calidad, por consiguiente también se alterará al vino; es decir un vino de mala calidad.

#### **1.9. CARACTERÍSTICAS DEL PORTAINJERTO SOBRE EL CUAL ESTÁ INJERTADO EL MATERIAL EN ESTUDIO (CABERNET SAUVIGNON).**

**Richter 110 (*Vitis berlandieri x Vitis rupestris*)**, (Hidalgo, 1 999), sostiene que es muy resistente a la sequía y a suelos compactados, posee buena resistencia a suelos alcalinos y a la carencia de potasio, su resistencia es media a la carencia de magnesio, sensible al exceso de humedad, a la salinidad y a los nemátodos del género *Meloidogyne* y *Xiphinema*. (Walker, 2 000) agrega que induce vigor excesivo en suelos fértiles y presenta buena resistencia a filoxera.

#### **1.10. ANTECEDENTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**

La fertilización en el INPREX siempre está orientada a incrementar los rendimientos en la vid. Los niveles utilizados para cada campaña de

producción es: 120 kg/ha de nitrógeno; 80 kg /ha de fósforo y 200 kg/ha de potasio para un rendimiento promedio de 8 t/ha para uvas tintas (INPREX, 2 010).

Según (AMPEX, 2 007), señala que la fertilización es fundamental para la producción de vid, señala además que el nitrógeno aumenta el desarrollo de los brotes y hojas, lo que permite a la planta elaborar y transformar mayor cantidad de sustancias nutritivas, se utiliza a razón de 100 a 120 kg/ha. El potasio influye también en la floración y el cuajado, aumenta la riqueza en azúcar y también lo hace más resistente a plagas y enfermedades se aplica de 100 a 200 kg/ha de sulfato de potasio.

Señala (Ruesta, 1 992), la aplicación de los elementos nutricionales va en aumento desde el quinto año para adelante y sugiere que la fertilización con nitrógeno es de 160 a 40 kg/ha, para el fósforo es de 90 a 120 kg/ha, para el potasio de 160 a 240 kg/ha. Pero hay casos especiales donde la aplicación de los fertilizantes depende mucho de la fertilidad de los suelos y en este caso la fertilización nitrogenada puede ser de 350 a 533 kg/ha de urea, para el fósforo 196 a 260 kg/ha de superfosfato triple, para el potasio es de 320 a 480 kg/ha de sulfato de potasio.

Previo a la plantación puede establecerse un nivel suficiente de potasio en el suelo por fertilización, con 240 a 390 kg/ha; lo normal en la zona central de Chile es que sean suficientes 200 a 300 kg y 400 kg/ha, respectivamente, incorporados en profundidad y en el hoyo (Silva y Rodríguez, 1995; Ruiz, 2 000).

Con respecto a Cabernet Sauvignon en la Región Metropolitana de Santiago de Chile, localidad de Pirque, observaron que en estudios realizados en este cultivar de 16 años de producción, utilizaron 230 a 300 kg/ha de sulfato de potasio, donde se obtuvo una producción de 18 t/ha (Silva y Rodríguez, 1 993).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Instituto de Investigación, Producción y Extensión Agraria (INPREX) Tacna, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, administrado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

##### **a. Ubicación geográfica.**

- Latitud sur :17°01'50.29"
- Longitud oeste :70°15'28.27"
- Altitud : 527 m.s.n.m.

##### **b. Ubicación política.**

- Región : Tacna
- Provincia : Tacna
- Distrito : Gregorio Albarracín Lanchipa.

## **2.2. HISTORIA DEL CAMPO EXPERIMENTAL.**

Según información del Instituto de Investigación, Producción y Extensión Agraria (INPREX) es la siguiente: Hace 10 años atrás era un cascajal, luego se logró instalar plantones de vid, que es el material de estudio, es una plantación de 7 años.

## **2.3. SITUACIÓN EDÁFICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL.**

Para la determinación de las características físico-químicas se realizó el análisis de suelo por el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-PUNO), cuyos resultados se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Análisis físico-químico del suelo del área experimental, Instituto de Investigación, Producción y Extensión Agraria (INPREX).**

ANÁLISIS FÍSICOS	RESULTADOS
Arena	52,00 %
Arcilla	12,00 %
Limo	36,00 %
Clase textural	FA - F
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
CO <sub>3</sub> Ca	0,30%
pH	7,80
C.E.	0.211mmhos/cm
Materia orgánica	0,72%
Nitrógeno	0,03%
Fósforo	8,85 ppm
Potasio	452,31ppm
ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN EN SUELOS	RESULTADOS
Ca <sup>++</sup>	5,70 meq/100 g
Mg <sup>++</sup>	1,70 meq/100 g
K <sup>+</sup>	1,25 meq/100 g
Na <sup>+</sup>	0,51 meq/100 g
CIC	10,00 meq/100 g

Fuente: Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Puno.

Es un suelo franco arenoso, ligeramente salino, poco contenido de materia orgánica consecuentemente con poca retención de humedad, otra de sus características es que tiene bajísimo contenido de nitrógeno y fósforo, alto contenido de potasio, características de los suelos costeros.

La vid es una especie que se acomoda a gran diversidad de

suelos, sin embargo, deben elegirse de preferencia terrenos sueltos, profundos, para asegurar un buen sistema radicular, esta debe evitarse suelos pesados, con mal drenaje, en términos generales nuestro país, los suelos de la costa son aparentes para el cultivo de la vid (Ruesta, 1 992).

La vid es un cultivo que se adapta a una gran variedad de tipos de suelos, pero los mejores son los franco-arenosos, con buen drenaje y profundos (Tisdale y Nelson, 1 975).

Los buenos suelos vitícolas se caracterizan por una riqueza de mediana a débil, con un poder de infiltración elevado, gravosos que permiten un rápido calentamiento en primavera. En cuanto al pH es dependiente de la cepa que se utiliza (Tisdale y Nelson, 1 975). En cuanto al pH del suelo fue de 7,8 siendo ligeramente alcalino pero está un poco más del rango normal que según (Ruesta, 1 992), indica que debe ser de 5,6 a 7,7 que es el óptimo para el cultivo.

La conductividad eléctrica según el análisis fue de 0,211mmhos/cm, el cual indica que es un suelo muy ligeramente salino, es decir unos suelos con alta conductividad eléctrica mayores a 4 mmhos/cm, o aquellos que tienen alto porcentaje de sodio cambiante

(15%) no son aparentes para el normal desarrollo del cultivo, es donde la vid sufre desequilibrios fisiológicos (Ruesta, 1 992).

En lo relacionado al contenido de materia orgánica fue del 0,72 % que según (Ruesta, 1 992) es considerado bajo.

En cuanto al contenido de fósforo disponible fue de 8,85 ppm, según lo indicado por (Rodríguez R, 1 992), son considerados bajos, con respecto al contenido de potasio fue de 452,31 ppm que fue alto según lo indicado por (Rodríguez R, 1 992).

#### **2.4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.**

Los datos fueron obtenidos en la Estación Meteorológica principal Jorge Basadre Grohmann. Se consideró el periodo de mayo 2 010 a abril 2 011, fecha en que se realizó la fase de campo del presente trabajo de investigación, lo que se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Temperatura, humedad, heliofania, y evapotranspiración,  
mayo 2 010- abril 2 011.**

Meses	Temperatura °C		Tem. Media	Heliofania (h/s)	Evapotranspiracion del tanque tipo A (m/s)	H.R Media (%)
	Max.	Min.				
Mayo	22.2	13.6	17.9	5.2	2.6	80
Junio	18.8	10.5	14.7	5.2	1.8	83
Julio	17.7	8.2	13.0	6.2	2	81
Agosto	19.2	9.0	14.1	6.29	2.4	80
Setiembre	20.3	10.4	15.4	6.6	2.8	83
Octubre	22.1	11.8	16.9	8.2	3.8	75
Noviembre	24.1	13.0	18.6	8.8	4.6	78
Diciembre	25.5	13.7	19.7	9.5	5.0	74
Enero	27.4	15.4	21.4	8.4	5.1	73
Febrero	27.9	16.8	22.4	7.6	4.5	66
Marzo	26.7	14.8	20.4	9.5	4.7	70
Abril	24.7	14.7	19.7	7.6	2.5	75

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Estación MAP Jorge Basadre Grohmann. Tacna. 2011.

La vid es una planta que se adapta a muy variados climas, para prosperar mejor necesita de veranos largos, desde tibios hasta calientes y

secos, e inviernos frescos. No prospera bien con veranos húmedos, debido a su gran susceptibilidad a enfermedades criptogámicas (Ruesta, 1992).

Esta especie pertenece a zonas templadas e intertropicales, pudiendo realizarse en zonas donde la temperatura media anual no desciende de los 9 ° C (Ruesta, 1 992).

Las temperaturas óptimas para el cultivo de la vid en sus distintas etapas de desarrollo serían las siguientes: apertura de yemas: 9 a 10 ° C; floración: 18 a 22 ° C; de floración a cambio de color: 22 a 26° C; de cambio de color a maduración: 20 a 24° C; vendimia: 18 a 22° C. Las temperaturas demasiado altas (30 a 34° C), especialmente si van acompañadas de sequedad, viento caliente y seco, son temperaturas que queman hojas y racimos (Ruesta, 1 992).

El clima templado es el ideal para su desarrollo, la vid no requiere mucho calor para brotar, basta de 9 a 10° C, en cambio para la floración y fructificación requiere una temperatura de entre 18°C y 20° C ,que son favorables para la vid (INIA-Chile, 2 001).

## **2.5. MATERIALES.**

### **A. Materiales experimentales.**

- **Cabernet Sauvignon.**

Se utilizó este cultivar para este trabajo de investigación, el cual está injertado sobre un patrón americano (R-110). Se trabajó con una población de 192 plantas en toda la parcela experimental y una muestra de 72 plantas evaluadas.

La elección de las plantas para evaluar se observó principalmente que estén sanas de un vigor medio, de tamaño homogéneo, plantas con buena distribución de cargadores; se descartó las plantas pequeñas y de mal estado o de exceso vigor.

### **Características del material experimental.**

Según (Bowers y C.Meredith, 1 997), sostiene que es una variedad de origen francés, esta variedad está difundida en las zonas templadas y calientes en todo el mundo. La variedad es bastante homogénea con

algunas diferencias en la forma del racimo y en las características típicas del vino. Tiene un racimo medio pequeño, cilíndrico, bastante compacto, de grano medio esferoidal, piel de color azul violáceo, de pulpa consistente y carnosa, de sabor ligeramente herbáceo.

Es una variedad bastante vigorosa y de brotación medio tardía, de vegetación bastante erecta y entrenudos medio cortos. No acepta suelos excesivamente fértiles y húmedos que inducen a gran vigor y dificultades de lignificación. Se adapta a diversas formas de poda teniendo en cuenta las condiciones climáticas (Pszczolkowski, 2 007).

La producción es regular, que varía de 12 a 16 t/ha, del cual se obtiene los mejores vinos del mundo (INTA, 1 990)

Se obtiene un vino de color rojo intenso, matices violáceos, aromáticos y provistos de una leve y característico sabor herbáceo. Con envejecimiento se obtiene una notable fineza. Vinificado con otras variedades, mejora notablemente las características organolépticas (Gonzalo F. Gil y Philipppo Pszczolkowski, 2 007).

Es una variedad que se caracterizan por una riqueza en azúcares

media a alta, buena acidez total y pH bajo a mediano. Apta para la elaboración de los vinos tintos varietales, sin embargo, su complejidad puede incrementarse notablemente al realizar ensamblados con otros vinos (Gonzalo F.Gil y Philipppo Pszczolkowski, 2 007).

Dada la pequeñez de sus bayas, poseen una buena relación película/pulpa, que con madurez adecuada le confiere una buena estructura tánica, sus aromas son más agradables y complejos, recordando a frutas rojas y algo d pimienta verde. Con el estacionamiento se desarrolla un intenso y delicado bouquet (Gonzalo F.Gil y Philipppo Pszczolkowski 2 007).

Es muy sensible al desecamiento del escobajo, producido por un bajo contenido de nitrógeno en los tejidos (Capps y Wolf, 2 000)

- **Fertilizantes.**

Se utilizó la urea y el sulfato de potasio en la fertilización.

#### **Urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ )**

La urea es un abono orgánico (amínico) que se encuentra en los orines de los animales. Su fabricación es relativamente barata. Es el

abono más concentrado de todos los abonos sólidos y es fácilmente soluble en agua, y si es pura, tiene una riqueza en nitrógeno del 46,6 %. La urea es higroscópica y por ello difícil de manejar aunque la tecnología actual a agregado una pequeña cantidad de acondicionante logrando un producto comercial de 46 % (Simpson, 1 991).

#### **Sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ )**

Contiene 50 % de potasio  $K_2O$  y 18 % de azufre. Es un fertilizante más especializado para cultivos que no tolera el ion cloruro y para un lento aprovechamiento por su menor solubilidad. Es un fertilizante de reacción ácida. Se recomienda preferentemente en suelos con ciertos problemas de sales. En cultivos como vid, cítricos, frutales en los cuales la presencia de cloro afecta la calidad (Simpson, 1 991).

#### **B. Factores de estudio.**

- **Factor A: Niveles de Nitrógeno (kg/ha)**

n1	=	50 kg/ha
n2	=	100 kg/ha
n3	=	150 kg/ha
n4	=	200 kg/ha

- **Factor B: Niveles de potasio (kg/ha)**

k1 = 50kg/ha

k2 = 150kg/ha

k3 = 250kg/ha

k4 = 350kg/ha

**Cuadro 3. Combinación de factores.**

VARIABLES		COMBINACIÓN	TRATAMIENTO
Niveles de Nitrógeno	Niveles de Potasio		
n <sub>1</sub>	k <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>
	k <sub>2</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>
	k <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>
	k <sub>4</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>4</sub>	T <sub>4</sub>
n <sub>2</sub>	k <sub>1</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>
	k <sub>2</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	T <sub>6</sub>
	k <sub>3</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
	k <sub>4</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>4</sub>	T <sub>8</sub>
n <sub>3</sub>	k <sub>1</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	T <sub>9</sub>
	k <sub>2</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>2</sub>	T <sub>10</sub>
	k <sub>3</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>3</sub>	T <sub>11</sub>
	k <sub>4</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>4</sub>	T <sub>12</sub>
n <sub>4</sub>	k <sub>1</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>1</sub>	T <sub>13</sub>
	k <sub>2</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>2</sub>	T <sub>14</sub>
	k <sub>3</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>3</sub>	T <sub>15</sub>
	k <sub>4</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>4</sub>	T <sub>16</sub>

Fuente: Elaboración propia.

**C. Variables respuesta.**

- **Diámetro ecuatorial de bayas a la madurez.**

Se evaluaron 5 bayas por racimo. En total se examinaron las bayas

de 9 racimos, con 45 bayas por unidad experimental, para este proceso se utilizó un vernier, esta evaluación se realizó 4 días antes de la cosecha. Este material se llevó al laboratorio de Biotecnología, para su evaluación.

- **Diámetro polar de bayas a la madurez.**

Se examinó 5 bayas por racimo, en total se evaluaron las bayas de 9 racimos, con 45 bayas por unidad experimental, para este proceso se utilizó un vernier, esta evaluación se realizó 4 días antes de la cosecha, el material se llevó al laboratorio de Biotecnología, para su evaluación.

- **Longitud de racimo.**

Se evaluaron 5 racimos por planta, en total 15 racimos por unidad experimental, con 720 racimos en toda la parcela experimental; las plantas a evaluar fueron marcadas antes de todas las evaluaciones. Para esta evaluación se utilizó una regla de metal, se midió desde la punta de la uva hasta la inserción con el raquis, se evaluó una semana antes de la cosecha.

- **Diámetro del racimo.**

Se evaluaron 5 racimos por planta, en total 15 racimos por unidad experimental, con 720 racimos en toda la parcela experimental; las plantas a evaluar fueron marcadas antes de todas las evaluaciones. Para esta evaluación se utilizó una regla de metal, se midió desde la parte media del racimo, se evaluó una semana antes de la cosecha.

- **Número de racimos por planta.**

Se contó todos los racimos existentes de las tres plantas evaluadas por unidad experimental, se hizo en las 48 unidades experimentales que conforman toda la parcela experimental en estudio. Esta evaluación se realizó una semana antes de la cosecha.

- **Grados Brix.**

Para medir esta característica se seleccionaron 3 racimos por planta, de las cuales de cada racimo se sacaron 5 bayas, en total se evaluaron 45 bayas por unidad experimental. Se evaluó 2 días antes de la cosecha, se llevó el material al laboratorio de biotecnología envuelto en papel y en una caja de tecnopor. Para esta evaluación se utilizó el refractómetro

manual, agua destilada para lavar el refractómetro después de cada lectura.

- **Peso de racimos.**

Para medir esta variable se seleccionaron 5 racimos por planta, con un total de 15 racimos por unidad experimental, en total se evaluó 720 racimos en toda la parcela experimental; este dato se obtuvo en la cosecha, una vez seleccionada los racimos se pesaron en una balanza racimo por racimo, los racimos fueron tomados aleatoriamente en cada unidad experimental de cada planta evaluada.

- **Rendimiento (kg/ha).**

Con una balanza se pesaron toda la cosecha por unidad experimental, la cosecha se realizó en jabas de 25 kg, por separado; en toda la parcela experimental se tuvo 48 datos de peso de fruto, para observar el rendimiento de cada tratamiento y luego proyectar en rendimiento por hectárea. Se evaluó el día de la cosecha en el mismo campo.

## 2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó el modelo del diseño de Bloques Completos al Azar, con arreglo factorial 4X4 con 16 combinaciones de tratamientos y 3 repeticiones.

## 2.7. ALEATORIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS.

**Cuadro 4. Distribución de tratamientos.**

Bloque 1		Bloque 2		Bloque 3	
T11(n3k3)	T5 (n2k1)	T7 (n2k3)	T12(n3k4)	T3 (n1k3)	T16(n4k4)
T3 (n1k3)	T6(n2k2)	T5(n2k1)	T9(n3k1)	T15(n4k3)	T1(n1k1)
T10(n3k2)	T14(n4k2)	T1(n1k1)	T3(n1k3)	T8(n2k4)	T6(n2k2)
T7 (n2k3)	T1(n1k1)	T14(n4k2)	T2(n1k2)	T5(n2k1)	T13(n4k1)
T4 (n1k4)	T12(n3k4)	T11(n3k3)	T4(n1k4)	T12(n3k4)	T7(n2k3)
T9 (n3k1)	T15(n4k3)	T16(n4k4)	T6(n2k2)	T4(n1k4)	T9(n3k1)
T13(n4k1)	T8(n2k4)	T15(n4k3)	T13(n4k1)	T14(n4k2)	T10(n3k2)
T2 (n1k2)	T16(n4k4)	T8(n2k4)	T10(n3k2)	T2(n1k2)	T11(n3k3)

Fuente: Elaboración propia.

## 2.8. CARACTERIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

### **Campo experimental:**

Largo : 49 m  
Ancho : 24 m  
Área : 1 176 m<sup>2</sup>

### **Unidad experimental:**

Largo : 8 m  
Ancho : 3 m  
Área : 24 m<sup>2</sup>

### **Bloque experimental:**

Largo : 24 m  
Ancho : 16 m  
Área : 384 m<sup>2</sup>

### **Otros:**

Número de líneas del campo experimental : 8  
Número de plantas por línea : 24  
Número de plantas por unidad experimental : 4

Separación entre línea	:	3 m
Distanciamiento entre plantas	:	2 m

## 2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico de los factores en estudio se realizó utilizando la técnica del análisis de variancia (ANVA). Con arreglo factorial de 4 x 4, usando la prueba en F con un nivel de significación de 0,05 y 0,01; para determinar la tendencia y hallar el nivel óptimo se empleó la técnica de regresión, ajustándose a una función de respuesta. Se utilizó el paquete estadístico de *Statgraphis Plus versión 5.2*.

El modelo utilizado es:

$$Y_{ijk} = U + a_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$	=	Observación
$U$	=	Media general
$a_i$	=	Efecto de repeticiones
$A_j$	=	Efecto del factor nitrógeno
$B_k$	=	Efecto del factor potasio
$(AB)_{jk}$	=	Efecto de la interacción
$E_{ijk}$	=	Efecto aleatorio del error

## **2.10. CONDUCCIÓN DEL CULTIVO.**

- **Medición del campo experimental.**

Con la utilización de una wincha de 50 m se realizó la medición del campo experimental; para establecer el número de árboles de vid a utilizar en el experimento, posteriormente se colocaron estacas, para marcar los hitos de referencia.

- **Limpieza del campo experimental.**

Después de que la vid salga del estado de latencia, se presta a retomar la producción, para ello antes de comenzar a realizar el trabajo se hizo un limpiado del campo de restos de malezas existentes, la reparación de las cintas de riego para que no haya problemas durante el riego respectivo.

- **Toma de muestra de suelo para análisis en laboratorio.**

Después de haber limpiado el campo se tomó muestras de suelo para el análisis físico – químico respectivo para así realizar la fertilización

respectiva, el muestreo se realizó en toda el área donde se llevó el trabajo, las muestras fue tomado en forma de zig-zag, se tomó 30 sub-muestras en todo el campo, a distintas profundidades (10, 20,30 cm de profundidad), para luego homogenizarlo bien y llevar al laboratorio dos muestras de 1kg cada uno.

- **Poda de inicio de brotación:**

- **Poda de fructificación.**

Se realizó en el mes de julio después del agoste. La variedad conducida en espáldera para vino se realizó poda corta, dejando pitones con 1 a 3 yemas en función al vigor de los sarmientos.

Para la poda se usó tijeras desinfectadas con lejía. Luego se aplicó a todas las plantas del terreno experimental con Benlate al 0,1 % y Ferban al 0,25 %. Esto para prevenir el ataque de enfermedades fungosas.

- **Aplicaciones de reguladores vegetativos.**

Se aplicaron reguladores vegetativos para romper la dormancia de las yemas. De esa manera, se estimuló la brotación de las yemas y se utilizó productos como el calcio cianamina y la cianamida hidrogenada (Dormex), obligadamente se aplicaron inmediatamente después de la poda de producción, en concentraciones del 3 % al 5 %, con el objeto de tener racimos uniformes.

#### **2.11. RIEGOS.**

Los riegos se iniciaron la primera semana de agosto hasta mediados de abril, que es donde se le corta el agua de riego para que la baya almacene la cantidad de agua necesaria y los azúcares para el momento de la cosecha. El riego fue utilizando el sistema de riego de goteo. Se realizaron riegos normales de 2 horas por posición cada 2, 3 y 4, días dependiendo del requerimiento del estado fenológico del cultivo.

#### **2.12. FERTILIZACIÓN (APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS).**

La aplicación de los macroelementos se realizó en etapas y manualmente al fondo de surco. La fertilización fue con 80 kg/ha de  $P_2O_5$  (fosfato diamónico 46 % de fósforo y 18 % de nitrógeno), también se

aplicó los tratamientos de potasio (Sulfato de potasio, 50 % de potasio y 18 % de azufre en 4 niveles respectivamente), además se agregó 10 t/ha de estiércol acompañando a la fertilización de fondo. La fertilización nitrogenada se realizó en tres oportunidades (Urea 46 % de nitrógeno), aplicando según los niveles de tratamiento designados. De acuerdo al programa de fertilización se realizaron cuatro fraccionamientos, según la fenología del cultivo (anexo 9).

1. Junto con la materia orgánica, antes de la poda, aquí se aplicó la fertilización fosfórica (Fosfato Diamónico) y la potásica (Sulfato de Potasio), esta práctica se realizó en el mes de agosto del 2 010.
2. Al brotamiento, cuando tenían un promedio de 10 cm, aquí se aplicó el primer tratamiento de nitrógeno (Urea) se hizo esta práctica a mediados del mes de setiembre.
3. Después de la floración, segunda aplicación del tratamiento en base al nitrógeno (Urea) en finales de diciembre del 2 010.

4. Inicio de envero, la tercera aplicación del nitrógeno (Urea), se realizó la primera semana de marzo del 2 011, es cuando todos los racimos estaban ya entrando al cambio de color.

### **2.13. PODA EN VERDE.**

Con esta poda se realizó el desbrote, despunte, deshoje; permitiendo regular el vigor de la planta, mejor aireación y exposición al sol de las flores como de los frutos, para permitir una buena coloración de los mismos , así como para facilitar la aplicación de pesticidas, como es una plantación joven no se comportó tan vigorosa, se hizo dos deshojes o desbrotos, todo ello para regular la carga homogénea de los racimos, además para eso se utilizó una tijera de podar bien desinfectada con fungicidas .

La poda se realizó con la finalidad de mantener la planta en la forma deseada, procurándose regularizar la producción de tal forma que se obtengan racimos y bayas del tamaño adecuado y de máxima calidad, y también para evitar el sombreado de la copa sobre los racimos y reducir el vigor de las plantas.

#### **2.14. SELECCIÓN DE PLANTAS.**

Se realizará después de la primera poda de despunte o deshoje, teniendo en cuenta el vigor de la planta y número de cargadores, en lo posible se tratará de buscar la homogeneidad (en diámetro de tallo y número de cargadores) entre las unidades experimentales.

Por cada unidad experimental se seleccionaran 3 plantas para evaluación, no usando las plantas en mal estado, ni las muy vigorosas, dando preferencia a aquellos que tuvieron un vigor intermedio.

En la evaluación, para diferenciar las plantas entre tratamientos, se utilizaron cintas de plástico de colores.

#### **2.15. DESHIERBOS.**

Se efectuó esta labor con la finalidad de evitar la competencia de agua, luz y nutrientes, a más de ser posibles inóculos de enfermedades y hospederos de ciertas plagas, se realizó manualmente, esta labor se realizó cada vez que las malezas están brotando, así mantener el campo limpio. Las malezas que se presentaron con mayor frecuencia fueron:

Gramma dulce (*Cynodon dactylon*); yuyo (*Chenopodium album*); coquito (*Cyperus rotundus*).

#### **2.16. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.**

Las plagas fueron controladas con aplicaciones oportunas no llegando a causar daño económico, la aplicación fue según el ataque existente, en general pesticidas de tipo sistémico y en otras ocasiones de contacto. La principal enfermedad que se presentó fue el oídium (*uncinula necator*), utilizándose para su control Topas (5 ml/mochila de 20 litros), antes de haber iniciado el trabajo una vez realizado la poda inicial de fructificación, se hizo una fumigación bañándolo todo el tronco con este producto, se realizó para evitar que el oídium rebrote, en cuanto a la plagas no se tuvo presencia.

#### **2.17. COSECHA.**

Esta operación se realizó de acuerdo a la maduración del cultivar en campo. En la uva Cabernet Sauvignon se consideró la maduración comercial considerándose que la fruta tenga las características de un color violáceo, como por ejemplo una coloración uniforme de las bayas,

consistencia firme de la baya y sabor agradable al paladar, cosechándose con un mínimo de 23 ° Brix (porcentaje de azúcares en el jugo).

La uva se cosechó manualmente, los racimos fueron cortados con pedúnculo largo, así se evitó la deshidratación del sistema que sostiene las bayas. Se evitó el menor contacto de las manos con las bayas, para no remover la película serosa (pruina) de éstas. La cosecha se realizó el 30 de abril, cosechando todo, en jabas de 25 kg.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. DIÁMETRO ECUATORIAL DE BAYA.

El análisis de esta variable, se realizó a partir de los datos tomados de acuerdo a lo señalado en la metodología, los datos originales se encuentran en el Anexo 1.

**Cuadro 5. Análisis de variancia de diámetro ecuatorial de baya (mm) del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	S.C.	C.M.	Fc.
Repeticiones	2	0,96271250	0,48135625	4,61 ns
Nitrógeno	3	1,69812292	0,56604097	5,42 **
Lineal	1	1,49626042		9,5 **
Cuadrático	1	0,00060208		0,01 ns
Potasio	3	2,21690625	0,73866875	7,07 **
Lineal	1	0,76275375		4,84 *
Cuadrático	1	0,37276875		2,37 ns
Nit x Pot.	9	3,30923542	0,36769282	3,52 *
Ni x Ki	1	0,57948075		3,88 ns
Ni x Kc	1	0,47082042		2,99 ns
Nc x Ki	1	0,00872042		0,04 ns
Nc x Kc	1	1,48755208		9,44 **
Error exp.	30		0,10449847	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>11,32193125</b>		

**CV= 2,65%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de variancia de diámetro ecuatorial de baya (Cuadro 5), muestra que se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para los factores nitrógeno, potasio; del mismo modo la interacción nitrógeno por potasio resultó con significancia estadística, por lo que se asume que los niveles de nitrógeno y potasio influyeron en el diámetro ecuatorial de la baya. Considerándose necesario continuar con el análisis a nivel de la interacción.

**Cuadro 6. Análisis de regresión de diámetro ecuatorial de baya del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	SC	CM	Fc
Regresión	8	5,17695867	0,64711983	4,11 **
Error exp.	39	6,14497258	0,15756340	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>11,32266845</b>		

**CV=3,25%**

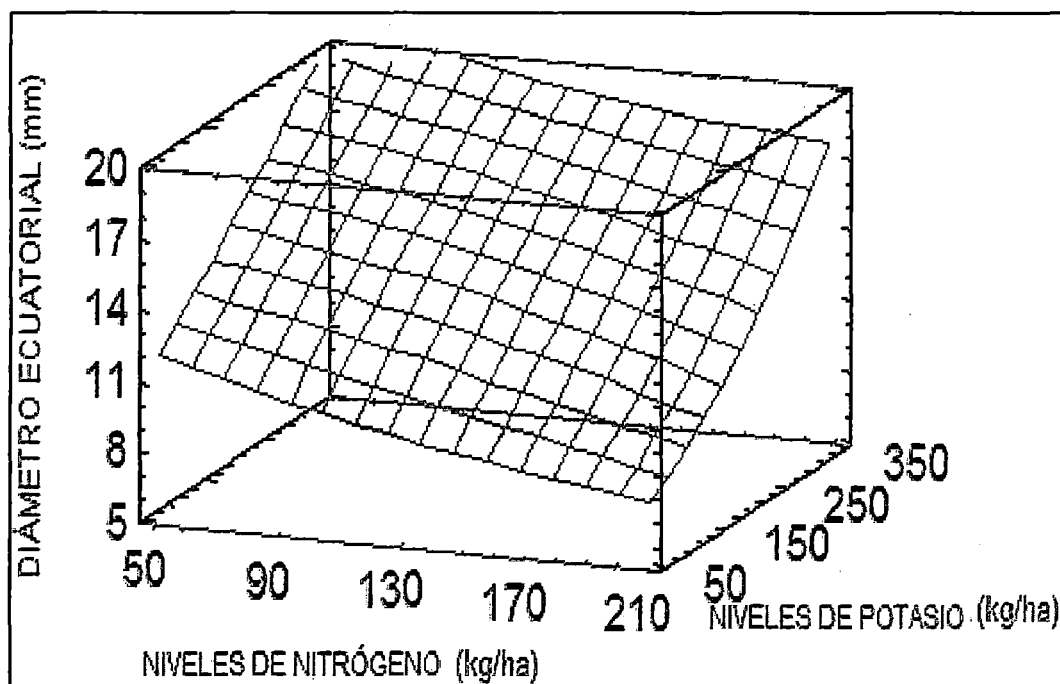
**R<sup>2</sup> = 45,7%**

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 6, de análisis de regresión para diámetro ecuatorial de baya, muestra que la regresión fue altamente significativa, lo que implica que el modelo propuesto es útil para determinar la naturaleza de la variable de respuesta. La función de respuesta resultante fue la siguiente:

$$\hat{Y} = 13,97311 - 0,04213N + 0,00018660N^2 - 0,03042K + 0,00007469K^2 + 0,00064030NK - 0,00000158NK^2 - 0,00000277N^2K + 0,000000070416679N^2K^2$$

A partir de la ecuación precedente, se determinó que con 112,85 kilogramos de nitrógeno por hectárea y con un nivel de 203,66 kilogramos de potasio por hectárea, el diámetro ecuatorial de la baya alcanza un máximo de 12,35 milímetros.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 1. Variación del diámetro ecuatorial de baya del cultivar Cabernet Sauvignon, con niveles de nitrógeno y potasio.**

### 3.2. DIÁMETRO POLAR DE BAYA.

El análisis de esta variable, se realizó a partir de los datos tomados de acuerdo a lo señalado en la metodología, los datos originales se encuentran en el Anexo 2.

**Cuadro 7. Análisis de variancia de diámetro polar de baya (mm) cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	S.C.	C.M.	Fc.
Repeticiones	2	0,14809717	0,07403985	1,43 ns
Nitrógeno	3	2,73782292	0,91260764	17,66 **
Lineal	1	1,72212042		14,70 **
Cuadrático	1	0,27755208		2,73 ns
Potasio	3	1,63943958	0,54647986	10,57 **
Lineal	1	0,62322042		5,32 *
Cuadrático	1	0,91576875		7,82 **
Nit x Pot.	9	4,86978542	0,54108727	10,47 **
NI x KI	1	0,47640675		4,07 *
NI x Kc	1	0,32193375		2,75 ns
Nc x KI	1	0,54435375		4,65 *
Nc x Kc	1	1,49480208		12,76 **
Error exp.	30	1,55052083	0,05168403	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>10,94564792</b>		

**CV = 1,83%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de variancia de diámetro polar de baya, se presenta en el Cuadro 7, en la que se observa que los factores nitrógeno y potasio

resultaron con alta significancia estadística, así como la interacción nitrógeno por potasio; en lo referente a las interacciones, los resultados muestran que los componentes de nitrógeno lineal por potasio lineal, nitrógeno cuadrático por potasio lineal y nitrógeno cuadrático por potasio cuadrático presentaron significancia estadística. Para completar el estudio de la respuesta se realizó el análisis de regresión.

**Cuadro 8. Análisis de regresión de diámetro polar de baya del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	SC	CM	Fc
Regresión	8	6,37596	0,79699	6,80 **
Error exp.	39	4,56969	0,11717	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>10,94565</b>		

**CV = 2,76**

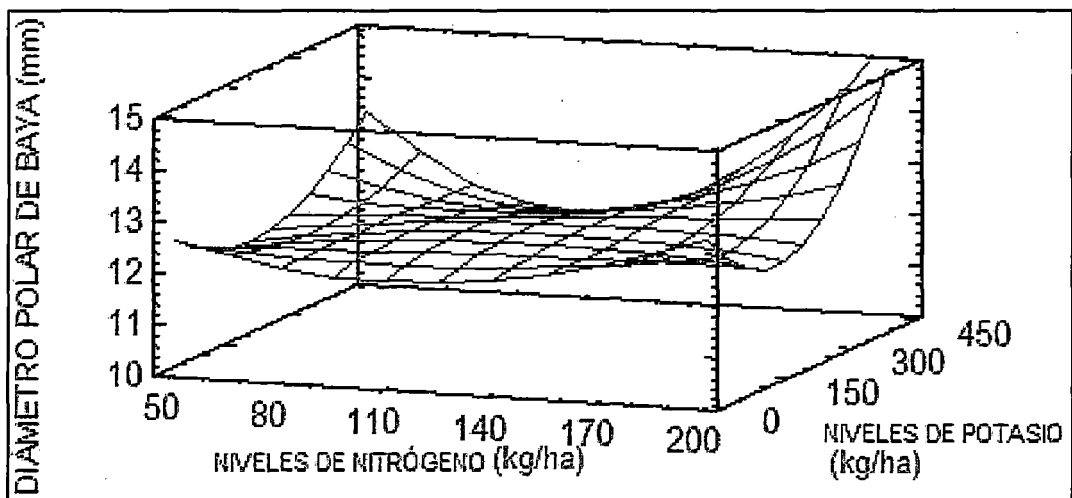
**R<sup>2</sup> = 58,25%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de regresión de diámetro polar de baya (Cuadro 8), resultó con alta significación estadística; por lo tanto, se considera que el modelo propuesto, permite determinar el tipo de respuesta de la variable. La ecuación resultante fue la siguiente:

$$\hat{Y} = 13,88909 - 0,03285N + 0,00014832N^2 - 0,0297K + 0,00008373K^2 + 0,00056792NK - 0,00000162NK^2 - 0,00000244N^2K + 7,058333E-9 N^2K^2$$

La solución de la ecuación obtenida, indica que, con el nivel de 114,53 kilogramos de nitrógeno y 184,28 kilogramos de potasio por hectárea, las bayas desarrollaron un diámetro polar de 12,39 mm; resultado que se puede considerar coherente, en consideración a las características morfológicas del cultivar Cabernet Sauvignon.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2. Variación del diámetro polar de baya del cultivar Cabernet Sauvignon, con niveles de nitrógeno y potasio.**

Los resultados de diámetro ecuatorial y polar de baya, permiten inferir que el nitrógeno y el potasio actúan de manera conjunta sobre el

tamaño de baya; por cuanto se observaron incrementos en los diámetros ecuatorial y polar en relación a los niveles empleados, sin que se hayan determinado efectos negativos visibles de los niveles más altos de fertilización contemplados en el presente estudio.

Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la fertilización nitrogenada y potásica, por su intervención en el crecimiento y calidad de las bayas (Hidalgo, 2 002); en el caso del potasio que contribuye al crecimiento del fruto por expansión celular, así como en el calibre y la calidad del fruto (Amiri y Fallahi, 2 007).

Los resultados de la presente investigación, podrían encontrarse dentro de los niveles de fertilización nitrogenada, que permita una adecuada presencia de compuestos nitrogenados del mosto, como es el caso del nitrógeno del amoníaco que es importante para un proceso adecuado de fermentación (Ribéreau Gayón, 1 991). Aun cuando a las sustancias nitrogenadas en el vino se les asigna poca influencia sobre el sabor, estas son importantes como sustancias nutritivas indispensables para las levaduras y bacterias (Valenzuela, 1 992).

### 3.3. NÚMERO DE RACIMOS POR PLANTA.

El análisis de esta variable, se realizó a partir de los datos tomados de acuerdo a lo señalado en la metodología, los datos originales se encuentran en el Anexo 3.

**Cuadro 9. Análisis de variancia del número de racimos por planta del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	S.C.	C.M.	Fc.
Repeticiones	2	80,379629	40,189815	3,52 ns
Nitrógeno	3	1090,449290	363,483097	29,40 **
Lineal	1	1072,770450		79,57 **
Cuadrático	1	17,678269		1,31 ns
Potasio	3	2,581023	0,860341	0,07 ns
Nit x Pot.	9	152,885619	16,987391	1,37 ns
Error exp.	30	370,872438	12,362415	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>1697,167998</b>		

**CV = 8,76%**

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de variancia, sobre número de racimos por planta (Cuadro 9), se observa que el factor nitrógeno presentó alta significación

estadística, y dentro de este factor, solamente el componente lineal resultó con alta significación estadística.

El factor potasio y la interacción nitrógeno por potasio fueron no significativos; por lo tanto, no existe evidencia estadística en este estudio de su influencia sobre el número de racimos.

**Cuadro 10. Análisis de regresión de número de racimos por planta del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	SC	CM	Fc
Regresión	2	1090,448719	545,224360	40,00 **
Error exp.	45	606,719279	13,482650	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>1697,167998</b>		

**CV = 9,28%**

**R<sup>2</sup> = 63,54%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de regresión sobre número de racimos por planta (Cuadro10), resultó altamente significativo; por lo tanto, el modelo utilizado permite determinar el tipo de respuesta; a partir del mismo se encontró la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 32,588125 + 0,02388083N$$

La función de respuesta para la variable número de racimos por planta, es tipo lineal, lo que se interpreta que por cada unidad de fertilizante nitrogenado aplicado, se produce un incremento en el número de racimos; sin embargo, antes que una respuesta de tipo matemático, se entiende el importante rol del nitrógeno en este aspecto, dado que el número de racimos de una planta de vid no depende exclusivamente de la fertilización sino que es el resultado de la concurrencia de múltiples factores como las características genéticas de la variedad, el factor manejo, los factores hormonales, las variaciones medioambientales entre los más visibles.

La tendencia lineal encontrada en el presente experimento sugiere que en los niveles de fertilización nitrogenada más bajos como 50 unidades de nitrógeno el número de racimos es menor que en los siguientes niveles más altos; este resultado concuerda con los hallazgos de (Capps y Wolf, 2000), quienes determinaron que el cultivar Cabernet Sauvignon es sensible a la deficiencia de nitrógeno que produce un número menor de racimos debido a las alteraciones del escobajo produciéndose su desecamiento.

Dentro de los niveles estudiados no se observan efectos contraproducentes en los niveles más elevados como son 200 unidades de nitrógeno.

Los resultados de la presente investigación guardan concordancia con lo expuesto por (Hidalgo, 2 002), que encontró relación entre la fertilización nitrogenada y la poda, quien asevera que cuando el incremento de la fertilización nitrogenada va acompañado de un aumento de la carga de poda los rendimientos se elevan.

Por lo tanto en relación al sistema de poda que se practica en el INPREX, una fertilización nitrogenada de hasta 200 kilogramos por hectárea permite un incremento del número de racimos.

#### **3.4. LONGITUD DE RACIMOS.**

El análisis de esta variable, se realizó a partir de los datos tomados de acuerdo a lo señalado en la metodología, los datos originales se encuentran en el Anexo 4.

**Cuadro11. Análisis de variancia de longitud de racimos (cm) del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	S.C.	C.M.	Fc.
Repeticiones	2	0,52805417	0,26402708	0,42 ns
Nitrógeno	3	10,51283333	3,50427778	5,53 **
Lineal	1	9,50420000		13,04 **
Cuadrático	1	0,05603333		0,08 ns
Potasio	3	1,09325000	0,36441667	0,58 ns
Nit x Pot.	9	11,21241667	1,24582407	1,97 ns
Error exp.	30	19,00001250		
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>42,34656667</b>		

**CV = 5,30%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de variancia de longitud de racimo (Cuadro11), muestra que el factor potasio no presentó significancia estadística, por lo que su intervención en la longitud del racimo sería relativamente baja o indirecta; también se observa que la interacción nitrógeno por potasio resultó estadísticamente no significativa, en consecuencia los factores tienen un comportamiento independiente entre sí con respecto a la variable de respuesta. El factor nitrógeno presentó alta significancia estadística, de donde se infiere que interviene en la longitud de racimo.

**Cuadro 12. Análisis de regresión de longitud de racimos (cm) del cultivar Cabernet Sauvignon.**

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
<b>Regresión</b>	2	9,56027	4,78014	6,56 **
<b>Error exp.</b>	45	32,78629	0,72858	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>42,34656</b>		

**CV = 5,68%**

**R<sup>2</sup> = 22,58%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de regresión sobre longitud de racimos (Cuadro 12), resultó altamente significativo, por lo tanto el modelo utilizado permite determinar el tipo de respuesta, a partir del mismo se encontró la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 14,18667 + 0,00454N$$

Al resultar significativo el componente lineal del factor nitrógeno, lo que se refleja en la ecuación encontrada con el análisis de regresión. Los resultados de la variable longitud de racimos habrían sido influenciados principalmente por el nitrógeno, mientras que el potasio tendría una intervención indirecta.

### 3.5. DIÁMETRO DE RACIMOS.

El análisis de esta variable, se realizó a partir de los datos tomados de acuerdo a lo señalado en la metodología, los datos originales se encuentran en el Anexo 5.

**Cuadro 13. Análisis de variancia de diámetro de racimos (cm) del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	S.C.	C.M.	Fc.
Repeticiones	2	0,04021250	0,0210625	0,19 ns
Nitrógeno	3	1,99074167	0,66358056	6,32 **
Lineal	1	1,73400000		18,58 **
Cuadrático	1	0,12607500		1,35 ns
Potasio	3	0,05490833	0,01830278	0,17 ns
Nit x Pot.	9	0,82500833	0,09166759	0,87 ns
Error exp.	30	3,14965417	0,10498847	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>6,06052500</b>		

**CV = 6,50%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de variancia de diámetro de racimos (Cuadro 13), muestra que tanto el factor potasio y la interacción nitrógeno por potasio

fueron estadísticamente no significativos, mientras que el factor nitrógeno resultó con alta significación estadística, por lo tanto su influencia en la longitud de racimo sería superior al del potasio.

**Cuadro14. Análisis de regresión de diámetro de racimos del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	SC	CM	Fc
Regresión	2	1,86007500	0,93003750	9,96 **
Error exp.	45	4,20045000		
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>6,06052500</b>		

**CV = 6,13%**

**R<sup>2</sup> = 30,7%**

Fuente: Elaboración propia.

Al resultar significativo el factor nitrógeno, se procedió a realizar el análisis de regresión (Cuadro 14) que resultó con alta significación estadística, lo que le confiere validez al modelo utilizado. La ecuación resultante fue la siguiente:

$$\hat{Y} = 4,81250 - 0,001752N$$

La ecuación resultante es de tipo lineal, lo que se interpreta como una intervención consistente del nitrógeno en diámetro del racimo, sin que se produzcan efectos negativos de los niveles altos de nitrógeno; sin

embargo los incrementos en el diámetro de racimo tienen un límite dentro del rango de niveles que se emplearon en el estudio.

Los resultados tanto de longitud y diámetro de racimo, muestran una influencia marcada del nitrógeno, mas no del potasio, lo cual obedecería a que el nitrógeno es un elemento fundamental que promueve el crecimiento y es parte todas las células, por lo tanto su intervención es decisiva en el crecimiento de los racimos tanto en longitud como en diámetro, que se encuentran asociados al vigor de la planta que también es influenciado por el nitrógeno (Moya Talens, 2 002).

### **3.6. PESO DE RACIMOS (g) DEL CULTIVAR CABERNET SAUVIGNON.**

El análisis de esta variable, se realizó a partir de los datos tomados de acuerdo a lo señalado en la metodología, los datos originales se encuentran en el Anexo 5.

**Cuadro 15. Análisis de variancia de peso de racimos (g) del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	S.C.	C.M.	Fc.
Repeticiones	2	211,930467	105,965233	3,45 *
Nitrógeno	3	2466,881250	822,293750	26,74 **
Lineal	1	1979,956815		47,84 **
Cuadrático	1	318,888300		7,71 **
Potasio	3	852,016233	284,092917	9,24 **
Lineal	1	800,299282		19,34 **
Cuadrático	1	43,016533		1,04 **
Nit x Pot.	9	652,016233	72,446248	2,36 *
NI x KI	1	124,034700		3,00 ns
NI x Kc	1	173,706135		4,20 *
Nc x KI	1	23,275282		0,56 ns
Nc x Kc	1	28,520833		0,69 ns
Error exp.	30	922,519267	30,750642	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>5105,625967</b>		

**CV = 2,42%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de variancia de peso de racimos (Cuadro 15), muestra que los factores nitrógeno y potasio resultaron con alta significación estadística, del mismo modo la interacción nitrógeno por potasio presentó diferencias estadísticas altamente significativas. Lo que implica que los factores en estudio influyeron de forma conjunta en el peso de racimos.

Con el propósito de conocer el tipo de respuesta, se realizó el análisis de regresión.

**Cuadro 16. Análisis de regresión de peso de racimos del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	SC	CM	Fc
Regresión	8	3491,69788	436,46223	10,55 **
Error exp.	39	1613,92809	41,38277	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>5105,62597</b>		

**CV= 2,80%**

**R<sup>2</sup> = 73,39%**

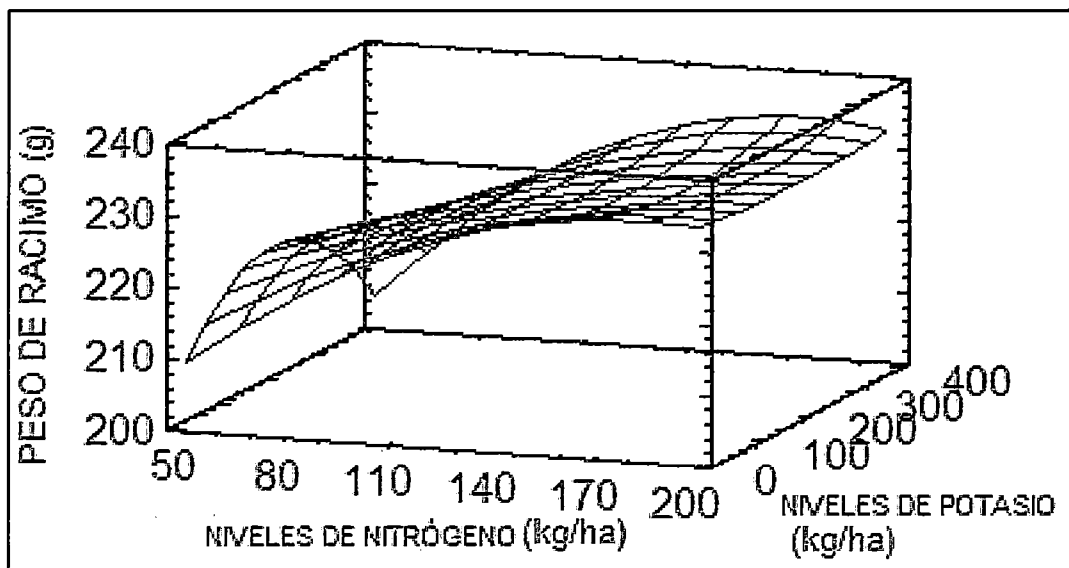
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de regresión para peso de racimo (Cuadro 16), resultó con alta significación estadística, lo que le confiere validez al modelo empleado.

La ecuación resultante fue la siguiente:

$$\hat{Y} = 187,86765 + 0,5022N - 0,00138N^2 + 0,25968K - 0,00071613K^2 - 0,00356NK + 0,00000984 NK^2 + 0,00001111 N^2K - 3,08333E-8N^2K^2$$

A partir de la ecuación obtenida, se determinó que, el máximo peso de racimo fue de 231,63 gramos, con 179,96 kilogramos de nitrógeno por hectárea y 181,64 kilogramos de potasio por hectárea. Los resultados de la presente investigación, corrobora que la fertilización nitrogenada tiene efectos sobre las vides de acuerdo a las dosis de aplicación, considerando que existen requerimientos indispensables (Retamales y Razeto, 1 985). La fertilización potásica es también fundamental para la producción de la vid, tal como se comprueba en el presente trabajo, sin embargo no se debe utilizar dosis demasiado altas porque puede tener consecuencias contraproducentes en el rendimiento (INIA-Chile, 2 001).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4. Variaciones del peso de racimo del cv. Cabernet Sauvignon, con diferentes niveles de nitrógeno y potasio.**

### 3.7. RENDIMIENTO DE UVA POR HECTÁREA.

El análisis de esta variable, se realizó a partir de los datos tomados de acuerdo a lo señalado en la metodología, los datos originales se encuentran en el Anexo 6.

**Cuadro 17. Análisis de variancia de rendimiento de uva (kg/ha) del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	S.C.	C.M.	Fc.
<b>Repeticiones</b>	2	178249,42	89124,71	0,36 ns
<b>Nitrógeno</b>	3	72783727,94	24261242,65	99,17 **
Lineal	1	63033229,24		150,05 **
Cuadrático	1	8830107,42		21,02 **
<b>Potasio</b>	3	10158892,87	3386297,62	13,84 **
Lineal	1	6401305,63		15,24 **
Cuadrático	1	1711018,88		4,07 ns
<b>Nit x Pot.</b>	9	23733359,74	2637039,97	10,78 * *
NI x KI	1	30376,17		0,07 ns
NI x Kc	1	5032717,09		11,98 * *
Nc x KI	1	3616828,78		8,61 **
Nc x Kc	1	9154716,80		21,79 **
<b>Error exp.</b>	30	7339111,70	244637,10	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>114193341,70</b>		

**CV = 4,32 %**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de variancia sobre rendimiento de uva (Cuadro 17), expresado en kilogramos por hectárea muestra que el factor nitrógeno, el factor potasio y la interacción nitrógeno por potasio resultaron con diferencias altamente significativas, de donde se infiere que existen efectos dependientes entre los factores en estudio, observándose evidencia estadística de la interacción de los componentes cuadráticos.

De manera que los niveles de nitrógeno y potasio influyeron en el rendimiento del cultivar. Para determinar la función de respuesta, se utilizó el análisis de regresión.

**Cuadro 18. Análisis de regresión de peso de rendimiento de uva (kg/ha) del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	SC	CM	Fc
Regresión	8	97810300,00	12226287,50	29,10 **
Error exp.	39	16383041,70	420078,00	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>114193341,70</b>		

**CV = 5,66**

**R<sup>2</sup> = 85,65 %**

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de regresión (Cuadro 18), se observa que la regresión resultó con alta significación estadística, lo que implica que el

modelo propuesto es válido para analizar la variable de respuesta. La ecuación resultante fue la siguiente:

$$\hat{Y} = - 4990.02 + 249,325747N - 0,848370N^2 + 139,903125K - 0,309644K^2 - 2,228115NK + 0,004946 NK^2 + 0,007970 N^2K - 1,7E-5N^2K^2$$

Mediante la función precedente se determinó que, con un nivel de 147,01 kg/ha de nitrógeno y con 225,92 kg/ha de potasio, el cultivar Cabernet Sauvignon, alcanzó un rendimiento máximo de uva de 12 403,44 kg/ha.

Además al derivar la función se determinó que, con el nivel más bajo de 50 kg/ha de nitrógeno y 50 kg/de potasio, el cultivar Cabernet Sauvignon, alcanzó un rendimiento mínimo de 7474,35 kg/ha.

El rendimiento alcanzado en la presente investigación, puede considerarse como bueno, se encuentra dentro de los rangos que se indican para este cultivar, tal como informa (Soyer, 2 005), quien realizó una evaluación del potencial productivo entre los años 2 004 y 2 005 en siete localidades de España, en las cuales se registraron rendimientos

desde 1 500 – 13 000 kg/ha, calificándose este cultivo como bastante bueno, y en el presente trabajo estamos dentro del rango normal de producción.

El nivel de fertilización nitrogenada determinada en el presente trabajo, se aproxima a la recomendación de (Pravia Mac-Entyre,2001), quienes señalan que las necesidades de la vid para este elemento se encuentran entre los 100 a 150 kg/ha de nitrógeno, en los que refiere al potasio, estos investigadores dicen que requieren de 100 a 250 kg/ha de potasio para una producción de 10 toneladas, tomando en cuenta que, estas cifras se refieren a las extracciones que hace el cultivo durante un ciclo de producción; el nivel óptimo de potasio encontrado puede considerarse como adecuado, dado que al aplicar los fertilizantes al suelo se deben tener en cuenta las pérdidas por diversos factores.

De otro lado, también se informa que la vid es una fuerte consumidora de potasio por el importante rol que desempeña en el metabolismo de la planta considerándose inclusive como el elemento más importante de la fertilización (Ruesta, 1 992), además que es un factor de vigor, calidad (Fregoni, 1 999).

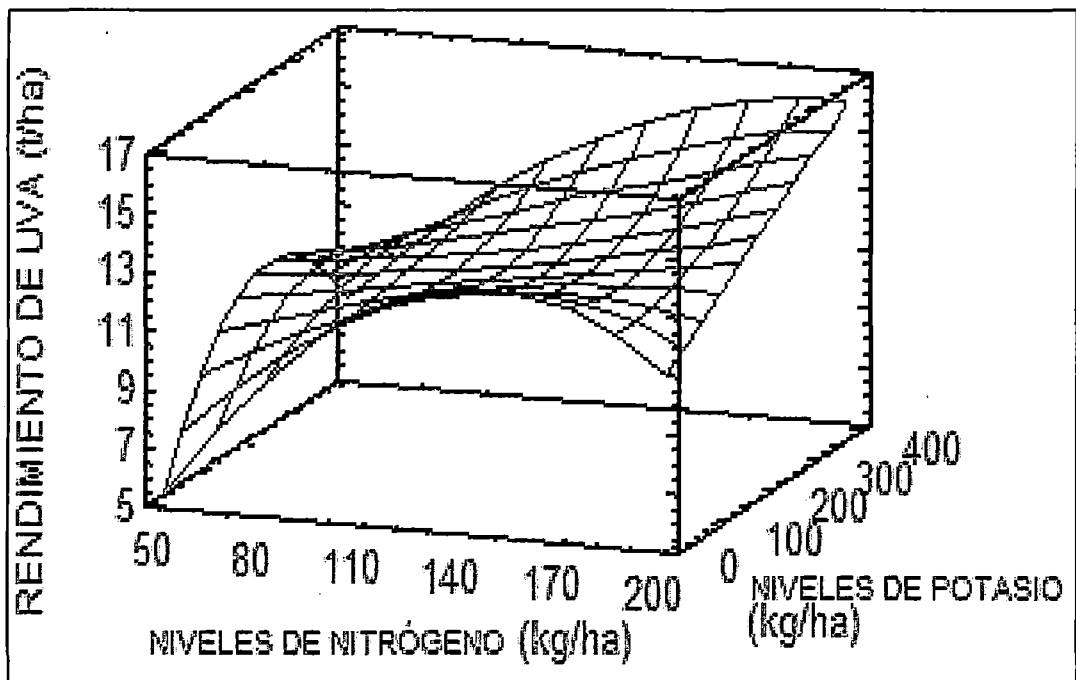
Con respecto a esta aseveración, experiencias en Chile recomiendan que puede establecerse un nivel suficiente de potasio en el suelo por fertilización con 240 a 390 kg/ha en suelos arenosos (Silva y Rodriguez,1995; Ruiz, 2 000), los resultados obtenidos en este experimento concuerdan con estas últimas recomendaciones, el suelo experimental tiene una textura franco arenosa de acuerdo al análisis físico del suelo; sin embargo, tal como señala (Valenzuela,1 992), quien sostiene que niveles altos de potasio más allá de los requerimientos de la planta puede reducir los rendimientos.

Los resultados del presente estudio, ponen en evidencia que, la fertilización nitrogenada y potásica para la vid cultivada con propósitos de vinificación, como es el caso del cv. Cabernet Sauvignon son de suma importancia, sin embargo se deben utilizar niveles apropiados de los mismos, para obtener producciones en calidad suficiente para su procesamiento.

La importancia de la fertilización nitrogenada, queda demostrada por cuanto en el presente estudio se ha determinado las cantidades con las que el cultivo en las condiciones de Tacna (particularmente el

INPREX), puede alcanzar los máximos rendimientos, el empleo de dosis muy elevadas puede afectar el rendimiento.

Además la fertilización nitrogenada en vid desempeña roles importantes en el crecimiento vegetativo, participando en la formación de aminoácidos y permitiendo la edificación de proteínas un buen equilibrio fisiológico de la vid (Moya Talens, 2 002).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4. Variación del rendimiento de uva del cultivar Cabernet Sauvignon, con diferentes niveles de nitrógeno y potasio.**

### 3.8. GRADOS BRIX.

El análisis de esta variable, se realizó a partir de los datos tomados de acuerdo a lo señalado en la metodología, los datos originales se encuentran en el Anexo 7.

La evaluación de grados brix se realizó en el jugo de las bayas seleccionadas de acuerdo a la metodología.

**Cuadro 19. Análisis de variancia de grados brix del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	SC	CM	Fc
Repeticiones	2	0,48023750	0,24011875	0,54 ns
Nitrógeno	3	6,33171667	2,11057222	4,71 **
Lineal	1	6,12481500		14,84 **
Cuadrático	1	0,11407500		0,28 ns
Potasio	3	25,86580000	8,62193333	19,23 **
Lineal	1	20,93322667		50,72 **
Cuadrático	1	4,29603333		10,41 **
Nit x Pot.	9	6,88165000	0,76462778	1,71 ns
Error	30	13,45069583	0,44835653	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>53,01010000</b>		

**CV = 2,72 %**

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de variancia de grados brix (Cuadro 19), se observa que para el factor nitrógeno se presentó alta significación estadística, el factor potasio resultó altamente significativo, la interacción nitrógeno por potasio resultó ser no significativa estadísticamente, por tanto ambos factores son independientes. Para determinar la influencia de los factores se analizó cada uno por separado.

**Cuadro 20. Análisis de regresión de efecto del nitrógeno en los grados brix del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	SC	CM	Fc
Regresión	2	6,23889000	3,11944500	5.12 *
Error exp.	45	46,7712100	1,03936022	
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>53,0101000</b>		

**CV = 4,15%**

**R<sup>2</sup> = 40,5%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de regresión del efecto del nitrógeno en los grados brix del cultivar Cabernet Sauvignon (Cuadro 20), resultó con significación estadística, por lo que el modelo es útil para determinar la variable de respuesta. La ecuación resultante fue la siguiente:

$$\hat{Y} = 23,51 + 0,011265N$$

La función resultante fue de tipo lineal, por consiguiente el efecto del nitrógeno sobre esta variable, no produciría efectos negativos, pero sus efectos obviamente en el grado de dulzor del mosto tienen un límite.

**Cuadro 21. Análisis de regresión de efecto del potasio en los grados brix del cultivar Cabernet Sauvignon.**

F de V	GL	SC	CM	Fc
Regresión	2	25,2292600	12,61463000	20,93 **
Error exp.	45	27,7808400		
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>53,0101000</b>		

**CV = 3,20 %**

**R<sup>2</sup> = 50,1%**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de regresión de efecto del potasio en los grados brix (Cuadro 21), resultó con alta significación estadística, por tanto el modelo propuesto es válido para analizar los resultados. La ecuación resultante fue la siguiente:

$$\hat{Y} = 24,19387500 - 0,00606K + 0,00002992 K^2$$

Al derivar la ecuación precedente, se determinó que con un nivel de 101,27 kg/ha de potasio, los grados brix alcanzan un valor máximo de

23,88; lo cual puede considerarse como deseable para la elaboración de vino.

Los resultados de la variable grados brix ponen en evidencia que el potasio tiene un rol de mayor relevancia que el nitrógeno en la expresión del dulzor de las bayas del cultivar Cabernet Sauvignon.

Los resultados de la presente investigación pueden considerarse como aceptables por el importante rol que se le asigna al potasio en la biosíntesis y transporte de azúcares desde las hojas hacia los frutos; la acumulación de azúcares en la pulpa de las bayas de un racimo se debe a procesos osmóticos (en los que interviene el potasio) y hormonales (Maujeau, 1983). En nuestro medio no existen antecedentes de trabajos similares.

## **CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones que se ha realizado el presente trabajo y en base a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

1. La fertilización nitrogenada y potásica, influyen en el diámetro ecuatorial y polar de la baya. Para obtener un diámetro ecuatorial de 12,35 mm, el óptimo se encuentran entre los 112,85 kg/ha de nitrógeno y 203,66 kg/ha de potasio. Con respecto al diámetro polar, para obtener 12,39 mm, el óptimo se encuentra entre los 114,53 kg/ha de nitrógeno y 184,28 kg/ha de potasio respectivamente.
2. El número de racimos, la longitud y diámetro de racimos son influenciados por el nitrógeno, cuyas respuestas son de tipo lineal, denotando una influencia directa en estas variables.
3. El peso máximo de racimo fue de 231,63 g, por lo que el nivel óptimo alcanzado es de 179,96 kg/ha de nitrógeno y 181,64 kg/ha de potasio respectivamente.

4. Con un óptimo de 147,01 kg/ha de nitrógeno y 225,92 kg/ha de potasio, el cultivar Cabernet Sauvignon, alcanzó un rendimiento máximo de uva de 12 403,44 kg/ha respectivamente. Respecto al nivel más bajo utilizado en el presente trabajo, el cual es de 50 kg/de nitrógeno y 50 kg/ha de potasio, el rendimiento alcanzado con dicho tratamiento es de 7 474,35 kg/ha respectivamente.

5. El nivel óptimo de potasio fue de 101,27 kg/ha, para alcanzar un valor de 23,88 grados brix respectivamente, ya que el azúcar es el que determina el contenido de alcohol en los vinos, por consiguiente el resultado obtenido es aparente para una buena calidad del vino.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda repetir el presente experimento para validar los resultados, teniendo como base el presente trabajo de investigación.
2. Realizar trabajos de investigación evaluando a nivel de hojas, yemas, ramas, tronco y bayas para determinar las extracciones de nutrientes que realiza el cultivo de vid, para un manejo más apropiado de la fertilización.
3. Realizar otros trabajos relacionados a la fertilización nitrogenada y potásica evaluando en plantaciones de diferente edad para tener bien en claro los niveles óptimos de fertilización, ya que sabemos que cada año incrementa la producción, teniendo como base el presente trabajo.
4. Se recomienda también realizar trabajos similares en distintos tipos de suelos que existentes en el valle de Tacna, para tener una idea clara sobre la fertilización óptima, ya que el tipo de suelo es influyente en la producción.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Agrobanco, 2008. Área de Desarrollo, Cultivo de Vid.
2. Agro – Estrategias y consultores, Chile, 2 005
3. Asociación Macroregional de Productores para la Exportación (AMPEX), 2 007.
4. Amiri, M y Fallahi, 2 007. Influence of mineral nutrients on growth, yield, Berry quality, and petiole mineral nutrient concentration of table grapes.
5. Bañados. M. 2 000. Influencia de la nutrición nitrogenada sobre la calidad de la uva de mesa. En: Calidad y condición de llegada a los mercados extranjeros de la uva de mesa de exportación chilena. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 110pp.
6. Barceló, J. y Sánchez, R. 1 992. Nutrición mineral. En: Fisiología vegetal. Sexta edición. Ediciones Piramide. Madrid España. 280pp.

7. Bell, S.J., y P.A. Henschke. 2005. Implication of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Austral. J. Grape Wine*. 255pp.
8. Bowers, J., y C. Meredith. 1997. The percentage of a classic wine grape, Cabernet Sauvignon.
9. Branas, J. 1957. La coulure meladie physiologique. *Progr. Agric. Vitic.*
10. Brown, S.C., y B.G. Coombe. 1985. Solute accumulation by grape pericarp cells. III. Sugar changes in vivo and the effect of shading. *Biochem. Physiol. Pflanzen*.
11. Broquedis, M., P. 1996. Les polyamines et leur effet anti - coulure chez la vigne.
12. Capps, E. R. y T. K. Wolf. 2000. Reduction of bunch stem necrosis of Cabernet Sauvignon by increased tissue nitrogen concentration. *S. O. Am. J. Enol. Vitic.*
13. Conradie, W.J. 1992. Effect of time of nitrogen application on the performance of grapevines grown on a sandy soil.
14. Crespy, A. 1991. *Viticultura de hoy*. Ed. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 242 p.

15. Christensen, P., A. Kasimatis and F. Jensen. 1978. Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley. University of California.
16. Domínguez Vivancos, Alonso. 1998. Tratado de Fertilización. Ed. Mundiprensa.
17. Fregoni, M. 1999. Viticoltura di qualita. Edizioni l'Informatore Agrario S.R.L. Verona, Italia.
18. Fregoni, M. 2000. Sistemas de poda y calidad del vino. Agroeconómico 54: 24 – 32.
19. Gehrig, M., Y. Choi, y R.L. Fischer. 2004. Imprinting and seed development.
20. Gil, G.F. 2000. Fruticultura: El Potencial Productivo, crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Tercera Edic. Univ. Católica de Chile
21. Gil, G.F. 2006. Fruticultura. La Producción de Fruta. Seg. Edic., Edic. Univ. Cat. Chile, Santiago. Chile.
22. Gil, G.F. 1993. Anormalidad en el metabolismo del nitrógeno: la intoxicación. Avances Recientes en Nutrición de Plantas Frutales y

Vides, Seminario Fac.Agronomía.Pontificia Universidad Católica,  
Chile.

23. Gonzalo F.Gil, Filippo Psczolkowski .Viticultura. Fundamentos para optimizar la calidad. Ediciones Universidad Católica de Chile.2 007.

24. Hidalgo, L., 1 999.Efectos inducidos por la insicin anular y el ácido giberelico en la vid.Madrid – España.

25. Howell, G.S. 2 001. Sustainable grape productivity and the growth – yield relationship: a review. Am. J. Enol. Vitic.165 – 174.

26. Huglin, P.1 960.Causes determinant les alterations de la floraison de la vigne.

27. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-Chile),2 001)

28. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), 1 990, Argentina.

29. Martínez de Toda, T.1 991.Biología de la Vid.Fundamentos Biológicos de la viticultura.1ra Edición.Ed.Mundiprensa, 163-173.

30. Marro, M. 1 989. Principios de viticultura. Ed. CEAC. Barcelona.  
215 p.
31. Ministerio de Agricultura. 2 008. Serie Historica de la Produccion  
de Cultivos en Tacna. Tacna.
32. Moya Talens J.A. 2 002. Riego Localizado y Fertirrigación. Ed.  
Mundiprensa.
33. Moskowits, A., y G. Hrazdina. 1 981. Vacuolar contents of fruit  
epidermal cells from Vitis species. Plant Physiol.
34. Nendel, C., y K.C. Kersebaum. 2 004. A simple model approach to  
simulate nitrogen dynamics in vineyard soils. Ecol. Model. 177:1-15.
35. Pratelli, R., B. Lacombe, L. Torregrosa, F. Gaymar. 2 002. A grapevine  
gene encoding a guard cell K<sup>+</sup> channel displays developmental  
regulation in the grapevine berry. Plant Physiol. 564-577.
36. Pszczolkowski, Ph. y Bordeu, E. 1 984. Posibles causas del  
deterioro de la calidad del vino en parronales y viñedos vigorosos.  
Revista Frutícola.

37. Pszczolkowski, Ph, 2 007. Viticultura, Fundamentos para optimizar la calidad-Chile.
38. Pravia Mac-Entyre .2 001. Fertilizar Los Viñedos Director de la Escuela de Enología - U. T.
39. Pratt, C.1 971. Reproductive anatomy in cultivated grapes – A review.
40. Razeto B.1 993. La Nutrición Mineral de los Frutales, Deficiencias y Exesos. Chile.
41. Reynier, Alain. 1 989. Manual de Viticultura. 4º Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – España.
42. Reynier. A. 1 995. Manual de Viticultura. Ed. Mundi prensa .5ª Edición. Madrid – España 407 pp.
43. Retamales, J. y Razeto, B. 1 985. Efecto de altos niveles de nitrógeno en parrón de vid cv. Sultanina. Agricultura Técnica, 53 – 56. Chile.
44. Ribereau-gayon, J.; Peynaud, E.; Ribereau-gayon, P. y Sudraud, P.1 991. Tratado de Enología. Ciencias y técnicas del vino. Tomo II Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 537 p.

45. Rojas, M. 1 950. Viticultura y Vinificación. Editorial Nacimiento. 5ª Edición. Santiago, Chile. 831 p.
46. Rodríguez, R. 1 992. El cultivo de la vid en el Perú, San Borja Perú Edit. Roque Otárola. 96 pp.
47. Rodríguez, J., G.Gil, E.Callejas, Urzúa, y D.Suarez.1 974. Absorción de nutrientes minerales por la vid cv. Cabernet Sauvignon durante una estación de desarrollo y su distribución en los órganos aéreos. Cien. Inv. Agr. Chile. 98-105.
48. Ruiz, R. 2 000. Nutrición Mineral. En: Uva de mesa en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Ed: Jorge Valenzuela. 338pp.
49. Ruesta Ledesma, A. 1 992. Manual del Cultivo de la Vid en el Perú. Fundeagro. Lima – Perú. 241pp.
50. Simpson, Ken. 1 991. Abonos y estiércoles. Editorial Longman Group Limited – Acribia. Zaragoza. España.
51. Silva y Rodríguez, J. 1 993. Dinámica del nitrógeno: suministro del nitrógeno. Seminario: Avances recientes en nutrición de plantas

# **ANEXOS**

## Anexo 1

**Datos originales del diámetro polar de bayas a la madurez (mm).**

CÓDIGO	COMBINACIÓN	BLOQUES			PROMEDIO
		B1	B2	B3	
T <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	12,13	12,11	12,55	12,26
T <sub>2</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	11,92	12,27	12,32	12,17
T <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>3</sub>	11,51	11,68	11,69	11,63
T <sub>4</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>4</sub>	12,66	12,46	12,55	12,56
T <sub>5</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	12,20	12,00	11,97	12,06
T <sub>6</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	12,26	12,55	12,00	12,27
T <sub>7</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	12,60	13,04	12,73	12,79
T <sub>8</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>4</sub>	11,76	12,21	12,85	12,27
T <sub>9</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	12,44	12,67	12,52	12,54
T <sub>10</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>2</sub>	12,31	11,82	11,93	12,02
T <sub>11</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>3</sub>	12,22	12,04	12,15	12,14
T <sub>12</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>4</sub>	12,55	12,00	12,11	12,22
T <sub>13</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>1</sub>	12,64	12,55	12,45	12,55
T <sub>14</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>2</sub>	12,13	12,28	12,78	12,40
T <sub>15</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>3</sub>	12,45	13,33	12,43	12,40
T <sub>16</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>4</sub>	13,00	13,58	13,88	13,49

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2

Datos originales del diámetro ecuatorial de bayas a la madurez (mm).

CÓDIGO	COMBINACIÓN	BLOQUES			PROMEDIO
		B1	B2	B3	
T <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	12,08	12,05	12,04	12,05
T <sub>2</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	11,62	12,19	12,25	12,02
T <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>3</sub>	11,45	11,55	11,45	11,48
T <sub>4</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>4</sub>	12,25	11,93	12,25	12,14
T <sub>5</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	11,87	11,55	11,73	11,72
T <sub>6</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	12,13	12,45	12,98	12,52
T <sub>7</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	11,77	12,92	12,47	12,39
T <sub>8</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>4</sub>	11,47	12,15	12,82	12,15
T <sub>9</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	11,90	12,13	12,25	12,09
T <sub>10</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>2</sub>	12,01	11,60	11,85	11,82
T <sub>11</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>3</sub>	12,15	11,83	12,11	12,03
T <sub>12</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>4</sub>	12,87	11,92	12,50	12,43
T <sub>13</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>1</sub>	12,27	12,32	12,29	12,29
T <sub>14</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>2</sub>	12,05	12,16	12,65	12,29
T <sub>15</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>3</sub>	11,96	11,84	12,96	11,92
T <sub>16</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>4</sub>	13,00	13,45	13,54	13,33

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 3

#### Datos originales del número de racimos por planta.

CÓDIGO	COMBINACIÓN	BLOQUES			PROMEDIO
		B1	B2	B3	
T <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	37,00	34,66	36,00	35,89
T <sub>2</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	31,33	44,67	31,33	35,78
T <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>3</sub>	36,45	31,66	33,00	33,70
T <sub>4</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>4</sub>	33,00	33,00	30,00	32,00
T <sub>5</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	39,43	41,33	37,00	39,22
T <sub>6</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	37,00	42,67	35,00	38,22
T <sub>7</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	42,33	37,67	30,33	36,78
T <sub>8</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>4</sub>	36,00	35,00	35,30	35,43
T <sub>9</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	46,67	40,66	35,88	41,07
T <sub>10</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>2</sub>	40,33	43,00	39,67	41,00
T <sub>11</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>3</sub>	44,67	39,33	40,33	41,44
T <sub>12</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>4</sub>	40,66	40,00	48,33	42,99
T <sub>13</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>1</sub>	49,00	45,33	40,33	44,89
T <sub>14</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>2</sub>	47,88	41,33	43,55	44,25
T <sub>15</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>3</sub>	48,55	50,00	45,33	47,97
T <sub>16</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>4</sub>	52,00	50,00	51,00	51,00

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 4

### Datos originales de longitud de racimo (cm).

CÓDIGO	COMBINACIÓN	BLOQUES			PROMEDIO
		B1	B2	B3	
T <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	14,73	14,26	14,02	14,33
T <sub>2</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	15,05	13,23	15,74	14,67
T <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>3</sub>	13,46	13,46	13,58	13,50
T <sub>4</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>4</sub>	15,14	15,05	14,90	15,03
T <sub>5</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	15,13	14,90	14,70	14,91
T <sub>6</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	15,82	15,55	15,88	15,75
T <sub>7</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	14,77	15,25	15,10	15,04
T <sub>8</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>4</sub>	14,26	13,92	14,32	14,17
T <sub>9</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	14,82	15,11	14,82	14,92
T <sub>10</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>2</sub>	13,73	13,93	17,60	15,08
T <sub>11</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>3</sub>	16,11	15,72	14,78	15,54
T <sub>12</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>4</sub>	13,16	15,81	14,25	14,41
T <sub>13</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>1</sub>	16,72	15,55	15,62	15,96
T <sub>14</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>2</sub>	15,49	15,00	15,68	15,39
T <sub>15</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>3</sub>	15,28	14,82	15,28	15,13
T <sub>16</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>4</sub>	16,45	16,58	15,98	16,33

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 5

### Datos originales de diámetro de racimo (cm).

CÓDIGO	COMBINACIÓN	BLOQUES			PROMEDIO
		B1	B2	B3	
T <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	4,76	4,56	4,60	4,64
T <sub>2</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	5,02	4,65	4,98	4,88
T <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>3</sub>	4,55	4,65	4,78	4,66
T <sub>4</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>4</sub>	4,50	4,94	5,06	4,83
T <sub>5</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	4,47	5,03	5,03	4,84
T <sub>6</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	4,63	4,78	5,55	4,99
T <sub>7</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	4,75	5,63	4,88	5,08
T <sub>8</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>4</sub>	4,77	4,64	4,82	4,74
T <sub>9</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	4,85	4,87	4,92	4,88
T <sub>10</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>2</sub>	4,33	5,24	5,09	4,89
T <sub>11</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>3</sub>	5,55	4,76	4,75	5,02
T <sub>12</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>4</sub>	5,55	4,68	4,75	4,99
T <sub>13</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>1</sub>	5,75	5,65	5,55	5,65
T <sub>14</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>2</sub>	5,23	5,11	5,25	5,20
T <sub>15</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>3</sub>	5,27	5,27	5,27	5,27
T <sub>16</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>4</sub>	5,56	4,77	5,05	5,13

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 6

### Datos originales del peso de racimos (g).

CÓDIGO	COMBINACIÓN	BLOQUES			PROMEDIO
		B1	B2	B3	
T <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	215,00	207,80	212,60	211,80
T <sub>2</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	220,33	218,90	215,88	218,37
T <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>3</sub>	220,00	225,66	228,66	224,78
T <sub>4</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>4</sub>	215,80	220,55	220,00	218,79
T <sub>5</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	225,55	230,00	222,30	225,95
T <sub>6</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	229,50	221,80	225,00	225,43
T <sub>7</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	231,00	220,00	225,66	225,55
T <sub>8</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>4</sub>	225,00	234,00	230,00	229,67
T <sub>9</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	229,50	230,00	225,66	228,38
T <sub>10</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>2</sub>	228,50	225,33	233,00	228,94
T <sub>11</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>3</sub>	225,00	247,00	252,00	241,33
T <sub>12</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>4</sub>	245,00	250,00	255,00	250,00
T <sub>13</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>1</sub>	225,00	235,00	232,00	230,67
T <sub>14</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>2</sub>	226,00	233,00	231,00	230,00
T <sub>15</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>3</sub>	225,00	239,00	235,00	233,00
T <sub>16</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>4</sub>	240,90	245,00	250,00	245,30

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 7

### Datos originales del rendimiento de uva (kg/u. e).

CÓDIGO	COMBINACIÓN	BLOQUES			PROMEDIO
		B1	B2	B3	
T <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	19,00	17,05	19,33	18,46
T <sub>2</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	25,00	22,56	24,55	24,03
T <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>3</sub>	25,60	28,00	26,36	25,65
T <sub>4</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>4</sub>	21,50	23,60	22,66	22,59
T <sub>5</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	24,62	25,36	24,78	24,92
T <sub>6</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	30,90	28,56	27,55	29,00
T <sub>7</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	25,45	25,50	26,00	25,65
T <sub>8</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>4</sub>	27,80	27,80	27,43	27,68
T <sub>9</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	27,55	33,28	30,33	30,39
T <sub>10</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>2</sub>	30,55	29,00	28,55	29,37
T <sub>11</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>3</sub>	25,66	30,00	27,00	27,56
T <sub>12</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>4</sub>	32,00	33,00	32,00	32,33
T <sub>13</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>1</sub>	28,50	27,00	26,00	27,16
T <sub>14</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>2</sub>	30,00	35,00	28,00	31,00
T <sub>15</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>3</sub>	30,00	32,55	30,55	31,03
T <sub>16</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>4</sub>	31,00	30,55	32,50	31,35

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 8

Datos originales del grado brix en las bayas de Cabernet Sauvignon.

CÓDIGO	COMBINACIÓN	BLOQUES			PROMEDIO
		B1	B2	B3	
T <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	24,03	24,03	22,96	23,67
T <sub>2</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	23,48	23,48	24,04	23,67
T <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>3</sub>	24,00	24,75	24,00	24,25
T <sub>4</sub>	n <sub>1</sub> k <sub>4</sub>	24,00	24,69	25,07	24,59
T <sub>5</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	25,07	23,78	22,60	23,82
T <sub>6</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	24,94	24,35	24,12	24,47
T <sub>7</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	23,34	24,14	24,07	23,85
T <sub>8</sub>	n <sub>2</sub> k <sub>4</sub>	26,70	24,85	24,63	25,40
T <sub>9</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	24,06	24,38	24,17	24,20
T <sub>10</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>2</sub>	23,93	25,58	23,43	24,31
T <sub>11</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>3</sub>	24,31	24,65	24,93	24,63
T <sub>12</sub>	n <sub>3</sub> k <sub>4</sub>	25,22	26,55	26,63	26,13
T <sub>13</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>1</sub>	23,69	24,36	23,84	23,96
T <sub>14</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>2</sub>	24,20	24,20	23,60	24,00
T <sub>15</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>3</sub>	25,14	24,26	25,14	24,85
T <sub>16</sub>	n <sub>4</sub> k <sub>4</sub>	26,71	26,76	27,66	27,08

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 9


**Cuadro de los momentos de aplicación de tratamientos.**

NÚMERO DE APLICACIONES	NITRÓGENO (UREA 46% DE NITRÓGENO)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (FOSFATO DIAMÓNICO 46% DE FÓSFORO Y 18% DE AZUFRE.	K <sub>2</sub> O (SULFATO DE POTASIO 50% DE POTASIO)
ANTES DE LA BROTACIÓN	65,73 g de nitrógeno / u. e.	365,20 g de fosfato diamónico / u. e.	k1:240 g/u. e. k2:720 g/u. e. k3:1200 g/u. e. k4:1680 g/u. e.
BROTAMIENTO	n1:20, 94 g/u. e. n2:107, 94 g/u. e. n3:194, 94 g/u. e. n4:280, 94 g/u. e.		
DESPUES DE FLORACIÓN	n1:86, 67 g/u. e. n2:173, 67 g/u. e. n3:260, 67 g/u. e. n4:346, 67 g/u. e.		
INICIO DE ENVERO	n1:86, 67 g/u. e. n2:173, 67 g/u. e. n3:260, 67 g/u. e. n4:346, 67 g/u. e.		


Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 10

### Datos originales del análisis físico - químico del suelo.



**INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA**  
**LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS**  
**AV. SAN CARLOS 1001 - PUNO**



**CLIENTE: MARIANA LIZAMA YANZA LIZAMA**  
**DIRECCIÓN: PUNO**  
**TÍTULO DEL SUELO: SUELO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE SAN CARLOS**  
**NOMBRE DEL SUELO: SUELO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE SAN CARLOS**

N°	FOLIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS		INTERPRETACIÓN		PH	Módulo	Módulo	C
			Orgánico	Nitrógeno	Libre	Extracción				
1	26631	Comunidad Campesina de San Carlos	1.5	0.2	0.5	5.5	0.50	0.12	0.05	
2										
3										
4										

**CONTENIDO DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL SUELO**

N°	NUTRIENTES				SUELO				ANÁLISIS				C
	N	P	K	Ca	PH	MO	MO	MO	MO	MO	MO	MO	
1	0.2	0.1	0.1	0.1	5.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2													
3													
4													

**RESUMEN DE LA CALIDAD DEL SUELO**


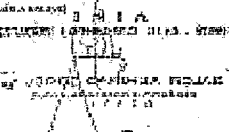
N°	NUTRIENTES				SUELO				ANÁLISIS			
	N	P	K	Ca	PH	MO	MO	MO	MO	MO	MO	MO
1	0.2	0.1	0.1	0.1	5.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2												
3												
4												

**Observaciones:**

1. El suelo es de tipo franco arenoso.
2. El suelo es de tipo franco arenoso.
3. El suelo es de tipo franco arenoso.
4. El suelo es de tipo franco arenoso.
5. El suelo es de tipo franco arenoso.
6. El suelo es de tipo franco arenoso.
7. El suelo es de tipo franco arenoso.
8. El suelo es de tipo franco arenoso.
9. El suelo es de tipo franco arenoso.
10. El suelo es de tipo franco arenoso.

**CONCLUSIONES:**

El suelo es de tipo franco arenoso, con un pH de 5.5, lo que indica un suelo ácido. El contenido de nutrientes es bajo, lo que sugiere la necesidad de fertilización.


**LABORATORIO DE SUELOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA (INIA) PUNO**

Fuente: Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Puno.

## Anexo 11

### Datos originales de datos meteorológicos

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA												
ESTACION: MAP JORGE BASADRE G.						LAT.: 18° 00' 38"			DPTO.: TACNA			
PARAMETRO: TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL (°C.)						LONG.: 70° 48' 24"			PROV.: TACNA			
						ALT.: 560 msnm.			DIST.: TACNA			
MAY/10	JUN/10	JUL/10	AGO/10	SET/10	OCT/10	NOV/10	DIC/10	ENE/11	FEB/11	MAR/11	ABR/11	
22.2	18.8	17.7	18.3	20.3	22.1	24.1	25.5	27.4	27.9	28.7	24.7	
PARAMETRO: TEMPERATURA MINIMA MENSUAL (°C)												
MAY/10	JUN/10	JUL/10	AGO/10	SET/10	OCT/10	NOV/10	DIC/10	ENE/11	FEB/11	MAR/11	ABR/11	
13.6	10.5	8.2	9	10.6	11.3	13	13.7	15.4	16.3	13.9	15.7	
PARAMETRO: TEMPERATURA SEMIMENSUAL (°C)												
MAY/10	JUN/10	JUL/10	AGO/10	SET/10	OCT/10	NOV/10	DIC/10	ENE/11	FEB/11	MAR/11	ABR/11	
17.3	14.7	13.0	14.1	15.4	16.9	18.9	18.7	21.4	22.4	20.4	19.7	
PARAMETRO: HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)												
MAY/10	JUN/10	JUL/10	AGO/10	SET/10	OCT/10	NOV/10	DIC/10	ENE/11	FEB/11	MAR/11	ABR/11	
60	53	51	50	53	75	78	74	71	66	70	---	
PARAMETRO: HELIOFANIA MENSUAL (h/m)												
MAY/10	JUN/10	JUL/10	AGO/10	SET/10	OCT/10	NOV/10	DIC/10	ENE/11	FEB/11	MAR/11	ABR/11	
5.2	5.2	6.2	5.3	6.6	8.2	8.6	9.5	3.4	7.6	8.5	7.6	
PARAMETRO: EVAPORACION TANQUE MENSUAL (mm)												
MAY/10	JUN/10	JUL/10	AGO/10	SET/10	OCT/10	NOV/10	DIC/10	ENE/11	FEB/11	MAR/11	ABR/11	
2.6	1.9	2	2.4	2.8	3.8	4.6	5.0	5.7	4.5	4.7	3.5	
PARAMETRO: DIRECCION Y VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)												
MAY/10	JUN/10	JUL/10	AGO/10	SET/10	OCT/10	NOV/10	DIC/10	ENE/11	FEB/11	MAR/11	ABR/11	
SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SW-2	SSW-3	SW-3	SW-2	SSW-3	SW-3	SW-2	

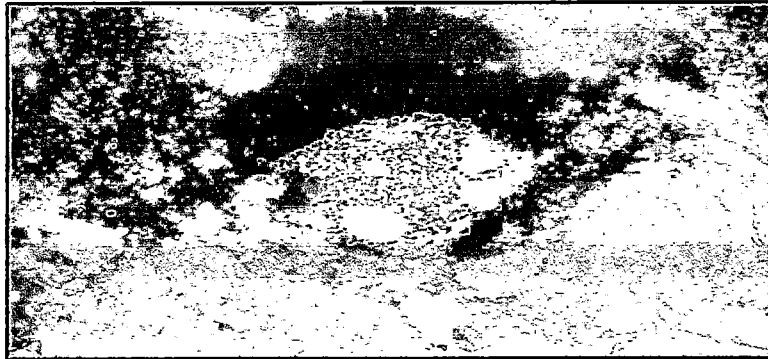


*Miranda*  
 Lic. GUADALUPE MIRANDA GROHMANN  
 G.I.P. 37705  
 Dirección Regional de Tacna (DIRETA)

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Estación MAP Jorge Basadre Grohmann. Tacna. 2 011.

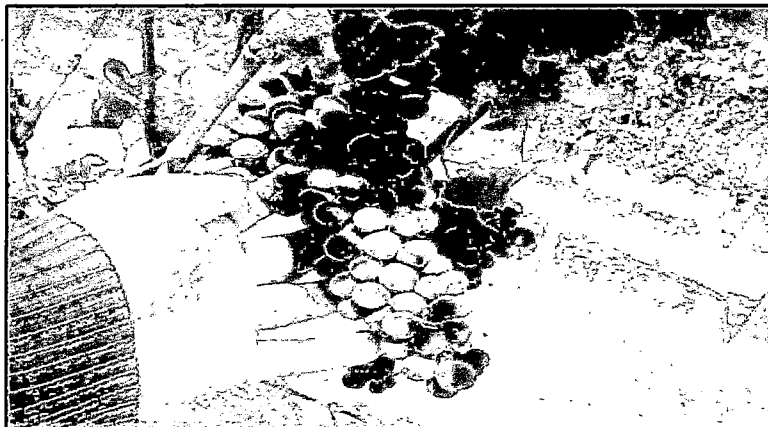
## **Anexo 12**

**Momento de aplicación del fertilizante.**



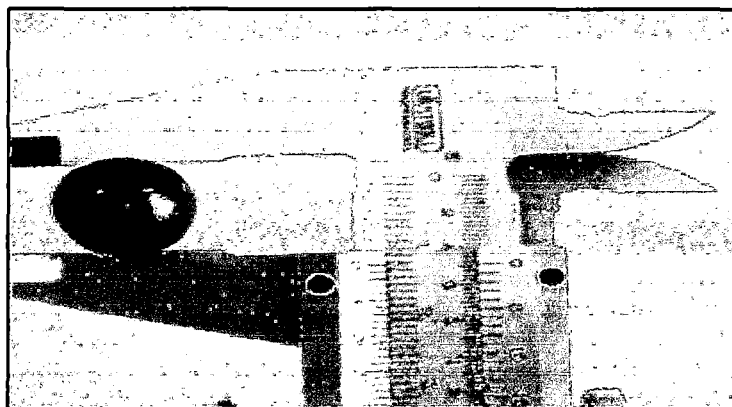
## **Anexo 13**

**Cabernet Sauvignon.**



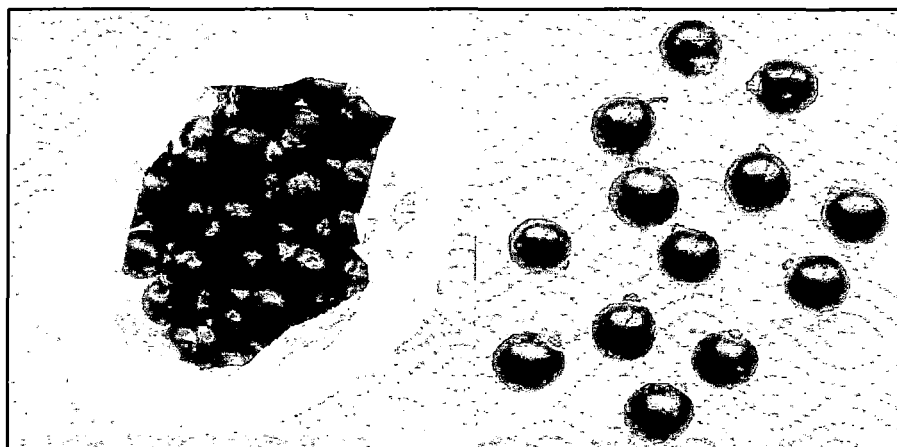
## Anexo 14

**Midiendo el diámetro polar y ecuatorial de la baya.**



## Anexo 15

**Bayas de Cabernet Sauvignon para medir grados brix.**



Anexo 16

Diferencia entre tratamientos.

