

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y POTÁSICA
EN EL RENDIMIENTO DE VID (*Vitis vinífera* L.) CV. BARBERA
EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN, PRODUCCIÓN Y
EXTENSIÓN AGRARIA INPREX- TACNA, 2010**

TESIS

Presentada por:

Bach. YEMFER COPPA HUMBERSI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2012

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela Académico Profesional de Agronomía

TRABAJO DE TESIS SUSTENTADO Y APROBADO EL 26 DE
OCTUBRE DEL 2012, ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR
INTEGRADO POR:

PRESIDENTE



MSc. Magno Robles Tello

SECRETARIO



Dra. Rosario Zegarra Zegarra

VOCAL



Ing. Aristides Choquehuanca Tintaya

ASESOR



Ing. Eloy Martín Casilla García

DEDICATORIA

*A mis padres, por el gran apoyo que
dieron durante mis estudios en la
universidad y durante todo el periodo
de realización del presente trabajo de
tesis.*

*A mis profesores, amigos, compañeros de
la universidad y a todas las personas que
siempre me dieron palabras de aliento o
que de alguna manera colaboraron para la
realización de este trabajo.*

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
I. REVISION BIBLIOGRÁFICA	04
1.1. ORIGEN DEL CULTIVO	04
1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	06
1.3. MORFOLOGÍA	07
1.3.1. Raíz	07
1.3.2. Hojas	07
1.3.3. Yema	08
1.3.4. Flores	10
1.3.5. Semilla	12
1.3.6. Fruto	12
1.4. EXIGENCIAS DE SUELO Y CLIMA	13
1.4.1. Temperatura	13
1.4.2. Luz	15
1.4.3. Humedad	15

1.4.4. Asoleamiento	15
1.4.5. Suelo	16
1.4.6. Riego	17
1.5. FERTTILIZACIÓN	19
1.5.1. Importancia	19
1.5.2. Nutrición mineral de la vid	20
1.6. FERTILIZACIÓN NITROGENADA	20
1.6.1. Época de aplicación del nitrógeno	22
1.6.2. Formas de nitrógeno en el suelo	23
1.6.3. Absorción	23
1.6.4. Deficiencia de nitrógeno	24
1.6.5. Exceso de nitrógeno: toxicidad	25
1.6.6. Fertilizantes nitrogenados	27
1.7. FERTILIZACIÓN POTÁSICA	28
1.7.1. Época de aplicación del potasio	29
1.7.2. Formas del potasio en el suelo	30
1.7.3. Deficiencia del potasio	31
1.7.4. Exceso de potasio	32
1.7.5. Fertilizantes potásicos	32
II. MATERIALES Y MÉTODOS	34
2.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	34

2.1.1.	Características edáficas	35
2.1.2.	Condiciones climatológicas	37
2.2.	MATERIALES	39
2.2.1	Material experimental.	39
2.2.2	Factores en estudio	40
2.2.3.	Variables de respuesta	42
2.3.	METODOS	44
2.3.1.	Diseño experimental	44
2.3.2.	Análisis estadístico	44
2.6.5.	Características del campo experimental	45
2.4.	DESARROLLO DEL EXPERIMENTO	46
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
	CONCLUSIONES	
	RECOMENDACIONES	
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
	ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Contenido de nutrientes en los fertilizantes Comerciales potásicos más comunes	33
Cuadro 2: Características Físico - Químico del suelo	36
Cuadro 3: Información meteorológica de la zona del experimento	37
Cuadro 4: Niveles de nitrógeno y potasio (factores en estudio)	40
Cuadro 5: Combinación de los factores	41
Cuadro 6: Rendimiento en TN/ha por tratamientos	43
Cuadro 7: Análisis de varianza de diámetro polar de baya (cm)	51
Cuadro 8: análisis de varianza de diámetro ecuatorial de baya	56
Cuadro 9: análisis de varianza de peso de baya (g)	60
Cuadro 10: Análisis de varianza de grados brix (°B)	63
Cuadro 11: Análisis de varianza de peso de racimo (g)	67
Cuadro 11: Análisis de varianza de rendimiento (t/ha)	70

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Curva de regresión para el diámetro polar para el factor nitrógeno	52
Figura 2: Regresión simple para diámetro polar par el factor potasio	53
Figura 3: Curva de regresión para el diámetro ecuatorial para el factor nitrógeno	57
Figura 4: Regresión simple para el diámetro ecuatorial para el factor potasio	58
Figura 5: Curva de regresión para el peso de baya para el factor nitrógeno	61
Figura 6: Curva de regresión para el porcentaje de grados brix para el factor nitrógeno	64
Figura 7: Curva de regresión para el peso de racimo para el factor nitrógeno	68
Figura 8: Curva de regresión para rendimiento (t/ha) para el factor nitrógeno	71

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos originales de diámetro polar de baya (cm)

Anexo 2: Datos originales de diámetro ecuatorial de baya (cm)

Anexo 3: Datos originales de peso de baya (g)

Anexo 4: Datos originales de medición de grados brix

Anexo 5: Datos originales de peso de racimo (g)

Anexo 6: Datos originales del rendimiento (kg/ha)

Anexo 7: Costo de producción

Anexo 8: Aleatorización de tratamientos

RESUMEN

El presente experimento se realizó en el Instituto de Investigación, Producción y Extensión Agraria "INPREX" – Tacna, de la Facultad Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. El objetivo fue determinar el efecto de los niveles de fertilización nitrogenada y potásica en el rendimiento del cultivo de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Barbera. Para cada elemento se manejaron cuatro niveles de aplicación: $n_1=70$, $n_2=140$, $n_3=210$ y $n_4=280$; $k_1=80$, $k_2=160$, $k_3=240$ y $k_4=300$. El diseño fue completamente aleatorizado con 16 tratamientos producto de la combinación de elementos con sus correspondientes niveles de nitrógeno y potasio, con tres repeticiones por cada tratamiento. En el presente trabajo de investigación, el nivel óptimo para el factor nitrógeno fue 261,835 kg/ha, con lo que se logró alcanzar un rendimiento de 21,60 t/ha. la variable peso unitario de baya, el nivel de fertilización óptimo para el factor nitrógeno fue de 145,35 kg/ha y con respecto al factor potasio no se halló significación estadística, con lo que se logró alcanzar un peso de 3,11 g. Para la variable del peso unitario de racimo, el nivel óptimo en el factor nitrógeno es de 199,76 kg/ha respectivamente, por lo tanto el coeficiente de determinación r^2 señala que el 91,45 del peso unitario está influenciado por la dosis de nitrógeno.

En lo referente a las variables evaluadas del diámetro polar y ecuatorial de la baya, se determinaron que los niveles óptimos de nitrógeno fueron de 151,66 kg/ha y 132,999 kg/ha respectivamente, con lo que se logró alcanzar 1,76 cm de diámetro polar y 1,65 cm de diámetro ecuatorial de la baya, cabe resaltar que en el factor potasio sí tuvo un efecto significativo en los dos ya que se observa que con la dosis más alta de potasio se alcanza el mayor promedio, es decir a mayor dosis el diámetro polar y ecuatorial se incrementa.

INTRODUCCIÓN

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 y para la producción de vinos, piscos y pasas.

El cultivo de la vid (*Vitis vinifera L.*)cv. Barbera tiene un gran potencial en cuanto a la producción de uva para la transformación en vino, este cultivo es reconocido como una variedad netamente vinera.

Según el Ministerio de Agricultura de Tacna, durante el periodo 2010, nuestra región Tacna obtuvo una producción de 5952 tm, teniendo un área total de 590 ha y estas fueron 531 has de superficie cosechada, el rendimiento promedio fue de 8.209 t/ha, con respecto a la variedad Barbera, Tacna posee 2,3 has, cabe destacar que solo se utiliza para la elaboración de vino tinto; pero por las condiciones favorables que presenta Tacna se está incrementando las áreas aun no registradas, además por el desconocimiento de los agricultores, por los bajos rendimientos registrados en Tacna con lo que respecta a uvas vineras reporta 6 t/ha, lo que es bajo en comparación a otros países, como sucede en Argentina, Chile.

[2]

El rendimiento promedio a nivel nacional es de 20t/ha, Tacna solo presenta 8.2 t/ha, siendo muy bajo; las causas de este problema son: el riego el cual es insuficiente en algunas zonas, la poda utilizada es la menos apropiada; el desconocimiento sobre los niveles óptimos de fertilización. Teniendo en consideración las causas de esta problemática, es que el presente trabajo abordo el tratamiento de una de ellas, aquella que esta orientada en resolver el problema de la fertilización en el cultivo de la vid.

[3]

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel óptimo de fertilización nitrogenada en vid cv. Barbera.
- Determinar el nivel óptimo de fertilización potásica en vid cv. Barbera.

HIPÓTESIS

- Existen cantidades de nitrógeno y potasio que permiten obtener una alta producción en la variedad de vid cv. Barbera.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ORIGEN DEL CULTIVO

Vitis vinífera c v. Barbera es una de las variedades de la uva típica del Piemonte, en el noroeste italiano. Allí es la que más extensión de terreno ocupa en la zona seguida muy de cerca por la más conocida Nebbiolo, la del Barolo, y la menos frecuente aunque ciertamente interesante Dolcetto. (Hidalgo, 1999)

Vitis vinífera c.v. Barbera es una variedad de planta fuerte, resistente, poco exigente en cuanto a condiciones climáticas y con buenos rendimientos en diferentes terrenos y exposiciones. Y no sólo en cantidad sino también en color, acidez y azúcares. Estas características —y su rápida adaptación al pie americano- permitieron su rápida extensión por el Monferrato después de la plaga de la filoxera que arrasó la zona a principios del siglo pasado (Sotés, 1992)

Su origen más citado es de la ciudad de Casale Monferrato, Piamonte. Catedral de la ciudad hay documentos que testimonian la plantación de vid Barbera en el siglo XIII. Esta vid es una variedad que madura relativamente tarde, después de casi dos semanas después de la

gran variedad de Piamonte, Dolcetto. Su principal característica es el alto nivel de acidez natural, sin embargo, muy madura. Esta característica hace que sea una gran opción para los climas calientes, siempre y cuando la productividad sea controlada. (Gil; G. y Pszczolkowski, P. 2007).

La sinonimia más frecuentes, son Barbexinis, Besgano, Barberone, Cosses Barbusen, Gaietto, Lombardesca, Perricone, Pignatello, Ughetta, entre otros muchos nombres compuestos como Rissa Barbera, Barbera. (OIV, 1996)

[6]

1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica filogenético ubica a la Vid, según Cronquist y Takhtajan en 1980:

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Grupo: Dialipétalos

Orden: Ramnales

Familia: Vitaceae

Género: *Vitis*

Especie: *Vitis vinífera*L.cv.

Barbera

1.3 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

1.3.1 RAÍCES

Procedente de la radícula de la semilla. Desarrolla una raíz principal y pivotante. De ésta saldrán las secundarias y de éstas, las terciarias y así sucesivamente; con el paso de los años la raíz principal pierde su preponderancia y las secundarias y terciarias adquieren mayor importancia y desarrollo relativo. Este tipo de plantas procedentes de semilla sólo se utilizan para mejora genética o para obtención de nuevas variedades.

De origen adventicio: procedente de la diferenciación de células del periciclo, también denominada capa rizógena. Se originan, principalmente, a nivel de los nudos del tallo. Este tipo de sistema radical procede de la multiplicación por estaquillado. Pueden ser de dos tipos, aéreas y subterráneas (Chauvet A. y Reynier. 1984.)

1.3.2. HOJAS

Es el crecimiento expandido de un brote que nace de un nudo y tiene una yema en su axila. Cada hoja tiene tres partes: peciolo, brácteas y limbo, el cual posee senos, lóbulos y nervios cuyas características varían según la especie y la variedad. (Ruesta, 1992).

Las hojas se inician en el ápice semanalmente en posición de 2/5 de circunferencia o 145° con respecto a la precedente en un espiral ortóstico; una hoja demora entre tres y cinco semanas en desarrollarse completamente con un patrón sigmoide. El desarrollo de hojas, de varios tipos, como el de brotes esta controlado fisiológicamente y depende de la temperatura. (Bindi, 1997).

Las hojas difieren en tamaño, forma, número de lóbulos y senos en sus bordes dentados. En la vid, de brotes largos y feminelas, la superficie foliar queda definida a principios de verano, pero puede aumentar hasta el otoño si hay temperatura y disponibilidad hídrica; las feminelas pueden constituir hasta el 50% de la superficie foliar. (Gonzalo F. Gil. y Philippo Pszczolkowski, 2007).

1.3.3. YEMAS

Yemas es un brote primordial con o sin inflorescencias que se encuentra en forma compacta bajo escamas protectoras. Las yemas son, por lo tanto, esenciales en el ciclo de crecimiento, el cual se inicia o termina con ellas. (Gonzalo F. Gil. y Philippo Pszczolkowski, 2007).

Insertas en el nudo, por encima de la axila de inserción del peciolo. Hay dos yemas por nudo: la yema normal, más gruesa que se desarrolla

generalmente en el ciclo siguiente a su formación, y la yema pronta o anticipada que puede brotar el año de su formación, dando nietos de menor desarrollo y fertilidad que los pámpanos normales. Si la yema pronta no brota durante el año de su formación, se cae con los primeros fríos, no supera el periodo invernal. Todas las yemas de la vid son mixtas y axilares. (Reynier, 1984).

La yema normal, es de forma más o menos cónica y está constituida por un cono vegetativo principal y uno o dos conos vegetativos secundarios. Estos conos están formados por un tallo embrionario, en los que se diferencian los nudos y entrenudos, los esbozos foliares y en su caso, los esbozos de las inflorescencias, y un meristemo o ápice caulinar en su extremo. Dichos conos vegetativos están protegidos interiormente por una borra algodonosa y exteriormente por dos escamas. (Reynier, 1984).

La fertilidad de las yemas depende de:

- **La naturaleza de la yema**, los conos principales son más fértiles que los secundarios. Las yemas anticipadas son menos fértiles que las yemas normales.
- **Posición en el pámpano**, la fertilidad de las yemas aumenta desde las situadas en la base hasta la zona media del pámpano y

posteriormente vuelve a decrecer. Es frecuente que las yemas de la corona no tengan diferenciados racimos, excepto en cultivares muy fértiles como es el caso de Airén.

- **Variedad**, algunas variedades no diferencian racimos o no de suficiente tamaño, en las yemas de los primeros nudos; en estos cultivares es obligado dejar sarmientos largos (varas) en la poda invernal para asegurar la rentabilidad del cultivo.
- **Desarrollo vegetativo del pámpano**, en general las mayores fertilidades se obtienen en pámpanos de vigor medio.
- **Condiciones ambientales**, durante la fase de diferenciación de las inflorescencias, fundamentalmente la iluminación. (Huglin, 1998).

1.3.4. FLORES

Las lleva un racimo constituido por un eje principal llamado “raquis”, del cual salen ramas que se dividen para formar los “pedicelos”, que son los 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 (raquis, rama, pedicelos) se denomina escobajo. Aunque la mayoría de las flores de las variedades comerciales de *Vitis Vinífera* son perfectas (con órganos masculinos y femeninos bien desarrollados en la misma flor). Existen también flores

puramente femeninas o puramente masculinas. (Mullins M., A. Bouquet y L.E. Williams, 1992).

Las vides cultivadas por sus frutos son, por lo general, hermafroditas. Se trata de una flor poco llamativa, de tamaño reducido, de unos 2 mm de longitud y color verde. La flor es pentámera, formada por:

- **Cáliz**, constituido por cinco sépalos soldados que le dan forma de cúpula.
- **Corola**, formada por cinco pétalos soldados en el ápice, que protege al androceo y gineceo desprendiéndose en la floración. Se denomina capuchón o caliptra.
- **Androceo**, cinco estambres opuestos a los pétalos constituidos por un filamento y dos lóbulos (tecas) con dehiscencia longitudinal e introrsa. En su interior se ubican los sacos polínicos.
- **Gineceo**, ovario súpero, bicarpelar (carpelos soldados) con dos óvulos por carpelo. Estilo corto y estigma ligeramente expandido y deprimido en el centro. (Chauvet A. y Reynier, 1984).

1.3.5. SEMILLAS

Están rodeadas por una fina capa (endocarpio) que las protege. Son ricas en aceites y taninos. Están presentes en número de 0 a 4 semillas por baya. A la baya sin semillas se la denomina baya apirena. Exteriormente se diferencian tres zonas: pico, vientre y dorso. En su interior encontramos el albúmen y embrión. (Ruesta, 1999).

1.3.6. FRUTO

Es una baya de forma y tamaño variables. Más o menos esférica u ovalada, y por término medio de 12 a 18 mm de diámetro. Se distinguen las siguientes partes:

Hollejo (epicarpio), es la parte más externa de la uva y como tal, sirve de protección del fruto. Membranoso y con epidermis cutinizada, elástico. En su exterior aparece una capa cerosa llamada pruína. La pruína se encarga de fijar las levaduras que fermentan el mosto y también actúa como capa protectora. (Martínez de Toda F, 1991).

El color del hollejo varía según el estado fenológico en el que se encuentra. En la fase herbácea es de color verde y a partir del envero es de color amarillo en variedades blancas, y rosado o violáceo, en variedades tintas. Es el responsable del color, pues es donde residen los polifenoles que dan color al mosto (antocianos y flavonoides). En las

variedades tintoreras (Garnacha tintorera) también se acumula materia colorante en la pulpa.

Pulpa (mesocarpio), representa la mayor parte del fruto. La pulpa es translúcida a excepción de las variedades tintoreras (acumulan aquí sus materias colorantes) y muy rica en agua, azúcares, ácidos (málico y tartárico principalmente), aromas, etc. Se encuentra recorrida por una fina red de haces conductores, denominándose pincel a la prolongación de los haces del pedicelo. (Martínez de Toda F, 1991).

1.4 EXIGENCIAS DE CLIMA Y SUELO

1.4.1. TEMPERATURA

La vid necesita de veranos largos, desde tibios hasta calientes secos e inviernos frescos. No prospera bien en climas con veranos húmedos, debido a su gran susceptibilidad a enfermedades. Hasta los 10°C, los tejidos permanecerán inactivos o sea en estado de dormancia, iniciando su brotamiento por encima de esta temperatura. La acumulación de calor encima de 10°C., (grados/días) marca el ciclo de crecimiento del cultivo y determina el comportamiento de las variedades. En las principales zonas vitícolas del país estas acumulaciones de calor varían de 1,500 a 3,400 grados días. (Key, 1981).

La alta temperatura por un cierto tiempo, por sobre aquella que acelera los procesos metabólicos (>35), no mitigada por transpiración, genera desnaturalización de proteínas, entre ellas enzimas, y ácidos nucleicos, con pérdida de funcionalidad o destrucción de membranas (pardeamiento) y muerte de células (descomposición, desecación o necrosis de tejidos), a pesar de que los tejidos reaccionan al calor produciendo proteínas protectoras. (Key, 1981).

La muy alta temperatura del tejido de la uva, sobre 45°C a 50°C, es causante directo del daño grave, con aspecto conocido y apasamiento. El azufre aplicado para el control del oidio favorece el desarrollo de quemaduras con alta temperatura. (Smart y Sinclair, 1973).

También se pueden adoptar variedades de brotación tardía, o retrasar la poda, de modo que, aunque haya habido daños, también haya más brotes utilizables. Los cultivos elevados son menos castigados que los bajos. 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.

1.4.2. Luz

La radiación solar excesiva (visible, ultravioleta) puede causar aflicción a través del calor o de la oxidación que genera en los tejidos que la absorben. Con la insolación los tejidos sufren deshidratación, descoloración clorofílica y antociánica y pardeamientos, con daño en membrana y enzimas. Los tejidos dañados de la uva se tornan susceptibles a infecciones y desarrollo de enfermedades. (Greer, 2003).

Uno de los daños económicos más importantes es la quemadura superficial (golpe de sol, insolación) por efecto del calor y de la radiación ultra violeta. (Smart y Sinclair, 1973).

1.4.3. HUMEDAD

La falta de humedad puede remediarse con un buen sistema de riego, pero la excesiva humedad, sobre todo durante la floración y la maduración, causa daños irreparables. (Haba, E. 1999).

1.4.4. ASOLEAMIENTO

La insolación es una de las principales características en los vinos del sur del Perú, lo que le confiere a nuestros vinos una graduación superior debido a la mayor concentración de azúcares en el grano de uva

y por lo tanto la mayor concentración alcohólica en la posterior fermentación. (Reynier, A. 1995).

Es importante para la acumulación de azúcares en el fruto. Sin embargo es bueno recordar que esa radiación solar solo es eficaz si es interceptada por el follaje. Esto depende del sistema de conducción. (Reynier, A. 1995).

1.4.5. SUELO

La vocación de una zona vitícola está determinada en gran medida por el suelo. Las diferencias de calidad entre dos medios vitícolas de una misma región geográfica, sometida al mismo clima y que tiene el mismo encepamiento, están ligadas a las características del suelo: naturaleza de la roca madre, propiedades físicas y químicas del suelo. Los suelos con vocación vitícola son con frecuencia bastante pobres, poco profundos y bastantes bien drenados. En estas condiciones permiten obtener un vino de calidad con rendimientos moderados. Por el contrario, los suelos profundos de valles o mesetas fértiles dan generalmente vinos de menor calidad pero con rendimientos altos. Sin embargo, no se trata de una regla absoluta, pues también se conocen suelos fértiles que dan vinos de calidad. (Reynier, A. 1989).

Los terrenos en los que predominan limos fuertes y arcillosos son menos propios para la vid, las tierras muy ricas en humus, fertilísima, son las menos aptas. Con suficiente humedad y buenas podas pueden obtenerse en estos terrenos grandes cosechas, pero la calidad de los frutos es inferior. (Miranda, A, 1999).

1.4.6. RIEGO

La vid necesita para su ciclo vegetativo, de un volumen determinado de agua, el cual varía según el clima, suelo, estado vegetativo y clase de vid cultivada. (Cordetacna-PNUD, 1989).

Para que el crecimiento y otras funciones de la planta se realicen normalmente, debe evitarse que la humedad del suelo llegue a su estado de “porcentaje permanente de marchitamiento” (contenido de humedad del suelo debajo del cual las plantas ya no pueden obtener agua); este porcentaje varía desde menos de 1.5% hasta no mas de 21% correspondiendo los valores mínimos a suelos arenosos y los máximos a los arcillosos y francos arcillosos.

En las condiciones de nuestra costa, debido a que el agoste de las plantas no se produce exclusivamente por baja temperatura, es necesario realizar ciertas prácticas, dentro de las cuales la supresión de los riegos

desde mediados de verano (febrero) hasta principios de la primavera (agosto – setiembre), cumple una función muy importante. En esta forma, se obliga a la planta a terminar más pronto su crecimiento y a entrar en un agoste artificial y forzoso que se traduce con el desprendimiento paulatino de las hojas.

El último riego, o sea el que se da después de la cosecha, deberá ser calculado de tal manera que durante el periodo siguiente la humedad del suelo mantenga las rices vivas. Una reducción drástica del abastecimiento de agua en vides en crecimiento, ocasiona el marchitamiento de las hojas y los brotes succulentos

Periodos críticos:

- En primavera, al inicio del brotamiento.
- Durante el rápido crecimiento de brotes.
- Cuando aparecen los racimos florales.
- Durante el crecimiento de los granos.
- Durante la maduración.

1.5 FERTILIZACIÓN

1.5.1. IMPORTANCIA

El objetivo principal de la fertilización en la vid es el de aumentar el rendimiento del mismo. 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 para sostener esa producción (INTA - 2008).

En el caso de la vid, como cultivo perenne, se ajusta a los mismos criterios de manejo pero con un matiz diferente. Es bien sabido que cuando se aumentan los rendimientos, normalmente los mismos se consiguen a expensas de la calidad del producto final y esto en viticultura es muy importante de tener en cuenta, por lo que se ha asumido que mientras menos produzca la planta, dentro de ciertos niveles, mejor, en términos cualitativos. Esto hace que cualquier programa nutricional debe manejarse con más cuidado aun, para así poder mantener la calidad (INTA - 2008).

1.5.2. NUTRICIÓN MINERAL DE LA VID

La nutrición de la vid necesita de elementos esenciales que son aquellos sin los cuales la planta no puede vivir. Se distinguen los macro elementos, aquellos que son usados en grandes cantidades y cuyos contenidos en los tejidos se expresan en porcentaje del peso fresco o seco (N, P, K, Ca, Mg, S, (Cl)), y los micro elementos, usados en pequeñas cantidades, de manera que el contenido se expresa en partes por millón (Zn, Mn, Fe, Cu, B, Mo, (Co)). A pesar de la esencialidad ante la carencia absoluta hay diferencias en el grado de efecto en el crecimiento por una carencia casi absoluta: en la vid, tanto *V. vinifera* como *V. labrusca*, el mayor impacto lo produce el N, luego el P, el K y el Ca, luego el Zn y el B y, menos, el Mg y el Fe (Gil, G.; Pszczolkowski, P. 2007).

1.6 FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Las raíces absorben el nitrógeno ya sea en forma de amonio (NH_4) o de nitrato (NO_3); sin embargo, los viñedos absorben la mayoría del nitrógeno como NO_3 y de esta forma es transportado hacia las hojas. En este sitio el NO_3 sufre una serie de transformaciones que terminan en la formación de proteínas y otros compuestos nitrogenados (GIL, 2006).

Las plantas absorben cualquiera de los iones nitrogenados, pero principalmente el NO_3^- , excepto en condiciones desfavorables para la nitrificación que hacen que el NH_4^+ la inhiba, con gasto de energía para el funcionamiento de las proteínas transportadoras a través de la membrana protoplasmática. Las raíces son más delgadas, largas y abundantes en caso de alto nivel de NH_4^+ en el suelo como estrategia para obtener el N de una forma relativamente inmóvil. La absorción del NO_3^- eleva el pH de la solución suelo por liberación de OH^- y HCO_3^- por las células radicales, favoreciendo la absorción de cationes, mientras que la absorción de NH_4^+ la acidifica por excreción de H^+ . Existe competencia entre la absorción de cationes y de amonio (GIL, 2006).

El Nitrógeno incorporado en el suelo, no queda como valor residual, ya que no se fija al mismo, si no lo aprovecha la planta de vid, se pierde consumido por las malezas o por infiltración en las capas profundas del suelo, por lo que debe usarse la cantidad adecuada y aplicarlo en el momento oportuno (CRESPY, A. 1991).

1.6.1. ÉPOCA DE APLICACIÓN DEL NITRÓGENO

La época de aplicación del nitrógeno es al inicio de la primavera, antes o poco después de brotación, es la época más eficiente, además de que en este momento se usan reservas, como también lo es la fertilización de otoño tardía.

El final de primavera, después de la floración y fructificación, pero antes del envero, y el de verano, después de cosecha, son las épocas de mayor eficiencia de absorción y formación de reservas, de manera que con la primera los brotes y frutos crecen más (60% va a racimos) y con la última se obtiene mayor vigor y fructificación en la primavera siguiente (68% va a reservas). Desde el envero la absorción del nitrógeno disminuye y 73% de él va a racimos.

Se ha recomendado, en consecuencia, la aplicación del nitrógeno en tres oportunidades, poco después de la brotación, en el momento de floración y después de cosecha y, en caso de hacerse una sola aplicación, en otoño y no al tiempo de brotación. (Bettiga y West, 1991; Goldspink y Gordon, 1991)

1.6.2. FORMAS DE NITRÓGENO EN EL SUELO

Las formas inorgánicas de nitrógeno del suelo incluyen: nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-), óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO), amonio (NH_4^+), amoníaco. Desde el punto de vista de fertilidad del suelo, las formas NH_4^+ , NO_2^- y NO_3^- son las de mayor importancia, porque es así como absorben las plantas este elemento. El NH_4^+ se encuentra generalmente en forma intercambiable adsorbido a los coloides del suelo. El NO_2^- y el NO_3^- se encuentran en solución en el agua del suelo. Los tres reunidos representan el 2% del nitrógeno total.

Las formas NH_3 , N_2O y NO son gases y se encuentran en muy pequeñas cantidades, generalmente no son posibles de detectar. De estas el N_2O y el NO tiene importancia negativa porque es así como se pierde el nitrógeno del suelo por denitrificación. (Washington Padilla G., 2008)

1.6.3. ABSORCIÓN

Las plantas absorben cualquiera de los iones nitrogenados, pero principalmente el NO_3^- , excepto en condiciones desfavorables para la nitrificación que hacen que el NH_4^+ la inhiba, con gasto de energía para el funcionamiento de las proteínas transportadoras a través de la membrana

protoplasmática. Las raíces son más delgadas, largas y abundantes en caso de alto nivel de NH_4^+ en el suelo como estrategia para obtener el nitrógeno de una forma relativamente inmóvil. La absorción del NO_3^- eleva el pH de la solución del suelo por la liberación de OH^- y HCO_3^- por las células radicales, favoreciendo la absorción de cationes, mientras que la absorción de NH_4^+ la acidifica por excreción del H^+ . Existe competencia entre la absorción de cationes y de amonio. (Gil, G. y Pszczolkowski, P. 2007).

1.6.4. DEFICIENCIA DE NITRÓGENO

Los síntomas de deficiencias de Nitrógeno son difíciles de identificar a menos que la deficiencia sea severa. La deficiencia de este elemento se manifiesta como un amarillamiento generalizado, lo que se inicia en las hojas maduras y puede afectar incluso a aquellas nuevas cuando su grado es severo. Lo anterior conduce a una reducción de vigor, y en general del crecimiento total de la planta. La deficiencia de nitrógeno no aparece fácilmente hasta que la carencia de este nutriente en la planta es severa. Cuando esta condición se presenta las hojas muestran un color que va de verde pálido a amarillento que se distribuye uniformemente en las hojas (CHRISTENSEN Y KASIMATIS, 1978)

Además, se reduce el crecimiento del tallo y el viñedo demuestra una apreciable reducción en el vigor de las plantas. El rendimiento de la uva no se incrementa inmediatamente después de la aplicación de nitrógeno. En viñedos con bajo contenido se observa respuesta en crecimiento de la planta a la aplicación de nitrógeno, pero la respuesta en rendimiento será evidente solamente en el siguiente ciclo de producción. Se debe tener en cuenta que problemas como ataque de nematodos, mal manejo del riego o compactación del suelo pueden también producir plantas débiles, aun cuando el nitrógeno no sea un factor limitante (CHRISTENSEN Y KASIMATIS, 1978)

La deficiencia de nitrógeno puede reducir el crecimiento lo que promueve la acumulación de los carbohidratos de reserva en la planta. Por otro lado, el exceso de nitrógeno puede promover un crecimiento excesivo y reducir la acumulación de carbohidratos (CHRISTENSEN Y KASIMATIS, 1978).

1.6.5. EXCESO DE NITRÓGENO (toxicidad)

La sobrefertilización conduce a desequilibrios negativos de la vid; el primer síntoma es un oscurecimiento del color verde de las hojas y un vigor excesivo de los brotes con sombreamiento de la copa, otro es la

exudación de aminoácidos por los bordes de las hojas, dejando una coloración blanquecina y mas grave es el necrosamiento de tejidos. (Gil, 1993).

Diversos desórdenes fisiológicos son atribuibles a la intoxicación con estos productos, entre los cuales cuentan la deficiencia de potasio o “fiebre de primavera”, necrosis de yemas, hojas, brotes, racimos florales (temprana) o con uva (palo negro) y pardeamientos de fruta, etc.El vino también sufre problemas de fermentación y de calidad . (Bell y Henschke, 2005).

El nitrato en exceso es almacenado en vacuolas sin problemas hasta concentraciones de varias cifras porcentuales, pero ocurren desequilibrios osmóticos se sintetizan mas ácidos. (Givan, 1978 y Gil, 2006). Sin embargo, el problema de intoxicación se debe al amonio en el nivel de 1-2mg de peso seco, 10 veces menor que el nitrato, con proteólisis, desintegración de membranas, desacoplamiento en el sistema de fosforilación acíclica de la fotosíntesis destrucción de la clorofila y cloroplastos, aflicción hídrica y agotamiento de los hidratos de carbono. (Gil, G. y Pszczolkowski, 2007).

1.6.6. FERTILIZANTES NITROGENADOS

- **Acidificantes**, urea (46 % de N), sulfato de amonio (21 % de N), amoniaco (82 % de N), nitrato de amonio (33 % de N), fosfato diamónico (18 % de N), y el fosfato monoamónico (10 % de N). (Simpson,1995).
- **Alcalinizantes**, nitrato de calcio (15 % de N), salitres, nitratos de sodio (16 % de N) y sodio-potasio (15 % de N) y nitrato de potasio (13 % de N). (Simpson,1995).

Los fertilizantes amoniacaes deben ser incorporados al suelo por rastraje, inyección o agua de riego o de lluvia, pues de lo contrario, puede perderse nitrógeno por volatilización del amonio formado o liberado. Los fertilizantes que contienen nitrato pueden ser aplicados directamente sobre la superficie húmeda del suelo por su solubilidad y por la forma no volatilizable del N. (Gil, G. y Pszczolkowski, 2007).

Otras fuentes de nitrógeno son los estiércoles (excremento) o guanos (excremento de aves), de animales (Gil, 2006), de variable composición según su origen: de ave de jaula (4,2%) y en piso (2%), de vacuno (1,9%), de cerdo (1,9%), de oveja (1,7%) y de cabra (1,6%). (Gil, G. y Pszczolkowski, 2007).

1.7 FERTILIZACIÓN POTÁSICA

La vid necesita altas dosis en potasio, este es utilizado en la translocación de los azúcares. Una disminución en su contenido reduce el desarrollo vegetativo, lo que conlleva una disminución del rendimiento. Un exceso de este elemento frena la absorción de magnesio.

Intervenir en la respiración, en la 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 y por consiguiente el grado. Participa también en las diferentes partes de la planta para formar reservas contribuyendo a una mayor longevidad y aumento de la resistencia a la sequía.

- Es un factor de vigor y de rendimiento, pues participa en la neutralización de los ácidos orgánicos formados, favorece la respiración y activa el crecimiento.
- Es un factor de calidad, pues interviene aumentando la fotosíntesis, la migración y la acumulación de azúcares en los frutos.
- 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. No permite una reducción del consumo de agua sino una mayor eficiencia del agua por una extracción superior y una mejora de la actividad fotosintética.
- Favorece el cuajado y adelanta la maduración.
- Es un elemento de protección contra heladas.
- Por su intervención en la salificación del ácido tartárico se le ha atribuido la responsabilidad de la elevación del pH de los mostos. (CRESPY, A. 1991).

1.7.1. ÉPOCA DE APLICACIÓN DEL POTASIO

Previo a la plantación puede establecerse un nivel suficiente de K en el suelo por fertilización con 240 a 390 kg K₂O/ha en suelos arenosos, hasta 540 en francos y hasta 700 en arcillosos, lo normal es que sean suficientes 200kg, 300kg y 400kg, respectivamente, incorporados en profundidad y en el hoyo. En adelante no es tan importante fertilizar si el K intercambiable en el suelo es mayor que 4% de la CIC, pero si es menor y el análisis foliar indica deficiencia una dosis de mantención en primavera (50%) y en otoño (50%), según la extracción, puede ser necesaria, lo que

puede hacerse cada dos a cuatro años; si es menos del 3% de CIC se debe fertilizar plenamente (Ruiz, 200b)

1.7.2. FORMAS DE POTASIO EN EL SUELO Y ABSORCIÓN

El potasio se encuentra disponible para la absorción de raíces en la solución suelo como ion K^+ , que esta en equilibrio con el potasio intercambiable retenido electrostáticamente por las partículas de arcilla, y este a su vez, lentamente, con el potasio no intercambiable, más en la zona superficial que en profundidad. El potasio disponible tiene relación directa con la capacidad del intercambio catiónico en los suelos y con el tipo de suelo, que para vid debe ser en todo perfil. (Ruiz y Valenzuela, 1984).

Para vides de campo el nivel de suficiencia es 0,54 cmol+/kg o 1.13 cmol+/kg. Los suelos arcillosos especialmente los micáceos, contienen más K y los fijan más que los arenosos; así, en los arcillosos demora más tiempo la aparición de deficiencia en las plantas y se requieren altas dosis de fertilizantes por varios años para reponer la condición, mientras que en los arenosos se produce deficiencia con frecuencia, pero no es corregible con dosis bajas.

1.7.3. DEFICIENCIA DE POTASIO

Al iniciarse el verano, las hojas de la parte media de los brotes pierden su color, empezando por los márgenes para proseguir esta decoración en las áreas internervales, encorvándose y cayendo prematuramente clorosis invernal y necrosis marginal; las deficiencia agudas de este elemento dan origen a racimos pequeños y compactos de uva desigualmente maduras (racimos raleados y los de la punta se secan). (Ruesta, A. y Rodríguez, 1992).

Esta carencia suele aparecer en junio, sobre todo en las hojas apicales. Éstas se vuelven rojizas y amarillentas. Como consecuencia vamos a tener reducción de las dimensiones de las bayas y retrasos en la maduración. (Valenzuela, 1992).

Los síntomas de la deficiencia se manifiestan a comienzos de verano; generalmente se presentan primero sobre las hojas maduras en la parte basal del brote las que se tornar amarillentas en los sectores intervenales de la lámina especialmente en su periferia. En casos de deficiencia severa, las hojas se mueren en los bordes y pueden caer prematuramente. Bajo estas condiciones se producen racimos pequeños de madurez desuniforme. El potasio contribuye al aumento de las producción, cantidad y calidad de ésta. (Pravia, 2002).

1.7.4. EXCESO DE POTASIO

El potasio es un elemento antagónico con el magnesio de modo que un exceso de cualquiera de ellos inhibe la asimilación del otro. Esto puede provocar un estado carencial del elemento más deficitario, aun cuando existan en el suelo niveles de ambos que en condiciones normales se considerarían suficientes. Niveles muy altos de potasio pueden ser causa de la aparición de carencias de magnesio, debido al antagonismo de estos dos elementos. (Ruesta, A. y Rodríguez, R. 1992).

1.7.5. FERTILIZANTES POTÁSICOS

El fertilizante de mayor contenido de potasio es el cloruro de potasio (60% de K_2O), que es muy soluble pero en altas dosis (más de 600 kg K_2O/ha) consecutivamente puede acumular cloruro en suelos de poca lixiviación, pero normalmente no hay problemas. Otros fertilizantes son el sulfato de potasio (50% de K_2O) y el nitrato de potasio (44% de K_2O), el cual puede ser agregado entre floración y envero. Otra forma de contribuir a la nutrición potásica es mediante aspersiones de KNO_3 la aplicación al 10% a yemas antes de hinchar, usado para ayudar a terminar el letargo, también aporta algo de K. una o dos aspersiones al 0,8% - 1,0% un mes después de floración ayuda a elevar la condición del

K de brotes y racimos si el nivel de pecíolos en plena floración indica la necesidad. En general, se suele aplicar en concentraciones entre 0,3% y 0,5%. El fosfato monopotásico al 1% también aporta K en aspersión a la copa. (Ruiz, 200b)

En el cuadro N° 1 se recogen los fertilizantes potásicos más comunes en el mercado.

Cuadro N° 01: Contenido de nutrientes en los fertilizantes comerciales potásicos más comunes

FUENTE DE NUTRIENTES	COMPOSICIÓN (% EN PESO)					
	NITRÓGENO (N)	FÓSFORO (P ₂ O ₅)	POTASIO (K ₂ O)	AZUFRE (S)	CALCIO (CaO)	MAGNESIO (MgO)
Cloruro Potásico	-	-	60-62	-	-	-
Sulfato Potásico	-	-	50-52	17	-	-
Nitrato Potásico	13	-	44	-	-	-
Sulfato Potásico-Magnésico	-	-	22	22	-	18

fuelle: Tisdale, 1985.

II. 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.

Ubicación geográfica

- Latitud sur : 17°59'38"
- Longitud oeste : 70°14'22"
- Altitud : 532 m.s.n.m.

Ubicación política

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

2.1.1 CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Para el análisis del suelo se realizó el muestreo del campo experimental a una profundidad de 30 cm y fue llevada a laboratorio para su análisis correspondiente, antes de iniciar el trabajo de campo.

Dentro de las principales características físico- químicas que presenta el suelo figuran: suelo de textura Franco Arenoso, con un pH básico, hay presencia muy leve de carbonatos de calcio, suelo ligeramente salino. Presenta bajo contenido de nitrógeno, medio en fósforo y el contenido de potasio es alto, característicos de los suelos costeros

Cuadro N° 02: Análisis físico -químico del suelo experimental.

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
ARENA	44,93%
LIMO	39,72%
ARCILLA	15,35%
CLASE TEXTURAL	Franco
ANÁLISIS QUÍMICO	
CaCO ₃	0,18%
Ph	7,65
CE	1,86 mmhos/cm
Materia orgánica	1,04%
Nitrógeno	0,052%
Fósforo	31,14 ppm
Potasio	336,27 ppm
ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS	
Ca ⁺⁺	12,18 meq/100g
Mg ⁺⁺	1,85 meq/100g
K ⁺	5,02 meq/100g
Na ⁺	2,35 meq/100g
CIC	21,40 meq/100g

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias – Universidad Nacional De San Agustín – Arequipa – Perú (2010).

2.1.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Las condiciones climáticas de la zona donde se realizó el trabajo se representa en el cuadro N° 3

Los datos corresponden a los meses de agosto (2010) a mayo (2011) tiempo que duro el trabajo de investigación.

**Cuadro N° 03: Información meteorológica del lugar del experimento
agosto 2010 a mayo 2011.**

Años	Meses	Temperatura Máxima (C°)	Temperatura Mínima (C^a)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
2010	agosto	19,2	9	80	0,6
	setiembre	20,3	10,4	83	0,9
	octubre	22,1	11,8	75	0
	noviembre	24,1	13	78	0
	diciembre	25,5	13,7	74	0.1
2011	enero	27,4	15,4	73	1.4
	febrero	27,9	16,8	66	8,1
	marzo	26,7	14,8	70	0
	abril	24,7	14,7	73	0
	mayo	21,6	12,8	77	0,9

Fuente: SENAMHI. Estación MAP- Jorge Basadre Grohmann.

La temperatura depende la estación del año y de la latitud y constituye un buen indicador de las posibilidades del cultivo de la vid y de la vocación vitícola de un medio.

- Las temperaturas máximas se dieron en los meses de enero (27,4 C°) y febrero (27,9 C°). Así mismo en estos meses la humedad relativa fue baja (enero con 73% de humedad relativa y febrero con 66 % de humedad relativa).
- Las temperaturas mínimas se dio en los meses de agosto (9,0 C°) y setiembre (10,4 C°). En estos meses la humedad relativa fue la mas alta (Agosto con 80% de humedad relativa y setiembre con 83% de humedad relativa).
- La precipitación máxima se dio en el mes de febrero (8,1 mm)

2.2 MATERIALES

2.2.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

En el presente trabajo de investigación, se utilizó como material experimental la variedad Barbera.

- Urea al 46% de nitrógeno
- Sulfato de potasio (50% K₂O y 17% de S)

Las características de la variedad Barbera:

- Los racimos son cónicos, medianos, alados y compactos.
- Las bayas son elipsoidales, medianas y de un color rojo violáceo intenso.
- Es una variedad de brotación mediana, vigorosa.
- Es sensible a *Plasmopara vitícola* (mildiu), *Uncinula necator* (oídium), posee cierta resistencia a *Botrytis cinérea* (podredumbre negra).
- Se obtiene un vino seco, con aromas a cerezas, frambuesas y arándanos con las notas de la zarzamora, de cerezas negras.
- Las hojas son cordiformes, grandes de color verde oscuro, en otoño enrojecen parcialmente.

2.2.2 FACTORES EN ESTUDIO

Se utilizó los siguientes factores: nitrógeno y potasio; el nitrógeno y el potasio se aplicaron tres repeticiones de cada uno. Los niveles de cada uno se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 04. Niveles de los factores nitrógeno y potasio

Nitrógeno: N (kg/ha)	Potasio K₂O (kg/ha)
n₁ : 70	k₁ : 80
n₂ : 140	k₂ : 160
n₃ : 210	k₃ : 240
n₄ : 280	k₄ : 300

Fuente: elaboración propia

Con los niveles de los factores, cuadro 04, se realizó las combinaciones que constituyen los tratamientos los cuales se observan en el cuadro 05

Cuadro 05: Combinación de los factores en estudio

TRATAMIENTOS	COMBINACIONES	CANTIDADES DE NITRÓGENO Y POTASIO (Kg/Ha)
T1	N1 K1	70 – 80
T2	N1 K2	70 – 160
T3	N1 K3	70 – 240
T4	N1 K4	70 – 300
T5	N2 K1	140 – 80
T6	N2 K2	140 – 160
T7	N2 K3	140 – 240
T8	N2 K4	140 – 300
T9	N3 K1	210 – 80
T10	N3 K2	210 – 160
T11	N3 K3	210 – 240
T12	N3 K4	210 – 300
T13	N4 K1	280 – 80
T14	N4 K2	280 – 160
T15	N4 K3	280 – 240
T16	N4 K4	280 – 240

Fuente: Elaboración Propia

2.2.3 VARIABLES DE RESPUESTAS

- **Peso de bayas**

Se procedió a tomar cuatro plantas por unidad experimental, de cada planta un racimo y de cada racimo una baya, siendo un total de cuatro bayas por unidad experimental, del cual se registró su peso.

- **Peso de racimos**

Para obtener este valor se seleccionó al azar 10 racimos por unidad experimental y se pesó dicho racimo en una balanza analítica.

- **Diámetro polar y ecuatorial de bayas a la madurez**

Se seleccionó 5 bayas al azar por unidad experimental y por tratamiento, de las cuales se extrajo las bayas para la medición con un vernier.

- **Grados Brix**

Se seleccionó al azar 10 racimos por unidad experimental, para determinar esta característica se utilizó el refractómetro.

- **Rendimiento (kg/Ha)**

Para determinar el rendimiento por kg/ha se procedió a cosechar las unidades experimentales, del cual se obtuvo el peso del fruto y se estimó el rendimiento por hectárea

CUADRO 06: RENDIMIENTO EN T/HA POR TRATAMIENTOS.

TRATAMIENTO	kg/m ²			t/ ha		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
T1	16.25	11.50	12.25	0.28	0.20	0.21
T2	11.75	12.50	12.50	0.20	0.22	0.22
T3	13.50	14.00	11.56	0.23	0.24	0.20
T4	12.55	12.56	18.00	0.22	0.22	0.31
T5	15.00	15.00	15.25	0.26	0.26	0.26
T6	17.00	13.00	16.50	0.30	0.23	0.29
T7	14.50	16.50	15.20	0.25	0.29	0.26
T8	13.75	22.50	20.50	0.24	0.39	0.36
T9	25.35	25.00	24.75	0.44	0.43	0.43
T10	22.33	19.50	22.58	0.39	0.34	0.39
T11	22.56	22.15	21.44	0.39	0.38	0.37
T12	22.33	21.56	20.56	0.39	0.37	0.36
T13	30.70	15.75	19.00	0.53	0.27	0.33
T14	21.75	24.00	15.20	0.38	0.42	0.26
T15	22.33	21.56	20.56	0.39	0.37	0.36
T16	16.50	23.25	20.25	0.29	0.40	0.35
RENDIMIENTO	874.58			15.18		

Fuente: Elaboración Propia

2.3 MÉTODOS

2.3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, con tres repeticiones y un arreglo factorial de 4x4, resultando 16 tratamientos de la combinación.

2.3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para analizar los factores en estudio se utilizó la técnica del análisis de varianza, usando la prueba F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01. Asimismo se utilizó la técnica de polinomios ortogonales ajustando a una función de respuesta para hallar el óptimo.

2.3.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Campo experimental

- Largo : 36 m
- Ancho : 16 m
- Área : 576 m²

Unidad experimental

- Largo : 6 m
- Ancho : 2 m
- Área : 12 m²

Otros

- Número de unidades experimentales : 48
- Número de tratamientos : 16
- Número de plantas por unidad experimental : 4
- Separación entre línea : 2 m
- Distanciamiento entre plantas : 1,5 m

2.4 DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

2.4.1. MEDICIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Con la ayuda de una wincha se procedió a medir el campo experimental; para establecer el número de plantas de vid a emplear en el experimento, luego se delimitó el campo.

2.4.2. PREPARACIÓN DE TERRENO

Antes de la preparación del suelo se realizó un muestreo del campo experimental, luego se realizaron las siguientes labores: en la segunda quincena de agosto se inicio con el deshierbo del campo experimental y la incorporación de 200 kg de estiércol de vaca; luego se realizó la poda.

2.4.3. APLICACIONES DE REGULADORES VEGETATIVOS

Los reguladores vegetativos son aplicados para poder romper el estado de dormancia de las yemas. Es la forma más común de poder estimular la brotación anticipada de las yemas, para el presente trabajo se utilizó cianamida hidrogenada (DORMEX), este producto se aplicó de forma inmediata después de haber realizado la poda de fructificación en concentraciones del 3% al 5%.

2.4.4. RIEGOS

El riego se inició la segunda semana de agosto hasta comienzos del mes de mayo, con una frecuencia de 1 hora todos los días, por contar con el sistema de riego por goteo.

2.4.5. PODA

Se realizó dos tipos de poda: una fue de fructificación y la otra fue en verde; en la primera fue corto dejando de 3 – 4 yemas por pitón, Se busca con esta práctica seleccionar las yemas fértiles y bien ubicadas para asegurar una buena producción y permitir una adecuada aireación e iluminación de la canopia generando mejores condiciones en la misma, así como también la selección de yemas que permitan la emisión de sarmientos de replazó para conseguir la máxima duración de vida de la planta y evitar su envejecimiento

La segunda es un complemento de la anterior que además facilita la operación de poda del año siguiente, se realizó la eliminación de brotes bajos, despuntes, etc. Se efectuó en el momento de vegetación de la planta y fundamentalmente sobre brotes jóvenes (brotes indeseables, mal ubicados o chupones) y hojas.

2.4.6. FERTILIZACIÓN (aplicación de tratamientos)

Se realizó esta labor la primera semana de setiembre de 2010 incorporando el total del fósforo y el potasio; el nitrógeno se fraccionó en tres partes, la primera parte se aplicó en el mes de setiembre (15 de setiembre del 2010), la segunda después de la apertura de flores (25 de noviembre del 2010) y la tercera cuando estaba entrando al envero (16 de febrero del 2011)

2.4.7. CONTROL DE MALEZAS

Las malezas se controlaron de forma manual con la finalidad de evitar la competencia de agua, luz y nutrientes, y posibles inóculos de enfermedades y hospederos de ciertas plagas, la que se realizó en tres oportunidades. Las malezas que se presentaron con mayor frecuencia fueron:

- Verdolaga (*Portulaca oleracea*)
- Malva (*Malva nicaensis*)
- Grama dulce (*Cynodon dactylon*).

- Quinoa silvestre (*Chenopodium album*).
- Coquito (*Cyperus rotundus*).

2.4.8. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Con aplicaciones oportunas se consiguió controlar las plagas y enfermedades lográndose un daño mínimo.

ENFERMEDADES:

- Oídium (*Uncinula necator*): se observó tanto en las hojas como en los racimos la que se controló con Topas 100 EC (0.6CC./Lt.) y también se presentó la podredumbre gris (*Botrytis cinérea*) en racimos la que se controló con Thiram.
- Mildiu (*Plasmopora viticola*) el ataque fue solo en racimos observándose un polvillo color parduzco, los granos se secaron en todo el racimo, pero se logró controlar con Metalaxil 25% con una dosis al 80%

PLAGAS:

- la única plaga que se observó fue el piojo harinoso (*Pseudococcus adonidum*) que se encontró en la parte interna de los racimos, no causó daño económico.

2.4.9. COSECHA

La uva se cosechó manualmente, el corte de los racimos se hizo dejando un pedúnculo largo, se trató en lo mínimo el contacto de la mano con el racimo para evitar remover la capa pruínica. Solo se realizó una cosecha en todo el campo experimental

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CUADRO 07: ANÁLISIS DE VARIANZA DE DIAMETRO POLAR DE LA BAYA (cm)

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F		
					0,05	0,01	
Tratamientos	15	0,186	1,246	30,390	1,992	2,655	**
A. Nitrógeno	3	0,0734	.0,0244	5,861	2,900	4,460	**
Lineal	1	0,01536	0,01536	3,746	4,149	7,499	NS
Cuadrática	1	0,0200	0,0200	4,878	4,149	7,499	**
Cúbica	1	0,0360	0,0360	8,780	4,149	7,499	**
B. Potasio	3	0,0656	0,02188	5,235	2,900	4,460	**
Lineal	1	0,0673	0,0673	16,414	4,149	7,499	**
Cuadrática	1	0,0002	0,0002	0,0048	4,149	7,499	NS
Cúbica	1	0,0001	0,0001	0,0024	4,149	7,499	NS
Interacción AxB	9	0,0478	0,0053	1,270	2,190	3,010	NS
Error experimental	32	0,133	0,0041				
Total	47	0,321			CV. 3,623%		

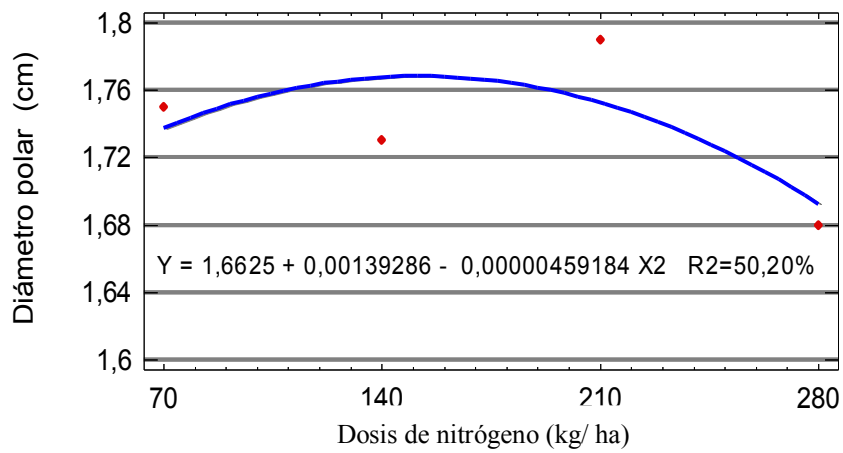
Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro 07, análisis de varianza del diámetro polar de la baya se observa que, para el factor nitrógeno existe diferencias estadísticas altas, siendo la componente cuadrática altamente significativa. Para el factor potasio se encontró diferencias estadística saltas, siendo la componente lineal altamente significativa.

En la interacción nitrógeno x potasio, no se encontró diferencias estadísticas, es decir, que ambos factores en estudio actuaron independientemente en el diámetro polar de la baya.

El coeficiente de variación de 3,623 % indica que los datos fueron confiables.

Figura N° 1: curva de regresión del diámetro polar para el factor nitrógeno



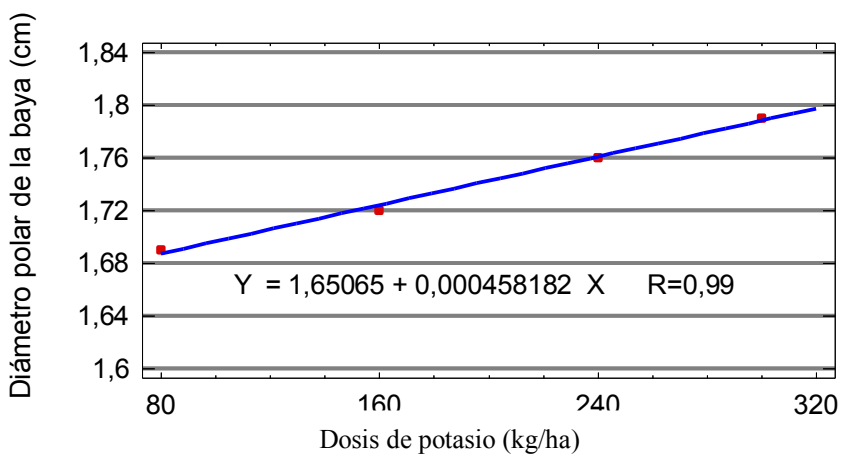
Fuente: Elaboración Propia.

Al resultar altamente significativo el componente cuadrático en nitrógeno, y para determinar la dosis óptima de nitrógeno para el diámetro polar (cm) se ajustó a una función cuadrática cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 1,6625 + 0,00139286X - 0,00000459184 X^2$$

Aplicando la derivada parcial a la función de regresión se determinó que el nivel óptimo de nitrógeno fue de 151,66 kg/ha con lo que se logra alcanzar 1,76 cm de diámetro polar de baya, como se puede observar en la figura 01.

Figura nº 2: regresión simple del diámetro polar para el factor potasio



Fuente: Elaboración Propia.

La respuesta lineal de diámetro polar al factor potasio, indica que conforme se incrementa la cantidad de potasio el diámetro polar se incrementa como se puede observar en la figura 02.

El coeficiente de correlación fue del 0,99 y el de determinación fue de 98,01%

El diámetro polar de la baya está influenciado tanto por la fertilización nitrogenada y potásica. Un déficit de agua reduce el crecimiento de bayas y, además, la acumulación de sólidos, aminoácidos y materia colorante en la última etapa (winkler, 1958; kliewer y antcliff, 1970)

La implementación del riego localizado permite hacer aplicaciones muy controladas de nitrógeno en los diferentes estados fenológicos, siendo posible aplicar N para aumentar el vigor vegetativo, rendimiento y tamaño de las bayas, o bien almacenar N en la madera de la vid para ser usado en la próxima estación de crecimiento en forma oportuna (goldspink, 1998)

Durante la fase del envero, el potasio es quien determina la expansión celular, después del envero la expansión celular puede ocurrir mediante una coordinación de transportadores de sacarosa, transportadores de sacarosa, de potasio y expansinas. (Run y Coe, 2001)

Se puede establecer un nivel de potasio en el suelo por fertilización con 240 – 390 kg. K_2O /ha. En suelos arenosos, hasta 540 en francos y hasta 700 en arcillosos, lo normal es de 200kg, 300kg y 400kg respectivamente. En adelante no es tan importante fertilizar si el K intercambiable es mayor que 4% de la CIC. (Ruiz y Sadzawa, 2005).

En la mayoría de los suelos, el K es un elemento bastante estable ya que no está sujeto a pérdidas por volatilización ni lixiviación, salvo en suelos muy arenosos. Su condición de catión le permite ser retenido por las arcillas del suelo, presentando baja movilidad, especialmente en suelos con contenidos altos de arcillas (Razeto, 1983).

**CUADRO 08: ANÁLISIS DE VARIANZA DE DIÁMETRO ECUATORIAL
DE LA BAYA (cm)**

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F		
					0,05	0,01	
Tratamientos	15	0,186	0,0124	3,179	1,992	2,655	**
A. Nitrógeno	3	0,0734	0,0244	6,247	2,900	4,460	**
Lineal	1	0,0504	0,0504	12,923	4,149	7,499	**
Cuadrática	1	0,0225	0,0225	5,769	4,149	7,499	*
Cúbica	1	0,00008	0,00008	0,020	4,149	7,499	NS
B. Potasio	3	0,0580	0,0193	4,931	2,900	4,460	*
Lineal	1	0,0281	0,0281	7,205	4,149	7,499	**
Cuadrática	1	0,0001	0,0001	0,025	4,149	7,499	NS
Cúbica	1	0,0303	0,0303	7,769	4,149	7,499	**
Interacción AxB	9	0,0552	0,0061	1,565	2,190	3,010	NS
Error experimental	32	0,125	0,0039				
Total	47	0,3122			CV. 3,892 %		

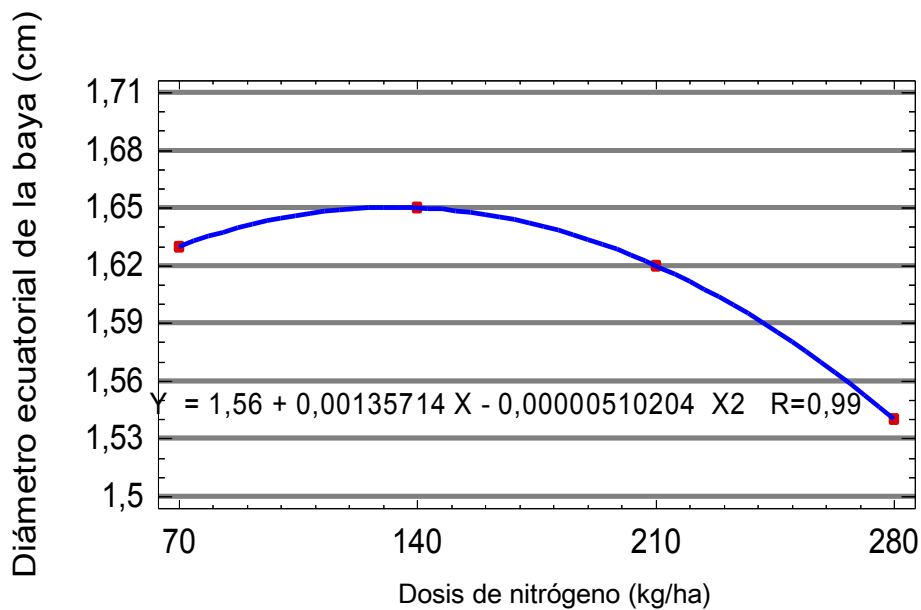
Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro 08, análisis de varianza del diámetro ecuatorial de la baya se observa que, para el factor Nitrógeno se encontró diferencias estadísticas altas, siendo la componente cuadrática significativa, para el factor potasio se encontró diferencias estadísticas altas, siendo la componente lineal altamente significativa, es decir que a medida que se elevan los niveles de potasio el diámetro ecuatorial disminuye.

En la interacción nitrógeno x potasio, no se halló diferencias estadísticas, es decir, que ambos factores en estudio actuaron independientemente en el diámetro ecuatorial

El coeficiente de variación de 3,892 % indica que los datos son confiables y por lo tanto hubo precisión en el experimento desarrollado en campo.

Figura N° 3: curva de regresión del diámetro ecuatorial para el factor nitrógeno



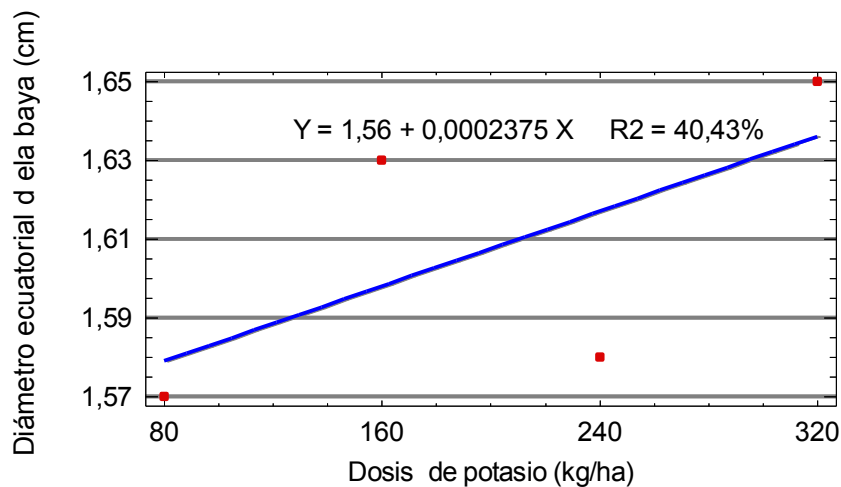
Fuente: Elaboración Propia.

Al resultar altamente significativo el componente cuadrático en nitrógeno, y para determinar la dosis óptima de nitrógeno para el diámetro ecuatorial (cm) se ajustó a una función cuadrática cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 1,56 + 0,00135714 X - 0,00000510204 X^2$$

Aplicando la derivada parcial a la función de regresión se determinó que el nivel óptimo de nitrógeno fue de 132.99 kg/ha con lo que se logra alcanzar 1,65 cm de diámetro polar de baya, como se puede observar en la figura 03.

Figura N°4: regresión simple del diámetro ecuatorial para el factor potasio



Fuente: Elaboración Propia.

La respuesta lineal de diámetro polar al factor potasio, indica que conforme se incrementa la cantidad de potasio el diámetro ecuatorial se incrementa como se puede observar en la figura 04.

El coeficiente de correlación fue del 0,63 y el de determinación fue de 40,43%

En su evaluación de diámetro ecuatorial con la variedad Italia obtuvo el mayor promedio con los tratamientos a base de: calcio, boro, zinc foliar, seguido del calcio boro foliar con promedios de 23,40 y 22,90 mm superiores a los obtenidos en la presente investigación. Atencio, A. (2011) la variedad Red Globe donde el mayor promedio de diámetro polar lo obtiene Vitamar Excel[®] con 23,45 mm estadísticamente diferente con el Basfoliar Algae[®] que obtiene 22,31 mm. Quedando en último lugar el testigo con 20,78 mm; estos valores son superiores a los obtenidos en la presente investigación. Pérez R. (2007)

CUADRO 09: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO DE LA BAYA (gr)

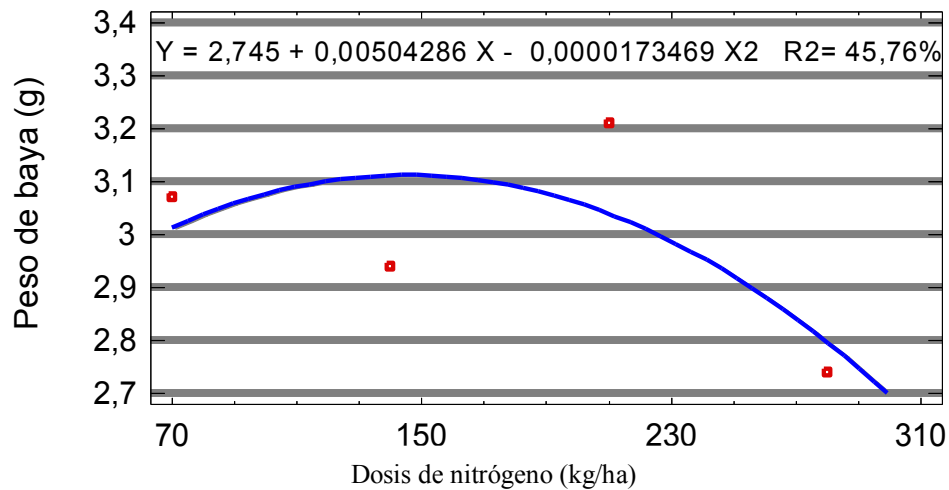
Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	15	1,928	0,1285	3,213	1,992	2,655 *
A. Nitrógeno	3	1,408	0,4696	11,602	2,900	4,460 **
Lineal	1	0,310	0,310	7,750	4,149	7,499 **
Cuadrática	1	0,347	0,347	8,765	4,149	7,499 **
Cúbica	1	0,753	0,753	18,825	4,149	7,499 **
B. Potasio	3	0,0688	0,0228	0,5647	2,900	4,460 NS
Interacción AxB	9	0,4505	0,0500	1,2364	2,190	3,010 NS
Error experimental	32	1,295	0,040			
Total	47	3,2235			C.V. 6,728 %	

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro 09, análisis de varianza de peso de la baya se observa que, para el factor Nitrógeno se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, lo que evidencia que al menos uno de los niveles causó mayor efecto, siendo la componente cuadrática altamente significativa; por lo que se deduce que a medida que se incrementa los niveles de nitrógeno el peso de la baya disminuye, sin embargo, para el factor potasio no encontró significación estadística,

Demostrando que no influyó directamente; la interacción fue no significativa, es decir que ambos factores actuaron independientemente uno del otro, el coeficiente de variabilidad fue de 6,728%

Figura N° 5: curva de regresión del peso de la baya para el factor nitrógeno



Fuente: Elaboración Propia.

Al resultar altamente significativo el componente cuadrático en nitrógeno, y para determinar la dosis óptima de nitrógeno para el peso de baya (gr) se ajustó a una función cuadrática cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 2,745 + 0,00504286 X - 0,0000173469 X^2$$

Aplicando la derivada parcial a la función de regresión se determinó que el nivel óptimo de nitrógeno fue de 145,35 kg/ha con lo que se logra alcanzar 3,11 gr de peso de baya, como se puede observar en la figura 05.

El coeficiente de determinación R^2 indica que el 45,76 % del peso de la baya está influenciado por las dosis de nitrógeno.

El nitrógeno es el elemento más ampliamente usado en vid, este elemento puede tener gran influencia sobre el desarrollo vegetativo y productivo. (Bañados, 2000), Poux, citado por Amerine, Berg y Cruess (1972), demostró que el aumento de peso de la baya es paralelo al de los azúcares y que la proporción azúcar- peso total fue constante para una variedad determinada, cuando el peso fresco era máximo.

CUADRO 10: ANÁLISIS DE VARIANZA DE GRADOS BRIX

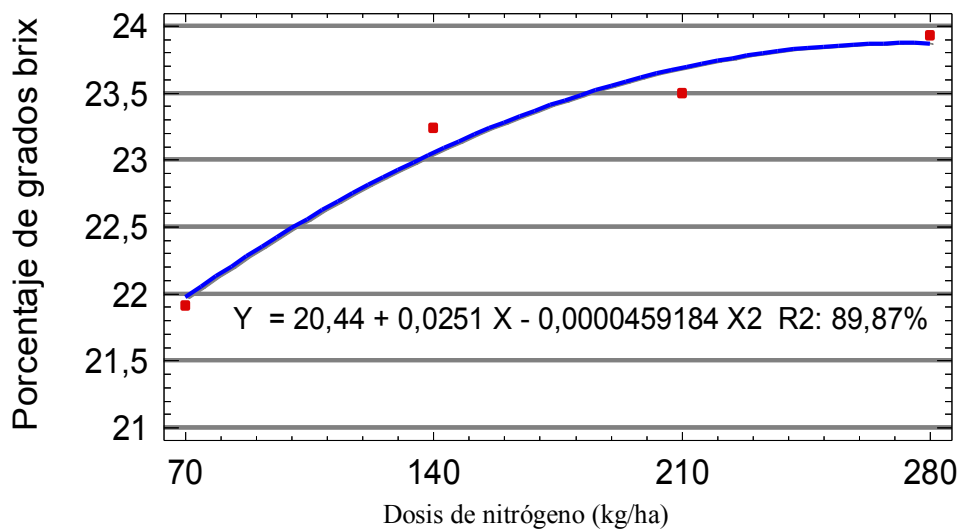
Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	15	55,0188	3,667	8,176	1,992	2,655 **
A. Nitrógeno	3	27,352	9,117	20,331	2,900	4,460 **
Lineal	1	24,003	24,003	53,530	4,149	7,499 **
Cuadrática	1	2,439	2,439	5,439	4,149	7,499 *
Cúbica	1	0,925	0,925	2,062	4,149	7,499 NS
B. Potasio	3	2,6907	0,8969	2,00006	2,900	4,460 NS
Interacción AxB	9	24,975	2,7751	6,1888	2,190	3,010 NS
Error experimental	32	14,350	0,4484			
Total	47	69,3691			C.V. 2,894 %	

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro 10, análisis de varianza de grados brix se observa que, para el factor nitrógeno se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, lo que evidencia que al menos uno de los niveles causó mayor efecto, siendo la componente cuadrática significativa, por lo que se deduce que a medida que se incrementa los niveles de nitrógeno, el porcentaje de grados brix disminuye, sin embargo para el factor potasio no se encontró significación estadística,

demostrando que no influyó directamente; la interacción fue no significativa, es decir que ambos factores actuaron independientemente uno del otro, el ensayo es confiable, puesto que el coeficiente de variabilidad fue 2,894%

Figura N° 6: curva de regresión del porcentaje de grados brix para el factor nitrógeno



Fuente: Elaboración Propia.

Al resultar altamente significativo el componente cuadrático en nitrógeno, y para determinar la dosis óptima de nitrógeno para grados brix se ajustó a una función cuadrática cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 20,44 + 0,0251 X - 0,0000459184 X^2$$

Aplicando la derivada parcial a la función de regresión se determinó que el nivel óptimo de nitrógeno fue de 273,310 kg/ha con lo que se logra alcanzar 23,87 grados brix, como se puede observar en la figura 06.

El coeficiente de determinación R^2 indica que el 89,87 % del porcentaje de grados brix está influenciado por las dosis de Nitrógeno

El potasio esta relacionado con el transporte de azúcares, en este caso hacia las bayas. Sin embargo la respuesta hacia este nutriente puede variar según los cultivares de vid, como lo observaron Martínez y Márquez, (2009) en el cv Superior en donde el contenido de solidos solubles no aumentó al aplicar el potasio, Kasimatis y Christensen (1976).

En las bayas de vid, el potasio es el catión más abundante donde contribuye al balance de la carga y puede estar relacionado con el transporte de azúcares (lang, 1983).

Al igual que otros nutrientes, el potasio y el calcio se aplican al suelo y al follaje para mejorar el rendimiento de los cultivos y, aunque las aplicaciones al suelo son más comunes, Fageria y Col. (2009) indican bajo algunas situaciones la aplicaciones foliares pueden ser mas económicas y efectivas. de acuerdo a Meguel (2002) la eficiencia en que se utilizan los fertilizantes foliares depende de su movilidad en la planta, e

indican que el potasio es de alta movilidad mientras que el calcio es de baja.

Por su parte Pravia, L. y Entyre, M. (1998) refieren que el nitrógeno es necesario en la formación de azúcares; en la baya y de componentes en la translocación de los azúcares, por otra parte una disminución en la pared celular de hojas y tallos, en el caso del potasio hacen mención que el cultivo de vid necesita altas dosis de potasio, cuando reduce el desarrollo vegetativo, lo que conlleva una disminución del rendimiento. Un exceso de este elemento frena la absorción de magnesio.

Hardy (1968) encontró que la concentración de azúcares comienza a aumentar durante la séptima semana post - floración y la tasa de incremento es mayor durante la novena y décima semanas. La declinación de los ácidos orgánicos se hace notoria en la octava semana después de flor. Peynaud (1976) sostiene que la disminución se explica por el comportamiento de los ácidos orgánicos tartárico y málico, los cuales son utilizados en el proceso respiratorio. ambos constituyen más del 90% del total de ácidos del fruto (Winkler y otros, 1974). El ácido málico desaparece más rápido que el tartárico (Peynaud, 1976; Galet, 1973; Winkler y otros, 1974)

CUADRO 11: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO DEL RACIMO (gr)

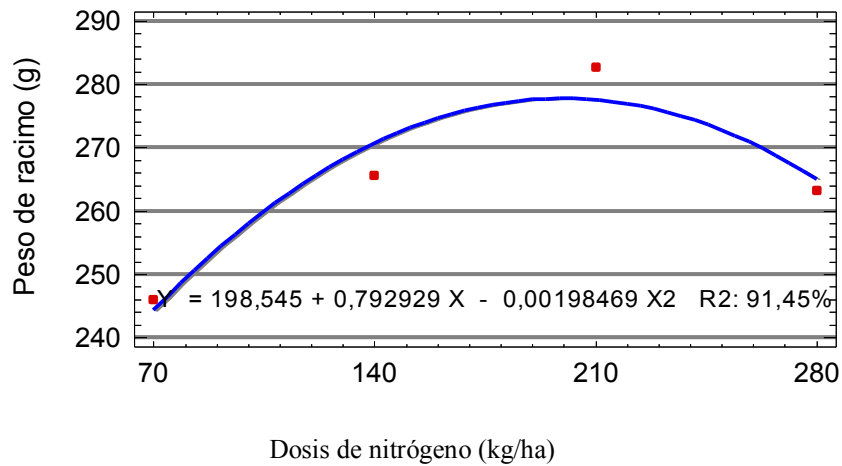
Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	15	9287,667	619,1778	6,645	1,992	2,655 **
A. Nitrógeno	3	7958,00	2652,667	28,469	2,900	4,460 **
Lineal	1	2840,408	2840,408	30,484	4,149	7,499 **
Cuadrática	1	4537,880	4537,880	48,703	4,149	7,499 **
Cúbica	1	689,696	689,696	7,402	4,149	7,499 *
B. Potasio	3	781,00	260,3333	2,794	2,900	4,460 NS
Interacción AxB	9	548,667	60,963	0,6542	2,190	3,010 NS
Error experimental	32	2981,583	93,174			
Total	47	12269,25			C.V. 3,652 %	

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro 11, análisis de varianza del peso de racimo se observa que., para el factor nitrógeno se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, lo que evidencia que al menos uno de los niveles causo mayor efecto, siendo la componente cuadrática significativa, por lo que se deduce que a medida que se incrementa los niveles de nitrógeno, el peso del racimo disminuye; sin embargo, para el factor potasio no se encontró significación estadística, demostrando que no influyó directamente; la interacción fue no significativa, es decir, que ambos factores actuaron independientemente

uno del otro, el ensayo es confiable, puesto que el coeficiente de variabilidad fue 3,652 %

Figura N° 7: curva de regresión del peso del racimo para el factor nitrógeno



Fuente: Elaboración Propia.

Al resultar altamente significativo el componente cuadrático en nitrógeno, y para determinar la dosis óptima de nitrógeno para el peso de racimo (gr) se ajustó a una función cuadrática cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 198,545 + 0,792929 X - 0,00198469 X^2$$

Aplicando la derivada parcial a la función de regresión se determinó que el nivel óptimo de nitrógeno fue de 199,76 kg/ha con lo que se logra alcanzar 277,74 gr de peso de racimo, como se puede observar en la figura 07.

El coeficiente de determinación R^2 indica que el 91,45% del peso del racimo está influenciado por las dosis de nitrógeno.

El aumento de las aplicaciones de nitrógeno, incrementa las proteínas y ácidos orgánicos, y en algunos casos estos últimos pueden ser tóxicos si se presenta en altas concentraciones a nivel citoplasmático. (Calizaya, 2008)

La vid absorbe el nitrógeno bajo las dos formas: amoniacal y nítrica. Según algunos ensayos se ha demostrado que el nitrógeno amoniacal influye en mayor medida que el nítrico en el crecimiento de sarmientos y raíces y el nítrico induce al crecimiento de racimos por su mayor número de flores y a la concentración del mismo en las hojas (Weyand y Schultz, 2006)

Dokoozlian (1998) La absorción de fertilizante nitrogenado en frutales está determinada por factores genéticos, ambientales y de manejo de sistemas de producción.

CUADRO 12: ANÁLISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO (t/ha)

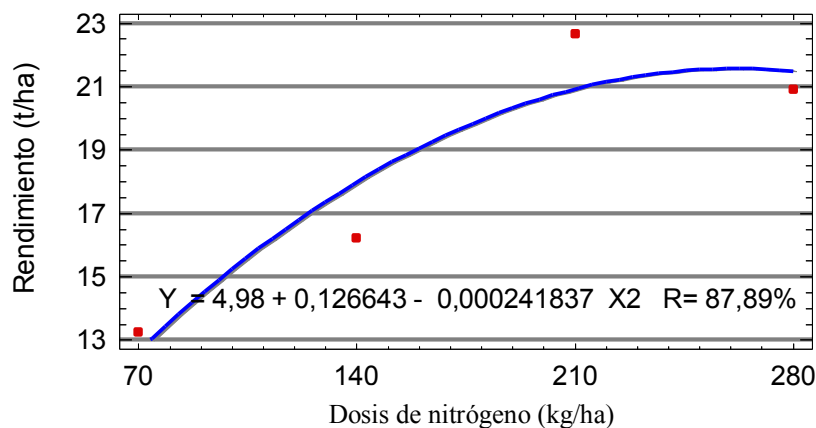
Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F		
					0,05	0,01	
Tratamientos	15	738,97	49,264	5,506	1,992	2,655	**
A. Nitrógeno	3	670,6315	223,5438	24.983	2,900	4,460	**
Lineal	1	518,763	518,763	57,981	4,149	7,499	**
Cuadrática	1	66,953	66,953	7,743	4,149	7,499	**
Cúbica	1	80,794	80,794	9,030	4,149	7,499	**
B. Potasio	3	19,511	6,5039	0,7268	2,900	4,460	NS
Interacción AxB	9	48,826	5,425	0,606	2,190	3,010	NS
Error experimental	32	286,328	8,9477				
Total	47	1020,81			C.V. 16,424 %		

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro 12, análisis de varianza de rendimiento se observa que, para el factor nitrógeno se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, lo que evidencia que al menos uno de los niveles causó mayor efecto, siendo la componente cuadrática significativa, por lo que se deduce que a medida que se incrementa los niveles de nitrógeno el rendimiento disminuye; sin embargo, para el factor potasio no se encontró significación estadística,

demostrando que no influyó directamente; la interacción fue no significativa, es decir, que ambos factores actuaron independientemente uno del otro, el ensayo es confiable, puesto que el coeficiente de variabilidad fue 16,424 %

Figura N° 08: curva de regresión del rendimiento (t/ha) para el factor nitrógeno



Fuente: Elaboración Propia.

Al resultar altamente significativo el componente cuadrático en nitrógeno, y para determinar la dosis óptima de nitrógeno para el rendimiento (t/ha) se ajustó a una función cuadrática cuya ecuación resultante es la siguiente:

$$Y = 4.98 + 0.126643 X - 0.000241837 X^2$$

Aplicando la derivada parcial a la función de regresión se determinó que el nivel óptimo de nitrógeno fue de 261,835 kg/ha con lo que se logra alcanzar 21,60 t/ha, como se puede observar en la figura 89.

El coeficiente de determinación R^2 indica que el 87,89 % del rendimiento está influenciado por la dosis de nitrógeno

La variación de la demanda de nitrógeno se debe a diferentes biomásas de órganos, principalmente al rendimiento de fruta (Wermelinger y Baumgärtner, 1990; Silva y Rodríguez, 1995; Ruiz., 2000^a).

La dosis referencial de nitrógeno (kg./ha) anual para viñas según su nivel productivo (demanda menos restitución por hojas y restos de poda) en suelos de fertilidad normal (40 – 60 kg/ha) es de 55 – 170 kg / ha (Silva y Rodríguez, 1995)

CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados en el experimento se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Bajo las condiciones climáticas y edáficas del lugar del experimento, el nivel óptimo de fertilización nitrogenado fue de 261,835 kg/ha y en el factor potasio no halló significación estadística, con lo que se logró alcanzar un rendimiento de 21,60 t/ha.
2. Respecto a la variable evaluada de peso de unitario de baya, de racimo, diámetro ecuatorial, diámetro polar, el nivel de fertilización óptima para el factor nitrógeno fue de 145,35 kg/ha, 199.76 kg/ha, 132.999 kg/ha, 151. 66 kg/ha y con respecto al factor potasio no halló significación estadística, con lo que se logró alcanzar un peso de baya de 3,11 g, 277,74 gr de peso de racimo, 1,65 cm de diámetro ecuatorial, 1,76 cm de diámetro polar.

3. En cuanto a la variable grados brix se determinó que el nivel óptimo de nitrógeno fue de 273,310 kg/ha con lo que se logra alcanzar 23,870 grados brix. Para el factor potasio no se halló significación estadística, demostrando que no influyeron directamente, la interacción fue no significativa, es decir que ambos factores actuaron independientemente uno del otro.

RECOMENDACIONES

- Utilizar 261,35 kg/ha de nitrógeno, que alcanza la máxima producción, en las condiciones donde se realizó el experimento.
- Realizar este trabajo en otras zonas, para confirmar y dar mayor consistencia a los resultados obtenidos.
- Realizar estudios sobre el contenido de potasio en el suelo, y sobre su disponibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGROBANCO. (2008). *Área de Desarrollo, Cultivo de Vid.*
2. BAÑADOS.M. (2000).*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.
3. BARCELÓ, J. (1992).*Nutrición mineral. En: Fisiología vegetal.* Sexta edición. Ediciones Pirámide. Madrid .España.280pp.
4. BELL, S.J., Y P.A. HENSCHKE. (2005).*Implication of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine.*Australia.J.Grape Wine.255pp.
5. BELLINCONTRO, A., A.FARDELLI, D.DE SANTIS, R.BOTONDI, Y F.MENCARELLI. (2006).*Postharvest ethylene and 1-MCP treatments both affect phenols, anthocyanins, and aromatic quality of Aleatico grapes and winw.*Australia.J.Grape Wine Res.12:141-149.
6. BRANAS, J. (1957).*La coulure meladie physiologique.*Progr.Agric.Vitic..
7. BROWN, S.C., Y B.G.COOMBE. (1985).*Solute accumulation by grape pericarp cells.III.Sugar changes.*Pflanzen.EE.UU.
8. COOMBE, B.G. (1992).*Research on development and ripening of the grape berry.* EE.UU.
9. CONRADIE, W.J.(1992).*Effect of time of nitrogen application on the performance of grapevines grown on a sandy soil.*Inglaterra.250pp.

10. CRESPIY, A. (1991). *Viticultura de hoy*. Ed. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 242 p.
11. CHRISTENSEN, P., A. KASIMATIS AND F. JENSEN. 1978. *Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley*. University of California.
12. DOMÍNGUEZ VIVANCOS, ALONSO. (1998). *Tratado de Fertilización*. Ed. Mundiprensa.
13. FLANZY, C. (2000). *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. AMV Ediciones, Mundi Prensa. Madrid. España. 782 p.
14. FREGONI, M. (2000). *Sistemas de poda y calidad del vino*. Agroeconómico 54pp.
15. GIVAN, C.V. (1979). *Metabolic detoxification of ammonia in tissues of higher plants*.
16. GIL, G.F. (2006). *Fruticultura. La Producción de Fruta*. Seg. Edic., Edic. Universidad Católica. Santiago. Chile.
17. GIL, G.F. (1993). *Anormalidad en el metabolismo del nitrógeno: la intoxicación. Avances Resientes en Nutrición de Plantas Frutales y Vides*, Seminario Fac. Agronomía. Pontificia Universidad Católica. Chile.
18. GONZALO F. GIL, PHILIPPO PSZCZOLKOWSKI. (2007) *.Viticultura. Fundamentos para optimizar la calidad*. Ediciones Universidad Católica de Chile. 600pp.

19. HIDALGO, L., (1999). *Efectos inducidos por la incisión anular y el ácido giberelico en la vid*. Madrid. España.
20. HUGLIN, P. (1960). *Causes determinant les alterations de la floraison de la vigne*.
21. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. (2001). (INIA-Chile).
22. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. (2010). (INIA-Chile).
23. INSTITUTO DE NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS. (1990). (INTA). Argentina.
24. LOHNERTZ, O. (1998). *Soil nitrogen and the uptake of nitrogen in grapevines. Proc. Int. Symp. Nitrogen in Grape and Wine*. Seattle, Washington. EE.UU.
25. MARCILLA, J. (1954). *Tratado práctico de viticultura y enología españolas*. Tomo II.
26. MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2008). Serie Historica de la Produccion de Cultivos en Tacna. Tacna.
27. MONTEIRO, F. F. Y BISSON, L. F. (1991). *Amino acid utilization and urea formation during vinification fermentations: A Review*. Am. J. Enol. Vitic: 199-208.

28. MONTEIRO, F. F. (1989). *Ethyl carbamate formation in wine: Use of radioactively labeled precursors to demonstrate the involvement of urea: A Review*. Am. J. Enol. Vitic. .EE.UU.
29. NENDEL, C., Y K.C.KERSEBAUM. (2004). *A simple model approach to simulate nitrogen dynamics in vineyard soils*. Ecol. Model. 177:1-15.
30. PRAVIA MAC-ENTYRE. (2001). *fertilizar los viñedos* .Director de la Escuela de Enología - U. T.
31. RAZETO B.(1993). *La Nutrición Mineral de los Frutales, Deficiencias y Exesos*. Chile. 250pp.
32. REYNIER. A. (1993). *Manual de Viticultura*. Ed. Mundi prensa .5ª Edición. Madrid – España 407 pp.
33. RIBEREAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; RIBEREAU-GAYON, P. Y SUDRAUD, P. (1991). *Tratado de Enología. Ciencias y técnicas del vino*. Tomo II Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 537 p.
34. ROUBELAKIS - ANGELAKIS, K.A, Y W.M.KLIEWER.(1992). *Nitrogen metabolism in grapevine*. Hort. Rev. 14:407-452.
35. RUIZ, R. (1993). *Nutrición Mineral. En: Uva de mesa en Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Ed: Jorge Valenzuela. 338pp.
36. RUIZ, R. (2000). *Nutrición Mineral. En: Uva de mesa en Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Ed: Jorge Valenzuela. 338pp.

37. RUESTA LEDESMA, A. (1992). *Manual del Cultivo de la Vid en el Perú*. Fundeagro. Lima – Perú. 241pp.
38. SILVA Y RODRÍGUEZ, J.(1995).*Fertilización de las plantas frutales*. Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Ciencias Vegetales.Santiago.Chile.519 pp.
39. SILVA Y RODRÍGUEZ, J. (1993).*Dinámica del nitrógeno: suministro del nitrógeno*. Seminario: Avances recientes en nutrición de plantas frutales y vides. Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Ciencias Vegetales.Santiago.Chile.1-12 pp.
40. SIMPSON, KEN. (1991). *Abonos y estiércoles*. Editorial Longman Group Limited – Acribia. Zaragoza. España.
41. VALENZUELA, I. (1992). *Influencia de la aplicación de nitrógeno y potasio sobre el crecimiento, producción y calidad en vid (Vitis vinifera L. Cv. Colombard) en El Tocuyo, estado Lara*. Tesis. Postgrado de Horticultura. Universidad Centro occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto.123 pp.
42. ZOECKLEIN, B.; FUGELSANG, K.; GUMP, B. Y NURY, F. (2000). *Análisis y producción de vinos*. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 613 p.

ANEXOS

Anexo 1: Datos originales de diámetro polar de baya (cm)

CÓDIGO	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
T1	1,613	1,667	1,766	1,682
T2	1,693	1,765	1,773	1,744
T3	1,812	1,857	1,811	1,827
T4	1,762	1,785	1,742	1,763
T5	1,628	1,713	1,710	1,684
T6	1,694	1,758	1,741	1,731
T7	1,748	1,775	1,721	1,748
T8	1,725	1,756	1,775	1,752
T9	1,734	1,725	1,782	1,747
T10	1,723	1,745	1,759	1,742
T11	1,827	1,693	1,959	1,826
T12	1,840	1,772	1,894	1,835
T13	1,603	1,674	1,627	1,635
T14	1,642	1,666	1,698	1,669
T15	1,455	1,786	1,646	1,629
T16	1,762	1,800	1,806	1,789

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Datos originales de diámetro ecuatorial de baya (cm)

CÓDIGO	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
T1	1,485	1,563	1,569	1,539
T2	1,586	1,742	1,627	1,652
T3	1,689	1,666	1,633	1,663
T4	1,674	1,700	1,631	1,668
T5	1,671	1,558	1,631	1,620
T6	1,707	1,607	1,690	1,668
T7	1,636	1,649	1,639	1,641
T8	1,618	1,655	1,687	1,653
T9	1,635	1,524	1,593	1,584
T10	1,620	1,633	1,606	1,620
T11	1,577	1,587	1,623	1,596
T12	1,674	1,620	1,692	1,662
T13	1,523	1,553	1,509	1,528
T14	1,596	1,571	1,565	1,577
T15	1,219	1,587	1,496	1,434
T16	1,597	1,680	1,627	1,635

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Datos originales de peso de baya (g)

CÓDIGO	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
T1	2,80	3,25	3,16	3,07
T2	2,78	3,44	2,78	3,00
T3	3,16	3,01	3,14	3,10
T4	2,74	3,61	2,96	3,10
T5	3,07	2,97	2,87	2,97
T6	2,92	2,97	2,92	2,94
T7	2,79	2,66	3,22	2,89
T8	2,84	2,92	3,17	2,98
T9	3,69	3,24	3,19	3,37
T10	3,27	3,26	3,26	3,26
T11	3,26	3,25	3,17	3,23
T12	2,98	2,94	2,98	2,97
T13	2,75	2,93	2,67	2,78
T14	2,62	2,64	2,57	2,61
T15	2,52	2,65	2,72	2,63
T16	2,94	2,94	2,95	2,94

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Datos originales de la medición de los grados brix

código	repeticiones			promedio
	r1	r2	r3	
T1	21,52	20,72	20,88	21,04
T2	23,60	23,58	23,14	23,44
T3	20,80	21,60	21,92	21,44
T4	21,04	21,98	22,10	21,71
T5	23,24	22,32	21,16	22,24
T6	22,88	22,72	23,00	22,87
T7	25,12	25,36	24,64	25,04
T8	23,32	22,32	22,78	22,81
T9	23,28	24,48	24,52	24,09
T10	22,80	23,84	22,74	23,13
T11	23,84	23,34	23,08	23,42
T12	23,96	23,88	22,22	23,35
T13	24,88	23,40	24,18	24,15
T14	23,32	23,56	22,62	23,17
T15	24,76	24,84	22,94	24,18
T16	23,16	24,80	24,68	24,21

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Datos originales del peso fresco de racimo (g)

CODIGO	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
T1	245,60	232,45	248,56	242,20
T2	245,56	239,52	242,55	242,54
T3	250,12	244,63	239,00	244,58
T4	236,90	267,67	259,67	254,75
T5	260,25	260,41	258,63	259,76
T6	271,25	244,50	259,44	258,40
T7	265,25	278,45	276,34	273,35
T8	272,52	265,62	274,12	270,75
T9	278,62	280,52	274,52	277,89
T10	282,56	256,76	285,63	274,98
T11	285,12	296,15	287,42	289,56
T12	286,45	292,50	285,15	288,03
T13	264,45	266,23	255,56	262,08
T14	262,45	264,66	269,11	265,41
T15	234,56	276,98	268,75	260,10
T16	266,45	264,15	265,89	265,50

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Datos originales del rendimiento total (kg/ha)

CODIGO	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
T1	16,25	11,50	12,25	13,33
T2	11,75	12,50	12,50	12,25
T3	13,50	14,00	11,56	13,02
T4	12,55	12,56	18,00	14,37
T5	15,00	15,00	15,25	15,08
T6	17,00	13,00	16,50	15,50
T7	14,50	16,50	15,20	15,40
T8	13,75	22,50	20,50	18,92
T9	25,35	25,00	24,75	25,03
T10	22,33	19,50	22,58	21,47
T11	22,56	22,15	21,44	22,05
T12	22,33	21,56	20,56	21,48
T13	30,70	15,75	19,00	21,82
T14	21,75	24,00	15,20	20,32
T15	22,33	21,56	20,56	21,48
T16	16,50	23,25	20,25	20,00

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Costos de producción (ha)

RUBROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR (ha)	PRECIO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL/HA (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS (VARIABLES)				26,412.00
1.- Preparación de terreno				150,00
Junta y Quema	Jornal/H.	1,00	30,00	30,00
Riego de Machaco y Remojo	Jornal/H.	1,00	30,00	30,00
Limpieza de Acequias	Jornal/H.	2,00	30,00	60,00
Reparación de Bordos	Jornal/H.	1,00	30,00	30,00
3.- Abonamiento 4,748.00				14,919.75
Yeso	Kg.	50,00	0,47	23,50
nitrate de calcio	Kg.	25,00	1,95	48,75
N - P - K	Lt.	1,00	76,00	76,00
Enraizante	Lt.	1,00	79,00	79,00
nitrate de potasio	unid	3,00	80,00	240,00
Urea	unid	1,00	75,00	75,00
sulfato de potasio (soluble)	unid	1,00	187,20	187,20
fosfato diamónico	unid	1,00	107,80	107,80
guano de isla	unid.	4,00	50,00	200,00
Compost	unid.	554,00	25,00	13,850.00
sulfato de magnesio	Kg.	25,00	1,30	32,50
4.- Labores Culturales 690.00				1,380.00
1er. Deshierbo	Jornal/Hr.	6,00	30,00	180,00
2do. Deshierbo	Jornal/Hr.	7,00	30,00	210,00
Podas	Jornal/Hr.	20,00	30,00	600,00
Limpieza de malezas	Jornal/Hr.	10,00	30,00	300,00
Otros	Jornal/Hr.	3,00	30,00	90,00
5.- riegos 690.00				125,00
tomeo durante el cultivo	Jornal/Hr.	5,00	25	125
6.- control fitosanitario				9,837.3
Folicur	Lt.	1,00	210,00	210,00
Azufre	Kg.	25,00	2,25	56,25
Lannate	Kg.	1,00	140,00	140,00
Benomex	Gr.	400,00	22,00	8,800.00

Topas	Lt.	1,00	247,00	247,00
súper wet	Lt.	1,00	22,00	22,00
acido fosfórico	Kg.	50,00	5,10	255,00
Bayfolan	Lt.	1,00	25,00	25,00
fertilon combi	Kg.	1,00	82,00	82,00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS O VARIABLES				26,412.0
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS O JIJOS				34.3356
Gastos financieros (meses) (%)	5.0%			13,206
Gastos administrativos (%)	3%			7,9236
Imprevistos (%)	5%			13,206
COSTO TOTAL DE LA PRODUCCION				26,446.3
COSTO TOTAL POR HECTAREA				26,446.3

Anexo 9: Aleatorización de tratamientos en el campo experimental

T16	T2	T1	T15	T8	T10
T4	T15	T5	T2	T14	T15
T14	T6	T10	T13	T6	T1
T3	T4	T12	T16	T12	T6
T13	T8	T7	T3	T4	T12
T7	T3	T11	T7	T8	T5
T9	T5	T11	T10	T9	T11
T9	T1	T2	T16	T13	T14