# DIAGNÓSTICO DE FERTILIDAD DE SUELOS Y TÉCNICAS DE FERTILIZACIÓN EN VIÑEDOS COMERCIALES DEL VALLE CENTRAL DE TARIJA

Oliva Oller Pablo R.[1], Flores Higueras Elva [2], Espinoza Marquez Linder [3]

[1]IDEPRO Desarrollo Empresarial – IFD, [2]Servicio Departamental Agropecuario – SEDAG, [3]Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales – UAJMS

**Correo electrónico:** pablorodrigooliva@gmail.com

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue diagnosticar la fertilidad de suelos y técnicas de fertilización aplicadas a viñedos comerciales dedicados al rubro de uva de mesa, que son desarrollados en las principales comunidades productoras de vid del valle central de Tarija, con la finalidad de generar información que permita ofrecer recomendaciones ajustadas a las condiciones agroclimáticas y socioeconómicas locales y así prevenir problemas que se han suscitado anteriormente por la falta de comprensión sobre esta práctica, que ha sido desarrollada de manera empírica por los viticultores de la región. El estudio se realizó a través de encuestas presenciales a los productores, análisis de suelos a sus viñedos y entrevistas a empresas agroquímicas.

Los análisis de suelos revelaron que la gran mayoría de los valores de nitrógeno son bajos, en el caso de los valores de fósforo son altos y en el potasio son intermedios a bajos. Existe una escasa oferta de fertilizantes en el medio, lo que obliga al productor a utilizar mezclas de nutrientes desbalanceadas en relación a los requerimientos del cultivo. El uso de estiércol de cabra y oveja es frecuente en los viñedos del valle central de Tarija. La mayoría de los productores realiza la aplicación de los fertilizantes químicos al inicio de la brotación del cultivo y al cierre de racimo. El rendimiento promedio por media hectárea de los viñedos estudiados es de 397 cajas de 23 kg, con la aplicación de 44 kg de nitrógeno, 39 kg de fosforo, 22 kg de potasio provenientes de fertilizantes químicos y 40.5 kg de nitrógeno procedente del estiércol.

## PALABRAS CLAVE:

Uva de mesa, valle central de Tarija, fertilidad de suelos, técnicas de fertilización.

## INTRODUCCIÓN

La principal zona productora de vid en Bolivia es el valle central de Tarija, esta región ha alcanzado a representar el 82,8% de la superficie cultivada de viñedos, concentrando 1.629 ha. (Fundación FAUTAPO, 2010) y 1.933 familias productoras (Comité de competitividad cadena uva, vinos y singani, 2009). Un 85% de ellos, son pequeños productores con explotaciones de 0.5 a 1 ha de vid, el 10% son productores medianos, con 1 a 5 has, mientras que los mayores productores solamente representan el 5% con más de 6 hectáreas (Buitrago Soliz, 2014).

Este valle es una región de serranías y colinas, de clima templado, con una temperatura promedio de 18°C y una precipitación de 480 mm anuales distribuida entre las estaciones de primavera y verano. Se encuentra situado a 1854 m.s.n.m. (Pszczolkowski, 2009). Actualmente se cultivan diferentes variedades, siendo la principal la variedad moscatel de Alejandría (Prefectura del departamento de Tarija, 2007), siendo la viticultura una de las principales fuentes de ingreso, tanto para los productores, como para la economía de la región.

El cultivo de uva de mesa en los últimos años, ha comenzado a recobrar importancia en el valle central de Tarija, debido a que este rubro representa mayor rentabilidad para el productor en relación al de las uvas viníferas. (IDEPRO, 2010)

La producción y el rendimiento de un cultivo es el resultado de un complejo proceso que depende por un lado de factores climáticos, fisiográficos, de las propiedades del suelo y características de la planta y por el otro, de factores de manejo del suelo, de la planta y de la tecnología disponible para el manejo (Espinoza, 2016). En este contexto, para lograr altos rendimientos y una buena competitividad en el cultivo de la uva

Tabla N° 2: Otros parámetros de los suelos en los viñedos evaluados

| Parámetros | Promedio | Mediana | Moda | Máximo | Mínimo | Var | DE | CV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **pH** | 7.63 | 7.69 | 7.68 | 8.05 | 6.65 | 0.08 | 0.29 | 4% |
| **CE mmhos/cm** | 0.49 | 0.24 | 0.23 | 3.24 | 0.08 | 0.41 | 0.64 | 130% |
| **MO%** | 1.63 | 1.39 | 1.45 | 4.28 | 0.13 | 0.75 | 0.87 | 53% |
| **Da gr/cc** | 1.37 | 1.42 | 1.42 | 1.48 | 1.10 | 0.01 | 0.10 | 7% |
| **Arena %** | 16.80 | 12.5 | 7.50 | 51.50 | 2.50 | 167.50 | 12.94 | 77% |
| **Limo %** | 32.80 | 33.5 | 35.00 | 46.75 | 11.75 | 56.07 | 7.49 | 23% |
| **Arcilla %** | 50.42 | 52.5 | 54.25 | 69.25 | 29.25 | 88.64 | 9.42 | 19% |

En la tabla N° 2 se aprecia un resumen de los otros parámetros evaluados.

El pH promedio determinado en los viñedos evaluados es de 7,63. Suelos con pH 7,3 y 8,3 puede traer deficiencias de fósforo, magnesio, manganeso, hierro, boro y zinc en viñedos (Teubes, s.f.). La vid es un cultivo que requiere rangos de pH neutros entre 6,5 a 7,2 (Samaniego, 2016).

El promedio de la C.E. mmhos/cm es de 0,49 lo que determina que los suelos en la región van de moderadamente salinos a muy fuertemente salinos ya que se encontraron valores máximos hasta de 3,24. mmhos/cm. donde los viticultores declararon que los viñedos implementados presentaron problemas de mortalidad de plantas. Los valores más altos se identificaron en las comunidades de Sunchuhuayco, El Portillo y Santa Ana.

El promedio de la MO% fue de 1,63% lo que indica que los suelos son pobres en este factor, sin embargo, se pueden encontrar algunos suelos con valores altos llegando a 4,28 % en comunidades de la Choza y Calamuchita, debido a las prácticas de adición de abonos orgánicos al suelo.

La textura predominante en la gran mayoría de los suelos de la región es arcillosa con un valor promedio de 50%, lo que determina que los suelos estudiados en su mayoría son pesados, con alta densidad aparente y baja porosidad siendo suelos más difíciles de cultivar.

La densidad aparente con valores promedio de 1,37 g/cc tiene relación con la textura dominante de los suelos, lo que implica que los suelos presentan una porosidad moderada a alta, es decir, condiciones físicas buenas para la entrega de nutrientes, sin embargo, hay suelos con densidad aparente con tendencia a alta (Da=1,48 g/cc) lo que sugiere la presencia de procesos de degradación física de los suelos por compactación debido al uso de maquinaria, también sugiere poca materia orgánica en los suelos.

La mayor variabilidad se presentó en la C.E. mmhos/cm y la menor variabilidad en el pH.

## Requerimientos nutricionales del cultivo, técnica de fertilización química del viticultor y oferta de las empresas agroquímicas

El requerimiento nutricional del cultivo fue determinado a través del promedio de varias fuentes de información secundaria (Sierra, 2001), este valor fue comparado con el promedio de las técnicas de fertilización de los viticultores encuestados y el valor promedio de la oferta de las casas agroquímicas comercializan los fertilizantes.

Tabla N° 3: Otros parámetros de los suelos en los viñedos evaluados

| Fuente | N | P | K | Rendimiento (4) |
|---|---|---|---|---|
| **Bibliografía (1)** | 46 | 8 | 48 | 435 |
| **Agricultor (2)** | 45 | 39 | 23 | 397 |
| **Agroquímicas (3)** | 49 | 49 | 22 | — |

(1) Promedio de datos secundarios para 0,5 hectáreas considerando varios autores.

(2) Promedio de la técnica de fertilización de los productores encuestados.

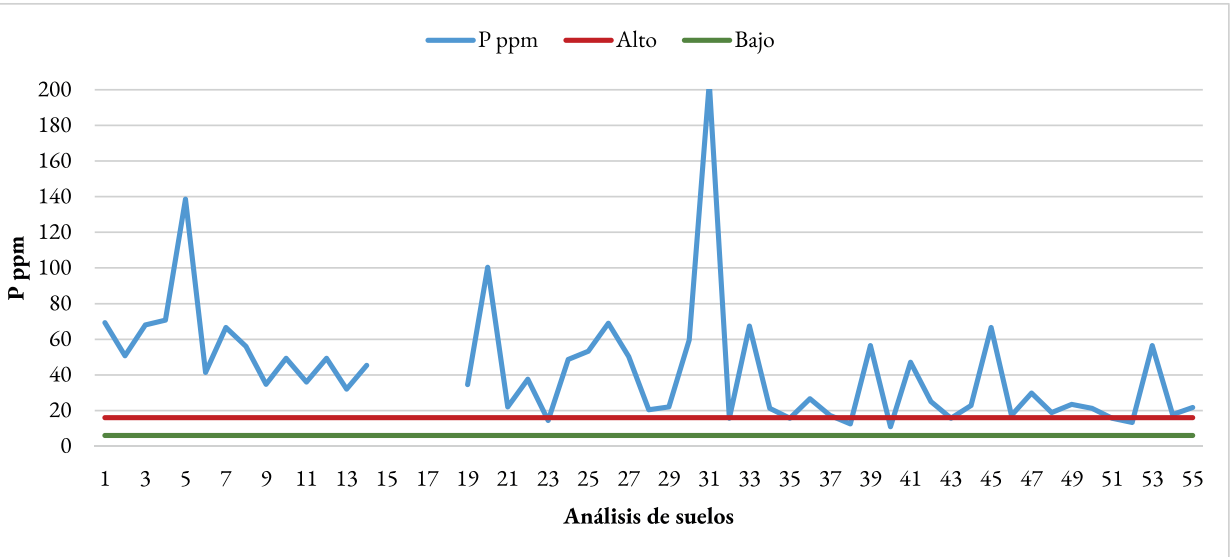
(3) Oferta promedio de 3 agroquímicas del valle central de Tarija con servicio a viticultores.

(4) Rendimiento expresado en cajas de 23 kg.

La tabla N° 3 permite observar, respecto al nitrógeno, que los valores son semejantes en cuanto al requerimiento del cultivo citado en bibliografía, lo que agrega el productor y lo que recomiendan las casas agroquímicas.

Respecto al fósforo la bibliografía indica que los requerimientos del cultivo son bajos (Sierra, 2001 y Palma 2016), sin embargo los viticultores y las

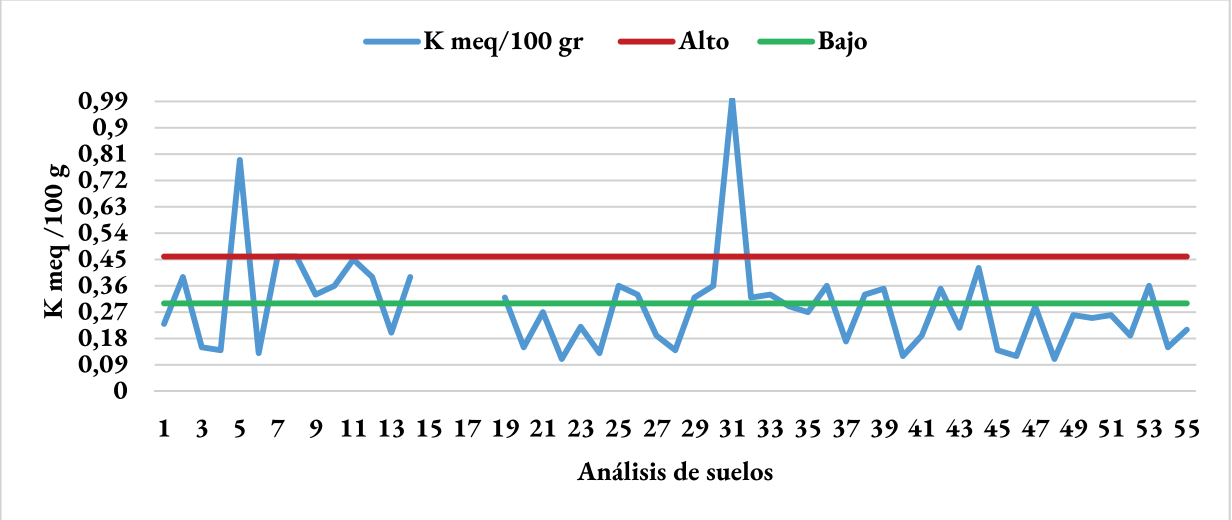
Figura N° 2: Fósforo




La figura N° 2 establece que la gran mayoría de los valores identificados de fósforo son altos, lo que determina una probabilidad media a baja de respuesta a la aplicación del fertilizante en base a este elemento.

El valor promedio de fósforo es de 43.15 ppm determinando un valor alto en comparación a las tablas de referencia.

Figura N° 3: Potasio




En la figura N° 3 se puede apreciar que la mayoría de los valores de potasio intercambiable identificados en la zona de estudio, son de medios a bajos lo que determina una probabilidad de respuesta de media – alta, con un valor promedio 0.29 meq/100 determinando un valor bajo en comparación a las tablas de referencia.

Existen otros parámetros del suelo que pueden influir sobre la disponibilidad y las condiciones de entrega de los nutrientes en las plantas, a pesar de que el suelo se encuentre con un alto contenido de los mismos.

Los parámetros analizados y los métodos utilizados en laboratorio para realizar los análisis de suelos se describen en la tabla Nº 1.

Tabla Nº 1: Parámetros y Métodos de Laboratorio

| Análisis | Parámetro | Método |
|---|---|---|
| **Químico** | pH | Potenciométrico |
| **Químico** | C.E. | Conductivimétrico (Relación1:5) |
| **Químico** | Materia Orgánica% | Walkley – Black |
| **Químico** | P ppm | Olsen modificado |
| **Químico** | K meq/100 gr | acetato de amonio 1 N – flamométrico |
| **Físico** | Textura | Boyoucus |
| **Físico** | Densidad Aparente | Gravimétrico/volumétrico |

El nitrógeno total fue obtenido a partir de los valores de la materia orgánica a través de la siguiente formula: NT%= MO x 0,05

Estos parámetros fueron los seleccionados por ser las medidas básicas que condicionan la fertilidad del suelo. (Andrade, 2014)

La Interpretación de los reportes de cada uno de los suelos analizados, se realizó empleando tablas de referencia que fueron proporcionadas por el laboratorio donde se analizaron las muestras.

6. **Entrevistas a empresas agroquímicas** Se realizaron tres entrevistas a empresas agroquímicas para poder identificar los principales fertilizantes que se comercializan en la región y evaluar las cantidades que recomiendan.

7. **Sistematización y análisis de datos** la sistematización de datos se efectuó a través del programa microsoft excel 2013, los datos fueron analizados a partir de estadísticas descriptivas, de dispersión y comparación de promedios.

## RESULTADOS

### Valores identificados en los análisis de suelos

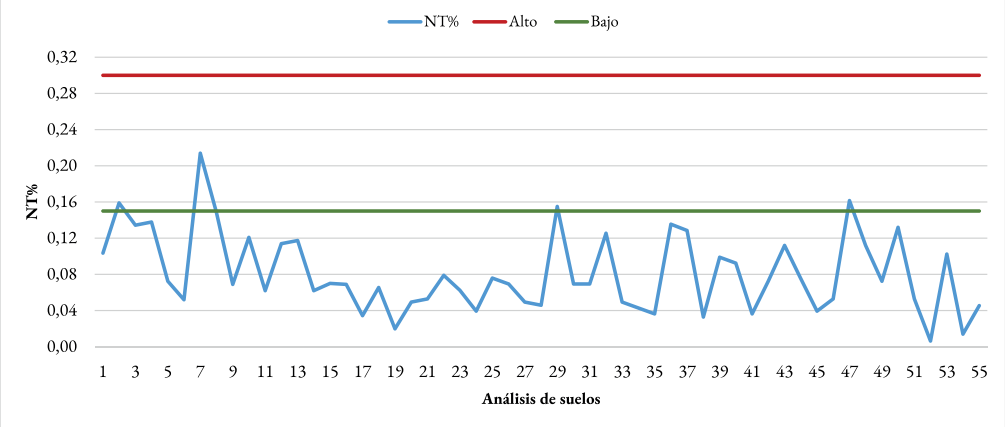
Los análisis de suelos con fines de diagnóstico de la fertilidad son extracciones químicas y/o bioquímicas que estiman la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Tienen como objetivos: proveer un índice de disponibilidad de nutrientes en el suelo, predecir la probabilidad de respuesta a la fertilización y proveer la base para el desarrollo de recomendaciones de fertilización (García, 2012).

Un valor de laboratorio alto en cuanto al contenido de nitrógeno, fósforo y potasio determina que es poco probable que el fertilizante con esta fuente sea tomado por el cultivo, al contrario, un valor bajo determina una probabilidad alta de que el fertilizante sea aprovechado por el viñedo.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de nitrógeno, fósforo y potasio comparados con los valores de las tablas de referencia proporcionadas por el laboratorio.

La figura N°1 determina que la gran mayoría de los valores identificados de nitrógeno en la zona de estudio son bajos, lo que establece una alta probabilidad de respuesta de la aplicación de los fertilizantes nitrogenados sobre el cultivo. El valor promedio del NT% es 0.08 siendo éste un valor bajo en comparación a las tablas de referencia.

Figura Nº 1: Nitrógeno Total



de mesa es necesario una adecuada fertilización entre otros factores de manejo del cultivo como el riego, la variedad, la poda, el sistema de conducción, el control de plagas y enfermedades, adaptación o mitigación a eventos climáticos adversos, el nivel tecnológico y los recursos del productor.

Sin embargo, la práctica de la fertilización en el valle central de Tarija, se ha desarrollado de manera empírica por los viticultores, debido a la incipiente información sobre este tema, lo que ha traído como consecuencia varios problemas:

- Menores rendimientos
- Altos costos de fertilización para los viticultores
- Mayor susceptibilidad de los viñedos a plagas y enfermedades.
- Disminución de ingresos para el productor
- Riesgo de contaminación de suelos y aguas por dosis inadecuadas de estiércoles y/o fertilizantes.

El presente trabajo tiene por objetivo diagnosticar la fertilidad de los suelos y técnicas de fertilización de viñedos comerciales de los pequeños viticultores en el área de estudio con la finalidad de generar información que permita ofrecer recomendaciones ajustadas a las condiciones locales.

Por las características de la presente investigación y la cantidad de información, la misma comprende dos fases, este artículo presenta los resultados de la primera fase.

## METODOLOGÍA

La metodología empleada comprende actividades de campo, laboratorio y gabinete, con participación de los viticultores y viñedos que se encuentran en producción comercial.

La primera fase se ha localizado principalmente en suelos de origen aluvial que corresponde a paisajes de llanuras y diferentes terrazas en márgenes de los ríos Camacho y Guadalquivir, en las comunidades de Calamuchita, La Choza y el Valle de la Concepción y algunos viñedos localizados en paisajes de terrazas y llanuras de origen fluvio lacustre de las comunidades de Sunchuhuayco, Santa Ana y El Portillo. La segunda fase pretende profundizar los estudios en estas últimas comunidades y ampliar a otras nuevas.

El periodo de estudio de la primera fase estuvo comprendido entre Marzo del 2016 hasta Marzo del 2017.

La metodología se desarrolló en siete etapas:

1. **Revisión de datos secundarios** con la finalidad de poder comprender los requerimientos nutricionales del cultivo de uva de mesa, las funciones de los nutrientes primarios sobre el cultivo de la vid y otros factores.
2. **Selección de viñedos** El número de viñedos donde se realizaron los análisis fueron cincuenta y cinco, estos se seleccionaron según la demanda y el interés de los viticultores que participaron bajo el programa de asesoramiento de IDEPRO Desarrollo Empresarial, las parcelas estudiadas en su gran mayoría corresponden a viñedos mayores a 5 años que cultivan primordialmente la variedad moscatel de Alejandría y otras variedades como Italia y red globe, el tamaño promedio de los viñedos estudiados fue de 4200 $m^2$.
3. **Muestreo y recolección de muestras** Para la toma muestras de suelos se consideró la variabilidad del suelo y el tamaño del viñedo lo que permitió definir el número de muestras simples, para luego obtener una muestra compuesta. La profundidad de muestreo fue de 0 a 30 cm. Las muestras fueron tomadas durante los meses de julio y agosto, periodo en el cual, los viñedos se encuentran en receso invernal.
4. **Encuestas** Se realizaron encuestas presenciales a los propietarios de los viñedos estudiados con el objetivo de determinar el rendimiento del cultivo, conocer la técnica de fertilización orgánica y química que aplica el viticultor y comprender otros factores técnicos del viñedo.
5. **Análisis de suelos** con la finalidad de poder predecir la probabilidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes y proveer la base para el desarrollo de recomendaciones de fertilización. (García, 2012 y Tasistro, s.f.).

casas agroquímicas aplican hasta un 80% más de lo recomendado por la bibliografía.

En el caso del potasio se pueden encontrar valores bajos de los productores y las casas agroquímicas en relación a la bibliografía. La deficiencia de este nutriente puede afectar el estado hídrico de la planta, disminuye el tamaño de la fruta y se manifiesta una mayor susceptibilidad a enfermedades. (Teubes, s.f y Sierra, 2001).

En la tabla se puede observar que el rendimiento promedio de los viticultores es menor que el citado en la bibliografía.

## Fertilizantes químicos disponibles en el mercado

En el medio existe una escasa oferta de fertilizantes, los pocos fertilizantes disponibles en el mercado son con formulación compuesta, lo que obliga al productor utilizar mezclas de nutrientes desbalanceadas que no se acomodan de la mejor manera a los requerimientos del cultivo.

Tabla N° 4: Fertilizantes más utilizados por los viticultores del valle central de Tarija

| Fertilizante | Peso kg | Formulación | | | Aporte en kg. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nitrógeno | Fósforo | Potasio | Nitrógeno | Fósforo | Potasio |
| **Urea** | 50 | 46% | 0 % | 0% | 23 | 0 | 0 |
| **Fosfato diamónico** | 50 | 18% | 46% | 0% | 9 | 23 | 0 |
| **Triple 15** | 50 | 15% | 15% | 15% | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| **Triple 16** | 50 | 16% | 16% | 16% | 8 | 8 | 8 |
| **Triple 20** | 50 | 20% | 20% | 20% | 10 | 10 | 10 |
| **Blaukorn** | 25 | 12% | 8% | 16% | 3 | 2 | 4 |

La diferencia entre el requerimiento nutricional del potasio expresado en bibliografía y lo que agregan los viticultores se puede justificar por el amplio uso del fertilizante fosfato diamónico (18 – 46 – 00) y urea (46 – 00 – 00) que son clasificados como fuentes de nitrógeno y fósforo.

Considerando los aportes nutricionales de los fertilizantes en kg y los requerimientos del cultivo, los fertilizantes que mejor se podrían utilizar son: triple 15, triple 16, triple 20 y Blaukorn debido a que a través de estos se podría llegar a suplir los requerimientos de los tres elementos y en especial el nitrógeno y el potasio que son los que demanda en mayor cantidad el viñedo.

## Estrategias de fertilización química

Tabla N° 5: Estrategias de feertilización para el cultivo de vid en el valle central de Tarija

| Fuente | Brotación | Cierre de racimo | Post cosecha |
|---|---|---|---|
| **Agroquímicas** | — | 70% | 30% |
| | 33% | 33% | 33% |
| **Productores** | — | 100% | — |
| | 50% | 50% | — |
| | 33% | 33% | 33% |

Las casas agroquímicas ofertan dos estrategias de fertilización:

La primera donde recomiendan distribuir el fertilizante en dos etapas la aplicación del 70% del fertilizante en cierre de racimo y el 30% en pos cosecha.

La segunda que recomiendan distribuir el fertilizante en tres etapas, el 33% del fertilizante al inicio de la brotación, el 33% del fertilizante al cierre de racimo y el 33% en pos cosecha.

La estrategia más utilizada por la mayoría de los viticultores encuestados es la aplicación del 50% del fertilizante al inicio de brotación y el otro 50% en cierre de racimo.

De las tres etapas de aplicación de fertilizante los viticultores señalaron que la más importante es al cierre de racimo.

Respecto a la fertilización post cosecha, muy pocos productores la realizan, se pudo identificar que existen malas experiencias de fertilización en esta etapa debido principalmente a deshojes tempranos causados por mildiu, lo que no permite que la planta pueda acumular reservas y al no tener hojas el viñedo no se justificaría la aplicación de fertilizantes.

Las técnicas de fertilización modernas que son citadas en fuentes de información secundaria (Sierra, 2001) y aplicadas en países vecinos como Chile, son poco aplicables en los viñedos de la región, debido a la escasa oferta de fertilizantes en el mercado, poca aplicación de riego por goteo y falta de conocimiento por parte de los viticultores en el manejo del fertirriego, como los factores más importantes.

## Fertilización orgánica aplicada por los viticultores en el área de estudio

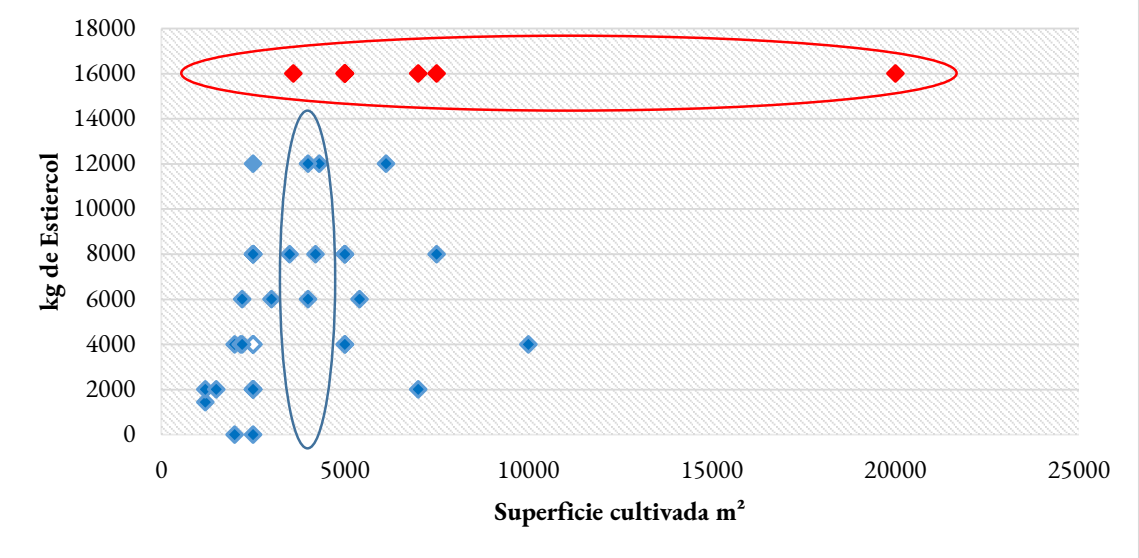
El uso de estiércol de cabra y oveja es frecuente en los viñedos del valle central de Tarija, la mayoría de los viticultores aplica esta enmienda con una frecuencia de año por medio, con la finalidad de mejorar las características físicas del terreno ya que a través de su experiencia los productores han podido validar el efecto que causa la materia orgánica sobre el suelo.

En la mayoría de los suelos evaluados predomina un alto porcentaje de arcilla, lo que determina que los suelos sean pesados, con bajos niveles de materia orgánica y en varios casos con presencia de sales, todo esto genera suelos compactos y difíciles de cultivar. El agregado de estiércol, disminuye la densidad aparente e incrementa la porosidad y facilita la aireación del suelo.

La cantidad promedio de abono orgánico que aplican los viticultores es de 8000 kg de estiércol por media hectárea.

En la figura N°4 se describe la cantidad de estiércol aplicada en relación a la superficie cultivada.

Figura N° 4: Aplicación de estiercol por superficie cultivada.




Se puede observar variabilidad en la aplicación del estiércol que van desde 16000 kg en superficies que son menores a media hectárea hasta dos hectáreas y aplicaciones de estiércol que se encuentran desde 4000 kg hasta 18000 kg por media hectárea por lo que no se encontró correlación entre la superficie cultivada y la cantidad de aplicación de estiércol.

El estiércol tiene un aporte nutricional sobre los cultivos (Iglesias, 1994 y Sagarpa, s.f.) en el caso del viñedo se debe tener muy en cuenta el aporte de nitrógeno ya que dosis altas de este nutriente puede traer como consecuencia menor resistencia a enfermedades criptogámicas y desórdenes fisiológicos como palo negro (Babaresco, 1987 y Palma, 2006), enfermedades muy frecuentes en viñedos del valle central de Tarija.

Por ello se consideró realizar tres muestras de estiércol con la finalidad de poder estimar el contenido de nitrógeno por cada 8000 kg aplicados en el viñedo.

Tabla N° 6: Estimación del nitrógeno a partir de los valores promedio identificados en laboratorio de tres muestras de estiercol.

| | |
|---|---|
| Cantidad de estiércol aplicado al viñedo | 8000 kg |
| Materia orgánica del estiércol (1) | 59% |
| Nitrógeno total del estiércol (1) | 4,0% |
| Tasa de mineralización (2) | 0,2 |
| Nitrógeno / 8000 kg de estiércol | 38 kg |

(1) Promedio de los resultados obtenidos de las muestras de estiércol.
(2) La tasa de mineralización fue obtenida en base a Sargapa, (s.f.)

La tabla N° 6 determina que por cada 8000 kg que aplican los viticultores aportan aproximadamente 38 kg de nitrógeno al año.

Considerando el aporte nutricional del estiércol más la aplicación del nitrógeno a través de fertilizantes químicos se puede determinar que la mayoría de los productores aplican altas dosis de nitrógeno al viñedo.

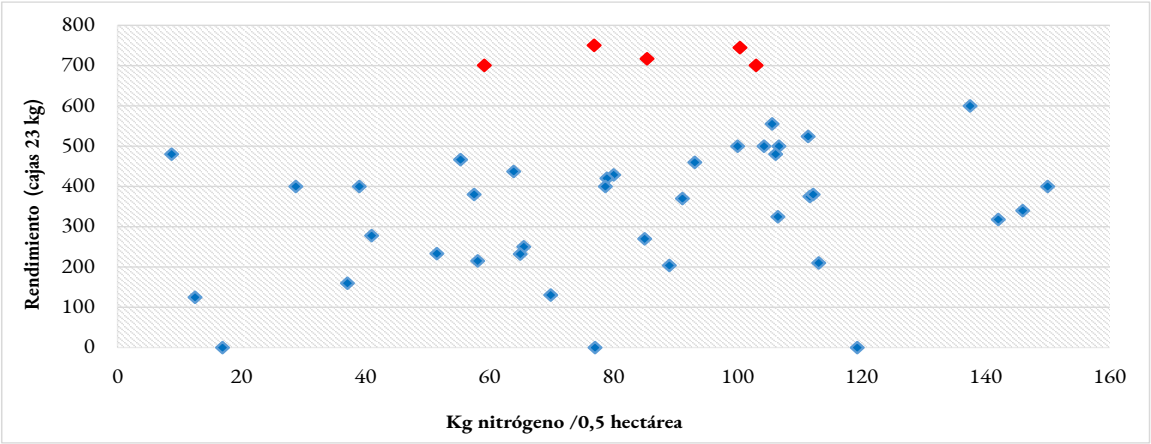
## Análisis de los rendimientos de los viñedos en relación al nitrógeno, fósforo y potasio aplicado a través de la fertilización química.

Existen diversos métodos para determinar la dosis de fertilizantes para cultivos, entre los que se puede mencionar el tradicional, racional, etc., sin embargo no todos los métodos son aplicables en todas las realidades, esto principalmente por la falta de información desarrollada a partir de investigación en el tema de estudio (Tasistro, s.f.) esta realidad no es ajena a la del valle central de Tarija donde existe muy poca información sobre fertilidad de cultivo de uva de mesa.

Un método práctico para generar recomendaciones de fertilización es el "Método observacional" que consiste en desarrollar una base de datos de los productores de la región, donde se registran los valores de rendimiento, superficie cultivada, nitrógeno, fósforo y potasio aplicados además de otros factores del cultivo. Una vez identificados y sistematizados estos datos, se pueden analizar a partir de gráficas de dispersión (Tasistro, s.f.) con la finalidad de determinar los rendimientos más altos en relación a la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados a través fertilizantes químicos y estiércoles. Esto brinda información práctica y real para generar recomendaciones.

Por razones prácticas los resultados que se presentan a continuación fueron transformados a media hectárea.

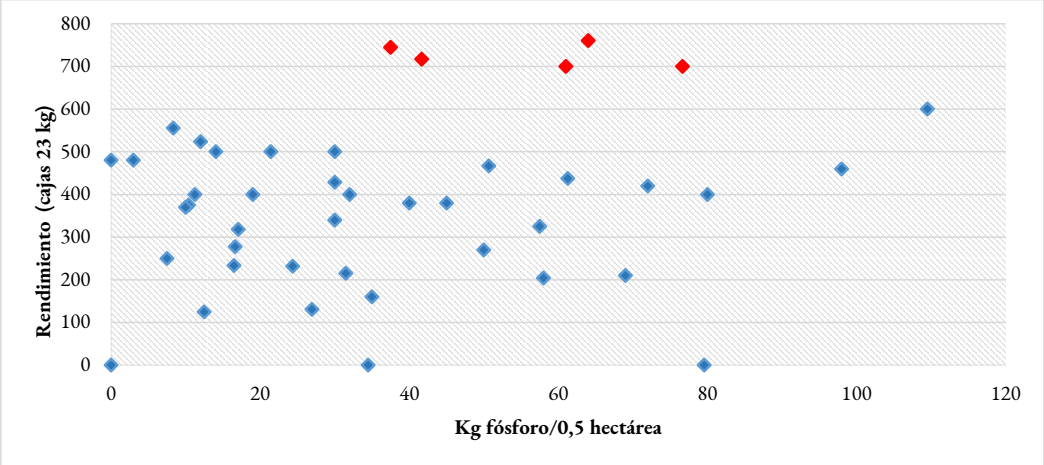
Figura N° 5: Nitrógeno aplicado frente al rendimiento.




La figura N° 5 determina que los rendimientos más altos se registraron con aplicaciones de 60 a 100 kg de nitrógeno total proveniente de fertilizantes químicos y estiércoles que son identificados con puntos de color rojo en la gráfica.

De igual manera muestra que con las mismas cantidades aplicadas podemos obtener menores rendimientos que son los puntos marcados con color azul, esta gran dispersión se debe a que hay una gran variación en otros factores como densidad de plantación, edad del cultivo, riego, épocas de aplicación de fertilizantes, fuentes de fertilizantes, mano de obra, malezas, plagas y enfermedades, etc. (Tasistro, s.f.)

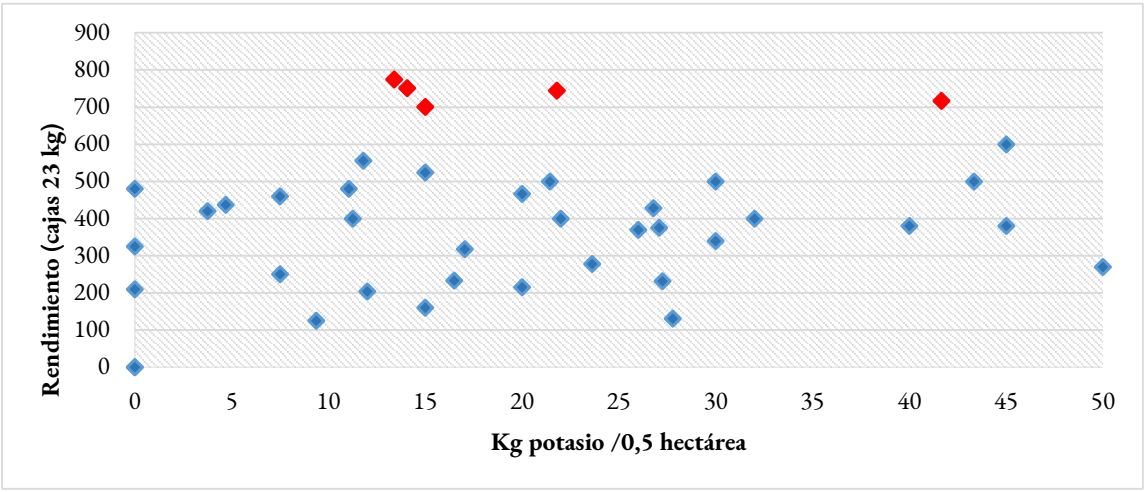
Figura N° 6: Fósforo aplicado frente al rendimiento.




En el caso del fósforo los rendimientos más altos se registraron con aplicaciones entre 40 y 80 kg por media hectárea, en la gráfica estos son identificados con color rojo.

La Figura N° 7 señala que en el caso del potasio los rendimientos más altos se registraron con aplicaciones entre 10 a 65 kg por media hectárea.

Figura N° 7: Potasio aplicado frente al rendimiento.




Con la finalidad de ampliar el análisis de los rendimientos en relación a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio se presentan las estadísticas descriptivas de las variables analizadas.

La tabla N° 7 determina que el rendimiento promedio por media hectárea de los productores encuestados es de 397.6 cajas de 23 kg en la zona de estudio, con una aplicación de 84 kg de nitrógeno total, 39 kg de fósforo y 22 kg de potasio.

Los parámetros que más variación presentan son la aplicación de fósforo y potasio.

Tabla N° 7: Estadísticas descriptivas de rendimiento en relación al nitrógeno, fósforo y potasio aplicado a los viñedos estudiados transformados a media hectarea.

| Parámetros | Promedio | Max | Min | Var | DE | CV |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rendimiento Cajas 23 kg** | 397.6 | 774 | 0 | 44075.05 | 209.94 | 53% |
| **Nitrógeno químico (Q) en kg** | 44.6 | 82 | 0 | 533.93 | 23.11 | 52% |
| **Nitrógeno estiércol (E) en kg** | 40.5 | 70 | 0 | 414.19 | 20.35 | 50% |
| **Nitrógeno total (E) + (Q)** | 84.1 | 150 | 8.75 | 1229.00 | 35.06 | 42% |
| **Fósforo en kg** | 39.0 | 120 | 0 | 901.11 | 30.02 | 77% |
| **Potasio en kg** | 22.9 | 80 | 0 | 403.56 | 20.09 | 88% |

## CONCLUSIONES

Los análisis de suelos revelaron que la gran mayoría de los valores de nitrógeno son bajos, en el caso de los valores de fósforos son altos y en el potasio son intermedios a bajos.

Los otros valores analizados muestran los siguientes valores promedios pH: 7,63 lo que determina que el fósforo puede no estar disponible para el cultivo; C.E.: 0,49 mmhos/cm; MO%: 1,63; en cuanto a textura, en la gran mayoría de los suelos de la región predomina la arcilla con un valor promedio de 50%.

Existe una escasa oferta de fertilizantes en la región, lo que obliga al productor a utilizar mezclas de nutrientes desbalanceadas, en relación a los requerimientos del cultivo.

Las estrategias de fertilización de las casas agroquímicas determinan tres épocas para la aplicación del fertilizante: inicio de brotación, cierre de racimo y poscosecha. Sin embargo la mayoría de los productores realiza su aplicación en las fases inicio de la brotación y cierre de racimo.

La principal diferencia entre los requerimientos nutricionales del cultivo citados en bibliografía y la técnica de fertilización del productor se desarrolla en el potasio esto por el uso frecuente de úrea y fosfato diamónico en los viñedos.

El uso de estiércol de cabra y oveja es frecuente en los viñedos del área de estudio, la mayoría de los viticultores aplica esta enmienda con una frecuencia de año por medio en los meses de invierno y una cantidad promedio de 8000 kg de estiércol por media hectárea.

Los mayores rendimientos registrados a partir de los productores encuestados se obtuvieron con aplicaciones de 60 a 100 kg de nitrógeno, 40 a 80 kg de fósforo y 10 a 45 kg de potasio.

El rendimiento promedio por media hectárea de los viñedos estudiados es de 397 cajas de 23 kg, con la aplicación de 44 kg de nitrógeno, 39 kg de fosforo, 22 kg de potasio provenientes de fertilizantes químicos y 40.5 kg de nitrógeno procedente del estiércol.

## BIBLIOGRAFÍA

Babaresco, L. Investigations on the influence of N fertilizer on resistance to powdery mildew (Oidium tuckeri) downy mildew (Plasmopara viticola) and on phytoalexin synthesis in different grapevine varieties): Cattedra di Viticoltura, Universita Cattolica S. C., Piacenza, Italia. (1987). Web. www.vitis-vea.de, Día de Acceso: 20 de enero del 2016

Buitrago Soliz, Alejandra. 2014. La vitivinicultura emergente en Bolivia y las oportunidades para el Singani. En Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad, vol. 1, núm. 2, mayo, 2014, pp. 90-102 Universidad de Santiago de Chile Santiago de Chile, Chile.

Comité de competitividad Cadena Uva, Vinos y Singanis (2009). Plan estratégico 2009 – 2013. Cadena Uva, Vinos y Singanis. Tarija – Bolivia

Espinoza, L. 2016. Fertilidad y fertilizantes (Recolocación y sistematización bibliográfica) Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho" Tarija, Bolivia.

Fundación AUTAPO. (2010) Catastro Vitícola de los Valles del Sur de Bolivia. Programa de Apoyo a la cadena uvas, vinos y singanis. Tarija – Bolivia.

García, F. Suelos y Fertilización. International Plant Nutrition Institute. (2012) Web. http://lacs.ipni.net/. Día de Acceso: 30 de enero 2016

IDEPRO Desarrollo Empresarial. (2010). Estrategia de Intervención Cadena Uva, Vino y Singanis. Tarija – Bolivia.

Palma. J. Estrategias de fertilización de vid de mesa diseños y monitorización. Tercer Seminario Internacional de Fertirrigación organizado por Soquimich. Santiago de Chile (2006) Web. http://www.fertilizando.com. Día de Acceso: 20 de enero 2016

Prefectura del Departamento de Tarija. (2007). Estudio de mercado nacional de Uva, Vino y Singani. Tarija – Bolivia.

Pszczolkowski PH. (2009). La viticultura de Bolivia con énfasis en el Valle Central de Tarija, Universidad Católica de Chile, Revista Enológica N°3, Mendoza – Argentina.

Tasistro. A. Evaluación de la Fertilidad del Suelo. Mexico (s.f.) International Plant Nutrition Institute (IPNI). Web. mca.ipni.net. Día de Acceso: 20 de enero 2017

Sierra. C. Fertilización en Vides de Mesa. Instituto de Investigaciones Agrarias - INIA. Chile (2001). Web. biblioteca.inia.cl. Día de Acceso: 20 de Abril 2016

Sargapa. Utilización de Estiercoles. Mexico (s.f.). Secretaria de Desarrollo Rural. Web. http://www.sagarpa.gob.mx. Día de Acceso: 20 de Mayo 2016

Teubes. A. Nutrients Requirements for Grapevines. Afghan Agriculture. Web. http://afghanag.ucdavis.edu. Día de Acceso: 20 de Mayo 2016

Andrade M. Fertilidad de Suelos y Parámetros que la definen. Web. https://dialnet.unirioja.es. Día de Acceso: 18 de Mayo 2016